Ympäristövaikutusten arviointiselostus | Joulukuu 2024

OLKILUOTO 1- JA OLKILUOTO 2-LAITOSYKSIKÖIDEN KÄYTTÖIÄN JATKAMINEN JA LÄMPÖTEHON KOROTTAMINEN



tvo



Yhteystiedot

Hankkeesta vastaava: Teollisuuden Voima Oyj
Postiosoite Olkiluoto, 27160 EURAJOKI
Puhelin (02) 83 811
Yhteyshenkilöt Eero Lehtonen ja Merja Levy
Sähköposti etunimi.sukunimi@tvo.fi

Yhteysviranomainen: Työ- ja elinkeinoministeriö
Postiosoite PL 32, 00023 VALTIONEUVOSTO
Puhelin 0295 047 033
Yhteyshenkilö Miia Saarimäki
Sähköposti etunimi.sukunimi@gov.fi

Työ- ja elinkeinoministeriö
Arbets- och näringsministeriet

Kansainvälinen kuuleminen: Suomen ympäristökeskus
Postiosoite Latokartanonkaari 11, 00790 HELSINKI
Puhelin 0295 251 000
Yhteyshenkilö Wilma Poutanen
Sähköposti etunimi.sukunimi@syke.fi

Suomen ympäristökeskus
Finlands miljöcentral
Finnish Environment Institute

YVA-konsultti: Ramboll Finland Oy
Postiosoite PL 25, 02601 ESPOO
Puhelin 020 755 611
Yhteyshenkilö Antti Lepola
Sähköposti etunimi.sukunimi@ramboll.fi

Pohjakartat © Maanmittauslaitos | 2024
Copyright © Teollisuuden Voima Oyj
Käännökset Alasin Media Oy

Sisältö

Tiivistelmä **5**

1. Hankkeesta vastaava ja hankkeen tausta **15**
1.1. Hankkeesta vastaava 15
1.2. Hankkeen tausta ja aikataulu 15
1.3. Tarkasteltavat vaihtoehdot 17
1.4. Toimintaperiaate 18
1.5. Sijainti ja laitosalueen toiminnot 20
1.6. Liittyminen muihin hankkeisiin 21

2. Ydin- ja säteilyturvallisuus **23**
2.1. Ydinenergiaa koskeva lainsäädäntö ja viranomaisvalvonta 23
2.2. Ydinturvallisuus 23
2.3. Säteily ja sen valvonta 25

3. Hankkeen kuvaus **27**
3.1. Yhteenveto vaihtoehdoista 27
3.2. Käyttöiän jatkaminen 28
3.3. Lämpötehon korottaminen 44
3.4. Toiminnan loppuminen 48

4. Ympäristövaikutusten arviointimenettely **51**
4.1. Lähtökohdat 51
4.2. Osapuolet 52
4.3. Vaiheet ja sisältö 52
4.4. YVA-menettelyn aikataulu 56
4.5. Osallistuminen ja vuorovaikutus 56
4.6. Lausunnot ja mielipiteet 58
4.7. YVA-menettelyn huomioon ottaminen suunnittelussa ja päätöksenteossa 59

5. Ympäristövaikutusten arvioinnin lähtökohdat **60**
5.1. Arvioitavat vaikutukset 60
5.2. Vaikutusten ajoittuminen ja tarkastelu 60
5.3. Tarkasteltu vaikutusalue 61
5.4. Vaikutusten arvioinnin lähestymistapa ja menetelmät 61
5.5. Selvitykset ja muu arvioinnissa käytetty aineisto 64

6. Ympäristövaikutusten arviointi **66**
6.1. Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus 66
6.2. Maisema ja kulttuuriympäristö 85
6.3. Liikenne 90
6.4. Melu ja tärinä 96
6.5. Ilmanlaatu 101

6.6. Ilmasto 105
6.7. Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet 114
6.8. Pintavedet 124
6.9. Kalat ja kalastus 176
6.10. Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet 186
6.11. Ihmisten elinolot ja viihtyvyys 207
6.12. Aluetalous 216
6.13. Energiamarkkinat 229
6.14. Luonnonvarojen hyödyntäminen 232
6.15. Jätteet ja niiden käsittely 239
6.16. Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteilyaltistus 247
6.17. Ihmisten terveys 254
6.18. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet 262
6.19. Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset 292
6.20. Yhteisvaikutukset 296
6.21. Nykyisen toiminnan loppuminen 299

7. Yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu 305

8. Vaikutusten seuranta ja tarkkailu 311
8.1. Radioaktiivisten aineiden päästöjen tarkkailu ja säteilyvalvonta 311
8.2. Jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu 314
8.3. Vaikutustarkkailu 314
8.4. Kalataloudellinen tarkkailu 315
8.5. Savukaasupäästöjen tarkkailu 316
8.6. Melutarkkailu 316
8.7. Jätekirjanpito 316
8.8. Ihmisiin kohdistuvien vaikutuksien seuranta 316

9. Hankkeen luvitus sekä hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin 318
9.1. Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat 318
9.2. Säteilylain mukaiset luvat 321
9.3. Radioaktiivisten aineiden kuljetusten edellyttämät luvat 321
9.4. Muut luvat 321
9.5. Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin 324

10. Lähteet 331

Liitteet 342
Liite 1. Termit ja lyhenteet 343
Liite 2. YVA-selostuksen asiantuntijat 348
Liite 3. Yhteysviranomaisen lausunto koskien ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa 353
Liite 4. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen arviointiselostusta laadittaessa 354
Liite 5. Jäähdytysvesimallinnusraportti 359
Liite 6. Natura-tarveharkinta 360

Tiivistelmä



Hankkeesta vastaava ja hankealueen sijainti

YVA-menettelyn hankkeesta vastaava on Teollisuuden Voima Oyj (TVO). TVO tuottaa hiilidioksidipäästötöntä, kotimaista, ympärivuotista ja säästä riippumatonta sähköä Eurajoen Olkiluodossa kolmella ydinvoimalaitosyksiköllä: Olkiluoto 1 (OL1), Olkiluoto 2 (OL2) ja Olkiluoto 3 (OL3). OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden sähköntuotanto vuonna 2023 oli 24,67 terawattituntia (TWh). Tämä vastasi noin 31 % Suomessa tuotetusta sähköstä. TVO on tuottanut sähköä omistajilleen turvallisesti ja luotettavasti jo yli 45 vuotta.

TVO:n omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saarella. Yleisesti Olkiluodon voimalaitosalueella tarkoitetaan aluetta, jossa sijaitsevat muun muassa TVO:n OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt sekä Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos. Laitosyksiköt sijoittuvat voimalaitosalueella Olkiluodon saaren länsiosaan rajatulle laitosalueelle, jossa sijaitsee lisäksi laitosyksiköihin liittyviä tiloja, laitteita ja toimintoja kuten käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto) sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (HMAJ-, MAJ- ja KAJ-varastot). Hankkeen vaihtoehdot eivät vaadi uutta tilaa voimalaitosalueelta vaan mahdolliset niihin liittyvät muutostyöt toteutetaan olemassa olevalla rakennetulla voimalaitosalueella.

Hankkeen tausta, tarkasteltavat vaihtoehdot ja aikataulu

TVO selvittää osana Olkiluodon ydinvoimalaitoksen eliniän hallintaa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamista ja lämpötehon korottamista.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat identtisiä kiehutusvesireaktoreita, jotka otettiin käyttöön vuosina 1978 (OL1) ja 1980 (OL2). Ne ovat tuottaneet sähköä suomalaisen yhteiskunnan hyväksi jo yli 40 vuoden ajan. Laitosyksiköiden reaktorin lämpöteho oli käyttöön otettaessa 2 000 MW, josta se on korotettu nykyiseen 2 500 MW:iin kahdessa vaiheessa vuosina 1984 ja 1994–1998. Vastaavasti laitosyksiköiden nimellinen nettosähköteho on noussut alkuperäisestä 660 MW:sta 840 MW:iin. Vuosina 2005–2006 ja 2010–2012 toteutettujen turbiinilaitoksen modernisointien ja hyötysuhteen parantamisen ansiosta nykyinen sähkötehon nimellisarvo on 890 MW per laitosyksikkö. Laitosyksiköiden sähköntuotanto vuonna 2023 oli yhteensä 14,29 TWh, mikä vastasi noin 18 % Suomen sähkönkulutuksesta. OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat 1990-luvun alusta lähtien olleet 90 %:n luokkaa. Korkeat käyttökertoimet kertovat laitosyksiköiden luotettavasta toiminnasta. Käyttövuosien aikana laitosyksiköitä on modernisoitu monin tavoin vuosittaisilla huolloilla ja samalla niiden turvallisuutta on parannettu. Mittavien investointien ansiosta voimalaitosyksiköt ovat edelleen erinomaisessa käyttökunnossa. Näiden seurauksena laitosyksiköiden käyttöikää on voitu jatkaa 40 vuodesta 60 vuoteen ja niiden nykyiset käyttöluvat ovat voimassa vuoden 2038 loppuun saakka.

Nyt tarkasteltavassa hankkeessa selvitetään laitosyksiköiden käyttöiän mahdollista jatkamista vuoteen 2048 tai vaihtoehtoisesti vuoteen 2058 asti. Käyttöiän jatkamisen rinnalla tarkastellaan laitosyksiköiden tehonkorotusta, jossa lähtökohtana on reaktorin lämpötehon korotus 10 %:lla 2 750 MW:iin. Tämä vastaa laitosyksiköjen nimellisen sähkötehon kasvattamista nykyisestä 890 MW:sta 970 MW:iin. Vuodessa saatava sähköntuotannon lisäys OL1- ja OL2-laitosyksiköillä olisi yhteensä noin 1 200 000 MWh, mikä vastaa suunnilleen Jyväskylän tai Kuopion kaupunkien suuruista vuotuista sähkönkäyttömäärää.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä hankkeen toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE1) sekä käytön jatkamista korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE2). Nollavaihtoehdossa laitosyksiköiden käyttöä jatketaan voimassa olevien käyttölupien loppuun vuoteen 2038 saakka (VE0).

Hankkeen kuvaus

Oheisissa taulukoissa (Taulukko 1; Taulukko 2; Taulukko 3) on esitetty keskeisiä tunnuslukuja nykyisessä toiminnassa (VE0) sekä verrattu niitä käyttöiän jatkamiseen nykyisellä teholla (VE1) ja käyttöiän jatkamiseen korotetulla teholla (VE2).

Taulukko 1. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (per laitosyksikkö).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Laitostyyppi	Kiehutusvesireaktori		
Sähköteho	890 MW		970 MW
Lämpöteho	2 500 MW		2 750 MW
Hyötysuhde	35,6 %		35,3 %
Reaktorin toimintapaine	70 bar		
Sähköntuotanto	n. 7 TWh/v		n. 7,6 TWh/v

Taulukko 2. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (OL1- ja OL2-laitosyksiköt yhteensä).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Vesistöön johdettava lämpöteho	98 000 TJ/v		109 000 TJ/v
Jäähdytysveden määrä	38 m^3/s per laitosyksikkö		
Jäähdytysveden lämpötilan nousu	10 °C		11 °C
Polttoaineen hankinta ja käytetyn polttoaineen kertymä	18 tU/v per laitosyksikkö		
Polttoaineen hankinta ja käytetyn polttoaineen kertymä (koko käyttöaika)	2 483 tU (v. 2038)	2 861 tU (v. 2048) 3 240 tU (v. 2058)	
Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte	50 m^3/v		
Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte (koko käyttöaika)	8 250 m^3 (v. 2038)	8 750 m^3 (v. 2048) 9 250 m^3 (v. 2058)	
Kemikaalit	Rikkihappo 18 t/v Natriumhydroksidi 14 t/v Ioninvaihtohartsit 14 t/v Natriumhypokloriitti (100 %) 8 t/v Glykoli 5 t/v Typpi 140 t/v Bitumi 14 t/v Kevyt polttoöljy 255 t/v		

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan*	Jalokaasut (Kr-87ekv.): 0–9,7 TBq/v. Päästöraja: 9 420 TBq/v Jodi (I-131): 0,00000008–0,002 TBq/v. Päästöraja: 0,1 TBq/v Aerosolit: 0,000007–0,2 TBq/v Hiili-14 (C-14): 0,6–1,2 TBq/v Tritium (H-3): 0,2–2,7 TBq/v		
Radioaktiivisten aineiden päästöt veteen*	Fissio- ja aktivoitumistuotteet: 0,00008–0,0006 TBq/v. Päästöraja: 0,3 TBq Tritium (H-3): 1,3–2,5 TBq/v. Päästöraja: 18,3 TBq		
Kasvihuonekaasupäästöt (varavoimakoneet)	914 t CO_{2e}/v		927 t CO_{2e}/v
Muut päästöt ilmaan	NO_x: 1,2 t/v SO_2: 0,0 t/v Hiukkaset: 0,1 t/v		
Prosessijätevedet	yht. 25 000 m^3/v Fosfori: 5 kg/v, Typpi: 100 kg/v		

* OL1 ja OL2:n vaihteluväli vuosina 2007–2022. Toteutuneiden päästöjen vaihteluvälin suurimmat arvot ovat liittyneet harvoin esiintyneisiin polttoainevuotoihin.

Taulukko 3. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt yhteensä).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Käyttövesi	268 000 m^3/v		
Talousjätevedet*	yht. 78 905 m^3/v Fosfori: 15 kg/v, Typpi: 3 642 kg/v, BOD_{7ATU}: 629 kg/v		
Tavanomaiset jätteet	Hyötyjäte: 2 650 t/v Vaarallinen jäte: 210 t/v Kaatopaikkajäte: 0 t/v		
Melu*	Lähin loma-asunto (Leppäkarta) 39,4–42,1 dB, pääportti 48,6–56,3 dB		
Liikenne*	Noin 1 050 ajoneuvoa/vrk. Vuosihuoltojen aikana lisääntyy noin 1 000 ajoneuvoa/vrk.		

* Sisältää Teollisuuden Voiman ja Posivan toiminnan.

Ympäristövaikutusten arviointimenettely

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) tarkoituksena on varmistaa, että suunnitteilla olevan hankkeen merkittävät ympäristövaikutukset selvitetään riittävällä tarkkuudella. Sen tavoitteena on tuottaa tietoa hankkeen suunnittelun ja päätöksenteon tueksi, mutta myös lisätä tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia hankkeen suunnitteluvaiheeseen eri osapuolille.

YVA-menettelyn tarve perustuu Suomessa lakiin ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja lämpötehon korottaminen edellyttävät ympäristövaikutusten arviointimenettelyä YVA-lain mukaisesti. YVA-lain 3 §:n mukaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia. YVA-lain liitteessä 1 luetellaan hankkeet, joihin sovelletaan YVA-menettelyä. Hankeluettelon 7 b-kohdan nojalla YVA-lain mukainen arviointimenettely koskee ydinvoimalaitoksia ja muita ydinreaktoreita.

YVA-menettely on kaksivaiheinen. Ensimmäisessä vaiheessa laadittiin YVA-ohjelma, joka on hankkeesta vastaavan laatima suunnitelma tarvittavista selvityksistä ja arviointimenettelyn järjestämisestä. Hankkeessa yhteysviranomaisena toimiva työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) antoi YVA-ohjelmasta lausuntonsa 25.4.2024. YVA-menettelyn toisessa vaiheessa laadittiin ympäristövaikutusten arviointiselostus YVA-ohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointiselostuksessa hankkeesta vastaava esittää tiedot hankkeesta ja sen vaihtoehdoista sekä yhtenäisen arvion niiden merkittävistä ympäristövaikutuksista. Yhteysviranomainen asettaa arviointiselostuksen YVA-ohjelman tavoin julkisesti nähtäville ja pyytää lausuntoja eri tahoilta. YVA-selostus ja siitä yhteysviranomaisen antama perusteltu päätelmä tulee liittää laitosyksiköiden uusien käyttölupien hakemukseen.

Suomen YVA-menettelyn rinnalla tässä hankkeessa toteutetaan Espoon sopimuksen mukainen valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointi (kansainvälinen kuuleminen), jota koordinoi Suomen ympäristökeskus.

Vaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan YVA-lain ja -asetuksen edellyttämällä tavalla ja tarkkuudella hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia, jotka voivat kohdistua:

- Väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen.
- Maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen, erityisesti suojeltuihin lajeihin ja luontotyyppeihin.
- Yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön.
- Luonnonvarojen hyödyntämiseen.
- Edellä mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Ympäristövaikutusten arvioinnin tarkoituksena on järjestelmällisesti tunnistaa ja arvioida aiheutuvat ympäristövaikutukset sekä niiden merkittävyys. Vaikutuksella tarkoitetaan hankkeen, sen vaihtoehdon tai niihin liittyvän toiminnon aiheuttamaa muutosta ympäristön nykytilaan. Muutos voi olla joko kielteinen tai myönteinen tai muutosta ei ilmene lainkaan nykytilanteeseen verrattuna. Tässä YVA-selostuksessa ympäristön nykytilalla tarkoitetaan Olkiluodon voimalaitosalueen ympäristön tämänhetkistä tilaa, jossa OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt ovat käytössä. Vaikutuksen merkittävyyttä arvioitaessa huomioidaan hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruus sekä ympäristön kyky vastaanottaa muutoksia eli vaikutuskohteen herkkyys.

YVA–asetuksen 4 §:n mukaan arviointiselostuksessa esitetään arvio ja kuvaus hankkeen sekä sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista sekä vaihtoehtojen ympäristövaikutusten vertailu.

Yhteenveto hankkeen ympäristövaikutuksista

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat olleet käytössä vuodesta 1978 ja 1980 saakka. Olkiluodon alueen ympäristöä on tarkkailtu vuosikymmenien ajan ja alueesta on kattavasti tutkimustietoa. Laitosyksiköiden vaikutukset tunnetaan hyvin. Suurin ympäristövaikutus on ollut lämpimän jäähdytysveden purkaminen merialueelle, joka nostaa meriveden pintalämpötilaa Iso Kaalonperän lahdella muutaman asteen muuta merialuetta korkeammaksi. Jäähdytysvesien purkualue pysyy sulana läpi talven. Jäähdytysvesi lämpenee prosessissa nykyisin noin 10 °C. Käytön jatkamisessa nykyisellä teholla (VE1) purettavan veden lämpötila säilyy samana ja käytön jatkamisessa korotetulla teholla (VE2) lämpötila nousee noin 1 °C.

Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä jatketaan nykyisellä teholla tai korotetulla teholla, ovat molempien vaihtoehtojen ympäristövaikutukset samankaltaisia, eivätkä vaikutukset merkittävästi eroa laitosyksiköiden nykyisen toiminnan vaikutuksista. Suurimpana muutoksena on toiminta-ajan pidentyminen eli nykyisen kal-

tainen toiminta jatkuu pidemmän aikaa, joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka sen sijaan, että laitosyksiköiden sähköntuotanto loppuisi voimassa olevien käyttölupien päättyessä vuoden 2038 lopussa. Tällöin nykyisen toiminnan niin myönteiset kuin kielteiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Käyttöiän jatkaminen nykyisellä teholla (VE1) ajoittuu voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuosille 2038–2048 tai vuosille 2038–2058. Käyttöiän jatkaminen korotetulla teholla (VE2) voitaisiin toteuttaa aikaisintaan vuonna 2028, jolloin käyttöä jatkettaisiin vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 saakka.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutukset



Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen osalta merkittävimmät myönteiset vaikutukset kohdistuvat ilmastoon, energiamarkkinoihin ja aluetalouteen.

Molemmat vaihtoehdot tukevat Suomen tavoitetta olla hiilineutraali vuonna 2035, jolloin sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden. Ydinvoimalaitoksen sähköntuotannosta ei juurikaan synny kasvihuonekaasupäästöjä ja OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotettu päästötön sähkö voi korvata muita fossiilisia polttoaineita käyttäviä sähköntuotantomuotoja. Arvion mukaan Suomen tasolla vaihtoehdossa VE1 kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali olisi noin 1 100 000 t CO_{2e} ja VE2 tapauksessa noin 1 600 000 t CO_{2e}, jos laitosyksiköt olisivat toiminnassa vuoteen 2058 saakka. Pelkän tehonkorotuksen päästövähennyspotentiaali Suomessa on noin 500 000 t CO_{2e}. Ilmastovaikutusten kokonaismerkittävyys on arvioitu olevan VE1:n osalta kohtalainen myönteinen ja VE2:n osalta suuri myönteinen. Ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat samaa tasoa kuin tuulivoimalla tuotetun sähkön.

Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan nykyisellä tai korotetulla teholla, on molemmilla vaihtoehdoilla suuri myönteinen vaikutus Suomen energiamarkkinoihin. Tulevaisuudessa sähkön käytön kasvaessa laitosyksiköiden käytön jatkaminen tukee Suomen energiajärjestelmän toimitusvarmuutta ja vähentää sähkön tuontitarvetta. Laitosyksiköiden tuottama päästötön sähkö mahdollistaa myös sähkön vientiä.

Molemmissa vaihtoehdoissa aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys paikallisella tasolla Rauman seutukunnassa on arvioitu suureksi myönteiseksi, sillä laitosyksiköiden toiminnan lisäkäyttövuosien aikana kertyy merkittävää taloudellista hyötyä arvoketjun ja kulutuksen kerrannaisvaikutuksen kautta. Liikevaihtoa muodostuu kokonaisvaikutuksina alueella yhteensä yli 3 380 M€, arvonlisäystä yli 1 520 M€ ja työvoimantarvetta yli 7 080 htv. Molemmissa vaihtoehdoissa aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys aluetasolla Satakunnassa ja koko Suomen tasolla on arvioitu vähäiseksi myönteiseksi, kun huomioon otetaan tarkastelualueen koko.

Pääosa muista vaikutuksista on arvioitu olevan enimmillään vähäisiä kielteisiä. Vaikka vaikutukset säilyvät nykyisen toiminnan kaltaisina, on arvioinnissa otettu huomioon nykyisten vaikutusten jatkuminen pidemmän aikaa verrattuna tilanteeseen, että laitosyksiköiden sähköntuotanto lakkaisi vuonna 2038.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen merkittävin pintavesiin kohdistuva vaikutus muodostuu jäähdytysvesien lämpökuormituksesta merialueelle. Lämpökuormituksen vaikutukset ovat paikallisia ja rajoittuvat pääosin Iso Kaalonperän lahdelle. Vaikutusten suuruus tai vaikutusalueen laajuus eivät merkittävästi poikkea nykyisestä toiminnasta, eivätkä käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa toisistaan. Pitkällä aikavälillä lämpökuormitus voi jokivesien tuoman ravinnekuormituksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta edistää merialueen paikallista rehevöitymistä. Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arvioitiin molemmissa tapauksissa olevan vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan laitosyksiköiden pidentynyt käyttöaika ja ilmastonmuutoksen tuoma lisävaikutus. Ilmastonmuutos voimistaa lämpökuormituksen vaikutuksia pidemmällä aikavälillä, joten laitosyksiköiden käyttö nykyisellä tai korotetulla teholla vuoteen 2048 kuormittaa me-

riympäristöä vähemmän verrattuna tilanteeseen, jossa käyttöä jatketaan vuoteen 2058 asti. Lähimerialueella vedenlaatuun sekä vesiympäristön tilaan vaikuttavat lähinnä jokivesien ravinnekuormituksen pitkän ajan kehitys sekä Selkämeren tilan yleinen kehitys.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa jäähdytysveden vaikutukset Olkiluodon merialueelle ja sitä kautta kaloihin ja kalastukseen säilyvät samanlaisina kuin nykyisin. Jäähdytysveden lämpövaikutuksen jatkuminen ylläpitää tilannetta, joka suosii lämpimään veteen sopeutuneita kalalajeja, kuten särkikaloja. Muuta merialuetta lämpimämpi vesi voi myös mahdollistaa vieraslaji mustatäplätokon runsastumisen alueella. Talvikauden kalastusmahdollisuudet säilyvät samalla tasolla kuin nykyisin, mutta ilmastonmuutoksen vaikutuksesta jääkannen paksuus voi ohentua ja jääpeitteinen aika lyhentyä. Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutuksen merkittävyys on kalaston ja kalastuksen kannalta vähäinen kielteinen.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa voimalaitoksen jäähdytysvedet pitävät jatkossakin Olkiluodon merialuetta vesilinnuille hyvänä talvehtimispaikkana. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen, ilmastonmuutoksen ja jokien tuomien ravinteiden rehevöittävä yhteisvaikutus voi pitkällä aikavälillä heikentää vaikutusalueella sijaitsevien vedenalaisten luontotyyppien tilaa. Käytön jatkamisella ja tehonkorotuksella arvioitiin kokonaisuutena olevan vähäinen kielteinen vaikutus merialueen luontoon. Vaikutukset maaluontoon pysyvät nykyisen kaltaisina.

Pidentynyt käyttöikä määrittää sekä voimalaitosalueen että sen ympäröivien alueiden maankäyttöä ja maisemaa myös tulevina vuosikymmeninä. Molemmissa vaihtoehdoissa vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus ovat alueen kaavoituksen mukaista eivätkä edellytä kaavamuutoksia. Toisaalta vaikutusalueen kaavoituksessa huomioidaan ydinvoimalaitoksen toiminnasta aiheutuvat rajoitteet. Vaikutuksen suuruuden arvioitiin olevan vähäinen kielteinen, koska laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen rajoittaa sekä laitosalueen että sitä ympäröivien alueiden maankäyttöä myös tulevina vuosikymmeninä. Vaikutukset maisemaan, sen arvoalueisiin ja -kohteisiin sekä arkeologiseen kulttuuriperintöön ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Kun otetaan huomioon maisemavaikutuksen jatkuminen alueella lisäkäyttövuosien myötä, arvioitiin vaikutusten olevan kokonaisuutena enimmillään vähäisiä kielteisiä, koska laitosyksiköt vaikuttavat muutoin pienipiirteiseen ja metsäiseen mereltä aukeavaan maisemaan myös tulevina vuosikymmeninä.

Molemmissa vaihtoehdoissa liikennevaikutukset pysyvät nykyisen kaltaisina, mutta jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Liikenneturvallisuus laitosalueelle johtavilla teillä säilyy samana. Kuitenkin erityisesti vuosihuoltojen aikaan, kuten nykyisessä toiminnassa, jolloin liikennemäärät ovat suurimmillaan, voi liikenteen sujuvuus hetkellisesti hieman heiketä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu olevan vähäinen kielteinen.

Käytön jatkamisesta nykyisellä tai korotetulla teholla ei aiheudu nykytilasta poikkeavaa vaikutusta maa- ja kallioperään eikä pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen, mutta nykyiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Aiemmin louhittujen kalliotilojen kapasiteetin arvioidaan riittävän myös käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen. Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt toiminta-aika sekä mahdollinen lisärakentaminen, arvioidaan maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten olevan merkittävyydeltään korkeintaan vähäisiä kielteisiä.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen sekä ihmisten kokemat haitat pysyvät pääosin nykyisen kaltaisina. Molemmissa vaihtoehdoissa toiminnan jatkuessa ihmisten mahdollinen huoli turvallisuusriskeistä jatkuu. Tehonkorotuksessa lämpimän jäähdytysveden purkaminen yhdistettynä ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin voi vaikuttaa alueen vesistöjen virkistyskäyttöarvoon lähimerialueella pitkällä aikavälillä. Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt käyttöaika, vaikutusten on arvioitu olevan merkittävyydeltään vähäisiä kielteisiä.

Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus eivät muuta voimalaitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle. Molemmissa vaihtoehdoissa luonnonuraanin käyttö ydinpolttoaineessa jatkuu. Luonnonuraani luokitellaan uusiutumattomaksi luonnonvaraksi, jota käytetään käytännössä vain ydinvoima- ja puolustusteollisuudessa. Nykyisiin globaaleihin uraanivarantoihin verrattuna laitosyksiköiden käytön aikainen uraanin hankintamäärä on hyvin vähäinen, jonka perusteella vaikutusten merkittävyyden on arvioitu olevan enimmillään vähäinen kielteinen lisäkäyttövuosien myötä.

Molemmissa vaihtoehdoissa lisäkäyttövuosien myötä käsiteltävä käytetyn ydinpolttoaineen ja hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen määrä kasvaa ja jätehuoltotoimenpiteistä aiheutuva säteilyaltistus käsittelyhenkilökunnalle jatkuu. Jätteen kokonaismäärän kasvu ei kuitenkaan merkittävästi lisää henkilökunnan säteilyannoksia nykyiseen toimintaan verrattuna. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen jätehuollon eri vaiheet, valtioneuvoston asettama väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Normaalitoiminnassa jätehuoltotoimenpiteistä syntyvät vaikutukset ovat erittäin vähäisiä eikä lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä. Vaikutusten merkittävyyden on arvoitu olevan vähäinen kielteinen.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut selvästi alle prosentin valtioneuvoston asettamasta annosrajoituksesta, joka on 0,1 mSv vuodessa. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön arvioidaan pysyvän edelleen vähäisinä ja alittavan niille asetetut päästörajat myös tulevaisuudessa. Päästöjen vaikutus ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen ja ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen pysyy nykyisellä tasolla ja vaikutusten merkittävyyden on arvioitu olevan enimmillään vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan lisäkäyttövuodet.

Voimalaitosalueella tapahtuvista toiminnoista ei arvioida olevan terveydellistä haittaa lähialueen asukkaille. Tieliikenteestä aiheutuvat pakokaasupäästöt ja pöly rajoittuvat tieverkon läheisyyteen, joiden osalta tavanomaisille terveyshaitoille altistuminen on vähäistä. Vaihtoehdoista ei aiheudu ilmanlaadun raja- tai ohjearvojen ylityksiä eikä vaihtoehdoilla arvioida olevan vaikutusta alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Molemmissa vaihtoehdoissa laitosyksiköiden toiminnan ja liikenteen melu sekä liikenteestä aiheutuva tärinä säilyvät nykyisellään hyvin vähäisinä. Lisäkäyttövuosien aikana melusta ja tärinästä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset



Laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat muutostyöt toteutetaan pääosin laitosyksiköiden sisäpuolella. Tehonkorotuksen yhteydessä laitosyksiköiden ulkopuolelle rakennettaisiin laitosyksiköiden turvallisuutta parantava uusi dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä sekä uusi akkuenergiavarasto. Lisäksi on mahdollista, että molemmissa vaihtoehdoissa KPA-varaston kapasiteettia kasvatetaan. Laitosyksiköiden ulkopuolella toteutettavien rakennustöiden arvioidaan kestävän noin 2–3 vuotta. Rakennustöiden aikana voi aiheutua lyhytkestoista, lähinnä rakennusalueen läheisyyteen kohdistuvaa melua ja tärinää maarakentamisesta, rakennuksen pystyttämisestä sekä laiteasennuksista. KPA-varaston laajentamiseen liittyvästä kallioperän louhinnasta voi lisäksi syntyä hetkellistä lisääntynyttä melua. Liikennemäärät eivät merkittävästi lisäänny, eivätkä näin ollen lisää siitä aiheutuvia vaikutuksia lähiteille. Maisemallisesti lisärakentaminen vaikuttaa vain alueen sisäiseen maisemakuvaan, jossa muutos ei ole merkityksellinen. Uudet rakenteet sijoittuvat ihmistoiminnan jo muokkaamille alueille, eikä niillä ole vaikutusta alueen luontoympäristöön. Jos KPA-varastoa laajennetaan, sen alueen kallioperää louhitaan ja maanpintakerrokset sekä rakenteet poistetaan osittain. Mahdollinen varastointikapasiteetin kasvutarve on huomioitu alueen suunnitelmissa.

Nykyisen toiminnan loppumisen vaikutukset

Laitosyksiköiden kaupallisen käytön lopettamisen myötä voimalaitoksen käytön jatkamisen mukana tuomat suuret myönteiset vaikutukset ilmastoon, energiamarkkinoihin ja aluetalouteen loppuvat. Laitosyksiköiden käytöstäpoiston aikana eri toimijoille ja toimialoille syntyy osittain korvaavia aluetaloudellisia vaikutuksia, mutta ne jäävät kaupallisen käytön vaikutuksia pienemmiksi. Toiminnan loppumisen myötä myös OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden purun vaikutukset lakkaavat.

Hankkeen toteuttamiskelpoisuus

Hankkeen vaihtoehdot ovat tehtyjen arviointien perusteella ympäristövaikutuksiltaan toteuttamiskelpoisia. Arviointiselostuksessa esitetyillä haitallisten vaikutusten ehkäisemis- ja lieventämiskeinoilla voidaan mahdollisia ympäristövaikutuksia lieventää, kun ne otetaan mahdollisuuksien mukaan huomioon hankkeen jatkosuunnittelussa ja toteutuksessa.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen toiminta on hyvin vakiintunutta ja sen ympäristövaikutukset tunnetaan hyvin. Tekniikat, prosessit sekä vaikutusten lieventämiskeinot ovat hyvin tunnettuja. Käyttöä jatkettaessa laitosyksiköiden ikääntymisen hallintaan kiinnitetään huomiota. Näiden toimenpiteiden avulla varmistetaan laitosyksiköiden turvallinen jatkokäyttö. Toiminnassa seurataan parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) kehittymistä, alan lainsäädännön vaatimuksia sekä kokemuksia muista ydinvoimalaitoksista. Hankesuunnitelmaa tullaan päivittämään ja tarkentamaan hankkeen edetessä.

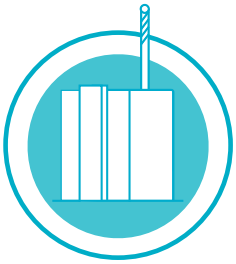
Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Ydinenergia-asetus (161/1988) ja valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä (1034/2018) asettavat ydinlaitosten normaalin käytön, häiriö- ja onnettomuustilanteiden sekä käytöstäpoiston säteilyannosten raja-arvot. Vakava reaktorionnettomuus on ydinvoimalaitoksella erittäin epätodennäköinen äärimmäinen tapahtuma, johon laitoksen suunnittelussa ja toiminnassa on myös varauduttu. Raja-arvo vakavan reaktorionnettomuuden päästölle on määritetty ydinenergia-asetuksessa (22 b §) siten, että päästöstä ei saa seurata tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille eikä pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoituksille. Pitkäaikaisvaikutusten rajoittamiseksi ulkoilmaan vapautuvan cesium-137-päästön raja-arvo on 100 terabecquereliä (TBq). Vakavan reaktorionnettomuuden ympäristövaikutusten arvio pohjautuu tähän raja-arvoon. Tarkasteltu kuvitteellinen vakava reaktorionnettomuus vastaa INES 6 -luokan onnettomuutta.

Vakavan reaktorionnettomuuden mallinnuksen tulosten perusteella suurin säteilyannos kilometrin etäisyydellä kaikki ikäryhmät huomioiden on ensimmäisen viikon aikana noin 19 mSv. Annokset pienenevät etäisyyden kasvaessa. Tarkastellun vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena säteilyn aiheuttamat terveysvaikutukset ihmisille ovat erittäin epätodennäköisiä. Suomalaisen keskimääräisen vuotuisen säteilyannoksen suuruus on noin 5,9 mSv. Päästön vaikutuksia voidaan alkuvaiheessa lieventää erilaisilla väestönsuojelutoimenpiteillä, kuten joditablettien ottamisella, sisälle suojautumisella ja eri aikaan toteutettavilla evakuoinneilla. Pitkällä aikavälillä laskeumasta aiheutuvina seurauksina olisi muun muassa rakennetun ympäristön puhdistamista, luonnontilaisten alueiden virkistyskäytön rajoittamista sekä alueella asuvien ihmisten kontaminaatiomittausten järjestämistä alle 20 km säteellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Lisäksi rakennettujen virkistyspaikkojen käyttöä tulisi rajoittaa 100 km etäisyydelle saakka. Viranomaisten toimesta asetettaisiin rajoituksia myös ravinnoksi käytettäville tuotteille.

Muissa poikkeus- ja onnettomuustilanteissa vaikutukset ovat selvästi vakavaa reaktorionnettomuutta lievemmät.

Hankkeen tulevat lupamenettelyt



Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee eri lupavaiheisiin. Yhteysviranomaisen YVA-selostuksesta antama perusteltu päätelmä liitetään eri lupahakemuksiin, kun niiden hakeminen on ajankohtaista.

Ydinenergialain (990/1987) mukaisia uusia käyttölupia tulee hakea kaikissa hankkeen toteutusvaihtoehdoissa. Jos käyttöä jatketaan nykyisellä teholla (VE1), uudet käyttöluvat haetaan viimeistään ennen vuotta 2038, jolloin voimassa olevat käyttöluvat päättyvät. Jos käyttöä jatketaan korotetulla teholla (VE2), voitaisiin määräaikaisen turvallisuusarvioinnin yhteydessä vuoden 2028 loppuun mennessä laadittuja asiakirjoja hyödyntää haettaessa uusia käyttölupia. Käyttöluvat myöntää valtioneuvosto.

Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa (VE0), tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuodesta 2038 eteenpäin. Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uusien käyttölupien jälkeiseen aikaan, joko vuodesta 2048 tai 2058 eteenpäin. Tämänhetkisen käytöstäpoistosuunnitelman mukaan varsinainen purkaminen ja siihen liittyvä jätehuolto ajoittuisivat kuitenkin pääasiassa noin 2080-luvulle. Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä STUK:n määräyksissä ja ohjeissa. Nykyisen YVA-lain (252/2017) mukaan ydinvoimalaitoksen purkaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää YVA-menettelyä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

Käyttöluvan ja käytöstäpoistoluvan lisäksi hankevaihtoehdot voivat edellyttää muita lupia ja suunnitelmia. Esimerkiksi Olkiluodon ydinvoimalaitoksella suoritetaan ydinenergian käytön lisäksi säteilytoimintaa, mikä edellyttää säteilylain mukaista turvallisuuslupaa. Tuoreen ydinpolttoaineen kuljetukseen tarvitaan ydinenergialain mukainen kuljetuslupa ja käytetyn ydinpolttoaineen siirtoihin Olkiluodon voimalaitosalueen sisällä STUK:n hyväksyntä.

Ydinvoimalaitoksen toiminta edellyttää ympäristönsuojelulain mukaisen ympäristöluvan sekä vesilain mukaisen vesitalousluvan vedenotto- ja purkurakenteille. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella on voimassa olevat ympäristö- ja vesitalousluvat. Käytön jatkaminen nykyisellä teholla ei edellytä ympäristöluvan päivitystä. Jos käyttöä jatketaan korotetulla teholla, tullaan ympäristölupaa päivittämään. Olkiluodon voimalaitoksella on olemassa oleva lupa kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia varten ja voimalaitos on Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) valvoma turvallisuusselvityslaitos. Mahdolliset voimalaitosalueen rakennus- ja muutostyöt voivat edellyttää kunnan rakennuslupaa. Näiden lisäksi hankevaihtoehdot voivat edellyttää muita lupia ja suunnitelmia.



1. Hankkeesta vastaava ja hankkeen tausta

1.1. Hankkeesta vastaava

YVA-menettelyn hankkeesta vastaava on Teollisuuden Voima Oyj (TVO). TVO tuottaa hiilidioksidipäästötöntä, kotimaista, ympärivuotista ja säästä riippumatonta sähköä Eurajoen Olkiluodossa kolmella ydinvoimalaitosyksiköllä: Olkiluoto 1 (OL1), Olkiluoto 2 (OL2) ja Olkiluoto 3 (OL3). OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden sähköntuotanto vuonna 2023 oli 24,67 terawattituntia (TWh). Tämä vastasi noin 31 % Suomessa tuotetusta sähköstä.

TVO on tuottanut sähköä omistajilleen turvallisesti ja luotettavasti jo yli 45 vuotta. TVO:n osakkaat ovat suomalaisia teollisuus- ja energiayhtiöitä, joiden omistajina on myös 131 kuntaa. TVO toimii omakustannusperiaatteella (Mankala-periaate) yhtiöjärjestyksessä tarkemmin kuvatulla tavalla.

TVO omistaa yhdessä Fortum Power and Heat Oy:n kanssa Posiva Oy:n (Posiva), jonka tehtävänä on huolehtia omistajiensa Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustutkimuksista, loppusijoituslaitoksen rakentamisesta ja käytöstä sekä sen sulkemisesta. TVO:n omistusosuus Posiva Oy:stä on 60 %.

1.2. Hankkeen tausta ja aikataulu

TVO selvittää osana Olkiluodon ydinvoimalaitoksen eliniän hallintaa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamista ja lämpötehon korottamista.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat identtisiä kiehutusvesireaktoreita, jotka otettiin käyttöön vuosina 1978 (OL1) ja 1980 (OL2). Ne ovat tuottaneet sähköä suomalaisen yhteiskunnan hyväksi jo yli 40 vuoden ajan. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyinen nettosähköteho on 890 megawattia (MW) per laitosyksikkö ja niiden sähköntuotanto vuonna 2023 oli yhteensä 14,29 TWh, mikä vastasi noin 18 % Suomen sähkönkulutuksesta. OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat 1990-luvun alusta lähtien olleet 90 %:n luokkaa. Korkeat käyttökertoimet kertovat laitosyksiköiden luotettavasta toiminnasta.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alkuperäinen suunniteltu käyttöikä oli 40 vuotta vuoteen 2018 saakka. Käyttövuosien aikana laitosyksiköitä on modernisoitu monin tavoin vuosittaisilla huolloilla ja samalla niiden turvallisuutta on parannettu. Mittavien investointien ansiosta voimalaitosyksiköt ovat edelleen erinomaisessa käyttökunnossa. OL1:een ja OL2:een on investoitu vuosittain noin 50 miljoonaa euroa. Näiden seurauksena laitosyksiköiden käyttöikää on voitu jatkaa 60 vuoteen ja niiden nykyiset käyttöluvat ovat voimassa vuoden 2038 loppuun saakka. Nyt tarkasteltavassa hankkeessa selvitetään laitosyksiköiden käyttöiän mahdollista jatkamista vuoteen 2048 tai vaihtoehtoisesti vuoteen 2058 asti. Käytön jatkamiseen liittyvissä selvityksissä on huomioitu käyttöiän pidentämisen vaikutukset mm. laitostekniikkaan, ydinturvallisuuteen, ydinjätehuoltoon sekä lisensiointiin. Jos käyttöä päätetään jatkaa, tulee ydinenergialain (990/1987) mukaiset uudet käyttöluvat hakea hyvissä ajoin ennen voimassa olevien käyttölupien päättymistä.

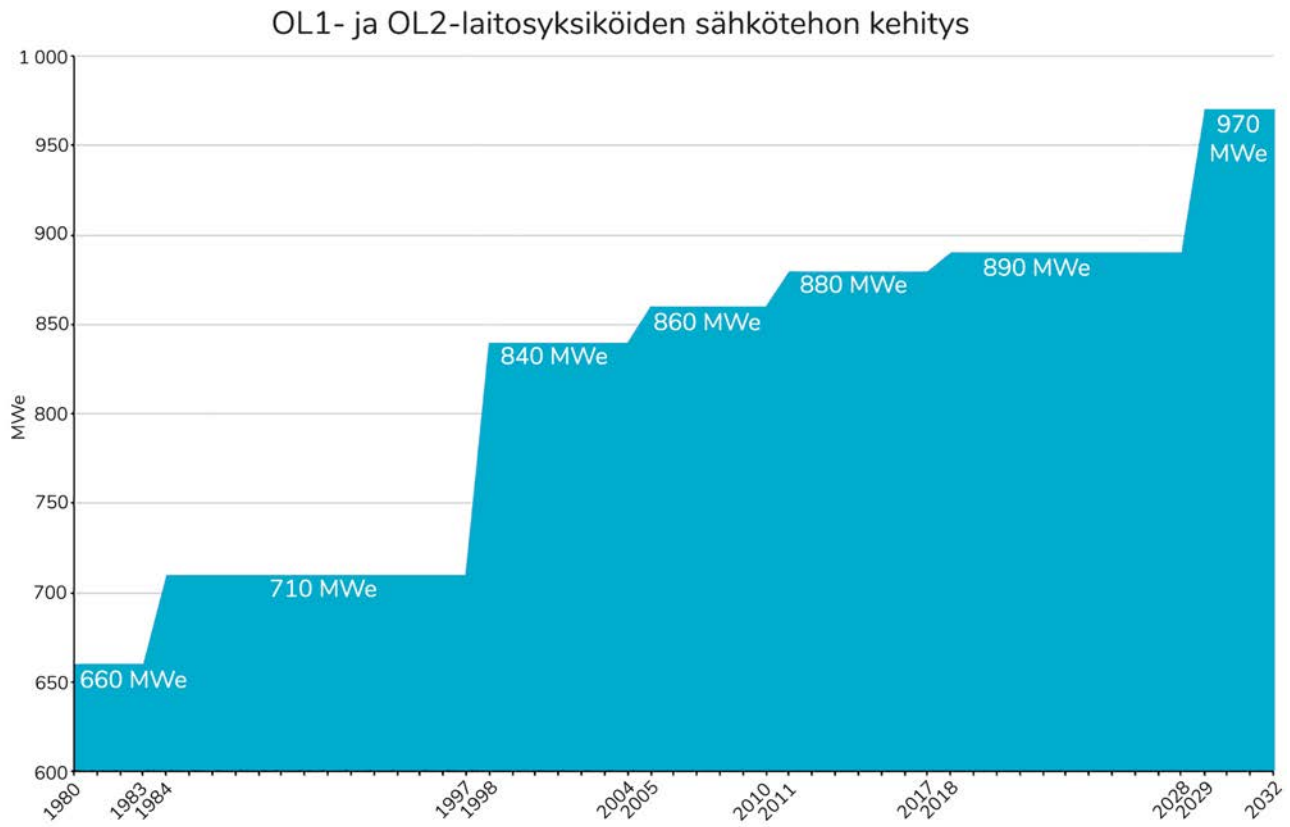
Laitosyksiköiden reaktorin lämpöteho oli käyttöön otettaessa 2 000 MW, josta se on korotettu nykyiseen 2 500 MW:iin kahdessa vaiheessa vuosina 1984 (2 160 MW:iin) ja 1994–1998 (2 500 MW:iin). Vastaavasti laitosyksiköiden nimellinen (netto)sähköteho on noussut alkuperäisestä 660 MW:sta 710 MW:iin vuonna 1984 ja 840 MW:iin vuonna 1998. Vuosina 2005–2006 ja vuosina 2010–2012 toteutettujen turbiinilaitoksen

modernisointien ja hyötysuhteen parantamisen ansiosta nykyinen sähkötehon nimellisarvo on 890 MW. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sähkötehon kehitys on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 1).

Nyt tarkasteltavassa tehonkorotuksessa lähtökohtana on reaktorin lämpötehon korotus 10 %:lla 2 750 MW:iin, joka vastaa laitosyksikköjen nimellisen sähkötehon kasvattamista nykyisestä 890 MW:sta 970 MW:iin. Vuodessa saatava sähköntuotannon lisäys OL1- ja OL2-laitoksyksiköillä olisi yhteensä noin 1 200 000 MWh, mikä vastaa suunnilleen Jyväskylän tai Kuopion kaupunkien suuruista vuotuista sähkönkäyttömäärää.

Laitosyksiköiden reaktorin lämpötehon korotukselle laadittiin esiselvitys vuoden 2022 aikana. Esiselvitykseen kuuluivat laitostekniikan ja ydinpolttoaineen teknisten selvitysten lisäksi ydinturvallisuuteen liittyvät arviot, hankkeen alustavat lisensointi- ja luvitussuunnitelmat sekä tehonkorotushankkeen hallintaan ja toteutukseen liittyvät selvitykset. Esiselvityksen jälkeen tehonkorotushankkeesta on käynnistetty projektisuunnitteluvaihe. Projektisuunnitteluvaiheessa on laadittu mm. turvallisuusanalyysit, määritetty tarvittavat laitosmuutokset ja laadittu näihin perustuen tehonkorotuksen laitostason periaatesuunnitelma, joka valmistui keväällä 2024.

Jos tehonkorotushankkeen osalta päätetään edetä, tulee laitosyksiköille hakea uudet käyttöluvat. Tehonkorotuksen edellyttämät laitosmuutokset voidaan toteuttaa ja ottaa käyttöön nykyisen voimassa olevan käyttöluvan puitteissa. Aikaisintaan uudet käyttöluvat haettaisiin siten, että korotetun lämpötehon mukaiset luvat olisivat voimassa vuonna 2028. Tehonkorotuksen koekäyttöjä voidaan toteuttaa työ- ja elinkeinoministeriön (TEM) antaman sitovan ennakkotietopäätöksen mukaisesti Säteilyturvakeskuksen (STUK) valvonnassa. Voimassa olevien käyttölupien ehtojen mukaan TVO:n on tehtävä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden määräaikainen turvallisuusarvio ja toimitettava se STUK:n hyväksyttäväksi vuoden 2028 loppuun mennessä. Määräaikaisen turvallisuusarvioinnin yhteydessä laadittuja asiakirjoja voidaan hyödyntää haettaessa uusia käyttölupia tehonkorotuksen vuoksi. Tehonkorotuksen toteutuessa laitosyksiköiden käyttöä jatkettaisiin joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058.

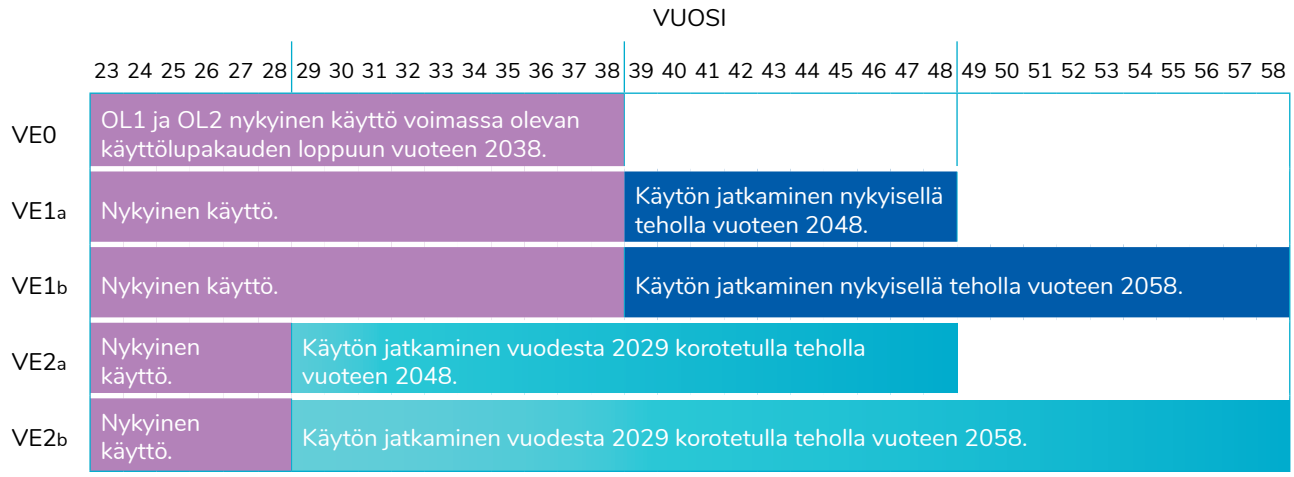


Kuva 1. Olkiluodon OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotukset ja suunniteltu tehonkorotus.

1.3. Tarkasteltavat vaihtoehdot

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja lämpötehon korottaminen edellyttävät ympäristövaikutusten arviointimenettelyä YVA-lain (252/2017) mukaisesti. YVA-lain 3 §:n mukaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia. YVA-lain liitteessä 1 luetellaan hankkeet, joihin sovelletaan YVA-menettelyä. Hankeluettelon 7b-kohdan nojalla YVA-lain mukainen arviointimenettely koskee ydinvoimalaitoksia ja muita ydinreaktoreita. YVA-selostus ja sen perusteltu päätelmä tulee liittää laitosyksiköiden uusien käyttölupien hakemukseen.

Tässä YVA-menettelyssä hankkeen toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE1) sekä käytön jatkamista korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE2). Nollavaihtoehdossa laitosyksiköiden käyttöä jatketaan voimassa olevien käyttölupien loppuun vuoteen 2038 saakka (VE0). Tarkasteltavat vaihtoehdot on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 2).



Kuva 2. YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot ja niiden alustavat suunnitellut aikataulut.

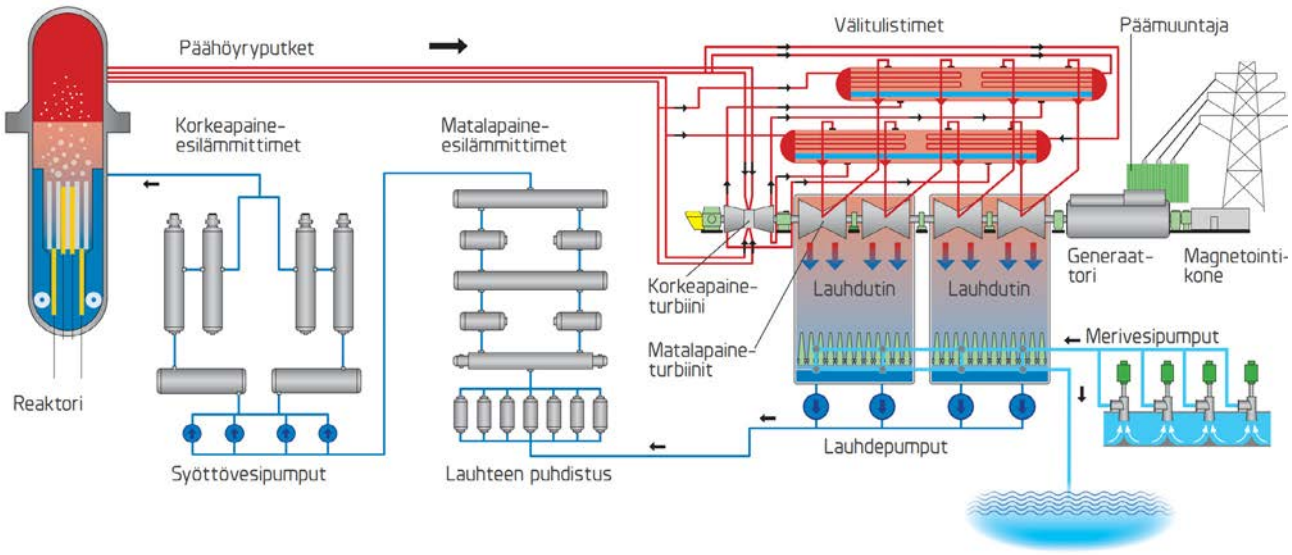
Ydinenergialain (990/1987) mukaisia uusia käyttölupia tulee hakea kaikissa toteutusvaihtoehdoissa. Vaihtoehdossa VE1 uudet käyttöluvat haetaan viimeistään ennen vuotta 2038, jolloin voimassa olevat käyttöluvat päättyvät. Vaihtoehdon VE2 tapauksessa tämä tehdään vuoden 2028 aikana.

Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa (VE0), tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuodesta 2038 eteenpäin. Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uusien käyttölupien jälkeiseen aikaan, joko vuodesta 2048 tai 2058 eteenpäin. Tämänhetkisen käytöstäpoistosuunnitelman mukaan varsinainen purkaminen ja siihen liittyvä jätehuolto ajoittuisivat kuitenkin pääasiassa noin 2080-luvulle. Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä STUK:n määräyksissä ja ohjeissa. Nykyisen YVA-lain (252/2017) mukaan ydinvoimalaitoksen purkaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää YVA-menettelyä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

1.4. Toimintaperiaate

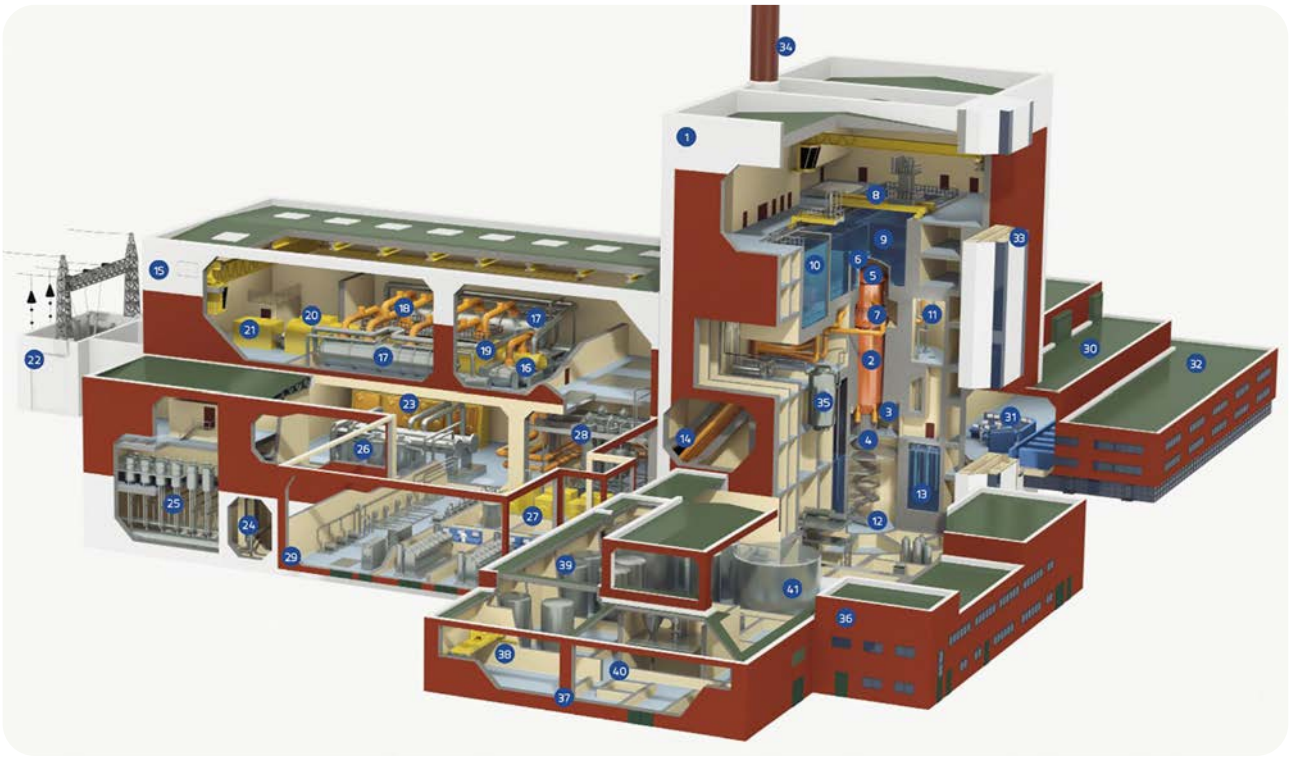
Olkiluodon ydinvoimalaitos on sähköä tuottava voimalaitos, jossa fossiilisen polttoaineen (esimerkiksi hiili, maakaasu tai turve) sijaan käytetään polttoaineena rikastetusta uraanista valmistettua uraanidioksidia (UO_2). Uraanin käyttäminen polttoaineena perustuu pääosin uraani-235-isotoopin atomiydinten halkeamisreaktioon eli fissioon, jossa raskas atomiydin hajoaa kahdeksi tai useammaksi kevyemmäksi atomiytimeksi vapaan neutronin osuessa siihen. Reaktiossa vapautuu lisäksi muutamia neutroneita, jotka jatkavat ketjureaktiota. Jokaisen halkeamisen seurauksena vapautuu runsaasti energiaa. Fissiossa syntynyttä lämpöenergiaa hyödynnetään ydinvoimalaitoksessa sähkön tuottamiseen höyryturbiinin ja sähkögeneraattorin avulla. Jo hyvin pienillä määrillä uraanipolttoainetta pystytään tuottamaan suuria määriä lämpöenergiaa. Esimerkiksi yksi gramma fissiokelpoista ainetta vastaa 24 000 kilowattituntia (kWh) energiaa.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat tyypiltään kiehutusvesireaktorilaitoksia (Boiling Water Reactor, BWR) (Kuva 3). Kiehutusvesireaktorilaitosyksikön reaktorissa vettä kierrätetään reaktorisydämen polttoainenippujen läpi, jolloin vesi kuumenee ja höyrystyy. Reaktorissa syntynyt höyry johdetaan paineastiassa olevan höyrynerottimen ja höyrynkuivaimen kautta höyrylinjoja pitkin korkeapaineturbiinille, sieltä välitulistimille ja lopuksi matalapaineturbiineille. Turbiinit on kytketty akselin välityksellä generaattoriin, joka tuottaa sähköä valtakunnan kantaverkkoon. Matalapaineturbiinista tuleva höyry lauhdutetaan vedeksi lauhduttimessa merivesijäähdytyspiirin avulla. Syntynyt lauhdevesi pumpataan lauhdepumpuilla puhdistusjärjestelmän ja lauhteen esilämmittimien kautta syöttövesipumpuille, jotka pumppaavat sen syöttövetenä esilämmittimien kautta takaisin reaktoriin. Lämmennyt merivesi johdetaan takaisin mereen.



Kuva 3. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden virtauskaavio.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt voidaan jakaa kolmeen rakennuskokonaisuuteen: reaktorirakennukseen, turbiinirakennukseen sekä tuki- ja apurakennuksiin. Kummankin laitosyksikön korkein rakennus on reaktorirakennus, jonka sisällä on reaktorin suojarakennus. Reaktori on suojarakennuksen sisällä. Reaktorirakennuksen yläosassa on reaktorihalli, jossa ovat reaktoriallas, polttoainealtaat, reaktorin sisäosien säilytysaltaat, polttoaineen vaihtoon tarvittava polttoaineen siirtokone sekä hallinosturi. Turbiinirakennuksessa ovat korkea- ja matalapaineturbiinit, generaattori, magnetointikone ja lauhduttimet. Korkeapaineturbiineja on yksi ja matalapaineturbiineja neljä. Tuki- ja apurakennuksissa sijaitsevat muun muassa varavoimadieselit, jätteenkäsittelylaitos ja aktiivikorjaamo. Seuraavan sivun kuvassa (Kuva 4) on esitetty havainnekuva OL1- ja OL2-laitosyksiköiden halkileikkauksesta.



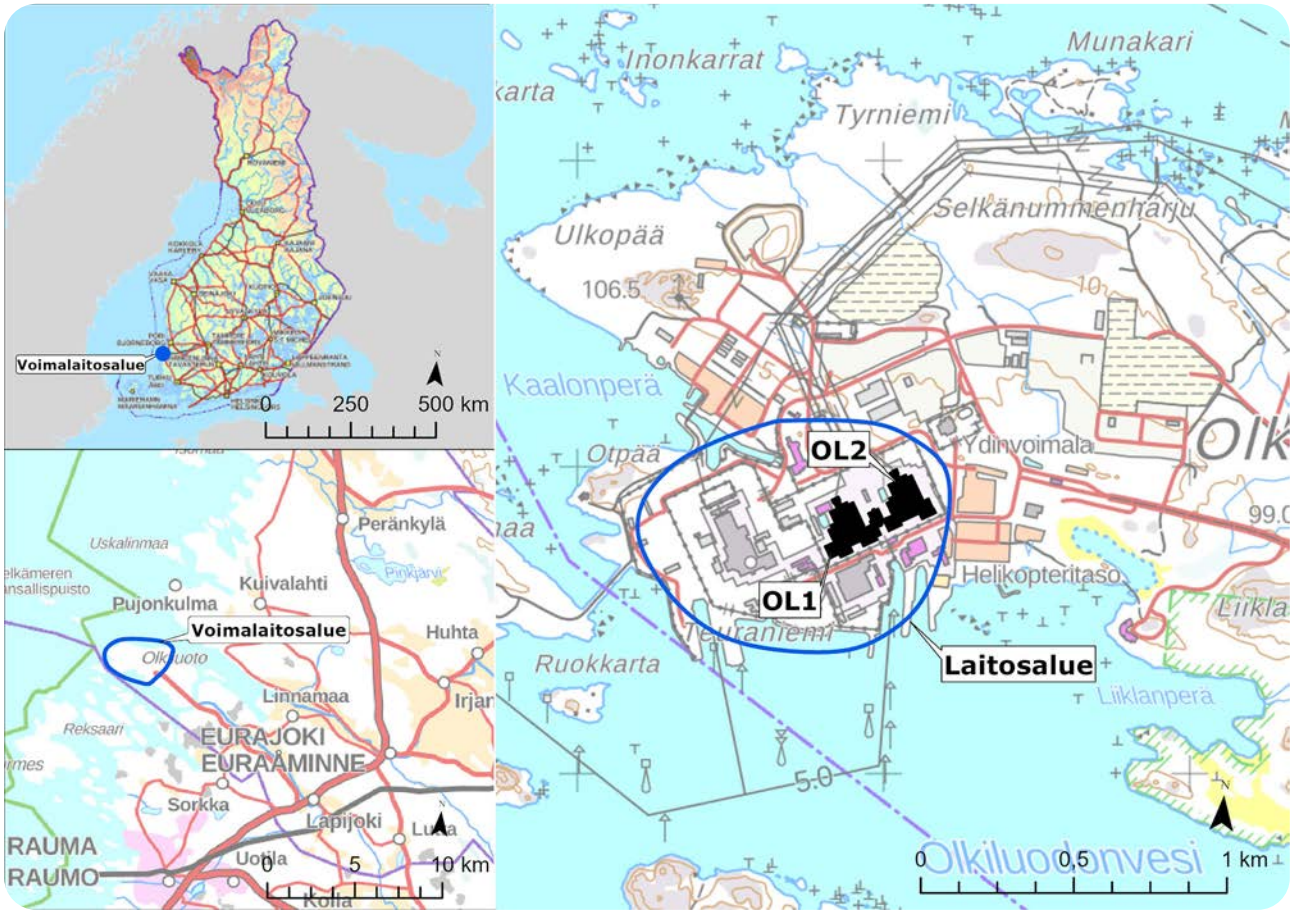
1. Reaktorirakennus
2. Reaktoripaineastia
3. Pääkiertopumput
4. Säätösauvojen toimilaitteet
5. Reaktoripaineastian kansi
6. Suojarakennuksen kupoli
7. Päähöyryputket
8. Polttoaineen siirtokone
9. Reaktoriallas
10. Polttoaineallas
11. Suojarakennuksen ylempi kuivatila
12. Suojarakennuksen alempi kuivatila
13. Suojarakennuksen lauhdutusallas
14. Päähöyryputket
15. Turbiinirakennus
16. Korkeapaineturbiini
17. Välitulistin
18. Höyryputket matalapaine-turbiineille
19. Matalapaineturbiinit
20. Generaattori
21. Magnetointikone
22. Päämuuntaja
23. Lauhdutin
24. Lauhdeputket
25. Lauhteen puhdistus
26. Matalapaine-esilämmittimet
27. Syöttövesipumput
28. Korkeapaine-esilämmittimet
29. Apurakennus
30. Valvomorakennus
31. Valvomo
32. Sisäänkulku-/toimistorakennus
33. Hissi
34. Ilmastointipiippu
35. SAM-suodatin (suojarakennuksen suodatettu paineenalennusjärjestelmä)
36. Aktiivikorjaamo-/laboratoriorakennus (vain OL1)
37. Jäterakennus
38. Matala- ja keskiaktiivisen jätteen varasto
39. Nestemäisen jätteen säiliöt
40. Keskiaktiivisen jätteen käsittely
41. Lisävesisäiliö

Kuva 4. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden halkileikkaus.

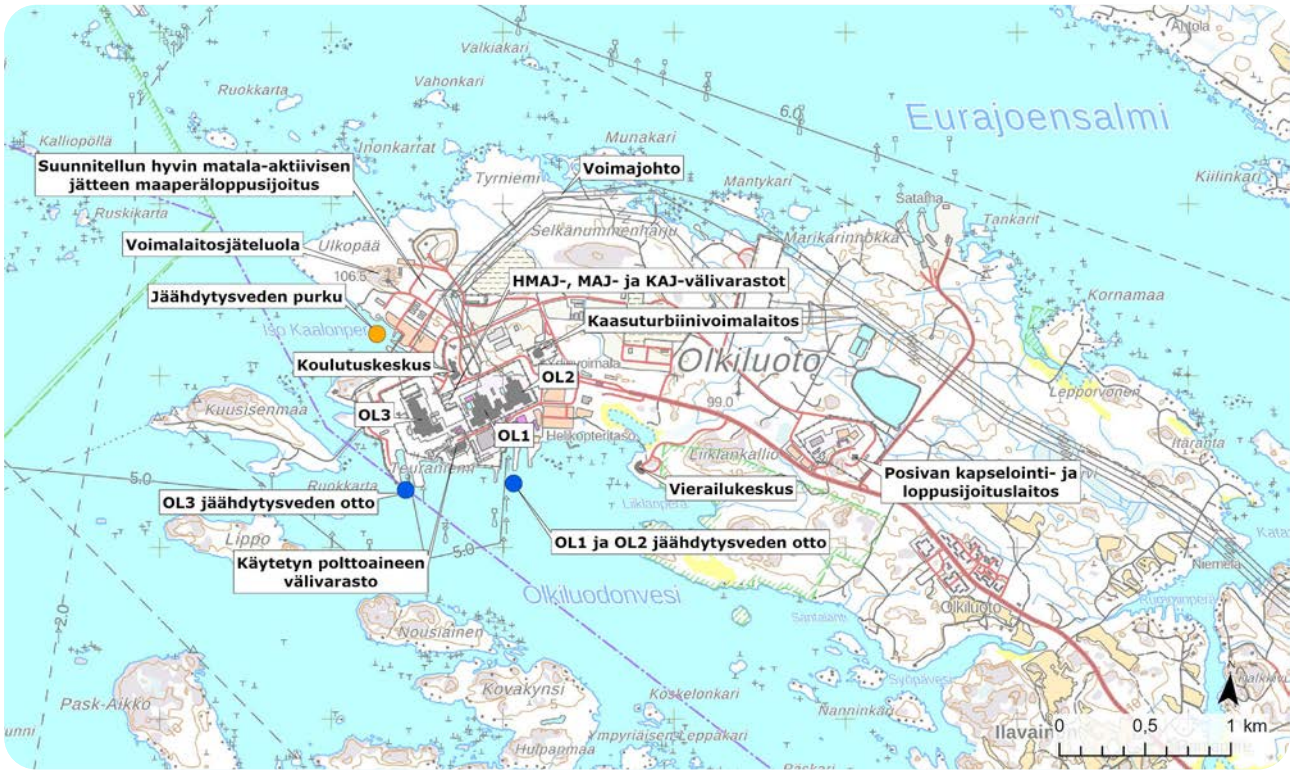
1.5. Sijainti ja laitosalueen toiminnot

TVO:n omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saarella (Kuva 5). Yleisesti Olkiluodon voimalaitosalueella tarkoitetaan aluetta, jossa sijaitsevat muun muassa TVO:n OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt, KPA-varasto (käytetyn polttoaineen välivarasto), voimalaitosjäteluola (VLJ-luola) sekä Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt sijoittuvat voimalaitosalueella Olkiluodon saaren länsiosaan rajatulle laitosalueelle (Kuva 5). Laitosalueella sijaitsevat OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt sekä laitosyksiköihin liittyviä tiloja, laitteita ja toimintoja, joita ovat muun muassa KPA-varasto sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (HMAJ-, MAJ- ja KAJ-varastot). Hankkeen vaihtoehdot eivät vaadi uutta tilaa voimalaitosalueelta vaan mahdolliset niihin liittyvät muutostyöt toteutetaan olemassa olevalla rakennetulla voimalaitosalueella. Olkiluodon voimalaitosalueen keskeisiä toimintoja on esitetty seuraavan sivun kuvassa (Kuva 6).



Kuva 5. Olkiluodon voimalaitosalueen sijainti sekä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijaintipaikka laitosalueella.



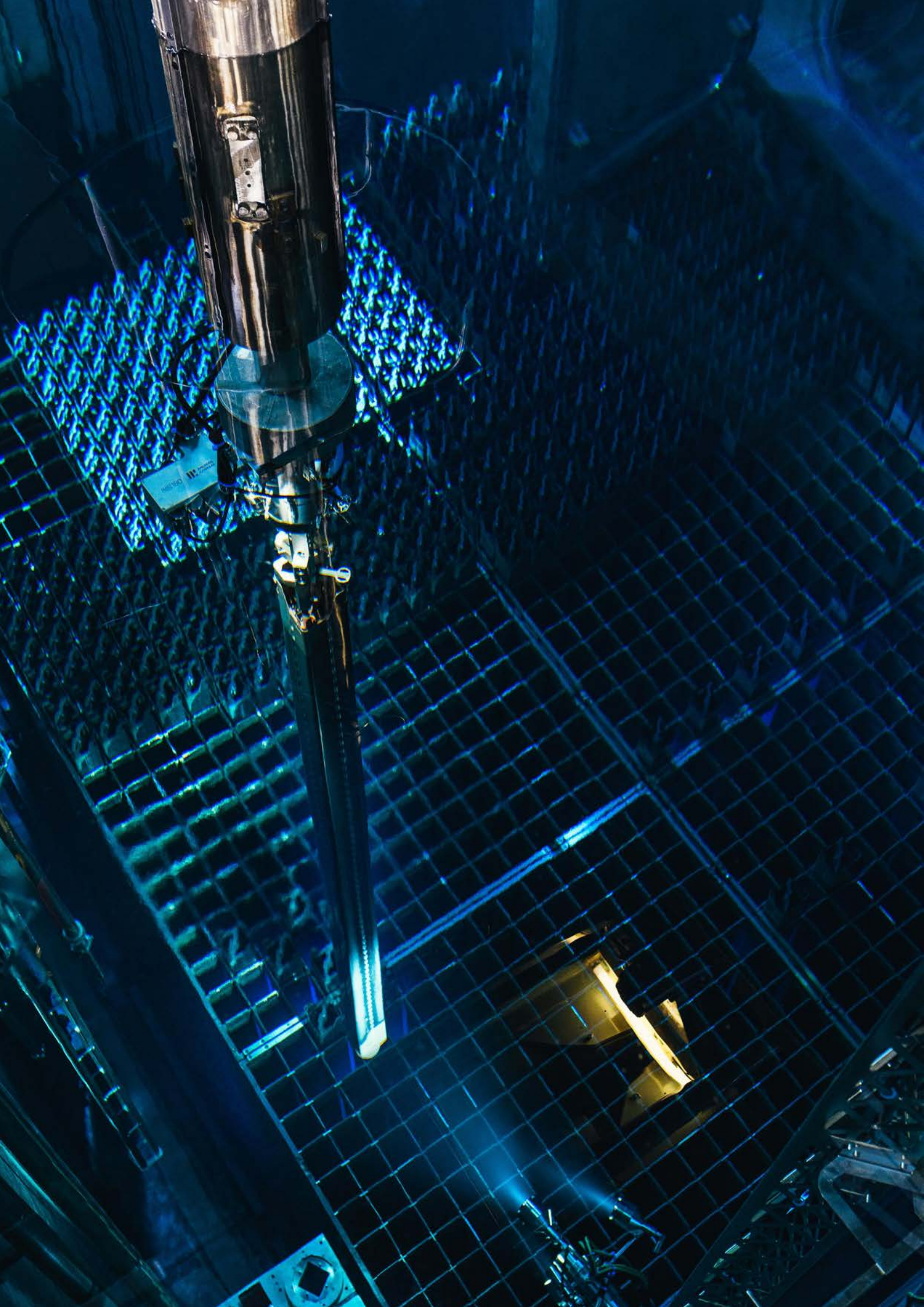
Kuva 6. Olkiluodon voimalaitosalueen toimintoja.

1.6. Liittyminen muihin hankkeisiin

Olkiluodon laitosalueella sijaitsee OL1- ja OL2-laitosyksiköiden lisäksi OL3-laitosyksikkö, jolle myönnettiin käyttölupa vuonna 2019. Laitosyksikön kaupallinen käyttö alkoi toukokuussa 2023. OL3:n suunniteltu käyttöikä on 60 vuotta. Sen nykyinen ydinenergialain mukainen käyttölupa on voimassa vuoden 2038 loppuun.

Voimalaitosalueella sijaitsee lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen välivarasto (KPA) sekä hyvin matala-aktiivisen jätteen (HMAJ), matala-aktiivisen (MAJ) ja keskiaktiivisen jätteen (KAJ) varastot sekä voimalaitosjäteluola (VLJ-luola), joka on ollut toiminnassa yli 30 vuotta. VLJ-luolan ydinenergialain mukainen käyttölupa on voimassa vuoden 2051 loppuun saakka. TVO on suunnitellut voimalaitosalueelleen myös erillisen hyvin matala-aktiivisen jätteen (HMAJ) maaperäloppusijoitustilan perustamista *(Teollisuuden Voima Oyj 2021)*. Ympäristölupa maaperäloppusijoitustilalle saatiin lokakuussa 2023. HMAJ-loppusijoitustilalle on haettu toimintalupaa Säteilyturvakeskukselta keväällä 2024. Lisäksi se tarvitsee kunnalta rakennusluvan.

Posivan rakenteilla oleva käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos sijaitsee Olkiluodon voimalaitosalueella ja on oma erillinen laitosalueensa. Posiva vastaa omistajiensa TVO:n ja Fortum Power and Heat Oy:n Suomessa tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimisesta ja loppusijoittamisesta syvälle Olkiluodon kallioperään. Valtioneuvosto myönsi Posivalle marraskuussa 2015 ydinenergialain mukaisen rakentamisluvan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiselle Olkiluotoon. Joulukuussa 2021 Posiva jätti valtioneuvostolle käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttölupahakemuksen.



2. Ydin- ja säteilyturvallisuus



2.1. Ydinenergiaa koskeva lainsäädäntö ja viranomaisvalvonta

Suomessa ydinenergialain (990/1987) lähtökohtana on, että ydinenergian käytön tulee olla yhteiskunnan kokonaisedun mukaista ja turvallista, eikä siitä saa aiheutua vahinkoa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle. Ydinenergialain nojalla on annettu ydinenergia-asetus (161/1988) ja sitä täydentävät STUK:n määräykset ydinenergian käyttöä koskien. STUK:n määräykset koskevat ydinvoimalaitosten turvallisuutta *(STUK Y/1/2018)*, valmiusjärjestelyjä *(STUK Y/2/2024)*, ydinenergian käytön turvajärjestelyjä *(Y/3/2020)* sekä ydinjätteen loppusijoituksen turvallisuutta *(STUK Y/4/2018)*. Säteilyturvallisuudesta säädetään säteilylailla (859/2018) ja Valtioneuvoston asetuksella ionisoivasta säteilystä (1034/2018). Ydinvastuulain (484/1972) mukaisesti ydinvoimalaitoksen haltijalla on oltava ydinvastuuvakuutus, joka korvaa mahdollisen ydinvahingon ulkopuolisille aiheuttamat vahingot laissa määriteltyyn ylärajaan saakka.

TEM on käynnistänyt ydinenergialain kokonaisuudistukseen tähtäävän säädösvalmistelun *(Työ- ja elinkeinoministeriö 2023)*. Ydinenergialaki ja sitä toimeenpanevat määräykset uudistetaan tämän hallituskauden aikana hankkeiden sujuvuutta ja Suomen kilpailukykyä investointikohteena tukevalla tavalla *(Valtioneuvosto 2023)*. STUK:n ydinturvallisuussäännöstön eli määräysten ja ohjeiden uudistaminen on myös käynnissä. STUK:n määräysten valmistelu tehdään samanaikaisesti ydinenergialain ja -asetusten valmistelun kanssa *(STUK 2024f)*.

Ydinvoimalaitoksen käytölle määritellyt raja-arvot sisältyvät ydinenergia-asetukseen, ydinvoimalaitosten turvallisuutta koskevaan STUK:n määräykseen, YVL-ohjeisiin ja Säteilyturvakeskuksen hyväksymiin laitoksen turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin ja määräyksiin. Lisäksi raja-arvoja sisältyy valtioneuvoston asetukseen ionisoivasta säteilystä. Säteilymääriä koskevat raja-arvot liittyvät henkilökunnan ja ympäristön säteilyannoksiin, radioaktiivisten aineiden päästöihin sekä lukuisiin erilaisiin laitoksen käyttöön liittyviin teknisiin toiminta-arvoihin. Laitoksen turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin sisältyvät olennaisena osana turvallisuuteen liittyvien laitteiden ja järjestelmien käyttökuntoisuusvaatimukset, jotka ovat ehtona laitoksen käytön jatkamiselle.

2.2. Ydinturvallisuus

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen turvallinen käyttö perustuu korkeatasoiseen laitostekniikkaan, jatkuvan parantamisen periaatteeseen, ydinalan ammattilaisuuteen eli osaavaan ja vastuuntuntoiseen henkilöstöön sekä riippumattomaan sisäiseen ja ulkopuoliseen valvontaan. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja turvallisuusvaatimuksia on kehitetty ja kehitetään jatkuvasti esimerkiksi turvallisuustutkimusten tulosten ja käyttökokemusten perusteella.

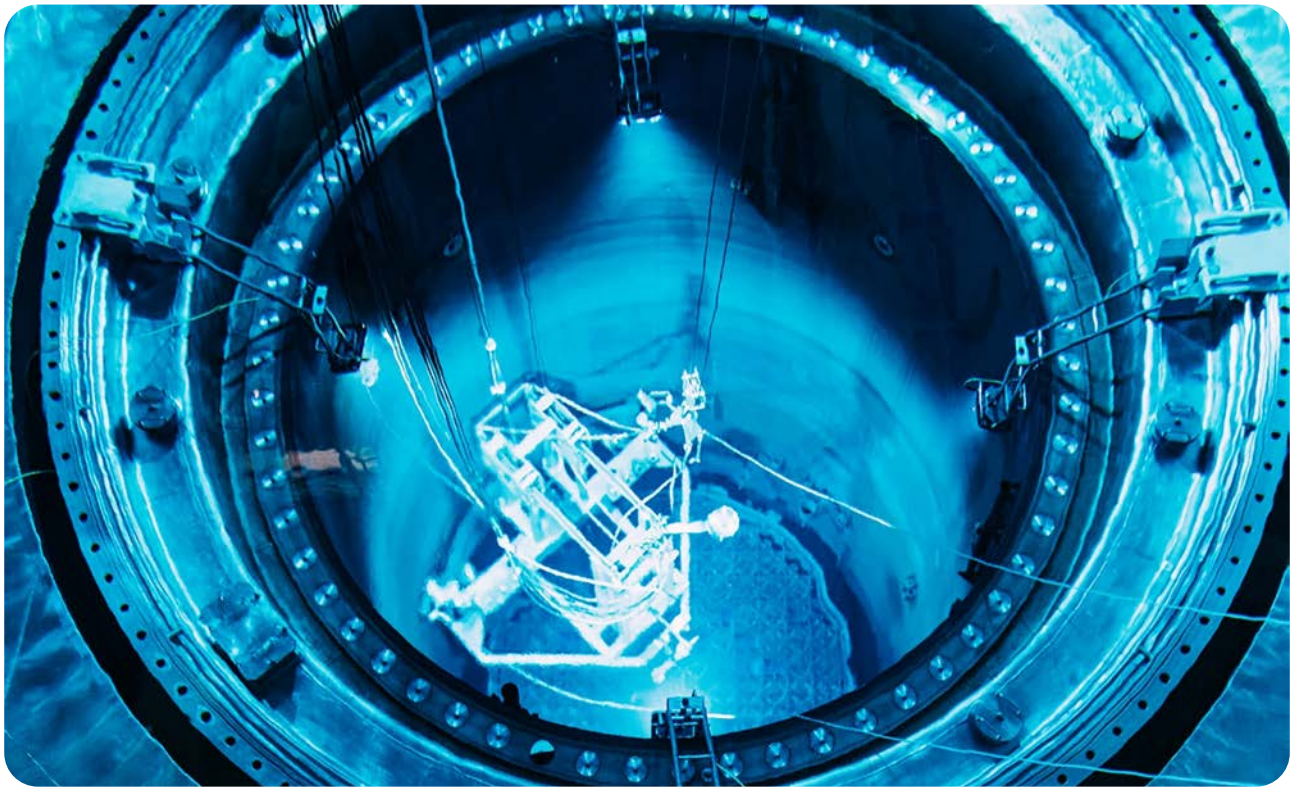
Turvallisen toiminnan varmistamiseksi TVO:lla arvioidaan systemaattisesti turvallisuuden tasoa. TVO arvioi kokonaisturvallisuuden tilaa säännöllisesti tuotannon, ydin- ja säteilyturvallisuuden, yritysturvallisuuden ja laitosyksiköiden eliniän hallinnan sekä johtamisen, organisaation ja henkilöstön näkökulmasta. TVO arvioi ja kehittää laitosyksiköiden toimintaa säännöllisesti kansainvälisesti käytössä olevien turvallisuusindikaattorien avulla. Näitä ovat esimerkiksi turvallisuusjärjestelmien epäkäytettävyys, kollektiivinen säteilyannos, suunnittelematon energiaepäkäytettävyys sekä suunnittelemattomat automaattiset pikasulut.

Ydin- ja säteilyturvallisuuden perusperiaatteena on estää radioaktiivisten aineiden pääsy ympäristöön. Päästöjen estämiseksi laitosyksiköiden turvallisuus varmistetaan moninkertaisesti erilaisten rakenteellisten esteiden ja turvallisuusjärjestelmien avulla. Ydin- ja säteilyturvallisuutta kehitetään analysoimalla riskejä ja varautumalla niihin.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden ydintekninen turvallisuus varmistetaan turvallisuustoiminnoilla, joiden tarkoituksena on ehkäistä häiriö- ja onnettomuustilanteiden syntyminen, estää niiden eteneminen tai lieventää onnettomuustilanteiden seurauksia. Turvallisuustoiminnot on määritelty radioaktiivisten aineiden leviämisesteiden eheyden varmistamiseksi. Toimintoja tuetaan automaattisesti käynnistyvillä tai operaattorin käynnistämillä tukitoimilla.

Ydinvoimalaitoksen tärkeimmät turvallisuustoiminnot ovat:

- reaktiivisuuden hallinta, jonka tarkoituksena on reaktorin tuottaman ketjureaktion pysäyttäminen tarvittaessa.
- jälkilämmön poistaminen, joka tähtää polttoaineen jäähdyttämiseen ja siten polttoaineen ja primääripiirin eheyden varmistamiseen.
- radioaktiivisuuden leviämisen estäminen, joka tähtää suojarakennuksen eristykseen ja eheyden varmistamiseen ja siten onnettomuudenaikaisten radioaktiivisten päästöjen hallitsemiseen.



Ydinvoimalaitoksella on sekä tavallisia käyttöjärjestelmiä että turvallisuusjärjestelmiä, joilla toteutetaan edellä mainittuja turvallisuustoimintoja normaalin käytön aikana sekä häiriö- ja onnettomuustilanteissa. Turvallisuusjärjestelmillä varmistetaan reaktorissa olevan ydinpolttoaineen jäähdytys myös silloin, kun normaalit käyttöjärjestelmät eivät ole käytettävissä. Tärkeimmät turvallisuusjärjestelmät ovat reaktorin sammuttamiseen ja jälkilämmön poistoon liittyvät järjestelmät.

Ydinvoimalaitoksella tulee varautua vakavaan reaktorionnettomuuteen. Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa reaktorissa oleva polttoaine vaurioituu merkittävästi. Vaikka tällainen on-

nettomuus on hyvin epätodennäköinen, OL1- ja OL2-laitosyksiköt on varustettu vakavan reaktorionnettomuuden hallintaan tarkoitetuilla järjestelmillä. Näillä järjestelmillä huolehditaan, että voimalaitokselta ei vapaudu radioaktiivisia aineita siinä määrin, että niistä aiheutuisi suurta vaaraa ihmisille, ympäristölle tai omaisuudelle.

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on niiden käyttöhistorian aikana toteutettu lukuisia ydinturvallisuutta parantavia hankkeita, ja ne ovat merkittävästi turvallisempia kuin käynnistyessään. Taustalla turvallisuusparannuksille ovat olleet hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti pyrkimys mahdollisimman korkeaan turvallisuustasoon sekä STUK:n muuttuneet vaatimukset. Esimerkiksi Fukushiman onnettomuuden jälkeen on toteutettu useita turvallisuutta parantavia muutoksia, joiden seurauksena laskennallista vakavan reaktorionnettomuuden todennäköisyyttä on vähennetty merkittävästi.

2.3. Säteily ja sen valvonta

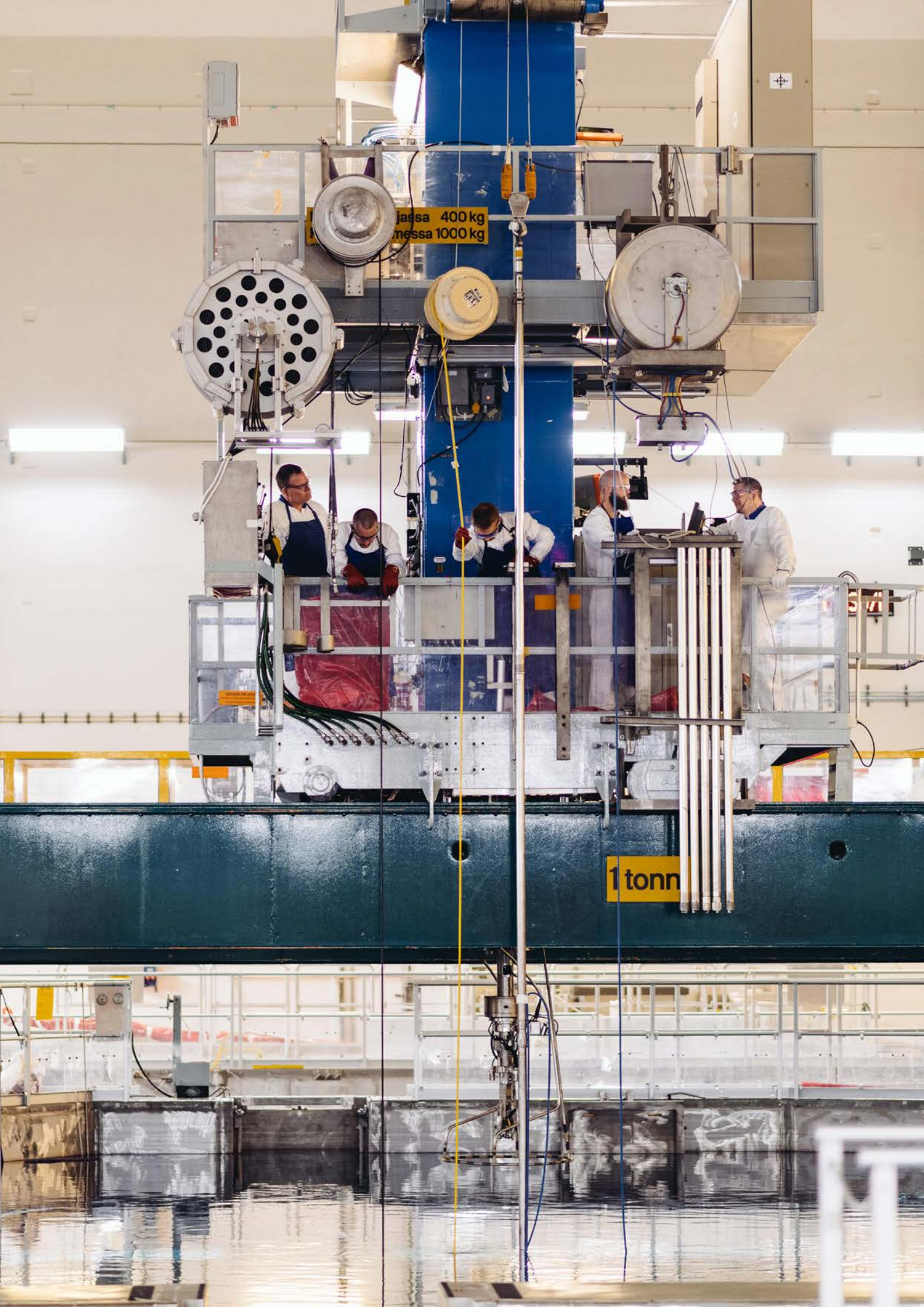
TVO ja sen henkilöstö sitoutuu kaikessa toiminnassaan ALARA-periaatteeseen (As Low As Reasonably Achievable). Sen mukaisesti yksilö ja kollektiiviset säteilyannokset pidetään niin alhaisina kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Annosten rajoittaminen ja radioaktiivisten päästöjen pitäminen mahdollisimman pieninä otetaan huomioon jo laitoksen rakenteita sekä toimintoja suunniteltaessa. Jokaisen työntekijän on otettava säteilysuojeluun vaikuttavat asiat huomioon omassa työssään. Säteilysuojelutoimintaa kehitettäessä otetaan huomioon viranomaisten ohjeiden lisäksi myös kansainväliset suositukset.

Ydinvoimalaitoksella radioaktiivisia aineita muodostuu pääasiallisesti fissiotuotteina polttoaineen atomiytimien haljetessa, neutroniaktivoitumisen kautta reaktorissa tai sen läheisyydessä ja edellä kuvattujen aineiden radioaktiivisten hajoamisketjujen tuotteina. Radioaktiivisia aineita sisältävät järjestelmät on sijoitettu säteilyvalvotun alueen sisäpuolelle eli niin sanotulle valvonta-alueelle. Valvonta-alueella noudatetaan erityisiä turvaohjeita säteilyltä suojautumiseksi. Valvonta-alueella työskentelevälle henkilöstölle on järjestetty jatkuva säteilyannostarkkailu, ja valvonta-alueelta poistutaan henkilöiden ja tavaroiden säteilymittausten kautta.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden radioaktiivisia päästöjä valvotaan päästömittauksilla, ja päästöjen leviämistä ympäristöön seurataan STUK:n hyväksymän ympäristön säteilyvalvontaohjelman mukaisesti. Ympäristön säteilyvalvonta perustuu jatkuvatoimisiin annosnopeusmittauksiin, ilma- ja laskeumanäytteisiin, merivesinäytteisiin sekä ravintoketjusta otettaviin näytteisiin. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden päästöt raportoidaan STUK:lle neljännesvuosittain. STUK:n tekemä riippumaton valvonta täydentää TVO:n tekemää valvontaa. Rakenteellinen säteilysuojaus, henkilökunnan säteilyvalvonta, päästövalvonta ja ympäristön säteilyvalvonta toteutetaan STUK:n valvonnassa.

Valtioneuvoston asetuksen ionisoivasta säteilystä 13 §:n mukaan säteilytyöntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 20 mSv (millisievertiä) vuodessa. Henkilöannosten osalta TVO:n omana tavoitteena on, ettei kenenkään Olkiluodosta saama annos ylitä 10 mSv vuodessa, eivätkä sisäisestä kontaminaatiosta aiheutuvat annokset ylitä arvoa 0,5 mSv. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden normaalin käytön aikana henkilökunnan säteilyannokset jäävät selvästi alle näiden annosrajojen.

Ydinenergia-asetus (161/1988) ja valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä (1034/2018) asettavat ydinlaitosten normaalin käytön sekä häiriö- ja onnettomuustilanteiden säteilyannosten raja-arvot. Ydinvoimalaitoksen normaalista käytöstä yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv, joka on alle 2 % suomalaiselle säteilystä aiheutuvasta keskimääräisestä vuotuisesta annoksesta 5,9 mSv. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden ympäristössä yksilölle aiheutunut säteilyannos on viime vuosina ollut noin 0,2 % (noin 0,0002 mSv) ydinenergia-asetuksessa asetetusta annosrajasta ja alle kymmenestuhannesosa suomalaisen muista lähteistä keskimäärin saamasta normaalista vuosittaisesta säteilyannoksesta.


400 kg
1000 kg
1 tonn

3. Hankkeen kuvaus

3.1. Yhteenveto vaihtoehdoista

Oheisissa taulukoissa (Taulukko 4, Taulukko 5, Taulukko 6) on esitetty keskeisiä tunnuslukuja nykyisessä toiminnassa (VE0) sekä verrattu niitä käyttöiän jatkamiseen nykyisellä teholla (VE1) ja käyttöiän jatkamiseen korotetulla teholla (VE2).

Taulukko 4. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (per laitosyksikkö).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Laitostyyppi	Kiehutusvesireaktori		
Sähköteho	890 MW		970 MW
Lämpöteho	2 500 MW		2 750 MW
Hyötysuhde	35,6 %		35,3 %
Reaktorin toimintapaine	70 bar		
Sähköntuotanto	n. 7 TWh/v		n. 7,6 TWh/v

Taulukko 5. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (OL1- ja OL2-laitosyksiköt yhteensä).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Vesistöön johdettava lämpöteho	98 000 TJ/v		109 000 TJ/v
Jäähdytysveden määrä	38 m^3/s per laitosyksikkö		
Jäähdytysveden lämpötilan nousu	10 °C		11 °C
Polttoaineen hankinta ja käytetyn polttoaineen kertymä	18 tU/v per laitosyksikkö		
Polttoaineen hankinta ja käytetyn polttoaineen kertymä (koko käyttöaika)	2 483 tU (v. 2038)	2 861 tU (v. 2048) 3 240 tU (v. 2058)	
Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte	50 m^3/v		
Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte (koko käyttöaika)	8 250 m^3 (v. 2038)	8 750 m^3 (v. 2048) 9 250 m^3 (v. 2058)	
Kemikaalit	Rikkihappo 18 t/v Natriumhydroksidi 14 t/v Ioninvaihtohartsit 14 t/v Natriumhypokloriitti (100 %) 8 t/v Glykoli 5 t/v Typpi 140 t/v Bitumi 14 t/v Kevyt polttoöljy 255 t/v		

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan*	Jalokaasut (Kr-87ekv.): 0–9,7 TBq/v. Päästöraja: 9 420 TBq/v Jodi (I-131): 0,00000008–0,002 TBq/v. Päästöraja: 0,1 TBq/v Aerosolit: 0,000007–0,2 TBq/v Hiili-14 (C-14): 0,6–1,2 TBq/v Tritium (H-3): 0,2–2,7 TBq/v		
Radioaktiivisten aineiden päästöt veteen*	Fissio- ja aktivoitumistuotteet: 0,00008–0,0006 TBq/v. Päästöraja: 0,3 TBq Tritium (H-3): 1,3–2,5 TBq/v. Päästöraja: 18,3 TBq		
Kasvihuonekaasupäästöt (varavoimakoneet)	914 t CO_{2e}/v		927 t CO_{2e}/v
Muut päästöt ilmaan	NO_x: 1,2 t/v SO_2: 0,0 t/v Hiukkaset: 0,1 t/v		
Prosessijätevedet	yht. 25 000 m^3/v Fosfori: 5 kg/v, Typpi: 100 kg/v		

* OL1 ja OL2:n vaihteluväli vuosina 2007–2022. Toteutuneiden päästöjen vaihteluvälin suurimmat arvot ovat liittyneet harvoin esiintyneisiin polttoainevuotoihin.

Taulukko 6. Keskeiset tunnusluvut eri vaihtoehdoissa (OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt yhteensä).

	VE0 nykyinen toiminta	VE1 Käytön jatkaminen nykyisellä teholla	VE2 Käytön jatkaminen korotetulla teholla
Käyttövesi	268 000 m^3/v		
Talousjätevedet*	yht. 78 905 m^3/v Fosfori: 15 kg/v, Typpi: 3 642 kg/v, BOD_{7ATU}: 629 kg/v		
Tavanomaiset jätteet	Hyötyjäte: 2 650 t/v Vaarallinen jäte: 210 t/v Kaatopaikkajäte: 0 t/v		
Melu*	Lähin loma-asunto (Leppäkarta) 39,4–42,1 dB, pääportti 48,6–56,3 dB		
Liikenne*	Noin 1 050 ajoneuvoa/vrk. Vuosihuoltojen aikana lisääntyy noin 1 000 ajoneuvoa/vrk.		

* Sisältää Teollisuuden Voiman ja Posivan toiminnan.

3.2. Käyttöiän jatkaminen

Tässä luvussa kuvataan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamiseen liittyvää toimintaa, joka on samankaltaista kuin nykyinen laitosyksiköiden toiminta. Laitosyksiköiden lämpötehon korotuksen tuomat muutokset nykyiseen toimintaan on kuvattu luvussa 3.3.

3.2.1. Käyttöiän hallinta ja kunnossapito

OL1- ja OL2-laitosyksiköt kuuluvat käytettävyydeltään ja turvallisuudeltaan maailman parhaimpien ydinvoimalaitosten joukkoon. Vuosittaiset OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttökertoimet ovat keskimäärin olleet jatkuvasti 90 %:n luokkaa ja turvallisuutta mittaavat tunnusluvut ovat hyvällä tasolla. Tähän on osaltaan vaikuttanut TVO:n valitsema toimintatapa eli jatkuva turvallisuuden parantaminen ja käytettävyyden varmistaminen. Tähän on päästy jatkuvalla ennakoivalla laitteiden uusinnalla, kattavalla ennakkohuollolla sekä laitosyksiköiden prosessien kehittämisellä mahdollistaen hyvän käytettävyyden ja laitosyksiköiden hyötysuhteen asteittaisen kasvattamisen.

Käytön jatkamisen osalta noudatetaan samoja ydin- ja säteilyturvallisuuden perusperiaatteita kuin voimalaitoksen nykyisen toiminnan aikana muuttuvan lainsäädännön vaatimukset huomioiden. Mahdollisen käytön jatkamisen aikana tehdään myös turvallisuusparannuksia hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti.

Vuosihuollot ja modernisoinnit

OL1- ja OL2-laitosyksiköitä on kehitetty järjestelmällisesti ja suunnitelmallisesti vuosikymmenten aikana. TVO modernisoi laitosyksiköitä systemaattisesti vuosihuolloissa ja modernisointihankkeissa. Viimeisintä teknologiaa edustavia käytettävyyttä, tuottavuutta ja turvallisuutta parantavia ratkaisuja otetaan käyttöön koko toiminnan ajan.

Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköt pidetään jatkuvasti hyvässä kunnossa laitosyksiköillä vuorottelevien polttoaineenvaihtoseisokin ja huoltoseisokin avulla. Vuosittain keväällä tapahtuvat OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuosihuollot aloittaa yleensä polttoaineenvaihtoseisokki, jossa vaihdetaan uraanipolttoainetta ja tehdään tarpeelliset vikakorjaukset ja huollot sekä laitosyksikön seuraavan vuoden huoltoseisokin mahdollisia valmistelutöitä. Polttoaineenvaihtoseisokki kestää yleensä noin viikon.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuosihuolto jatkuu toisen laitosyksikön huoltoseisokilla, jossa polttoaineen vaihdon ohella tehdään isompia huolto- ja muutostöitä. Huoltoseisokin kesto on yleensä noin 2–3 viikkoa. Mittavia modernisointi- ja kunnostushankkeita on toteutettu huoltoseisokeissa noin 5 vuoden välein. OL1- ja OL2-laitosyksiköillä vuosihuollot ajoittuvat yleensä huhti–kesäkuuhun.

Ikääntymisen hallinta

Laitosyksiköiden ikääntymisen hallinta on integroitu TVO:n jokapäiväiseen toimintaan. Ikääntymisen hallinnan tavoitteena on pitää laitokset jatkuvasti turvallisuudeltaan ja käytettävyydeltään ajanmukaisina ja hyväkuntoisina. TVO:n ikääntymisen hallinta kattaa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden, VLJ-luolan sekä KPA-varaston järjestelmät, rakenteet ja laitteet, joilla on turvallisuusmerkitystä. Laitosyksiköihin on investoitu merkittävästi koko niiden käyttöiän ajan ja siten turvattu niiden häiriötön ja turvallinen käyttö. Korkea investointitaso on myös mahdollistanut tehokkaan ennakoivan ikääntymisenhallinnan. Tehokas ikääntymisen ennakointi ja hallinta mahdollistaa käyttöiän jatkamisen nykyisiä menettelyjä noudattaen. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden rakenteiden ja komponenttien ikääntymisen kannalta tärkeät analyysit on laadittu 60 vuoden käyttöiälle, ja mikäli käyttöikää jatketaan, ne tullaan päivittämään 80 vuoden käytölle. Tällä hetkellä ei ole tiedossa sellaisia vanhenemismekanismeja, jotka rajoittaisivat laitosyksiköiden teknistä käyttöikää YVA:ssa tarkasteltavien hankevaihtoehtojen suunnitellut aikataulut huomioiden.

TVO:n tarkemmat laitoskohtaiset ikääntymisen hallintaohjelmat on kohdistettu turvallisuuden kannalta tärkeisiin laitososiin. Turvallisuuden kannalta tärkeiden laitososien määrittelyssä käytetään hyödyksi laitosten turvallisuusteknisiä käyttöehtoja, turvallisuusluokitusta sekä todennäköisyysperusteista riskianalyysiä. Turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien putkistojen ja niiden kannakkeiden tarkastuskohteet määritetään riskitietoisen lähestymistavan perusteella. Tarkastuskohteita päivitetään säännöllisesti tarkastuksiin, havaintoihin ja muilta laitoksilta saatuihin käyttökokemuksiin perustuen.

Turvallisuudelle tärkeiden laitteiden ikääntymisten hallintaa on parannettu laitepaikkakohtaisella ikääntymisilmiöiden tunnistuksella sekä arviolla nykyisten toimenpiteiden riittävyydestä. Laitosyksiköiden järjestelmien kuntotilan ja investointitarpeiden keruu ja päivitys tehdään vuosittain laite- ja järjestelmävastuuanalyysien yhteydessä. Muuten laitosyksiköiden ikääntymistä hallitaan normaalin kunnossapidon, ennakkohuoltojen, käytön, kemian ja tarkastuksen ohjelmien mukaisesti. Ikääntymisen hallintaan sisältyy myös teknologinen ikääntymisen hallinta sekä riittävän varaosavarannon ylläpito.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisen aikana ikääntymisen hallinta ja siihen liittyvät menettelyt sekä kunnossapito jatkuvat STUK:n valvonnassa kuten nykyisen käytön aikana.

Voimalaitosyksiköiden järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin kohdistuu käyttötoiminnassa erilaisia rasituksia. Tästä aiheutuu normaalia kulumista laitteiden käytön seurauksena tai niiden rakenneaineiden väsymistä, joiden seurauksena niiden eheys ja toimintakyky voivat heikentyä. Järjestelmiin, rakenteisiin ja laitteisiin kohdistuvat viranomaisvaatimukset sekä muut vaatimukset voivat voimalaitoksen käytön aikana muuttua, ja käytettävä teknologia kehittyä niin, että järjestelmät, rakenteet ja laitteet eivät enää vastaa vallitsevaa vaatimustasoa. Näihin tekijöihin eli järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden ikääntymiseen varaudutaan suunnitteluvaiheessa perustelluilla suunnitteluratkaisuilla sekä käytön aikana valvomalla ja ylläpitämällä järjestelmien, rakenteiden ja laitteiden käyttökuntoisuutta niiden käytöstäpoistoon asti. Tämä tarkoittaa muun muassa laitteiden määräaikaiskoestuksin, -tarkastuksin sekä ennakoivalla ja korjaavalla kunnossapidolla. Näin voidaan varmistua, että järjestelmät, laitteet ja rakenteet toimivat suunnitellulla tavalla. Lisäksi onnettomuusolosuhteisiin määräajaksi hyväksytettyjen sähköautomaatiokomponenttien hyväksynnät pidetään voimassa uusilla analyyseilla tai komponenttivaihdoilla.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden soveltuvuus 60 vuoden käyttöiälle on osoitettu analyysein. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että laitosyksikön turvallisuudelle tärkeiden järjestelmien sekä niiden komponenttien kuormitusanalyysit, lujuus-, väsymis- ja säteilykestoisuus ja toimintakyky on osoitettu riittäväksi. Jatkettaessa laitosyksiköiden käyttöikää vuoteen 2048 tai 2058, on niiden soveltuvuus osoitettava 70 tai 80 vuoden käyttöiälle. Tämä on suunniteltu tehtävän erillisen hallintaohjelman avulla vuoteen 2038 mennessä, jolloin 60 vuoden käyttöikä täyttyy. Tämä voi aiheuttaa tarvetta vaihtaa järjestelmien komponentteja laitosyksiköillä. Ikääntymisen hallinnasta vastaavat nimetyt järjestelmävastaavat, jotka seuraavat järjestelmien kuntoa ja ryhtyvät tarvittaviin toimenpiteisiin, mikäli tulee esiin puutteita järjestelmien toiminnassa. Laitosyksiköillä tehtävillä ennakkohuolloilla ja järjestelmien toiminnan määräaikaiskokeilla varmistetaan, että järjestelmät, laitteet ja rakenteet täyttävät käyttökuntoisuusvaatimukset sekä normaaleissa käyttötilanteissa että häiriö- ja onnettomuustilanteissa.



OL1- ja OL2-laitosyksiköiden reaktorin suojarakennuksen putkistojen ja kannakkeiden kuormitus- ja lujuuslaskelmat kuuluvat normaalin seurannan piiriin. Analysoinnissa otetaan huomioon rakenteisiin käyttöiän aikana kohdistuvat mekaaniset ja termiset rasitukset, eroosio, korroosio ja muut oleelliset vauriomekanismit. Laitosyksiköiden käytönaikaisten käyttötapahtumien kuormitusseurannassa primääri- ja sekundääripiirissä tapahtuvat hetkelliset kuormitussyklit dokumentoidaan ja niistä tehdään vuosittain yhteenvetoraportti.

Putkistojen ja komponenttien määräaikaistarkastusohjelmien suunnitteluperusteena käytetään ASME (American Society of Mechanical Engineering) -ydinvoimaloita koskevaa standardia. Ohjelmat kattavat turvallisuusluokkiin 1 ja 2 kuuluvat sekä muut ydinteknisen turvallisuuden kannalta tärkeiksi arvioidut laitteet ja rakenteet. Standardi määrittää tarkastuskohteet ja -välit.

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on käytössä materiaalien seurantaohjelma. Ohjelmalla kerätään ja taltioidaan materiaalinäytteet vähintään niistä laitososista, joita ei ole suunniteltu vaihdettavaksi ydinlaitoksen käyttöiän aikana ja joiden rakennemateriaalista voidaan myöhemmin tarvita vertailutietoa laitososan käyttökuntoisuuden tai korjausmenetelmän arviointia varten.

Mekaanisten laitteiden ikääntymiseen on varauduttu käyttö- ja kunnossapitotoiminnoissa. Jokaiselle laitepaikalle määritetään kunnossapitoluokka. Kunnossapitoluokka vaikuttaa mm. laitepaikan varaosahuollon järjestelyyn sekä ennakkohuolto- ja kunnossapitotehtävien valintaan. Mekaanisten ja rakennusteknisten laitososien osalta on materiaaliteknisin perustein määritelty toimenpiteet vähemmän vaativiin olosuhteisiin kohdistetuille laitososille. Ikääntymisen hallintaan käytetään myös pistokoetarkastuksia. Niitä pyritään kohdistamaan kohteille, joissa laitteen modernisointi tai vaihto ei ole ajankohtainen lähitulevaisuudessa. Muiden mekaanisten laitteiden käyttöikää seurataan ikääntymisen hallinnan periaatteiden mukaisesti, jolloin tarpeellisiin korjaus- ja vaihtotöihin ryhdytään tarpeen mukaan. Laitosten käyttöorganisaatio suorittaa määräaikaiskokeet turvallisuustoimintoihin osallistuville järjestelmille ajallisesti hajautetusti osajärjestelmä kerrallaan.

Sähkö- ja automaatiolaitososien ikääntymisen hallintaohjelman muodostavat systemaattisin perustein laaditut määräaikaiskokeet ja ennakkohuolto-ohjelmat. Suojarakennuksen sisällä vaativissa olosuhteissa toimiville sähkö- ja automaatiolaitteille sekä sen osakomponenteille on olemassa määritetty elinikä ja eliniän seuranta. Tämän lisäksi ne ovat luokiteltu kunnossapitojärjestelmässä erillisseurattaviksi laitteiksi ja niille on määritelty ennakkohuolto-ohjelmaan vaihtopäivät. Muiden sähkö- ja automaatiolaitteiden käyttöikää seurataan ikääntymisen hallinnan periaatteiden mukaisesti, jolloin tarpeellisiin korjaus- ja vaihtotöihin ryhdytään tarpeen mukaan.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden suojarakennuksessa olevilla kaapeleilla, johtimilla, liitoksilla ja koteloilla on määritelty kunnonseuraamista varten tehtävät tarkastus-, koestus- ja mittaustoimenpiteet sekä teetettävät tutkimukset. Vastaavia toimenpiteitä tehdään myös suojarakennuksen ulkopuolisille sähkö- ja automaatiokaapeleille. Varsinaiset toimenpiteet on määritetty ennakkohuoltojärjestelmään tehtäviksi osana laitosten kunnossapitoa.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden rakennusten ikääntymistä seurataan säännöllisesti määräaikaistarkastuksin ja erillistutkimuksin. Eri rakennuksille on määritelty tarkastusjaksojen pituudet niiden tärkeyden perusteella. Kriittiset rakennusosat, joiden kunnonseuranta tulee olla yksityiskohtaisempaa (mm. suojarakennus ja merivesirakenteet) on valittu erikseen ja niille on kehitetty omat seurantaohjelmat.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden laitteiden kunnonvalvontaa toteutetaan joko määräaikaisena tai jatkuvana kunnonvalvontana. Määräaikaista kunnonvalvontaa toteutetaan käytön ja kunnossapidon toimesta valvontakierroksilla, joilla valittujen kohteiden tiedot kerätään tietokantaan. Kunnonvalvonnan tarkastuksia ohjataan TVO:n ennakkohuolto-ohjelmalla. Jatkuvan kunnonvalvonnan piiriin sisällytetään sellaiset laitteet ja rakenteet, joiden

merkitys on laitoksen turvallisuuden ja käytettävyyden kannalta suuri. Jatkuvan kunnonvalvonnan piiriin kuuluvat esimerkiksi reaktorin pääkiertopumput sekä turbiinit ja päägeneraattorit.

Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT)

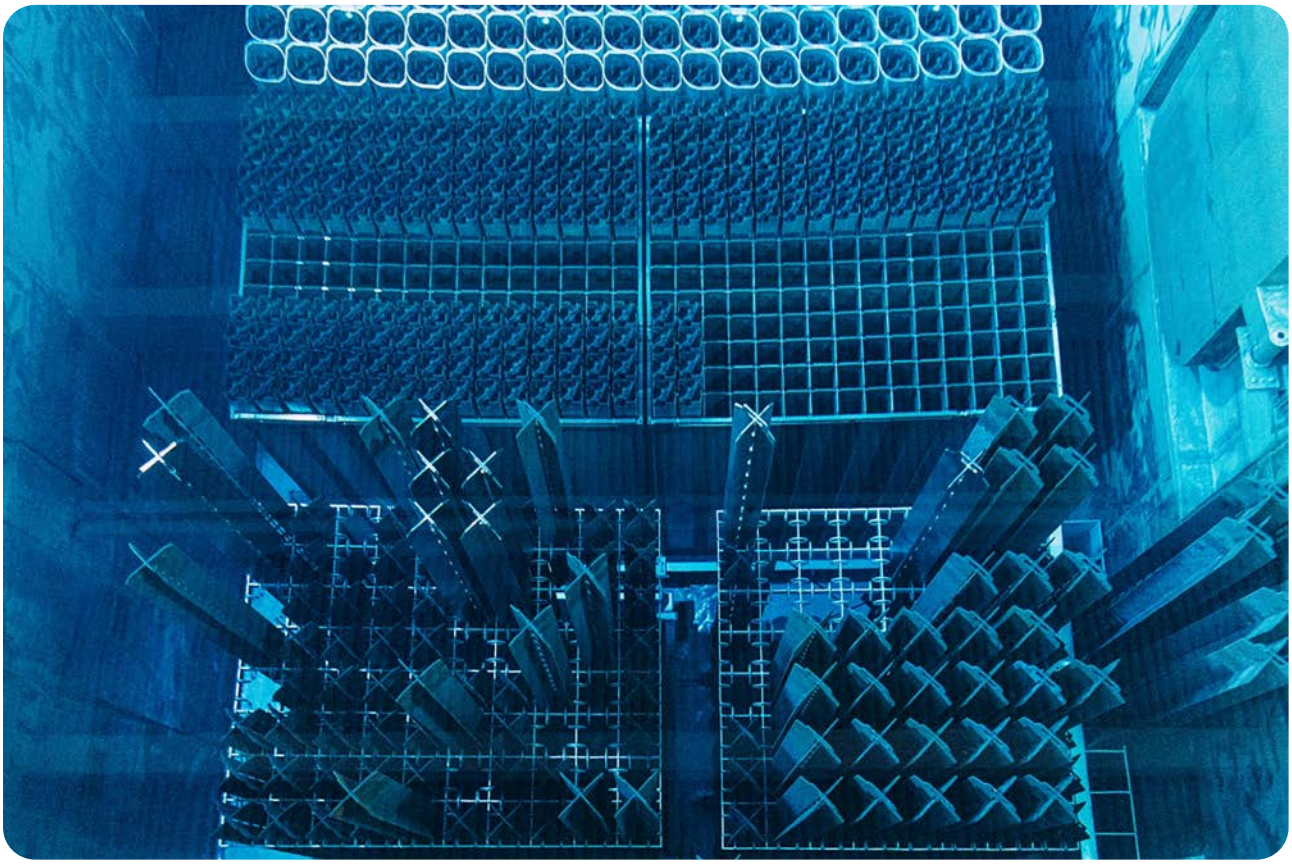
TVO pyrkii minimoimaan laadukkaalla käyttötoiminnalla OL1- ja OL2-laitosyksiköiden päästöjä. Polttoainevuotojen ehkäisyllä ja syntyvien jätteiden määrän minimoinnilla pyritään säilyttämään viime vuosien kaltaiset alhaiset vesi- ja ilmapäästöt myös käytön jatkamisen aikana. Tekniikan kehittymistä seurataan Olkiluodon voimalaitoksella myös BAT (Best Available Technique) -periaatteen toteutumisen varmistamiseksi. Päästöjen rajoittamisen yhteydessä BAT-periaatteen lähtökohta on hyödyntää päästöjen rajoittamiseksi teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia, kohtuullisin kustannuksin toteutettavissa olevia, parhaita käyttökelpoisia tekniikoita. BAT-periaatteen tavoittelussa tulee kuitenkin huomioida myös säteilysuojelun optimointiperiaatteen ALARA:n (As Low As Reasonably Achievable) kattavampi näkökulma. ALARA-periaatteen mukaan eri tekniikoita tarkasteltaessa tulee ympäristön asukkaiden säteilyaltistuksen lisäksi huomioida myös voimalaitoksen työntekijöiden säteilyaltistus. Tekniikan toteuttamiskelpoisuus riippuu näistä muodostuvasta kokonaiskuvasta.

Radioaktiivisten päästöjen rajoittamisessa tärkeimpänä tekijänä on säilyttää polttoaineen eheys. Tähän vaikuttaa merkittävästi prosessin puhtaus eli irto-osien pääsyn estäminen primääripiiriin. Tavoitteena on estää polttoainevaurioiden syntyminen sekä vuototapauksissa ryhtyä vuodon vaatimiin toimenpiteisiin. Tavoitteen saavuttamiseksi toteutetaan harkittua polttoainepolitiikkaa ja oikeita menettelytapoja polttoainehankinnoissa, reaktorin käyttötavan suunnittelussa sekä seurattaessa polttoainevuodon kehitystä ja suunniteltaessa jatkotoimenpiteitä mahdollisen polttoainevaurion havaitsemisen jälkeen. Menettelytavat sisältävät mm. vierasesineiden pääsyn estämisen reaktoriin, polttoaineen käyttökokemusten hyödyntämisen, aikaisempien vuotokokemusten huomioimisen, vuotojen seuraamisen ja analysoinnin, havaintojen raportoinnin sekä reaktorin ja säätösauvojen käytön uudelleensuunnittelun vuodon kasvun rajoittamiseksi. Lisäksi polttoainenipuille tehdään tarkastuksia ja polttoaineen vuototapauksissa paikallistetaan vuoto, selvitetään vaurion syy, poistetaan ja eristetään vuotava polttoainesauva hermeettisesti sekä dokumentoidaan kokemukset ja tehdyt toimenpiteet. Myös polttoaineen mekaanisen rakenteen kehitys kuten irto-osasiivilä on huomioitu käytettäviä polttoainetyyppejä valittaessa, jotta riski irto-osista aiheutuvaan polttoainevaurioon olisi mahdollisimman pieni. TVO käyttää polttoaineessa viimeisintä tekniikkaa olevia irto-osasiivilöitä, joiden polttoaineen suojauskyky irtoesineitä vastaan on merkittävästi parempi kuin aikaisemmin.

Yksi merkittävä TVO:lla toteutettu käytännön toimenpide polttoainevuotojen vähentämiseksi on ollut uusi syöttöveden kierrätyslinjan rakentaminen turbiinilaitokselle. Sen avulla pystytään tehostetusti kierrättämään turbiinilaitoksella syöttövettä ennen kuin sitä aletaan ottaa reaktoriin. Tämän tarkoitus on poistaa turbiinilaitoksella vuosihuoltojen aikana putkistoihin mahdollisesti päässeet irto-osat ennen kuin vettä otetaan reaktoriin.

Laitos-, säteily- ja henkilöturvallisuuden kannalta on tärkeää, että kaikkien irto-osien, epäpuhtauksien ja vierasaineiden pääsy prosessiin pystytään estämään. Puhtaus ja irto-osariski huomioidaan aina kun materiaaleja tai työkaluja viedään laitokselle ja töiden aikana jatkuen aina siihen asti, kunnes työn jälkeen jäljelle jäänyt materiaali ja työkalut on palautettu niille kuuluville paikoilleen.

Vesikemian hyvä laatu on tärkeä asia sekä laitoksen aktiivisuuden että korroosion kannalta. NWC-laitoksissa (Normal Water Chemistry), joita OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat, reaktoriveden johtokyky on optimissaan alle 0,1 S/cm (siemensiä per senttimetri). Niin radioaktiivisten kuin ei-radioaktiivistenkin epäpuhtauksien määrä tulee pitää optimaalisella tasolla, joka useimmiten tarkoittaa mahdollisimman pieniä pitoisuuksia.



Vuotavien polttoainesauvojen sulkeminen hermeettisesti omiin säilytyskapseleihinsa on vähentänyt mahdollisen Cs-137-vesipäästön pitoisuutta riippuen luonnollisesti polttoainevaurion laajuudesta. Tämän ja nestemäisten jätteiden käsittelyjärjestelmien perusparannusten, kuten esisuodatuksen käyttöönoton ansiosta Cs-137-pitoisuus on ollut alle määritysrajan vuodesta 2007 lähtien. Vesien käsittelyssä tehdyt parannukset viimeisen 20 vuoden aikana ovat vähentäneet Co-60-pitoisuutta ja muita aktivoituneita korroosiotuotteita. TVO on tehnyt pitkäjänteistä työtä radioaktiivisten vesipäästöjen minimoimiseksi vuodesta 1994 lähtien. TVO:lla on hyödynnetty esisuodatusta, separaattoria ja haihdutinta vesien käsittelyssä. Näillä toimenpiteillä TVO on pystynyt vähentämään mm. Cs-137-päästöjä.

TVO seuraa tarkasti teknistä kehitystä ja pyrki hyödyntämään aina parasta saatavilla olevaa tekniikkaa, jolla ydinvoimalaitoksen käytöstä aiheutuvat radioaktiivisten aineiden päästöt ja siten ympäristölle aiheutuva säteilyaltistus on voitu pitää niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista. Tästä esimerkkinä on havaittavissa radioaktiivisten vesi- ja ilmapäästöjen pitoisuuksien lasku pitkällä aikavälillä.

Olkiluodon kaikissa kolmessa laitosyksikössä käytettävä läpivirtaukseen perustuva merivesijäähdytys on Suomen olosuhteissa paras käytettävissä oleva jäähdytysmenetelmä. Sillä saavutetaan muita jäähdytysmenetelmiä parempi sähköntuotannon hyötysuhde. Lisäksi investointi- ja käyttökustannukset ovat jäähdytystorniratkaisua pienemmät. Ympäristöolosuhteista riippuen läpivirtaukseen perustuvan jäähdytyksen suhteellinen hyöty voi olla enimmillään useita prosenttiyksikköjä verrattuna jäähdytystorniratkaisuun. Jäähdytysveden otossa veden virtausnopeus rakenteen ulkopuolella on mahdollisimman pieni. Alhainen virtausnopeus vähentää vesiliikenteelle syntyviä vaaratilanteita sekä voimalaitosyksiköille tulevaa kalojen ja vesikasvillisuuden määrää, jolloin myös jäähdytysveden puhdistusjärjestelmään kuuluvat ketjukorisuodattimet toimivat varmemmin kaikissa tilanteissa.

Voimalaitoksella on käytössä sertifioitu ympäristöasioiden hallintajärjestelmä, jonka keskeiset menettelytavat on koottu ympäristökäsikirjaan. Ympäristöasioiden hallintajärjestelmän tavoitteena on toimintojen jatkuva parantaminen ja ympäristönsuojelun tason nostaminen. Toiminnan haitallisten ympäristövaikutusten minimoimiseksi asetetaan tavoitteita, joilla pyritään päästöjen ja jätteiden ehkäisemiseen tai vähentämiseen sekä energiatehokkuuden parantamiseen. Ympäristötavoitteiden saavuttamista seurataan pitämällä kirjaa jätteiden määrästä, käsittelystä ja hyödyntämisestä. Tavanomaisten jätteiden keräys ja käsittely perustuvat esitettyihin menettelytapoihin ja ohjeisiin, jätteiden muodostumismäärän pitämiseen mahdollisimman pienenä sekä hyötykäyttöön menevän jätteen suhteellisen osuuden korkeana.

Parhaaseen saatavilla olevaan tekniikkaan liittyviä menettelyjä tullaan noudattamaan myös laitosyksiköiden käyttöiän jatkamiseen liittyvissä laiteuusinnoissa.

3.2.2. Rakennus- ja muutostyöt

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen vaatimat ylläpito- ja parannustyöt toteutetaan pitkän tähtäimen suunnitelman mukaisesti. Suunnitelmia tarkennetaan TVO:n järjestelmävastuun, kunnossapidon ja tarkastussuunnitelmiin perustuvien löydösten pohjalta.

Jo nykyisellään käyttöiän hallinnan osalta on käynnissä varavoimadieselien ja automaatiojärjestelmien uusinnat. Käyttöiän jatkamiseen liittyviä suuria päivityksiä ovat mm. muihin automaatiojärjestelmiin ja päägeneraattoriin sekä mekaanisten komponenttien uusintaan (venttiilit, pumput, lämmönvaihtimet) liittyvät investoinnit, jotka on huomioitu laitosyksiköille laaditussa pitkän tähtäimen suunnitelmassa. Nykyinen suunnitelma sisältää noin 100 tunnistettua muutosprojektia, joista suurin osa on ikääntymisen hallintaan liittyviä laite- ja järjestelmäuusintoja. Mittavimmat modernisointi- ja kunnostushankkeet toteutetaan huoltoseisokeissa noin 5 vuoden välein.

TVO:lla parhaillaan käynnissä olevassa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden automaatiojärjestelmien modernisoinnissa uusitaan reaktorin toimintaa säätelevia automaatiojärjestelmiä. Modernisoinnissa tullaan uusimaan reaktorin tehonmittaus- ja säätöjärjestelmät sekä reaktorin paineen- ja pinnansäätöjärjestelmät. Osa näistä on alkuperäistä tekniikkaa, osa on uusittu kertaalleen jo 1990-luvulla. Näiden lisäksi TVO:lla on meneillään reaktoriautomaation turvallisuustoimintojen uusintoja, joissa automaatiojärjestelmien toimintaan kuuluvia releekaapistoja vaihdetaan uusiin vastaavanlaisiin, kuin nyt laitoksella olevat. Järjestelmien toimintoja ei tässä yhteydessä muuteta, vaan uusinnoilla varmistetaan järjestelmien luotettava toiminta sekä korkea käytettävyys tulevaisuudessa. Laitekannan uusinnalla varmistetaan myös varaosien saatavuus ja tuotetuki pitkälle tulevaisuuteen.

Lisäksi laitosyksiköillä tehdään tavanomaisia rakennusten kunnonseurantaan perustuvia rakenteiden vaihtoja sekä muun muassa kattojen- ja pinnoitteiden-, tunnelirakenteiden-, jälkikiinnitysten- ja viemärien-, salaojien sekä vesialtaiden pinnoitusten uusintoja.

Käytön jatkamisen osalta rakennustöitä laitosyksiköiden ulkopuolella tehdään ainoastaan tapauksessa, jos KPA-varaston kapasiteettia laajennetaan (kuvattu luvussa 3.2.6).

3.2.3. Jäähdytysvesi

Voimalaitosyksiköt käyttävät jäähdytysvettä turbiinilauhduttimien jäähdytykseen. Jäähdytysvesi otetaan Olkiluodonveden rannasta Olkiluodon saaren ja OL1- ja OL2-laitosyksiköiden eteläpuolelta (Kuva 6). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttämä jäähdytysveden määrä on noin 38 kuutiota sekunnissa (m^3/s) laitosyksikköä kohden. Jäähdytysvesi lämpenee prosessissa nykyisin noin 10 °C, ja se johdetaan takaisin mereen saaren

länsipäässä sijaitsevaan Iso Kaalonperän lahdelle purkutunneleita ja poistokanavaa pitkin (Kuva 6). Jäähdytysveden laatu ei lämpötilan nousua lukuun ottamatta muutu ydinvoimalaitoksen läpi virratessa. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskimääräinen lämpökuorma mereen on noin 98 000 terajoulea (TJ) vuodessa. Viime vuodet lämpökuorma on pysynyt melko tasaisena.

Käyttöiän jatkaminen ei muuta jäähdytysveden hankintaa. Vesistöön johdettava lämpöteho sekä jäähdytysveden määrä ja lämpötila pysyvät samana. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat pysyvät nykyisellään.



3.2.4. Käyttö- ja jätevedet

Käyttövesi

Jäähdytysveden lisäksi ydinvoimalaitos tarvitsee raakavettä. Voimalaitosalueella tarvittava makea raakavesi otetaan Eurajoen alajuoksulta Tiironkosken yläpuolelta sekä Lapinjoesta. Vuonna 2023 Eurajoesta otettiin raakavettä 272 713 kuutiota (m^3) ja Lapinjoesta 6 920 m^3. Määrät vaihtelevat vuosittain. Eurajoesta otettu raakavesi pumpataan noin 9 kilometriä (km) ja Lapinjoesta noin 15 km pitkää putkea pitkin Olkiluotoon Korvensuon altaalle.

Korvensuolla vesi käsitellään hiekkasuodattimessa ja johdetaan sen jälkeen maarakenteiseen varastoaltaaseen, jonka kapasiteetti on noin 140 000 m^3. Raakavettä otetaan keskimäärin 268 000 m^3 vuodessa. Vedestä noin puolet käytetään talousvetenä ja puolet prosessi-, palovesi- ja muussa käytössä. Tarvittava täyssuolapoistettu prosessivesi valmistetaan täyssuolanpoistolaitoksella ioninvaihtotekniikalla.

Käyttöiän jatkaminen ei muuta voimalaitoksen nykyistä vuotuista veden tarvetta ja hankintaa.

Jätevedet

Voimalaitoksen talousjätevedet on johdettu joulukuusta 2023 lähtien siirtoviemärillä käsiteltäväksi Rauman kaupungin ja metsäteollisuuden yhteispuhdistamolle. Jätevesien käsittely suuremmassa yksikössä mahdollistaa jätevesien tehokkaamman puhdistamisen ja vähentää niistä aiheutuvaa vesistökuormitusta. Talousjätevesien vuosittainen kokonaismäärä on ollut noin 78 905 m^3, kun huomioidaan OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden keskiarvo vuosilta 2019–2023. Mereen johdettua fosforia on ollut 15, typpeä 3 642 ja BOD_{7ATU} 629 kilogrammaa vuodessa (kg/v). Määrät säilyvät siirtoviemäröidyssä jätevedessä samoina käytön jatkamisen tapauksessa.

Voimalaitoksella prosessijätevesiä syntyy lähinnä voimalaitosrakennuksien ja varastojen valvonta-alueilta tulevista vuoto-, vesitys-, huuhtelu- ja tyhjennysvesistä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskimääräinen prosessijätevesien määrä on ollut yhteensä noin 25 000 kuutiota vuodessa (m^3/v). Laitosyksiköiden prosessijätevedet johdetaan aktiivisuuspitoisuuskontrollin jälkeen jäähdytysvesien purkukanavaan. Prosessijätevesien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ja päästöt määritetään ulospumppaussäiliöistä ennen purkukanavaan johtamista otetuista näytteistä sekä ulospumppauksen aikana otetusta kokoomanäytteestä. Prosessijätevesien ravinnepäästöt mereen ovat arviolta olleet fosforin osalta noin 5 kg/v ja typen osalta 100 kg/v. Käyttöiän jatkaminen ei muuta prosessijätevesien määrää, koostumusta tai niiden käsittelyä.

Voimalaitosalueella syntyviä jätevesiä ovat esimerkiksi raakaveden käsittelylaitoksen ja suolanpoistolaitoksen vedet, nestemäisten jätteiden käsittelylaitoksen vedet sekä merivesipumppaamojen ketjukorisuodattimien huuhteluvedet. Nämä vedet johdetaan asianmukaisen käsittelyn jälkeen jäähdytysveden mukana purkutunnelin kautta mereen.

Sadevedet johdetaan sadevesiviemäriverkkoa käyttäen mereen. Laitosalueen pohjoisosan sadevesien purku on jäähdytysvesien purkukanavaan ja eteläosan sadevesien Olkiluodonveteen jäähdytysveden tulokanavan länsipuolelle. Mahdollisesti öljyyntyvät sadevedet käsitellään öljynerottimissa ennen viemäriverkkoon johtamista. Voimalaitosrakennusten perustusten salaojat johdetaan perusvesikaivojen kautta sadevesiviemäreihin tai poistokanavaan. Laitosalueen pinnat on tasattu niin, että poikkeuksellisessa tulva- tai rankkasadetilanteissa sadevedet eivät valu rakennusten sisälle eivätkä perustuksiin, vaan ne pääsevät valumaan suoraan mereen aiheuttamatta vahinkoa tai haittaa.

3.2.5. Ydinpolttoaineen hankinta

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden reaktorisydän koostuu 500 polttoainenipusta, säätösauvoista ja erilaisista detektoreista. Polttoaineniput sijaitsevat polttoainekanavissa, jotka ohjaavat reaktorin pääkiertovirtauksen polttoainesauvojen ympärille. Eri puolille reaktorisydäntä sijoitettujen neutronivuodetektorien avulla seurataan reaktorin toimintaa ja tehojakaumaa.

Jokaisessa polttoainenipussa on polttoainetyypistä riippuen noin 90–110 metallikuorista polttoainesauvaa. Polttoainesauvojen sisällä on uraanipolttoainetta. Uraanipolttoaine on uraanidioksidista (UO_2) valmistettuja pieniä sintrattuja tabletteja, joissa on fissiilin isotoopin U-235:n suhteen väkevöityä uraania. Polttoaineen väkevöinti on noin 3–5 %.

OL1- ja OL2-laitosyksiköt tarvitsevat polttoaineekseen yhteensä noin 36 tonnia (t) matalarikasteista uraania vuodessa. Käyttöiän jatkon tapauksessa vuosittain käytettävän ydinpolttoaineen määrä säilyy nykyisellä tasolla. Kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Jos käyttöä jatketaan vuodesta 2038 vuoteen 2048, kasvaa hankittavan ydinpolttoaineen kokonaismäärä yhteensä noin 378 uraanitonnia (tU). Jos käyttö jatkuu vuoteen 2058 on vastaava lisäys noin 757 tU.

TVO hankkii polttoaineensa hajautettua hankintaketjua käyttäen, ja jokaiselle ketjun vaiheelle on useita toimittajia. TVO:lla on pitkäaikaisia sopimuksia johtavien uraanin ja polttoaineen toimittajien kanssa, joita TVO seuraa ja arvioi jatkuvasti. Uraania hankitaan vain toimittajilta, jotka täyttävät TVO:n asettamat tiukat vaatimukset. Johtavilla uraanin toimittajilla on kaivostoimintaa useissa maissa. Eniten uraania tuottavat valtiot tällä hetkellä ovat Kazakstan, Kanada, Namibia ja Australia.

Polttoaine tuodaan Olkiluotoon valmiina polttoainenippuina. Tuoreen polttoaineen alhaisen säteilytason vuoksi pakkauksilta ei edellytetä säteilysuojeluominaisuuksia, joten se kuljetetaan laitosalueelle laiva- ja rekkakuljetuksina.

3.2.6. Käytetty ydinpolttoaine

Ydinpolttoaine muuttuu reaktorissa käytön aikana voimakkaasti säteileväksi, jolloin sen käsittely ja säilyttäminen vaativat erityistoimenpiteitä.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden reaktorisydämessä on 500 polttoainenippua, joista vaihdetaan vuosittain noin 90–110 polttoainenippua riippuen aina vuosihuoltojen välin vaihtelusta. Toiminnasta syntyy käytettyä ydinpolttoainetta vuodessa noin 18 tU per laitosyksikkö. Käyttöiän jatkamisen tapauksessa vuosittainen käytetyn ydinpolttoaineen kertymä pysyy nykyisellä tasolla, mutta sen kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Koko käyttöaikana syntyvä käytetyn ydinpolttoaineen määrä on nykyisessä toiminnassa noin 2 483 tU (v. 2038). Jos käyttöikää jatketaan vuoteen 2048 on käytetyn ydinpolttoaineen kokonaiskertymä yhteensä noin 2 861 tU ja vuoteen 2058 noin 3 240 tU.

Reaktorista poistamisen jälkeen käytettyä polttoainetta säilytetään muutamia vuosia reaktorirakennuksen vesialtaassa veden alla, jolloin sen aktiivisuus ja lämmöntuotto alenevat merkittävästi. Vesi toimii säteilysuojana ja jäähdyttää käytettyä polttoainetta. Tämän jälkeen käytetty polttoaine siirretään laitosalueella sijaitsevaan käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoon (KPA-varasto, Kuva 7). Polttoaineen siirrot reaktorirakennuksen ja KPA-varaston välillä tehdään käyttäen erikoiskuljetussäiliötä, joka suojaa säteilyltä.

KPA-varastorakennuksessa on tällä hetkellä 7 varastoallasta. Neljä allasta on varattu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden polttoaineelle, kaksi allasta OL3-laitosyksikön polttoaineelle ja yksi allas toimii vara-altaana (ns. evakuointiallas). Tämänhetkinen kokonaisvarastointikapasiteetti on 12 400 nippua OL1- ja OL2-laitosyksiköiden polttoaineelle sekä 1 600 nippua OL3-laitosyksikölle. Yhteensä 14 000 nipussa on uraania noin 3 040 tU. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstä on syntynyt vuoteen 2023 mennessä yhteensä 10 118 nippua käytettyä ydinpolttoainetta. Käytetystä polttoaineesta säilytetään tällä hetkellä 8 770 nippua KPA-varastolla ja 1 348 nippua OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vesialtaissa.

KPA-varastolla polttoainetta jäähdytetään vesialtaissa. Altaiden jäähdytys on varmistettu kahdella rinnakkaisella jäähdytysjärjestelmällä, joista normaalisti ainoastaan toista käytetään. Polttoaineesta veteen siirtyvä lämpö siirretään lämmönvaihtimella välijäähdytyspiiriin ja siitä edelleen lämmönvaihtimen välityksellä merivesijäähdytyspiiriin. Kaikki jäähdytyspiirit ovat erillisiä, eikä niissä oleva vesi joudu kosketuksiin muiden piirien vesien kanssa. KPA-varaston jäähdytysvesi otetaan ja puretaan Olkiluodonveteen omia otto- ja purkuputkia pitkin (Kuva 8). Jäähdytysvettä otetaan noin 50 litraa sekunnissa (l/s) ja puretaan saman verran. KPA-varaston jäähdytysjärjestelmä on mitoitettu enintään 2 100 kilowatin (kW) jälkilämmölle. Tällä hetkellä KPA-varastolla olevan käytetyn polttoaineen jälkilämpö on noin 1 600 kW, jolloin mereen palautettavan jäähdytysveden lämpötila on noin 7,6 astetta otetun veden lämpötilaa suurempi.

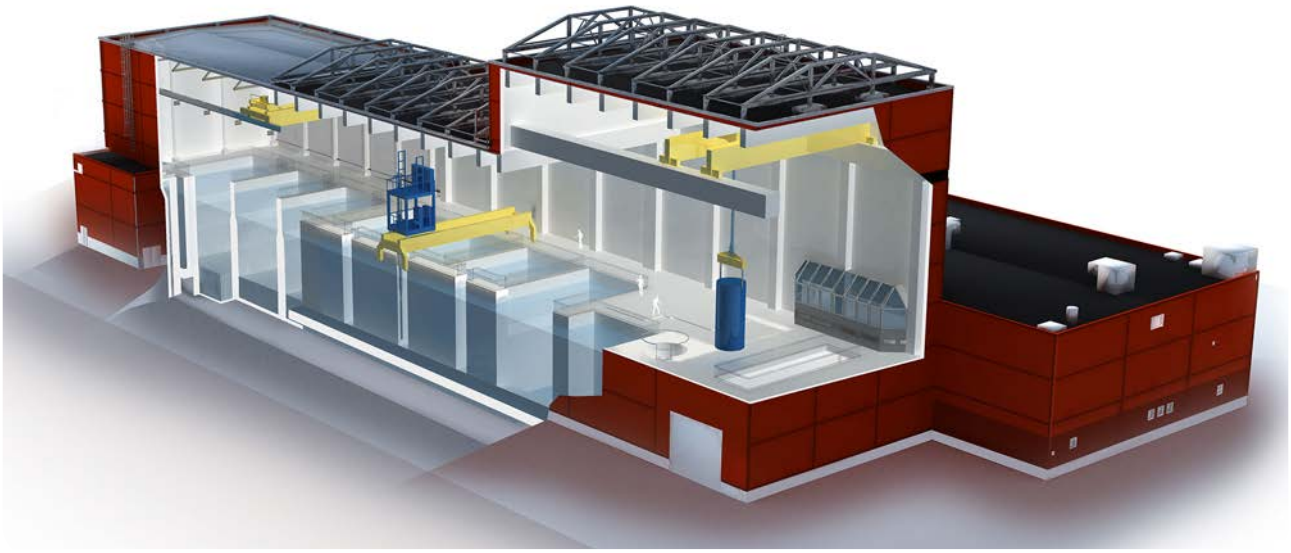
KPA-varastossa polttoaineniput varastoidaan vesialtaissa useiden vuosikymmenien ajan, kunnes niiden aktiivisuus ja lämmöntuotto ovat riittävän alhaiset, jotta ne voidaan siirtää Posivan käytetyn polttoaineen kap-

selointi- ja loppusijoituslaitokselle. Siellä käytetty polttoaine pakataan ja suljetaan loppusijoituskapseleihin ja siirretään sen jälkeen käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitokseen, joka sijaitsee yli 400 metrin (m) syvyydessä maanpinnan alapuolella.

Jos Posiva aloittaa loppusijoittamisen nykyisen suunnitelman mukaisesti 2020-luvulla, riittää KPA-varaston kapasiteetti myös käytön jatkamisen tapauksessa. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi jostain syystä merkittävästi, tulee KPA-varaston varastointikapasiteettia nostaa.

Varastokapasiteetin nosto voidaan toteuttaa esimerkiksi laajentamalla nykyistä KPA-varastoa ja rakentamalla nykyisten altaiden jatkoksi uusia altaita. Tämä vastaa käytännössä 2010-luvulla tehtyä KPA-varaston laajennusta, jossa KPA-varastolle lisättiin kolme uutta allasta. Laajennuksessa rakennetaan tarvittava määrä uusia altaita sekä niiden jäähdytykseen tarvittava putkisto. Otto- ja purkupisteet säilyvät nykyisellään. Jos KPA-varastolle rakennettaisiin kolme uutta allasta, nostattaisi tämä noin 50 % nykyistä lämpökuormaa. Tällöin merestä otettavaa ja sinne palautettavaa jäähdytysveden virtausmäärää kasvatetaan vastaavasti, jolloin mereen palautettavan veden lämpötila ei nouse nykyisestä.

Mahdollisen KPA-varaston laajennuksen rakennustöiden arvioidaan kestävän noin kaksi vuotta. Rakennustöiden aikana liikennemäärät kasvaisivat arvion mukaan noin 5 kuorma-autolla vuorokaudessa ja henkilöliikenne noin muutamalla kymmenellä ajoneuvolla vuorokaudessa. Kuljetuksista muutamat ovat erikoiskuljetuksia.



Kuva 7. Nykyinen käytetyn polttoaineen varasto (KPA-varasto).

3.2.7. Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte

Käytetyn ydinpolttoaineen lisäksi ydinvoimalaitoksen käytössä syntyy hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisia voimalaitosjätteitä.

Keskiaktiivisten jätteiden aktiivisuuspitoisuus on yli 1 megabecquereliä kilogrammassa (MBq/kg) mutta ei yli 10 gigabecquereliä kilogrammassa (GBq/kg) ja niiden käsittely edellyttää tehokkaita säteilysuojelujärjestelyjä. Voimalaitoksella syntyvät keskiaktiiviset jätteet ovat pääosin nestemäisiä radioaktiivisia jätteitä, joita syntyy voimalaitoksen käytön aikana radioaktiivisista prosessi- ja viemärijärjestelmistä. Nestemäisiä jätteitä ovat pro-

sessijärjestelmien puhdistukseen käytettävät ioninvaihtomassat, viemärivesien haihdutuskonsentraatti sekä erilaiset lietteet ja sakat, joita syntyy muun muassa säiliöiden puhdistustöissä.

Voimalaitoksen nykyisessä toiminnassa suurin osa voimalaitoksen valvonta-alueella syntyvästä radioaktiivisesta jätteestä on matala-aktiivista jätettä. Tämä jäte koostuu lähinnä huoltojätteestä (mm. eristemateriaali, koneiden ja laitteiden osat, käytetyt työkalut ja pakkausmateriaali). Matala-aktiivisten jätteiden aktiivisuuspitoisuus on alle 1 MBq/kg ja niitä voidaan käsitellä ilman erityisiä säteilysuojelujärjestelyjä.

Voimalaitoksella muodostuu myös hyvin matala-aktiivista jätettä, jonka aktiivisuus on alle 100 kilobecquereliä kilogrammassa (kBq/kg). Lisäksi osa on ns. valvonnasta vapautettavaa jätettä, joka voidaan matalan radioaktiivisuutensa ansiosta vapauttaa ydinenergialain 27 c § mukaisesti valvonnasta ja jatkokäsitellä kuten tavanomaista teollisuusjätettä.

Suurin osa näistä jätteistä pakataan heti käsittelyä, varastointia ja loppusijoitusta varten. Hyvin matala-aktiivinen jäte paalataan tai pakataan suoraan kontteihin ja sijoitetaan HMAJ-välivarastoalueelle KAJ-varaston päätyyn odottamaan loppusijoitusta. Voimalaitoksen valvonta-alueella syntyneitä jätteitä varastoidaan väliaikaisesti voimalaitosyksiköiden jäterakennusten varastoissa ja reaktorirakennuksen polttoainealtaissa, KAJ- ja MAJ-varastoissa sekä vähäisissä määrin myös KPA-varastossa. MAJ-varastolla kuivan matala-aktiivisen huoltojätteen kokoonpuristuva osa pakataan sellaisenaan tai paloitellaan ja pakataan 200 litran (l) terästynnyreihin, jotka edelleen puristetaan puoleen alkuperäisestä tilavuudestaan. Kontaminoitunut metalliromu dekontaminoidaan, paloitellaan ja puristetaan tarvittaessa sekä pakataan tynnyreihin tai betonilaatikoihin. Keskiaktiiviset vesienpuhdistuksessa syntyvät ioninvaihtohartsit bitumoidaan ja muut nestemäiset jätteet kiinteytetään betonin avulla terästynnyreissä. Jätteet kuljetetaan siihen suunnitelluilla ajoneuvoilla voimalaitoksesta KAJ- ja MAJ-varastoihin sekä sieltä edelleen loppusijoitettavaksi. Aktiivisuussisällön perusteella voimalaitosjätteet loppusijoitetaan joko VLJ-luolaan tai suunnitteilla olevaan HMAJ-maaperäloppusijoitustilaan.

VLJ-luola koostuu kahdesta kalliosiilosta, niitä yhdistävästä hallista ja aputiloista, jotka on rakennettu 60-100 m syvyyteen kallioperään. Matala-aktiiviset jätteet sijoitetaan betonilaatikoissa toiseen ja keskiaktiiviset jätteet betonilaatikoissa toiseen kalliosiiloon, johon on rakennettu myös teräsbetoninen siilo. Keskiaktiivisten jätteiden betonisiiloon mahtuu päällekkäin 31 kerrosta betonilaatikoita. Laatikoiden yhteenlaskettu sisätilavuus on 6 400 m^3. Matala-aktiivisten jätteiden siiloon mahtuu yhtä monta kerrosta betonilaatikoita, mutta niiden yhteenlaskettu sisätilavuus on 9 100 m^3.

Matala- ja keskiaktiiviset jätteet on tähän mennessä loppusijoitettu VLJ-luolaan. Merkittävä osa VLJ-luolaan sijoitetusta jätteestä on hyvin matala-aktiivista jätettä (<100 kBq/kg). Tällaisen jätteen sijoittaminen kallioperään ei ole tarkoituksenmukaista, sillä VLJ-luolan suojaustaso on jätteen aktiivisuuteen nähden ylimitoitettu. Suunnitteilla on, että hyvin matala-aktiivinen jäte voidaan jatkossa loppusijoittaa erilliseen HMAJ-tilaan, joka on suunniteltu 10 000 m^3 jätemäärälle. Tämä pienentää merkittävästi VLJ-luolaan loppusijoitettavan jätteen määrää. Maaperäloppusijoitus HMAJ-tilaan on nykyisten aikataulujen mukaan alkamassa 2020-luvulla.

Käytön jatkamisen tapauksessa hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisia voimalaitosjätteitä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnasta kertyy noin 50 m^3 vuodessa kuten nykyisin. Laitosyksiköiden voimassa olevien käyttölupien loppuun arvioitu kokonaiskertymä on yhteensä noin 8 250 m^3 (v. 2038). Käytön jatkamisen tapauksessa jätettä kertyy vuoteen 2048 mennessä noin 8 750 m^3 ja vuoteen 2058 noin 9 250 m^3.

Jätehuollon menetelmät pysyvät voimalaitoksen käyttöä jatkettaessa pääsääntöisesti samoina kuin nykyään. VLJ-luolan kapasiteetin arvioidaan riittävän myös OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen.



VLJ-luolan suunnittelussa on varauduttu tilojen laajentamiseen matala- ja keskiaktiivisille käytöstäpoistojätteille Olkiluodon voimalaitoksen käytöstäpoiston tullessa ajankohtaiseksi. VLJ-luolan laajennussuunnitelmia tarkennetaan määräajoin, kun uutta tietoa ja käyttökokemusta on saatavilla. Kun VLJ-luolan laajennus tulee ajankohtaiseksi, se luvitetaan viranomaissäädösten mukaan.

3.2.8. Tavanomaiset jätteet

Ydinvoimalaitoksella, kuten muissakin teollisuuslaitoksissa, syntyy tavanomaisia jätteitä (esimerkiksi paperi-, muovi- ja biojätettä sekä puujätettä ja metalliromua) sekä vaarallisia jätteitä (esimerkiksi sähkö- ja elektroniikkaromua, jäteöljyjä, kemikaaleja ja akkuja), jotka eivät ole radioaktiivisia. Kaikki Olkiluodossa syntyneet jätteet lajitellaan ja käsitellään. Lajitellut jätteet ohjataan ensisijaisesti materiaalihyötykäyttöön ja toissijaisesti energiahyötykäyttöön. Jätteistä huolehditaan lainsäädännön ja Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristöluvan edellyttämällä tavalla.

Vuosittaiset jätemäärät vaihtelevat vuosihuollossa toteutettavien töiden laajuuden mukaan. Vuonna 2023 syntyneet tavanomaisten jätteiden jätemäärät on esitetty oheisessa taulukossa. Käytön jatkamisen tapauksessa nykyisiin jätelajeihin, niiden määriin tai käsittelyyn ei tule muutoksia.

Vuonna 2023 Olkiluodon voimalaitokselta syntyi yhteensä 2 578 t materiaali- ja energiahyötykäyttöön menevää jätettä ja 242 t vaarallista jätettä, josta materiaalina hyödynnettävää vaarallista jätettä oli 74 t. Vaarallista jätettä pyritään vähentämään muun muassa kemikaalien optimaalisella käytöllä. Kaatopaikkajätettä ei voimalaitoksella synny ollenkaan. Vuodesta 2024 lähtien jätemäärä vähenee oleellisesti, sillä jätevedenpuhdistamon toiminnan päätyttyä sieltä ei tule enää jätelietettä. Sen määrä oli 1 399 t vuonna 2023. (Taulukko 7)

Jäähdytysveden mukana voimalaitokselle kulkeutunut kiintoaines eli kalat, levä ja muu välpe poistetaan vedestä karkea- ja hienovälppien sekä ketjukorisuodattimien avulla. Välppeen talteenottolaitokselta biojäte toimitetaan käsittelyyn ulkopuoliselle jätehuoltoyhtiölle. Vuonna 2023 OL1- ja OL2-laitosyksiköiden välppeen talteenottolaitoksella kerättiin yhteensä 42 t välpettä.

Taulukko 7. OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden vuosittaiset jätemäärät vuonna 2023.

Tavanomaiset jätteet OL1, OL2 ja OL3	2023 (t)
Sekajäte energiaksi	108
Kaatopaikkajäte TVO:n kaatopaikalle	0
Paperi ja pahvi	78
Energiajäte	130
Biojäte	95
Puu	212
Metalli	158
Lasi	0,4
Muovi	3
Kaapeliromu	13
Tiili- ja betonimurske	53
Välpe	73
Vaaralliset jätteet [1)]	242
Jäteliete [2)]	1 581



[1)] Sisältää materiaalina hyödynnettyä vaarallista jätettä 72 t.
[2)] Jäteliete jätevedenpuhdistamolta, hiekkavesiseos ja simpukkavesiseos (kiintoainepitoisuus 8–10 %)

3.2.9. Kemikaalit

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä käytetään erilaisia kemikaaleja mm. varavoimadieseleiden ja kattilalaitoksen polttoaineena, vesien käsittelyssä ja runkopolyypin torjunnassa. Lisäksi kemikaaleja käytetään muun muassa laitteiden ja putkistojen puhdistukseen. Eniten käytettyjä kemikaaleja ovat mm. öljyt, typpi, natriumhypokloriitti, natriumhydroksidi sekä rikkihappo. Käytön jatkamisen tapauksessa nykyisin käytössä olevien kemikaalien käyttö jatkuu, eikä niiden käyttö- tai varastointimääriin tule muutoksia. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskeisimpien kemikaalien nykyiset käyttömäärät ja käyttötarkoitukset on esitetty seuraavan sivun taulukossa (Taulukko 8).

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen kemikaalien teollinen käsittely ja varastointi on laajamittaista. Olkiluodon ydinvoimalaitos on vaarallisten kemikaalien teollisesta käsittelystä ja varastoinnista annetun asetuksen (855/2012) mukainen turvallisuusselvityslaitos. Turvallisuusselvityslaitos on velvollinen laatimaan turvallisuusselvityksen ja toimittamaan sen Turvallisuus- ja kemikaalivirastolle (Tukes). Velvollisuus perustuu aineiden määriin ja ominaisuuksiin. Olkiluodon ydinvoimalaitoksella selvitysvelvoitteen perustana on OL3-laitosyksiköllä käytettävä hydratsiini, joka on luokiteltu myrkylliseksi ja ympäristölle vaaralliseksi kemikaaliksi.

Taulukko 8. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskeisimpien kemikaalien nykyiset käyttömäärät ja käyttötarkoitukset.

Kemikaali	Keskimääräinen käyttömäärä vuodessa (t)	Käyttötarkoitus
Rikkihappo	18	Ioninvaihtimien elvytyskemikaali suolanpoistolaitoksella
Natriumhydroksidi	14	Ioninvaihtimien elvytyskemikaali suolanpoistolaitoksella
Ioninvaihtohartsit	14	Prosessivedenpuhdistus
Natriumhypokloriitti (100 %)	8	Runkopolyypintorjunta
Glykoli	5	Jäätymisenestoaine
Typpi	140	Suojarakennuksen typpitäyttö
Bitumi	14	Prosessijätteen kiinteytys-/sidosaine
Kevyt polttoöljy	255	Varavoimadieselien ja varalämpökattilalaitoksen polttoaine

3.2.10. Radioaktiivisten aineiden päästöt ja niiden rajoittaminen

Ydinvoimalaitoksella syntyvien radioaktiivisten kaasujen käsittelyssä kaasut kerätään, suodatetaan ja viivästetään radioaktiivisuuden alentamiseksi. Pieniä määriä radioaktiivisia aineita sisältäviä kaasuja johdetaan hallitusti ilmanvaihtopiipun kautta ilmaan. Voimalaitoksen käytön aikaiset radioaktiiviset päästöt ilmaan koostuvat lähinnä jalokaasuista, jodista, aerosoleista, tritiumista ja hiili-14-isotoopista. Olkiluodon laitosyksiköiden radioaktiiviset päästöt ilmaan alittavat selvästi viranomaisen hyväksymät päästörajat. Oheisessa taulukossa (Taulukko 9) on esitetty OL1- ja OL2-laitosyksiköiden radioaktiivisten aineiden päästöjen ilmaan vaihteluväli vuosina 2007–2023. Toteutuneiden päästöjen vaihteluvälin suurimmat arvot ovat liittyneet esimerkiksi harvoin esiintyneisiin polttoainevuotoihin. Käytön jatkamisen tapauksessa radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan säilyvät samalla tasolla kuin nykyisin.

Taulukko 9. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan. Vaihteluväli vuosina 2007–2023.

Päästölaji	Minimi (TBq/v)	Maksimi (TBq/v)	Päästöraja (TBq/v)
Jalokaasut	0	9,7	9 420
Jodi	0,00000008	0,002	0,1
Aerosolit	0,000007	0,2	Ei päästörajaa
Hiili-14	0,6	1,2	Ei päästörajaa
Tritium	0,2	2,7	Ei päästörajaa

Suurin osa ympäristöön pääsevistä radionuklideista on lyhytikäisiä, ja niitä havaitaan ympäristön säteilyvalvonnan yhteydessä vain voimalaitoksen lähiympäristössä. Sallittu radioaktiivisten aineiden päästö lähiympäristöön on määritelty niin, ettei laitoksen lähistöllä asuva saa saada suurempaa kuin 0,1 mSv säteilyannosta vuodessa. Päästöistä aiheutunut laskennallinen annos on ollut vain murto-osa sallitusta säteilyannoksesta.

Ydinvoimalaitoksen käytön aikaiset radioaktiiviset päästöt mereen muodostuvat pääasiassa käsitellyistä prosessivesistä, valvonta-alueen viemäröintivesistä ja valvonta-alueen suojavaatteiden pesulan jätevesistä. Olkiluodon laitosyksiköiden radioaktiiviset päästöt mereen alittavat selkeästi viranomaisen hyväksymät päästörajat (Taulukko 10). Ennen hallittua johtamista mereen vedet käsitellään ja viivästetään radioaktiivisuuden alentamiseksi. Aktiivisuus mitataan, ja vesien johtaminen mereen on mahdollista vain viranomaisen hyväksymien aktiivisuusrajojen alittuessa. Voimalaitokselta mereen kontrolloidusti päästettävä pieniä määriä

radioaktiivisuutta sisältävä vesi sekoittuu jäähdytysveden purkukanavassa jäähdytysvesivirtaukseen ja laimenee merkittävästi. Käytön jatkamisen tapauksessa radioaktiivisten aineiden päästöt mereen säilyvät samalla tasolla kuin nykyisin.

Taulukko 10. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden radioaktiivisten aineiden päästöt vesistöön. Vaihteluväli vuosina 2007–2023.

Päästölaji	Minimi (TBq/v)	Maksimi (TBq/v)	Päästöraja (TBq/v)
Fissio- ja aktivoitumistuotteet	0,00008	0,0006	0,3
Tritium	1,3	2,5	18,3

3.2.11. Muut päästöt ilmaan

Voimalaitoksen tavanomaiset päästöt ilmaan muodostuvat varavoimadieseleiden ja varalämpökattiloiden päästöistä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden viimeisen kolmen vuoden keskiarvolla lasketut kasvihuonekaasupäästöt (CO_{2e}) ovat olleet 914 tonnia vuodessa (t/v), typen oksidipäästöt (NO_x) 1,2 t/v, rikkidioksidipäästöt (SO_2) 0,0 t/v ja hiukkaspäästöt 0,1 t/v. OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on käynnissä parhaillaan varavoimadieselien (8 kpl) uusinta, mikä on nostanut tilapäisesti niiden ilmapäästöjä käyttöönoton yhteydessä tehtyjen koeajojen takia. Käytön jatkamisen tapauksessa päästöt ilmaan säilyvät samalla tasolla kuin nykyisin.

Varavoimadieseleiden tehtävänä on varmistaa automaattisesti ydinvoimalaitoksen sähkönsaanti mahdollisessa, mutta epätodennäköisessä sähkönmenetystilanteessa. Turvallisuuden varmistamiseksi dieseleitä koekäytetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten mukaisesti, joten niiden päästöjä ei voida vähentää.

Lisäksi päästöjä ilmaan muodostuu voimalaitoksen henkilö- ja huoltoliikenteestä sekä erilaisista kuljetuksista.

3.2.12. Liikenne

Työmatkaliikenne muodostaa pääosan Olkiluodon voimalaitokselle suuntautuvasta liikenteestä. Olkiluodon voimalaitosalueella (OL1, OL2 ja OL3 sekä Posiva) työskentelee yhteensä reilu 1 000 henkilöä, jotka saapuvat töihin pääosin autolla. Etätyökäytännöt ovat vähentäneet työmatkaliikennettä. Osa käyttää työmatkustamiseen myös bussia. Bussikuljetuksia on järjestetty Olkiluotoon Raumalta, Eurajoelta ja Porista. Työmatkaliikenne ajoittuu pääosin klo 7–9 ja klo 16–17 väliseen aikaan. Vuosihuoltojen aikana laitoksella käyvien työntekijöiden määrä kasvaa noin 1 000 henkilöllä.

Voimalaitosalueen sisällä on tavarakuljetuksia sekä voimalaitosjätteen kuljetuksia VLJ-luolaan sekä käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja KPA-varastoon. Kuljetukset ajoittuvat pääosin arkipäiviin klo 9–16 väliselle ajalle. Käytetyn ydinpolttoaineen siirtojen KPA-varastolta Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokseen on arvioitu alkavan 2020-luvun aikana.

Käytön jatkamisen tapauksessa liikennemäärät säilyvät nykyisellä tasolla.

3.2.13. Melu

TVO:n kolmen voimalaitosyksikön pääasiallisia melulähteitä ovat turbiinit ja puhaltimet, joiden aiheuttama melu on tasaisena jatkuvaa hurinaa. Lisäksi varavoimadieselgeneraattorit aiheuttavat ajoittain koestus- tai tarvetilanteissa matalataajuista melua. Voimalaitoksen ympäristön melua on kartoitettu melumittauksilla, joissa ympäristömelu on lähimmällä loma-asunnolla ollut vuosina 2020–2023 39,4–42,1 desibeliä (dB). Tämä on ollut alle valtioneuvoston asettamien melun ohjearvojen. TVO:n pääportin kohdalla on vuosien varrella mitattu

korkeita melutasoja johtuen ohikulkevasta liikenteestä (vaihteluväli v. 2020–2023 ollut 48,6–56,3 dB). Käytön jatkamisen tapauksessa melutilanteeseen ei tule muutoksia.

3.3. Lämpötehon korottaminen



Luvussa 3.2 kuvattu käyttöiän jatkamiseen liittyvää toimintaa, joka on OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyisen käytön kaltaista vuoteen 2048 ja 2058 saakka. Tässä luvussa kuvataan lämpötehon korottamisen tuomia lisämuutoksia nykytilanteeseen verrattuna.

3.3.1. Käyttöiän hallinta ja kunnossapito

Tehonkorotuksella ei ole vaikutuksia käyttöiän hallintaan, vaan mikäli TVO päättää toteuttaa tehonkorotuksen, laitosyksiköiden käyttöiän hallintaan pätevät luvussa 3.2.1 kuvatut toimenpiteet.

3.3.2. Rakennus- ja muutostyöt

Tehonkorotushankkeessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden reaktorin lämpötehoa korotettaisiin nykyisestä 2 500 MW:sta 2 750 MW:iin. Tehonkorotus toteutettaisiin reaktorin ajoaluetta laajentaen kasvattamalla reaktorin pääkiertovirtausta nykyisestä 8 360 kilogrammaa sekunnista (kg/s) uuteen 10 000 kg/s. Reaktorin lisääntyvä lämpöteho nostaa höyryntuottoa ja kasvattaa siten pääprosessin virtauksia. Reaktorin lämpötehon nosto voidaan toteuttaa olemassa olevien järjestelmien muutoksilla ja uudelleenparametrisoinnilla ilman, että niiden toiminnallisuutta olennaisesti muutetaan. Kaikissa tehonkorotuksen osana toteutettavissa laitosmuutosprojekteissa uusittavat laitteet suunnitellaan huomioiden pidennetty käyttöikä.

Reaktorin pääkiertovirtauksen nostaminen on mahdollista 2010-luvun lopulla uusittujen reaktorin pääkiertopumppujen, sekä vuosina 2027–2028 uusittavien reaktorin höyrynerottimien ansiosta. Pääkiertovirtauksen nosto tapahtuu pumppujen toimintaa ohjaavien taajuusmuuttajien uudelleenparametrisoinneilla. Parametrisoinnit tehdään normaalin vuosihuollon aikana eivätkä ne vaadi erityistoimenpiteitä. Höyrynerotin on yksi reaktorin sisäosista, jotka poistetaan aina vuosittain normaalisti vuosihuollossa polttoaineenvaihdon yhteydessä, joten sen uusinnassa asennetaan uusi komponentti vanhan tilalle, joka jätetään varastoon ja romutetaan tulevaisuudessa.

Tehonkorotuksen mahdollisuus on huomioitu jo aikaisemmin laitosyksiköiden laiteuusintoja tehtäessä. Tämän ansiosta tehonkorotus ei enää vaadi suuria laite- tai järjestelmäuusintoja. Tehonkorotuksen yhteydessä kasvava jälkilämmöntuotto vaatii jälkilämmönpoistojärjestelmien pumppujen kapasiteetin kasvattamista. Tämä on komponenttien uusinnalla toteutettava järjestelmämuutos ja vastaavanlainen kuin eliniän hallinnallisista syistä tehtävät laiteuusinnat. Näitä on tehty useisiin laitoksen järjestelmiin, jotta on varmistettu laitoksen luotettavuus ja korkea käytettävyys. Tehonkorotuksen turvallisuusparannuksena on selvitelty mahdollisuutta parantaa häiriötilanteiden hallintaa uudella syöttövesilähteellä ja tehtyjen analyysien perusteella tämä on suunniteltu toteutettavaksi osana mahdollista tehonkorotusta. Tehtyjen analyysien perustella generaattori sekä sähköjärjestelmät, joilla kasvanut sähköteho johdetaan valtakunnan verkkoon, vaativat vielä parannuksia ja laiteuusintoja. Nämä toteutetaan ennen tehonkorotuksen toteutusta normaalien vuosihuoltojen uusintojen yhteydessä. Turbiinilaitoksella kasvaneet prosessivirtaukset tulevat vaatimaan joidenkin komponenttien uusimisia, jotka toteutetaan myös tehonkorotusta edeltävissä vuosihuolloissa.

Yhteenvetona laitoksella toteutettavista muutoksista voidaan sanoa, että itse pääprosessi pysyy tehonkorotuksessa samana kuin nykyään ja ainoastaan pääprosessin virtaukset tulevat kasvamaan. Tämä aiheuttaa myös tarpeen uudelleen parametrisoida laitoksen suojaus- ja säätöjärjestelmiä vastaamaan uusia käyttöolosuhteita. Nämä muutokset tehdään ennen tehonkorotusta.

Kasvanut pääkiertovirtaus aiheuttaa sen, että tietyistä valtakunnan sähköverkon häiriötilanteista aiheutuva hetkellinen notkahdus OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sähkötehossa kasvaa. Hetkellistä tehonnotkahdusta kompensoimaan on suunniteltu uuden akkuenergiavaraston rakentamista. Tällä varmistettaisiin valtakunnan verkon toimivuus häiriötilanteissa.

Tehonkorotuksen vaatimat muutostyöt toteutettaisiin pääosin laitosyksiköiden sisäpuolella. Ainoat laitosyksiköiden ulkopuolella toteutettavat rakentamista vaativat muutokset ovat laitosyksiköiden turvallisuutta parantavan uuden dieselkäyttöisen lisävesijärjestelmän toteutus sekä uuden akkuenergiavaraston rakentaminen.

Tehonkorotukseen liittyen laitosalueelle tulee rakentaa erillinen dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä, jota käytettäisiin mahdollisessa, mutta hyvin epätodennäköisessä laitoksen vaihtosähkön menetystilanteessa. Lisävesijärjestelmällä huolehditaan reaktorin jäähdytyksestä. Lisävesijärjestelmä koostuu seuraavista rakenteista:

- molemmille laitosyksiköille yhteisestä täyssuolanpoistetun veden lisävesisäiliöstä (noin 1 300 m^3, korkeus on noin 11,5 m)
- 2 kpl pumppuyksikköä (yhden tilavuus 91,5 m^3, korkeus noin 3 m)
- 2 kpl polttoainesäiliökonttia (yhden tilavuus 69 m^3, korkeus noin 3 m).

Pumppuyksiköt on tarkoitus sijoittaa omiin kontteihinsa vesisäiliön läheisyyteen. Lisävesijärjestelmään liittyvät rakennelmat ovat muihin laitosalueella oleviin rakennuksiin nähden pienikokoisia. Lisävesijärjestelmän rakenteiden sijoittuminen laitosalueelle on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 8).

Uusi kantaverkon tukemiseen käytettävä akkuenergiavarasto on suunniteltu olevan samankaltainen kuin voimalaitosalueella jo nykyisin oleva (Kuva 9). Se koostuisi akkuja sisältävästä rakennuksesta ja tehomuuntajasta, jonka kautta liitytään kantaverkkoon. Laitosyksiköiltä akkuenergiavarastolle rakennetaan maakaapelireitti. Kokoluokaltaan tuleva akkuenergiavarasto olisi samankokoinen kuin nykyinen akkuenergiavarasto. Uuden akkuenergiavaraston on suunniteltu sijoittuvan OL3-laitosyksikön parkkipaikan viereiselle alueelle ja on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 8).

Lisäksi on mahdollista, että tehonkorotuksen tapauksessa KPA-varaston kapasiteettia laajennetaan kuten käyttöiän jatkamisen osalta on kuvattu luvussa 3.2.6.

Laitosyksiköiden ulkopuolella toteutettavien uuden akkuenergiavaraston ja lisävesijärjestelmän rakennustöiden arvioidaan kestävän noin 2–3 vuotta. Rakennustöiden aikana liikennemäärät kasvaisivat arvion mukaan noin 5 kuorma-autolla vuorokaudessa ja henkilöliikenne noin muutamalla kymmenellä ajoneuvolla vuorokaudessa. Kuljetuksista muutamat ovat erikoiskuljetuksia.



Kuva 8. Uuden lisävesijärjestelmän ja akkuenergiavaraston alustava sijoittuminen alueelle sekä nykyisen KPA-varaston ja sen jäähdytysveden otto- ja purkupisteiden paikat.



Kuva 9. Nykyinen alueella oleva akkuenergiavarasto.

3.3.3. Jäähdytysvesi

Tehonkorotuksen myötä vesistöön johdettava jäähdytysveden määrä pysyy samana kuin nykyisessä toiminnassa (38 m^3/s per laitosyksikkö), mutta vesistöön johdettava lämpökuorma kasvaa vuositasolla arviolta noin 98 000 terajoulesta noin 109 000 terajouleen. Jäähdytysveden lämpötilan nousu on tehonkorotuksen tapauksessa noin 11 °C, kun nykyisessä toiminnassa se on noin 10 °C. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat pysyvät nykyisellään.

Mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila on vaihdellut laitosmuutosten seurauksena ennenkin. Esimerkiksi aiemmassa tehonkorotuksessa 1990-luvulla (Kuva 1) mereen purettava lämpöteho kasvoi noin 420 MW ja jäähdytykseen käytettävän veden lämpötila nousi 1,7 °C. 2000-luvulla tehtyjen hyötysuhdeparannusten ja merivesipumppujen uusinnan vaikutuksesta jäähdytysveden virtaama (30 m^3/s) kasvoi 38 m^3/s. Mereen purettavan jäähdytysveden lämpötila laski aiemmasta noin 13 celsiusasteesta noin 10 asteeseen.

3.3.4. Käyttö- ja jätevedet

Lämpötehon korottaminen ei muuta voimalaitoksen nykyistä vuotuista veden tarvetta ja hankintaa eikä vuotuisia jätevesiä tai niiden käsittelyä.

3.3.5. Ydinpolttoaineen hankinta

Lämpötehon korottamisen tapauksessa vuosittain hankittavan ydinpolttoaineen määrä ei muutu. Kokonaismäärä kasvaa vastaavasti kuin käyttöiän jatkamisen tapauksessa (luku 3.2.5). Reaktorissa käytettävä ydinpolttoaine on hyväksytettävä uudelle reaktoriteholle ja tämä tullaan tekemään ennen tehonkorotusta yhteistyössä TVO:n polttoainetoimittajien kanssa.

3.3.6. Käytetty ydinpolttoaine

Tehonkorotuksen tapauksessa vuosittain käytettävän ydinpolttoaineen määrä ei kasva vaan vuosittain reaktorista poistettavan polttoaineen määrä pysyy nykytasolla (18 t/v). Kokonaiskertymä kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan kuten käyttöiän jatkamisen osalta on kuvattu.

Tehonkorotuksen yhteydessä toteutetaan polttoaineteknisiä muutoksia, jotka liittyvät mm. reaktorista poistettavan polttoaineen rikastusasteen sekä palaman nostoon. Polttoaineen valmistajan toteuttaman rikastusasteen nostossa polttoaineen sisältämän fissiokelpoisen uraanin määrää kasvatetaan. Tällöin laitoksella käytettävästä polttoaineesta otettavan lämpötehon määrää voidaan kasvattaa 10 %:lla. Muutosten ansiosta vuosittain poistettavien polttoainenippujen lukumäärä pysyy nykyisellä tasolla.

Polttoaineen palaman nosto kasvattaa polttoainenippujen jälkilämmön tuottoa noin 10 %. Reaktorista poistamisen jälkeen polttoainenippuja säilytetään reaktorirakennuksen polttoaineiden varastointialtaissa, kunnes ne voidaan siirtää KPA-varastolle. Kohonnut jälkilämpö kasvattaa KPA-varaston jälkilämmönpoistotarvetta vastaavalla määrällä. Merestä otettavaa ja sinne palautettavaa jäähdytysveden virtausmäärää kasvatetaan tarvittaessa, jolloin mereen palautettavan veden lämpötila ei nouse nykyisestä. Kun polttoainenippujen jälkilämpöteho on laskenut riittävälle tasolle, ne voidaan siirtää Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle. Kasvaneella jälkilämpöteholla ei ole vaikutusta Posivan polttoaineen käsittelyyn, koska Posivan loppusijoituksen lämpölaskelmissa on huomioitu tehonkorotuksen jälkeistäkin suurempi polttoaineen lämmöntuotto ja loppusijoitus voidaan suorittaa tämänhetkisten suunnitelmien mukaisesti.

Jos Posiva aloittaa loppusijoittamisen nykyisen suunnitelman mukaisesti 2020-luvulla, riittää KPA-varaston kapasiteetti myös käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi jostain syystä merkittävästi, tulee KPA-varaston varastointikapasiteettia nostaa kuten luvussa 3.2.6 on kuvattu.

3.3.7. Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte

Tehonkorotuksen tapauksessa hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä valvonnasta vapautettavan jätteen vuosittaiset määrät pysyvät samana kuin nykyisin. Jätteiden kokonaiskertymä kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan vastaavasti kuten käyttöiän jatkamisen osalta luvussa 3.2.7 on kuvattu.

3.3.8. Tavanomaiset jätteet

Ei muutoksia nykyiseen toimintaan ja käytön jatkamiseen verrattuna.

3.3.9. Kemikaalit

Ei muutoksia nykyiseen toimintaan ja käytön jatkamiseen verrattuna.

3.3.10. Radioaktiivisten aineiden päästöt ja niiden rajoittaminen

Tehonkorotuksen tapauksessa radioaktiivisten aineiden päästöt tulevat pysymään samalla vaihteluvälillä ja samojen päästörajojen alapuolella kuin nykyisessä toiminnassa ja käytön jatkamisen tapauksessa (Taulukko 5).

3.3.11. Muut päästöt ilmaan

Tehonkorotuksen tapauksessa muut päästöt ilmaan (NO_x, SO_2 ja hiukkaset) pysyvät samalla tasolla kuin nykyisin, mutta kasvihuonekaasupäästöt (CO_{2e}) kasvavat noin 13 t/v uuden dieselkäyttöisen lisävesijärjestelmän takia. Normaalitoiminnassa lisävesijärjestelmän päästöt syntyvät koekäytöstä, joka on arvion mukaan noin 50 tuntia (h) vuoden aikana.

3.3.12. Liikenne

Käytön aikana ei muutoksia nykyiseen toimintaan ja käytön jatkamiseen verrattuna.

3.3.13. Melu



Ei muutoksia nykyiseen toimintaan ja käytön jatkamiseen verrattuna.

3.4. Toiminnan loppuminen

Voimalaitoksen käytön jälkeen toteutettava käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja -asetuksessa, Säteilyturvakeskuksen määräyksissä ja niiden pohjalta annetuissa ohjeissa. Käytöstäpoisto edellyttää muun muassa ydinenergialain mukaisen käytöstäpoistoluvan hakemista sekä YVA-lain mukaista YVA-menettelyä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle tullaan laatimaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

Käytöstäpoistosuunnitelmassa esitetään kaikki käytöstäpoistoon liittyvät vaiheet ja niiden sen hetkiset suunnitelmat. TVO:n suunnitelmissa käytöstäpoistolla käsitetään radioaktiivisten järjestelmien, rakenteiden ja komponenttien purkua ja purkujätteen loppusijoitusta. Käytöstäpoistojätteille tehtävään VLJ-luolan laajennukseen sekä käytöstäpoiston luvitukseen varaudutaan hyvissä ajoin ennen varsinaisten käytöstäpoistotöiden aloittamista.

Käytöstäpoistosta laaditaan jo käytön aikana suunnitelma, joka toimitetaan ydinenergialain mukaisesti viranomaiselle vähintään kuuden vuoden välein. Olkiluodon voimalaitoksen käytöstäpoistosuunnitelma on viimeksi päivitetty vuonna 2020. Suunnitelmia päivitetään ja tarkennetaan askeleittain voimalaitoksen käytöstä saatujen kokemusten ja viranomaisilta saatujen kommenttien ja vaatimusten sekä kansainvälisten hankkeiden seurannan mukaan. Lopullinen käytöstäpoistosuunnitelma toimitetaan viranomaisille hyväksytettäväksi käytöstäpoistoluvan hakemisen yhteydessä.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden osalta käytöstäpoiston suunnitelma perustuu viivästettyyn purkuun. Tällöin varsinaiset laitosyksiköiden purkutoimenpiteet alkavat vasta useiden vuosikymmenien päästä valvotun säilytyksen jälkeen. Tämä takaa, että työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos saadaan alhaiseksi ja loppusijoitettavan jätteen määrä pienenee. Samalla on mahdollista jaksottaa kolmen laitosyksikön purkutyöt peräkkäisille vuosille. Näin on mahdollista hyödyntää ensimmäisten yksiköiden purkukokemuksia, -laitteita ja -henkilökuntaa kolmannen yksikön purussa.

Valvottua säilytystä varten OL1- ja OL2-laitosyksiköt saatetaan turvalliseen tilaan, jossa aktiivisuuden leviäminen on estetty. Valvotun säilytyksen jälkeen kyseisten laitosyksiköiden aktiivisuus on merkittävästi alempi kuin välittömästi käytön päättymisen jälkeen. Käytöstäpoiston työt alkavat OL1- ja OL2-laitosyksiköiden osalta valvotun säilytyksen valmisteluvaiheella. Tämän vaiheen aikana käytetty polttoaine siirretään KPA-varastolle sekä suoritetaan muut valmisteluvaiheen vaatimat toimenpiteet. Tämän jälkeen laitosyksiköt ovat valvotussa säilytyksessä purkuvaiheen alkamiseen asti.

Kaikilla laitosyksiköillä käytöstäpoiston purkustrategia perustuu siihen, että aktivoituneet reaktoripaineastiat sisäosineen paloitellaan ja loppusijoitetaan erikoisvalmisteisissa pakkauksissa VLJ-luolan laajennukseen louhittaviin loppusijoitustiloihin. Kaikkien kolmen yksikön osittain aktivoituneet reaktorien biologiset suojat ja lämpöeristelevystöt paloitellaan ja pakataan aktiivisuutensa mukaisesti betoni- ja vanerilaatikoihin sekä tynnyreihin. Kontaminoituneet prosessijärjestelmät puretaan, paloitellaan ja pakataan betonilaatikoihin lukuun ottamatta isoja kontaminoituneita komponentteja, jotka loppusijoitetaan sellaisenaan tai tarvittaessa paloiteltuina ainoastaan kuljetusta koskevien mittarajoitusten mukaan.

Käytöstäpoistosuunnitelma on tehty perustuen nykytekniikkaan ja purettavan materiaalin rajana on selvitystyössä käytetty STUK:n antamia raja-arvoja. Kaikki aktivoituneet ja kontaminoituneet järjestelmät, joiden aktiivisuus ylittää raja-arvot, puretaan ja loppusijoitetaan VLJ-luolaan tai maaperäloppusijoitustilaan Olkiluodon laitosalueella. Puhtaiksi luokiteltavat järjestelmät, laitteet ja rakenteet on suunniteltu jätettäväksi paikalleen purkamatta. Niiden purkaminen käytöstäpoiston jälkeen on tavanomaista teollisuuslaitosten purkamista.

Nykyisen käytöstäpoistosuunnitelman lähtökohtana on kaikkien voimalaitosyksiköiden 60 vuoden käyttöikä. Noin 35 vuoden valvotun säilytyksen jälkeen aloitetaan varsinaiset laitosyksiköiden purkutoimenpiteet. Tämänhetkisen käytöstäpoistosuunnitelman mukaisesti purkaminen ja siihen liittyvä jätehuolto ajoittuvat pääasiassa 2080-luvulle. Mikäli laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen tai tehonkorotus päätetään toteuttaa, ne sisällytetään suunnitelmaan seuraavien päivityskierrosten yhteydessä.



4. Ympäristövaikutusten arviointimenettely

4.1. Lähtökohdat

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn (YVA-menettely) tarkoituksena on varmistaa, että suunnitteilla olevan hankkeen merkittävät ympäristövaikutukset selvitetään riittävällä tarkkuudella. Sen tavoitteena on tuottaa tietoa hankkeen suunnittelun ja päätöksenteon tueksi, mutta myös lisätä tiedonsaantia ja osallistumismahdollisuuksia hankkeen suunnitteluvaiheeseen eri osapuolille.

YVA-menettely on lakisääteinen. Tiettyjen julkisten ja yksityisten hankkeiden ympäristövaikutusten arvioinnista 13.12.2011 annettu Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (2011/92/EU, YVA-direktiivi) on Suomessa saatettu voimaan lailla ympäristövaikutusten arvioinnista *(YVA-laki, 252/2017)* ja valtioneuvoston asetuksella ympäristövaikutusten arviointimenettelystä *(YVA-asetus, 277/2017)*. Ensimmäinen YVA-direktiivi on vuodelta 1985 (85/337/ETY), ja se tuli voimaan Suomessa 1995. Direktiiviä on muutettu useaan otteeseen, samoin kuin YVA-lakia ja -asetusta.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja lämpötehon korottaminen edellyttävät ympäristövaikutusten arviointimenettelyä YVA-lain (252/2017) mukaisesti. YVA-lain 3 §:n mukaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyä sovelletaan hankkeisiin ja niiden muutoksiin, joilla todennäköisesti on merkittäviä ympäristövaikutuksia. YVA-lain liitteessä 1 luetellaan hankkeet, joihin sovelletaan YVA-menettelyä. Hankeluettelon 7b-kohdan nojalla YVA-lain mukainen arviointimenettely koskee ydinvoimalaitoksia ja muita ydinreaktoreita. YVA-selostus ja sen perusteltu päätelmä tulee liittää laitosyksiköiden uusien käyttölupien hakemukseen.

YVA-menettely tehdään ennen hankkeen lupamenettelyjä. Viranomainen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseen ennen kuin se on saanut käyttöönsä arviointiselostuksen ja yhteysviranomaisen perustellun päätelmän sekä valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin liittyvät kansainvälistä kuulemista koskevat asiakirjat.

4.2. Osapuolet

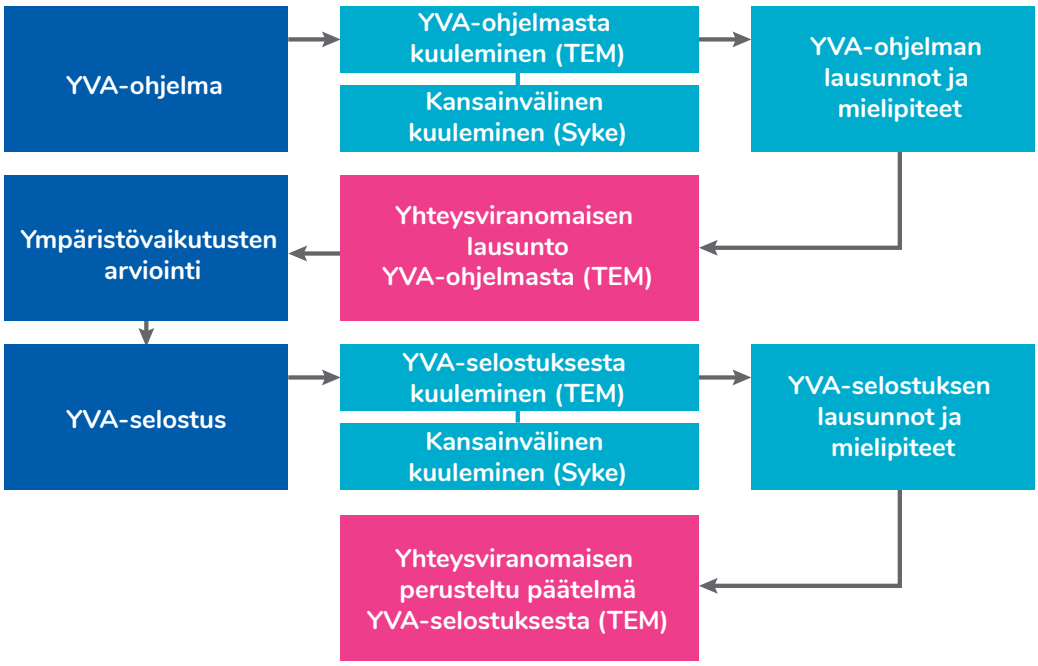
YVA-menettelyn osapuolet tässä hankkeessa on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 11).

Taulukko 11. YVA-menettelyn osapuolet.

Osapuolet	
Hankkeesta vastaava	Teollisuuden Voima Oyj (toiminnanharjoittaja, joka on vastuussa hankkeen valmistelusta ja toteuttamisesta)
Yhteysviranomainen	Työ- ja elinkeinoministeriö (huolehtii siitä, että hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettely järjestetään YVA-lainsäädännön mukaisesti)
YVA-konsultti	Ramboll Finland Oy (vastannut YVA-ohjelman ja -selostuksen laadinnasta YVA-lainsäädännön mukaisesti). Arviointiselostuksen laatijat ja heidän pätevyytensä on esitetty liitteessä 2.
Muut osapuolet	» Suomen ympäristökeskus (Syke) (kansainvälisen kuulemisen järjestäminen) » Kansainväliseen kuulemiseen osallistuvat valtiot » Säteilyturvakeskus (STUK) » Varsinais-Suomen elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus (ELY) » Etelä-Suomen aluehallintovirasto (AVI) » Muut viranomaiset ja asiantuntijat, joilta yhteysviranomainen pyytää lausuntoja » Eurajoen kunta ja mahdollisesti muut lähikunnat » Paikalliset sidosryhmät » Muut tahot, joiden oloihin tai etuihin hanke saattaa vaikuttaa, mukaan lukien yleisö » Tiedotusvälineet

4.3. Vaiheet ja sisältö

YVA-menettely on kaksivaiheinen. Molemmissa vaiheissa tuotetaan omat raportit, joita ovat ympäristövaikutusten arviointiohjelma (YVA-ohjelma) ja ympäristövaikutusten arviointiselostus (YVA-selostus). Lisäksi tässä hankkeessa YVA-menettelyn rinnalla toteutetaan ns. kansainvälinen kuuleminen (luku 4.3.3). Oheisessa kuvassa (Kuva 10) on esitetty yhteenveto YVA-menettelyn vaiheista Suomessa ja kansainvälisen kuulemisen linkittymisestä siihen.



Kuva 10. YVA-menettelyn vaiheet. TEM = työ- ja elinkeinoministeriö. Syke = Suomen ympäristökeskus.

4.3.1. YVA-ohjelma

YVA-menettelyn ensimmäisessä vaiheessa laaditaan ympäristövaikutusten arviointiohjelma, jossa esitetään suunnitelma ympäristövaikutusten arviointimenettelyn järjestämisestä ja siinä tarvittavista selvityksistä. YVA-asetuksen mukaan arviointiohjelman tulee sisältää riittävässä laajuudessa muun muassa:

- kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, suunnitteluvaiheesta ja sijainnista
- hankkeen kohtuulliset vaihtoehdot, joista yhtenä on hankkeen toteuttamatta jättäminen
- tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista, luvista ja päätöksistä
- kuvaus todennäköisen vaikutusalueen ympäristön nykytilasta, suunnitellut tai jo tehdyt selvitykset ja käytettävät menetelmät ja oletukset
- suunnitelma YVA-menettelyn ja osallistumisen järjestämisestä
- aikataulu.

Tämän hankkeen YVA-menettely käynnistyi, kun hankkeesta vastaava toimitti YVA-ohjelman yhteysviranomaiselle 5.1.2024. Yhteysviranomainen kuulutti hankkeen YVA-menettelystä 23.1.2024 ja YVA-ohjelma oli nähtävillä lausuntojen ja mielipiteiden antamista varten 23.1.2024–25.3.2024. Tämän jälkeen yhteysviranomainen kokosi annetut mielipiteet ja lausunnot yhteen sekä antoi oman lausuntonsa YVA-ohjelmasta 25.4.2024 (Liite 3). Samanaikaisesti toteutettiin kansainvälinen kuuleminen (luku 4.3.3).



4.3.2. YVA-selostus

YVA-menettelyn toisessa vaiheessa tehdään varsinainen ympäristövaikutusten arviointi YVA-ohjelman ja siitä saadun yhteysviranomaisen lausunnon pohjalta. Arviointityön tulokset kootaan YVA-selostukseen, joka valmistuessaan toimitetaan yhteysviranomaiselle. YVA-asetuksen mukaan YVA-selostuksessa tulee esittää tarpeellisessa määrin seuraavat tiedot:

- Kuvaus hankkeesta ja sen tarkoituksesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta sekä tärkeimmistä ominaisuuksista ottaen huomioon hankkeen eri vaiheet ja poikkeustilanteet.
- Tiedot hankkeesta vastaavasta, hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta, toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista, luvista ja niihin rinnastettavista päätöksistä sekä hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin.
- Selvitys hankkeen ja sen vaihtoehtojen suhteesta maankäyttösuunnitelmiin sekä hankkeen kannalta olennaisiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.
- Kuvaus vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja sen todennäköisestä kehityksestä, jos hanketta ei toteuteta.
- Arvio ja kuvaus hankkeen ja sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista sekä kuvaus valtioiden rajat ylittävistä ympäristövaikutuksista. Todennäköisesti merkittävien ympäristövaikutusten arvion ja kuvauksen on katettava hankkeen välittömät ja välilliset, kasautuvat, lyhyen, keskipitkän ja pitkän aikavälin pysyvät ja väliaikaiset, myönteiset ja kielteiset vaikutukset sekä yhteisvaikutukset muiden olemassa olevien ja hyväksyttyjen hankkeiden kanssa.
- Arvio mahdollisista onnettomuuksista ja niiden seurauksista sekä toimenpiteet näihin tilanteisiin varautumisesta mukaan lukien ehkäisy- ja lieventämistoimet.
- Vaihtoehtojen ympäristövaikutusten vertailu.
- Tiedot valitun vaihtoehdon tai vaihtoehtojen valintaan johtaneista pääasiallisista syistä, mukaan lukien ympäristövaikutukset.
- Ehdotus toimiksi, joilla vältetään, ehkäistään, rajoitetaan tai poistetaan tunnistettuja merkittäviä, haitallisia ympäristövaikutuksia.
- Ehdotus mahdollisista merkittäviin haitallisiin ympäristövaikutuksiin liittyvistä seurantajärjestelyistä.
- Selvitys arviointimenettelyn vaiheista osallistumismenettelyineen ja liittymisestä hankkeen suunnitteluun.
- Luettelo lähteistä, joita on käytetty selostukseen sisältyvien kuvausten ja arviointien laadinnassa.
- Kuvaus menetelmistä, joita on käytetty merkittävien ympäristövaikutusten tunnistamisessa, ennustamisessa ja arvioinnissa sekä tiedot vaadittuja tietoja koottaessa todetuista puutteista ja tärkeimmistä epävarmuustekijöistä.
- Tiedot arviointiselostuksen laatijoiden pätevyydestä.
- Selvitys siitä, miten yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta on otettu huomioon.

Yhteysviranomainen asettaa arviointiselostuksen YVA-ohjelman tavoin julkisesti nähtäville, jonka kestoksi on tässä hankkeessa sovittu yhteysviranomaisen kanssa 60 päivää. Myös YVA-selostusvaiheessa toteutetaan kansainvälinen kuuleminen (luku 4.3.3). YVA-selostuksen ja siitä annettujen lausuntojen pohjalta yhteysviranomainen laatii perustellun päätelmän hankkeen merkittävimmistä ympäristövaikutuksista, jotka tulee ottaa huomioon myöhemmissä lupaprosesseissa. Arviointiselostus ja yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä liitetään lupahakemusasiakirjoihin.

4.3.3. Kansainvälinen kuuleminen



Hankkeeseen sovelletaan ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017) luvun 5 mukaista menettelyä, joka koskee mahdollisia valtioiden rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia.

Kansainvälisen yhteistyön periaatteet ympäristövaikutusten arvioinnissa on määritetty Yhdistyneiden kansakuntien Euroopan talouskomission valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista hyväksytyssä yleissopimuksessa *(SopS 67/1997, Espoon sopimus)*. Espoon sopimus määrittää yleiset velvollisuudet järjestää jäsenvaltioiden viranomaisten ja kansalaisten kuuleminen kaikissa hankkeissa, joilla on todennäköisesti merkittäviä, valtioiden rajat ylittäviä ympäristövaikutuksia. Myös YVA-direktiivissä säädetään hankkeen tiedottamisesta ja lisäksi YVA-direktiivi edellyttää, että jäsenvaltion on voitava osallistua toisen jäsenvaltion arviointimenettelyyn niin vaatiessaan. Kansainvälisesti yleisön osallistumis- ja muutoksenhakuoikeudesta säädetään YVA-direktiivin lisäksi tiedon saannista, yleisön osallistumisoikeudesta sekä muutoksenhaku- ja vireillepano-oikeudesta ympäristöasioissa tehdyssä yleissopimuksessa *(SopS 121–122/2004, Århusin yleissopimus)*. Århusin yleissopimuksen tavoitteena on muun muassa, että yleisö voi osallistua päätöksentekoon ympäristöasioissa. Århusin yleissopimus on saatettu voimaan Euroopan unionissa (EU) useammalla direktiivillä, kuten YVA-direktiivillä ja maakohtaisilla YVA-laeilla ja -asetuksilla. Suomella ja Virolla on kahdenvälinen YVA-sopimus, jolla on tarkennettu Espoon sopimusta. Lisäksi Suomen ja Ruotsin välillä on rajareaktorisopimus *(SopS 19/1977)*.

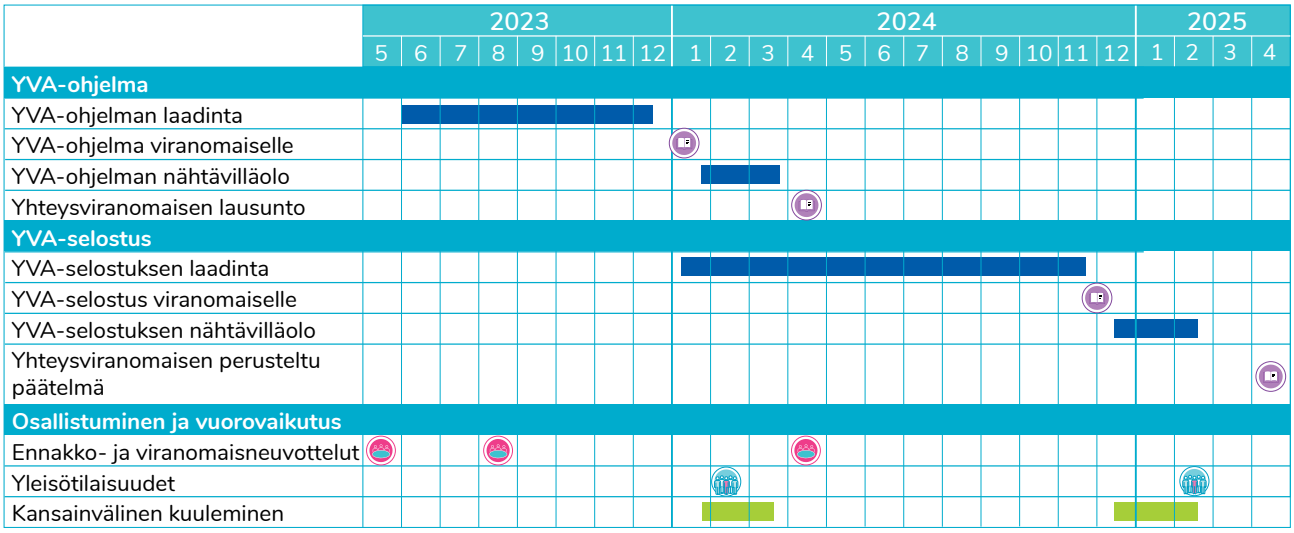
Työ- ja elinkeinoministeriö on 15.1.2024 toimittanut Suomen ympäristökeskukselle kansainvälisen kuulemisen käynnistämistä koskevan toimenpidepyynnön YVA-ohjelmavaiheessa. Suomen ympäristökeskus ilmoitti hankkeen YVA-menettelyn aloittamisesta kohdevaltioiden ympäristöviranomaisille ja tiedusteli halukkuutta osallistua YVA-menettelyyn. Ilmoitukseen liitettiin kohdevaltion kielelle käännetty YVA-ohjelman yhteenveto-asiakirja ja ruotsin tai englannin kielelle käännetty YVA-ohjelma. Asiakirjat toimitettiin Ruotsille, Virolle, Latvialle, Liettualle, Norjalle, Tanskalle, Puolalle sekä Saksalle. Lisäksi Suomen ympäristökeskus tiedotti hankkeesta kaikkia valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista tehdyn yleissopimuksen (Espoon sopimus) osapuolia. Bulgaria, Unkari ja Itävalta pyysivät saada hanketta koskevan ilmoituksen, jonka Suomen ympäristökeskus on kyseessä oleville valtioille toimittanut.

Suomen ympäristökeskus sai vastauksia useilta eri valtioilta. Bulgaria, Itävalta, Latvia, Ruotsi, Saksa, Tanska ja Viro ovat ilmoittaneet osallistuvansa menettelyyn. Liettua, Norja, Puola, Kreikka, Irlanti, Sveitsi, Unkari ja Kanada ilmoittivat, etteivät osallistu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Saamansa palautteet Suomen ympäristökeskus välitti TEM:lle otettavaksi huomioon omassa lausunnossaan YVA-ohjelmasta.

Vastaava kansainvälinen kuulemismenettely järjestetään myös YVA-selostusvaiheessa niille kohdeosapuolille, jotka ovat ilmoittaneet osallistuvansa YVA-menettelyyn.

4.4. YVA-menettelyn aikataulu

YVA-menettelyn keskeiset vaiheet ja alustava aikataulu on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 11). YVA-menettely päättyy, kun yhteysviranomainen on antanut YVA-selostuksesta perustellun päätelmän.



Kuva 11. YVA-menettelyn alustava aikataulu.

4.5. Osallistuminen ja vuorovaikutus

YVA-menettely toteutetaan vuorovaikutteisesti, jotta eri osapuolet saavat mahdollisuuden keskustella ja ilmaista mielipiteensä hankkeesta ja sen vaikutuksista. Yhtenä YVA-menettelyn keskeisenä tavoitteena on edistää hankkeesta tiedottamista ja parantaa osallistumismahdollisuuksia hankkeen suunnitteluun. Osallistumisen myötä saadaan esille eri sidosryhmien näkemykset.

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn voivat osallistua kaikki, joiden oloihin ja etuihin, kuten asumiseen, työntekoon, liikkumiseen, vapaa-ajanviettoon tai muihin elinoloihin, toteutettava hanke saattaa vaikuttaa. Kansalaiset voivat YVA-lainsäädännön mukaan antaa mielipiteensä YVA-ohjelmasta ja -selostuksesta niiden nähtävilläoloaikana yhteysviranomaiselle.

YVA-menettelyn vuorovaikutussuunnitelma kattaa hankkeen tiedotuksen, tiedonhankinnan eri osapuolilta, kaikille avoimet tilaisuudet sekä eri sidosryhmien yhteistyön.

Ennakko- ja viranomaisneuvottelut

Ennen YVA-menettelyn aloittamista sekä sen aikana järjestettiin ennakkoneuvotteluita hankkeesta vastaavan, YVA-yhteysviranomaisen ja muiden keskeisten viranomaisten välillä. Ennakkoneuvotteluiden tavoitteena oli edistää hankkeen vaatimien arviointi-, suunnittelu- ja lupamenettelyjen kokonaisuuden hallintaa, hankkeesta vastaavan ja viranomaisten välistä tiedonvaihtoa sekä parantaa selvitysten ja asiakirjojen laatua ja käytettävyyttä sekä sujuvoittaa menettelyjä.

Seurantaryhmä

Arviointimenettelyä varten perustettiin seurantaryhmä, jonka tarkoituksena oli edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja alueen keskeisten sidosryhmien välillä YVA-selostusta laadittaessa. Seurantaryhmään kutsuttiin mukaan seuraavat tahot:

- Työ- ja elinkeinoministeriö
- Säteilyturvakeskus
- Suomen ympäristökeskus
- Varsinais-Suomen ELY-keskus
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto
- Satakunnan pelastuslaitos
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes
- Eurajoen kunta
- Rauman kaupunki
- Porin kaupunki
- Euran kunta
- Nakkilan kunta
- Satakuntaliitto
- Rauman kauppakamari
- Fingrid Oyj
- Posiva Oy
- Fortum Oyj
- Suomen luonnonsuojeluliiton Satakunnan piiri ry
- Munakarin yhteisalueen osakaskunta
- Olkiluodon ja Orjasaaren osakaskunta
- Sorkan osakaskunta
- Eurajoki-Lapijoen kalatalousalue
- Eurajoen vesiensuojeluyhdistys
- Lapijoen vesistöjen hoito- ja suojeluyhdistys
- Pyhäjärvi-instituutti

Seurantaryhmän työskentelyyn osallistuivat lisäksi hankkeesta vastaavan ja YVA-konsultin edustajat. Seurantaryhmä kokoontui 23.4.2024.

YVA-menettelyn yleisötilaisuudet



YVA-menettelyn yleisötilaisuudet ovat kaikille avoimia hankkeen ja YVA-menettelyn aikana tuotetun tiedon esittelytilaisuuksia. Tilaisuuksissa kansalaiset voivat tuoda esille näkemyksiään hankkeesta ja arvioitavista vaikutuksista sekä saada lisätietoa.

YVA-ohjelman valmistumisen jälkeen hanketta ja YVA-menettelyä koskeva kaikille avoin yleisötilaisuus järjestettiin 6.2.2024 Olkiluodon vierailukeskuksessa Eurajoella. Tilaisuuteen oli mahdollisuus osallistua myös suoratoiston kautta. YVA-selostuksen valmistuttua ja sen kuuluttamisen jälkeen järjestetään vastaavasti yleisötilaisuus, jonka tarkemmat tiedot esitetään YVA-selostuksen kuulutuksessa.

Tiedottaminen ja viestintä

YVA-ohjelma ja -selostus julkaistiin työ- ja elinkeinoministeriön internetsivuilla. Asiakirjat olivat nähtävillä yhteysviranomaisen kuulutuksessa mainitun mukaisesti. YVA-ohjelma ja -selostus ovat myös saatavilla TVO:n internetsivuilla, jossa esitetään lisäksi muun muassa ajantasaista tietoa hankkeesta, ympäristövaikutusten arviointimenettelystä ja luvituksesta. Lisäksi TVO tiedottaa hankkeen etenemisestä sekä esimerkiksi järjestettävistä tiedotus- ja yleisötilaisuuksista.

4.6. Lausunnot ja mielipiteet

4.6.1. Yhteysviranomaisen lausunto YVA-ohjelmasta ja sen huomioon ottaminen

Yhteysviranomainen pyysi YVA-ohjelmasta lausuntoja seuraavilta tahoilta:

- AKAVA ry
- Elinkeinoelämän keskusliitto EK
- Energiateollisuus ry ET
- Eurajoen kunta
- Euran kunta
- Etelä-Suomen aluehallintovirasto
- Fingrid Oyj
- Geologian tutkimuskeskus GTK
- Greenpeace
- Liikenne- ja viestintäministeriö
- Lounais-Suomen aluehallintovirasto
- Lounais-Suomen poliisilaitos
- Maa- ja metsätalousministeriö
- Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry
- Museovirasto
- Nakkilan kunta
- Natur och Miljö rf
- Porin kaupunki
- Posiva Oy
- Puolustusministeriö
- Rauman kaupunki
- Satakunnan ELY-keskus
- Satakunnan pelastuslaitos
- Satakuntaliitto
- Sisäministeriö
- Sosiaali- ja terveysministeriö
- Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry
- Suomen luonnonsuojeluliitto ry
- Suomen ympäristökeskus
- Suomen Yrittäjät ry
- Säteilyturvakeskus
- Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy
- Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry
- Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes
- Ulkoministeriö
- Uudenmaan liitto
- Valtiovarainministeriö
- Varsinais-Suomen ELY-keskus
- WWF
- Ydinturvallisuusneuvottelukunta
- Ympäristöministeriö

Yhteysviranomainen sai YVA-ohjelmasta yhteensä 20 kappaletta lausuntoja. YVA-ohjelmasta ei jätetty yhtään mielipidettä yhteysviranomaiselle. Lisäksi Suomen ympäristökeskus välitti yhteysviranomaiselle eri valtioiden lausunnot ja mielipiteet kansainväliseen kuulemiseen liittyen. Saadut lausunnot ja mielipiteet löytyvät kokonaisuudessaan työ- ja elinkeinoministeriön internetsivuilta.

Työ- ja elinkeinoministeriö antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 25.4.2024 (Liite 3). Lausunnossaan työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että ympäristövaikutusten arviointiohjelma kattaa YVA-asetuksen 3 §:n mukaiset sisältövaatimukset.

Liite 4 taulukossa on esitetty kootusti pääkohdat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tuli kiinnittää huomiota vaikutusten arviointityön aikana tai täydentää arviointiselostusta laadittaessa. Taulukossa on myös esitetty, kuinka lausunto on otettu huomioon tätä YVA-selostusta laadittaessa.

4.6.2. Lausunnot ja mielipiteet YVA-ohjelmasta

YVA-yhteysviranomainen on omassa lausunnossaan YVA-ohjelmasta ottanut kootusti huomioon saadut lausunnot ja mielipiteet (ml. yhteysviranomaisen pyytämät lausunnot, kansainvälisen kuulemisen lausunnot sekä muut lausunnot ja mielipiteet). Keskeiset kommentit, kysymykset lausunnoista ja mielipiteistä sekä vastaukset niihin on koottu liitteeseen Liite 4.

4.7. YVA-menettelyn huomioon ottaminen suunnittelussa ja päätöksenteossa

Hankkeen suunnittelua tehdään samaan aikaan ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä, mutta suunnittelu jatkuu ja tarkentuu arviointimenettelyn jälkeen osana lupa- ja muita prosesseja. Ympäristövaikutusten lieventäminen ja ehkäiseminen pyritään mahdollisimman tehokkaasti ottamaan huomioon suunnittelun, lupamenettelyn ja toteutuksen eri vaiheissa.

YVA-selostus ja siitä annettu yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä liitetään hanketta koskeviin lupahakemuksiin, joita lupaviranomaiset käyttävät omassa päätöksenteossaan. Perustellussa päätelmässä esiin nostetut asiat huomioidaan tulevissa lupavaiheissa. Hankkeen tarvitsemia lupia, suunnitelmia ja päätöksiä on kuvattu luvussa 9.



5. Ympäristövaikutusten arvioinnin lähtökohdat



5.1. Arvioitavat vaikutukset

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tarkastellaan YVA-lain ja -asetuksen edellyttämällä tavalla ja tarkkuudella hankkeen aiheuttamia ympäristövaikutuksia, jotka voivat kohdistua:

- väestöön sekä ihmisten terveyteen, elinoloihin ja viihtyvyyteen
- maahan, maaperään, vesiin, ilmaan, ilmastoon, kasvillisuuteen sekä eliöihin ja luonnon monimuotoisuuteen, erityisesti suojeltuihin lajeihin ja luontotyyppeihin
- yhdyskuntarakenteeseen, aineelliseen omaisuuteen, maisemaan, kaupunkikuvaan ja kulttuuriperintöön
- luonnonvarojen hyödyntämiseen
- edellä mainittujen tekijöiden keskinäisiin vuorovaikutussuhteisiin.

YVA-asetuksen 4 §:n mukaisesti arviointiselostuksessa esitetään arvio ja kuvaus hankkeen sekä sen kohtuullisten vaihtoehtojen todennäköisesti merkittävistä ympäristövaikutuksista sekä vaihtoehtojen ympäristövaikutusten vertailu. Ympäristövaikutusten arvioinnissa huomioidaan hankkeen vaihtoehtojen mahdollisten muutostöiden aikaiset sekä käytön aikaiset vaikutukset. Lisäksi arvioidaan hankkeen mahdollisia yhteisvaikutuksia alueella olevien muiden toimintojen tai suunniteltujen muiden hankkeiden kanssa.

Ympäristövaikutusten arviointityön tulokset on esitetty vaikutuksittain luvussa 6. Vaikutusarviointiosioiden yhteydessä on käsitelty seuraavat asiat:

- lähtötiedot ja arviointimenetelmät
- ympäristön nykytila
- käytön jatkamisen ympäristövaikutukset
- tehonkorotuksen ympäristövaikutukset
- vaihtoehtojen vertailu ja vaikutusten merkittävyyden arviointi
- haitallisten vaikutusten ehkäisy- ja lieventämistoimet
- arviointiin liittyvät epävarmuustekijät.

Poikkeus- ja onnettomuustilanteita, Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia sekä yhteisvaikutuksia koskevat luvut ovat rakenteeltaan hieman erilaisia kuin yllä esitetty.

5.2. Vaikutusten ajoittuminen ja tarkastelu

Hankkeen yhtenä toteutusvaihtoehtona on tarkasteltu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla voimassa olevien käyttölupien jälkeisenä aikana vuodesta 2038 vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 (VE1). Vaihtoehdon käytön aikaiset vaikutukset ajoittuvat 10 tai 20 lisäkäyttövuoden ajalle. Hankkeen toisena toteutusvaihtoehtona on tarkasteltu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista korotetulla teholla noin vuodesta 2028 vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 (VE2). Tämän vaihtoehdon käytön aikaiset vaikutukset ajoittuvat 20 tai 30 vuoden ajalle. Molempien vaihtoehtojen osalta on arvioinnissa huomioitu käytön aikaisten vaikutusten lisäksi mahdollisten muutos- ja rakennustöiden vaikutukset.

Nollavaihtoehdossa laitosyksiköiden käyttöä jatketaan voimassa olevien käyttölupien loppuun vuoteen 2038 saakka (VE0). Nollavaihtoehdon osalta on yleisesti kuvattu mahdollisia nykyisen toiminnan loppumisesta seuraavia vaikutuksia. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle tullaan laatimaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi eikä käytöstäpoiston vaikutusten arviointi näin ollen sisälly tähän YVA-selostukseen.

5.3. Tarkasteltu vaikutusalue

Tässä ympäristövaikutusten arvioinnissa laitosalueella tarkoitetaan aluetta, johon OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyiset toiminnot ja suunnitellut muutokset sijoittuvat. Ympäristövaikutusten kohdistuminen laitosalueelle tai yltäminen laitosalueen ulkopuolelle kuvaa hankkeen ympäristövaikutusten varsinaista vaikutusaluetta. Se vaihtelee vaikutuksittain.

Ympäristövaikutusten arvioinnin tulokset vaikutusalueineen on kuvattu luvussa 6. Ympäristövaikutusten tarkastelualueet on määritetty vaikutusarvioinnin yhteydessä vaikutuksittain niin suuriksi, ettei merkittäviä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän enää tarkasteltavan alueen ulkopuolella.

5.4. Vaikutusten arvioinnin lähestymistapa ja menetelmät

Ympäristövaikutusten arvioinnin tarkoituksena on järjestelmällisesti tunnistaa ja arvioida aiheutuvat ympäristövaikutukset sekä niiden merkittävyys. Vaikutuksella tarkoitetaan hankkeen, sen vaihtoehdon tai niihin liittyvän toiminnon aiheuttamaa muutosta ympäristön nykytilaan. Muutos voi olla joko kielteinen tai myönteinen tai muutosta ei ilmene lainkaan nykytilanteeseen verrattuna. Tässä YVA-selostuksessa ympäristön nykytilalla tarkoitetaan Olkiluodon voimalaitosalueen ympäristön tämänhetkistä tilaa, jossa OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt ovat käytössä. Vaikutuksen merkittävyyttä arvioitaessa huomioidaan hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruus sekä ympäristön kyky vastaanottaa muutoksia eli vaikutuskohteen herkkyys.

Kunkin vaikutuksen arviointi on toteutettu seuraavasti:

1. Tunnistetaan vaikutuksen alkuperä sekä kuvataan arvioinnissa käytetyt lähtötiedot ja menetelmät.
2. Kuvataan vaikutuskohteen nykytila ja sen perusteella arvioidaan sen herkkyys eli kyky vastaanottaa tarkasteltavaa vaikutusta.
3. Kuvataan ympäristövaikutukset ja niiden aiheuttaman muutoksen suuruus.
4. Arvioidaan vaikutuksen merkittävyys vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella sekä tehdään johtopäätökset merkittävistä vaikutuksista.
5. Vertaillaan eri vaihtoehtoja ja tunnistetaan niiden erot toteuttamiskelpoisuuden kannalta.
6. Esitetään mahdollisesti tarvittavat haitallisten vaikutusten lieventämistoimenpiteet.
7. Analysoidaan vaikutusten arviointiin vaikuttavia epävarmuustekijöitä.

5.4.1. Vaikutuskohteen herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyydellä tarkoitetaan ympäristön kykyä vastaanottaa muutoksia. Herkkyys määritellään kohteen tai alueen ominaispiirteiden ja nykytilan perusteella. Ominaispiirteitä voivat olla esimerkiksi nykyiset liikenneolosuhteet, melun ja ilmanlaadun nykytilanne tai luonto-, maisema- tai virkistysarvot.

Vaikutuskohteen muutosherkkyys kuvaa kohteen kykyä vastaanottaa, kestää tai sietää hankkeesta aiheutuvia muutoksia. Esimerkiksi virkistysalue on yleensä herkempi muutokselle kuin teollisuusalue. Herkkyyteen vaikuttaa myös se, onko kohde lailla suojeltu tai onko vaikutukselle määritettyjä ohjearvoja, normeja tai suositu-

sia (esim. melun ohjearvot tai pintavesien ympäristölaatunormit). Ihmisiin kohdistuvissa vaikutuksissa otetaan huomioon myös kohteen käyttäjien tai kokijoiden määrä ja kokemus.

Vaikutuskohteen herkkyyttä arvioidaan neliportaisella asteikolla: vähäinen, kohtalainen, suuri ja erittäin suuri herkkyys, ja se perustuu ympäristön nykytilaan.

5.4.2. Muutoksen suuruus

Muutoksen suuruuteen voivat vaikuttaa muun muassa sen laajuus, ajallinen kesto tai voimakkuus. Näin ollen muutos voi olla toiminnassa tapahtuvasta muutoksesta aiheutuva suora vaikutus ympäristöön tai ajallisesti pitkään jatkuva toiminta, joka ylläpitää ympäristöön kohdistuvaa vaikutusta.

Hankkeen aiheuttaman muutoksen suuruutta määritetään ja arvioidaan useiden muuttujien perusteella:

- muutoksen suuruus: laajuus, kesto ja voimakkuus
- muutoksen suunta: myönteinen, kielteinen tai ei muutosta
- maantieteellinen laajuus: alueellinen, paikallinen tai Suomen valtion rajat ylittävä
- ajallinen kesto: väliaikainen, lyhytaikainen, pitkäaikainen tai pysyvä
- muut tekijät: esim. muutoksen toistuvuus, ajoittuminen, kasautuvuus ja palautuvuus.

Mitattavien muutosten voimakkuutta voidaan joissakin tapauksissa mallintaa lähtötiedoista (esim. jäähdytysveden leviäminen). Laadullisten muutosten voimakkuuden määrittämiseksi tehdään asiantuntija-arvio, jonka subjektiivisuutta pyritään vähentämään esittämällä mahdollisimman läpinäkyvästi ne lähtötiedot, joihin arvio perustuu.

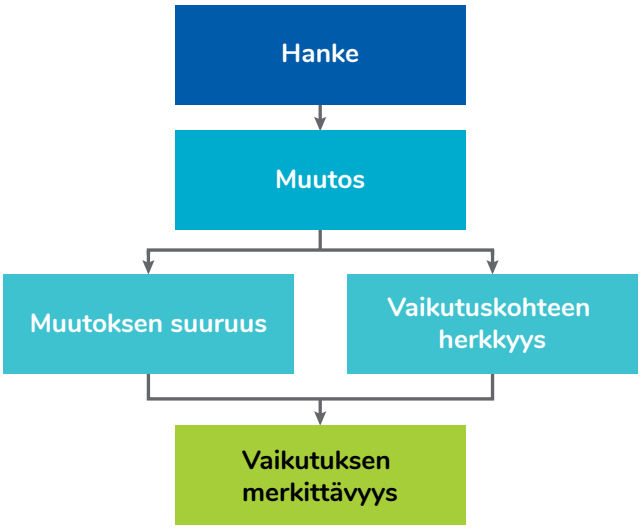
Lähtötietojen hankinnassa käytetään useita menetelmiä:

- olemassa olevan toiminnan seurantatiedot
- tehdyt maastokäynnit ja -tutkimukset
- erilaiset mallinnustekniikat (esim. jäähdytysvesimallinnus)
- vaikutuskohteiden ja alueiden kartoitus paikkatietojärjestelmän avulla
- kirjallisuustietojen, tietokantojen ja tutkimustulosten hyödyntäminen
- osallistavien tiedonhankintamenetelmien käyttäminen (esim. yleisötilaisuudet, seurantaryhmä)
- arviointityöryhmän aiempi kokemus ja asiantuntemus
- lausunnoissa ja mielipiteissä esille tulevien asioiden analysointi.

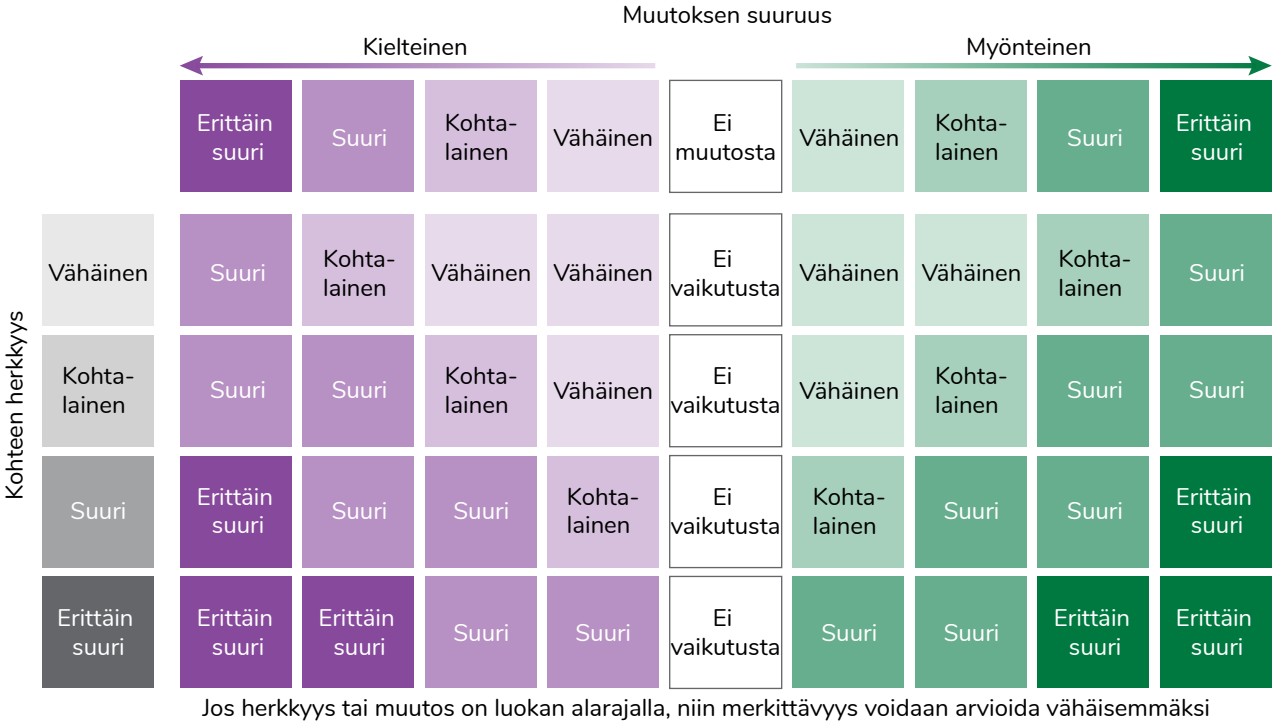
Muutoksen suuruutta arvioidaan neliportaisella asteikolla: pieni, keskisuuri, suuri ja erittäin suuri muutos. On myös mahdollista, ettei hanke aiheuta muutosta nykytilaan ollenkaan.

5.4.3. Vaikutuksen merkittävyys

Vaikutuksen merkittävyys määräytyy vaikutuskohteen herkkyydestä sekä muutoksen suuruudesta (Kuva 12). Vaikutuksen merkittävyys määritetään ristiintaulukoimalla vaikutuskohteen herkkyys ja muutoksen suuruus eri vaihtoehtojen osalta kunkin vaikutuksen arvioinnin yhteydessä (Kuva 13). Vaikutuksen merkittävyys määräytyy neliportaisella asteikolla: vähäinen, kohtalainen, suuri ja erittäin suuri. Vaikutuksen merkittävyys voi olla kielteinen, myönteinen tai vaikutuksia ei ilmene lainkaan. Kunkin vaikutuksen merkittävyys on esitetty kyseisen arviointiosion lopussa erillisessä yhteenvetotaulukossa (esimerkki Taulukko 12).



Kuva 12. Vaikutuksen merkittävyyteen vaikuttavat tekijät.



Kuva 13. Vaikutusten merkittävyyden arviointi kohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella.

Taulukko 12. Esimerkki vaikutuksen merkittävyyden arvioinnista.

Vaihtoehto	Herkkyys	Muutoksen suuruus	Merkittävyys
Esim. VE1	Vähäinen	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen



5.5. Selvitykset ja muu arvioinnissa käytetty aineisto

Olkiluodon voimalaitosalueen läheisyydessä on tehty ympäristöselvityksiä ja -tarkkailuja jo vuosikymmenien ajan. Voimalaitosalueesta ja erityisesti sen lähialueen meriympäristöstä on näin ollen kattavasti tietoa, jota on voitu hyödyntää ympäristövaikutusten arvioinnissa. Lisäksi ympäristövaikutusten arvioinnissa on käytetty saatavilla olevaa tietoa alueen nykyisestä toiminnasta, päästöistä ja vaikutuksista sekä hankkeen suunnittelusta saatavaa tarkentuvaa teknistä tietoa.

Arvioinnissa käytettävät lähtötiedot ja aineistot on kuvattu vaikutuksittain seuraavissa luvuissa 6.1–6.18.



6. Ympäristövaikutusten arviointi

6.1. Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus

6.1.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Yhdyskuntarakenteeseen ja maankäyttöön kohdistuvien vaikutusten arviointi perustui olemassa olevan yhdyskuntarakenteen ja kaavoitustilanteen tarkasteluun. Lähtötietoina on käytetty analyysia nykyisestä yhdyskuntarakenteesta sekä voimalaitosalueella ja sen lähiympäristössä voimassa olevia maakunta-, yleis- ja asemakaavoja. Tarkastelussa on huomioitu valtakunnalliset ja alueelliset tavoitteet sekä vireillä olevat kaavahankkeet.

Arvioinnissa on selvitetty, vaikuttavatko voimalaitoksen käyttöiän jatkamiseen tai tehon korottamiseen liittyvät muutostyöt laitosalueen tai sen lähiympäristön nykyiseen ja tulevaan maankäyttöön. Hankkeen vaikutuksia ja vaikutusten merkittävyyttä tarkasteltaessa näkökulmana on ollut arvioida, kuinka paljon hanke muuttaisi alueiden nykyistä käyttöä. Mahdollisia muutoksia on tarkasteltu erityisesti laitosalueen ja sen välittömän lähiympäristön osalta, mutta maankäyttöön kohdistuvissa vaikutuksissa on huomioitu myös lähimpään asutukseen kohdistuvat vaikutukset. Arvioinnin painopiste oli lähialueelle mahdollisesti kohdistuvissa vaikutuksissa (5 km säteellä laitosalueesta). Kaavatarkastelun tuloksena arvioitiin hankkeen vaikutusta muun muassa kaavojen tavoitteiden toteutumiseen sekä mahdollisia kaavojen laatimis- tai muutostarpeita. Vaikutusten arviointi on tehty asiantuntija-arviona.

6.1.2. Nykytila

6.1.2.1. Yhdyskuntarakenne ja maankäyttö

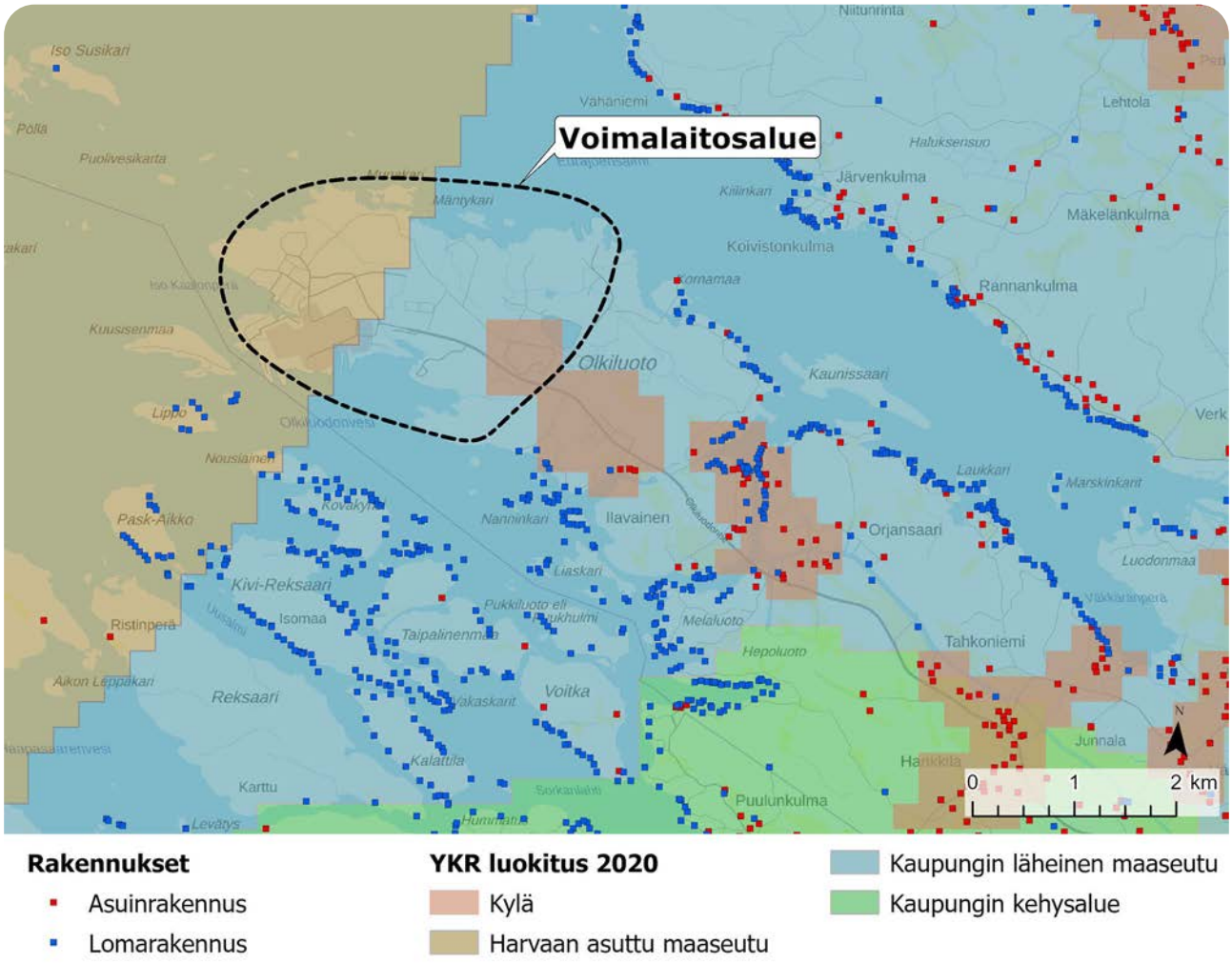
Olkiluoto on saari, joka sijaitsee Eurajoen kunnassa Satakunnan maakunnan eteläosassa Selkämeren rannikolla noin 12 km Rauman keskustasta pohjoisluoteeseen ja noin 16 km Eurajoen keskustasta länsiluoteeseen. Olkiluodon saari on 6 km pitkä ja 2,5 km leveä. Teollisuuden Voima Oyj omistaa noin 90 % Olkiluodonsaaren maa-alueista. Lisäksi TVO:n omistukseen kuuluu osittain saaren pohjois- ja eteläpuolen vesialueet.

Olkiluodon saaren pinta-ala on noin 900 hehtaaria (ha), josta ydinvoimaa ja loppusijoitusta varten rakennettu alue sijaitsee saaren länsiosassa ja on noin 170 ha. OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat Olkiluodon länsikärjessä ja niiden länsipuolella on OL3-laitosyksikkö (Kuva 5). Olkiluodon voimalaitosalueella on useita ydinvoimalaitosten toimintaan liittyviä ja niitä tukevia toimintoja (Kuva 6). Näitä ovat muun muassa käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto), hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (HMAJ-, MAJ- ja KAJ-varastot), voimalaitosjätteen loppusijoitustila (VLJ-luola), jäähdytysveden otto- ja poistorakenteet, raakaveden puhdistamo, kaatopaikka, varalämpölaitos, varastot ja korjaamot. Alueella sijaitsee lisäksi esimerkiksi koulutuskeskus, vierailukeskus sekä hallintorakennuksia.

Olkiluodon saari on voimalaitosalueelta itään pääasiassa metsää. Saaren pohjoisrannan keskivaiheilla on Olkiluodon satama, jonne johtaa Olkiluodon vesiväylä avomereltä. Saaren pohjoispuolella kulkee leveä voimajohtoalue. Voimalaitosalueella sijaitsee myös Fingrid Oyj:n sähköasema ja kaasuturbiinilaitos varavoimatarpeisiin. Olkiluotoon johtaa yhdystie 2176 eli Olkiluodontie. Posiva Oy:n rakenteilla oleva käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitos sijaitsee voimalaitosalueen itäisellä reunalla ja on erillinen laitosalue.

Saaren itä- ja kaakkoispäässä on maatalousaluetta sekä harvaa loma- ja vakituista asutusta. Voimalaitosalue sijoittuu yhdyskuntarakenteen yleispiirteisen luokittelun mukaisesti harvaan asutulle maaseudulle ja osin kaupungin läheiselle maaseudulle (Kuva 14). Voimalaitosalueelle ulottuu sen itäisimmässä osassa myös yhdyskuntarakenteen seurannan aineistojen (YKR) mukaista kylämäistä rakennetta. Laitosalueen lähin vakituinen, ympärivuotinen asuinrakennus sijaitsee noin 2,5 km laitosalueesta eteläkaakkoon, Olkiluodonveden toisella puolen Ympyriäisenmaan saarella. Vakituisia asuinrakennuksia on myös Ilavaisten kylän luoteispuolella noin 3 km laitosalueesta kaakkoon sekä Kornamaan saaressa noin 3,2 km laitosalueesta itäkoilliseen. Lähimmät loma-asunnot sijaitsevat noin 0,5 km etäisyydellä voimalaitoksesta Rauman puoleisessa Ruokkartan (eli Leppäkartan) saaressa laitosalueesta lounaaseen. Loma-asutusta on myös Ruokkartan lounaispuolisella Lipon saarella noin 0,8 km laitosalueesta lounaaseen sekä Nousiaisen saarella noin 0,8 km laitosalueesta etelään.

Lähimmillään 0,8 km laitosalueelta kaakon suuntaan, Olkiluodon vierailukeskuksen läheisyydessä, sijaitsee Liiklankarin suojelualue, joka on sekä vanhojen metsien suojelualuetta että osa Rauman saariston Natura-aluetta. Selkämeren kansallispuisto sijaitsee lähimmillään noin 1,5 km laitosalueelta lännen ja luoteen suuntaan. Kaunissaaressa, noin 5 km etäisyydellä laitosalueesta itään sijaitsee Kaunissaaren luontopolku, Katavankarin laavu sekä Pohjoisrannan laavu. Raumanmeren luonto- ja retkeilyalue sekä Rohela–Uusalmen retkeilyreitti sijaitsevat Reksaaressa noin 2,6 km laitosalueelta lounaaseen.



Kuva 14. Olkiluodon voimalaitosalueen sijoittuminen yhdyskunta- ja asutusrakenteessa.

Laitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Suojavyöhykkeelle toimintoja suunniteltaessa ja toteutettaessa noudatetaan Säteilyturvakeskuksen määräystä ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyistä (*STUK Y/2/2024*). Suojavyöhykkeellä ei esimerkiksi saa sijaita kohteita, joissa käy tai on huomattavia ihmismääriä, kuten kouluja, sairaaloita, hoitolaitoksia, kauppoja tai muita kuin ydinvoimalaitokseen liittyviä merkittäviä työpaikka- ja majoitusalueita (*YVL A.2*).

6.1.2.2. Kaavoitus

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Valtioneuvosto päätti uusista valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017, ja ne tulivat voimaan 1.4.2018. Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain sekä alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa.

Uudet valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet käsittelevät seuraavia kokonaisuuksia (Valtioneuvosto 2017):

1. **Toimivat yhdyskunnat ja kestävä liikkuminen**
   - Edistetään koko maan monikeskuksista, verkottuvaa ja hyviin yhteyksiin perustuvaa aluerakennetta, ja tuetaan eri alueiden elinvoimaa ja vahvuuksien hyödyntämistä. Luodaan edellytykset elinkeino- ja yritystoiminnan kehittämiselle sekä väestökehityksen edellyttämälle riittävälle ja monipuoliselle asuntotuotannolle.
   - Luodaan edellytykset vähähiiliselle ja resurssitehokkaalle yhdyskuntakehitykselle, joka tukeutuu ensisijaisesti olemassa olevaan rakenteeseen. Suurilla kaupunkiseuduilla vahvistetaan yhdyskuntarakenteen eheyttä.
   - Edistetään palvelujen, työpaikkojen ja vapaa-ajan alueiden hyvää saavutettavuutta eri väestöryhmien kannalta. Edistetään kävelyä, pyöräilyä ja joukkoliikennettä sekä viestintä-, liikkumis- ja kuljetuspalveluiden kehittämistä.
   - Merkittävät uudet asuin-, työpaikka- ja palvelutoimintojen alueet sijoitetaan siten, että ne ovat joukkoliikenteen, kävelyn ja pyöräilyn kannalta hyvin saavutettavissa.

2. **Tehokas liikennejärjestelmä**
   - Edistetään valtakunnallisen liikennejärjestelmän toimivuutta ja taloudellisuutta kehittämällä ensisijaisesti olemassa olevia liikenneyhteyksiä ja verkostoja sekä varmistamalla edellytykset eri liikennemuotojen ja -palvelujen yhteiskäyttöön perustuville matka- ja kuljetusketjuille sekä tavara- ja henkilöliikenteen solmukohtien toimivuudelle.
   - Turvataan kansainvälisesti ja valtakunnallisesti merkittävien liikenne- ja viestintäyhteyksien jatkuvuus ja kehittämismahdollisuudet sekä kansainvälisesti ja valtakunnallisesti merkittävien satamien, lentoasemien ja rajanylityspaikkojen kehittämismahdollisuudet.

3. **Terveellinen ja turvallinen elinympäristö**
   - Varaudutaan sään ääri-ilmiöihin ja tulviin sekä ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Uusi rakentaminen sijoitetaan tulvavaara-alueiden ulkopuolelle tai tulvariskien hallinta varmistetaan muutoin.
   - Ehkäistään melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja.
   - Haitallisia terveysvaikutuksia ja onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille jätetään riittävän suuri etäisyys, tai riskit hallitaan muulla tavoin.

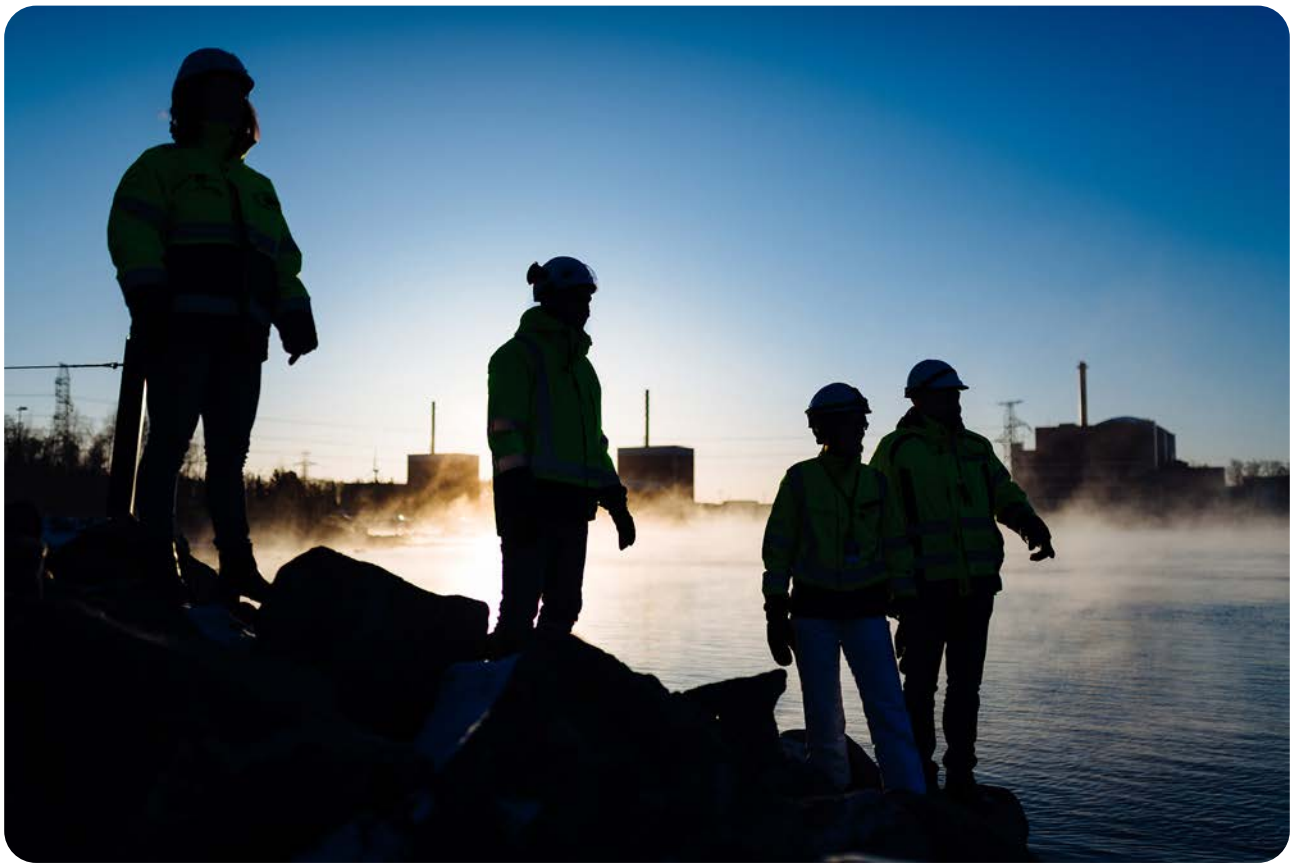
- Suuronnettomuusvaaraa aiheuttavat laitokset, kemikaaliratapihat ja vaarallisten aineiden kuljetusten järjestelyratapihat sijoitetaan riittävän etäälle asuinalueista, yleisten toimintojen alueista ja luonnon kannalta herkistä alueista.
- Otetaan huomioon yhteiskunnan kokonaisturvallisuuden tarpeet, erityisesti maanpuolustuksen ja rajavalvonnan tarpeet ja turvataan niille riittävät alueelliset kehittämisedellytykset ja toimintamahdollisuudet.

4. Elinvoimainen luonto- ja kulttuuriympäristö ja luonnonvarat

- Huolehditaan valtakunnallisesti arvokkaiden kulttuuriympäristöjen ja luonnonperinnön arvojen turvaamisesta.
- Edistetään luonnon monimuotoisuuden kannalta arvokkaiden alueiden ja ekologisten yhteyksien säilymistä.
- Huolehditaan virkistyskäyttöön soveltuvien alueiden riittävyydestä sekä viheralueverkoston jatkuvuudesta.
- Luodaan edellytykset bio- ja kiertotaloudelle sekä edistetään luonnonvarojen kestävää hyödyntämistä. Huolehditaan maa- ja metsätalouden kannalta merkittävien yhtenäisten viljely- ja metsäalueiden sekä saamelaiskulttuurin ja -elinkeinojen kannalta merkittävien alueiden säilymisestä.

5. Uusiutumiskykyinen energiahuolto

- Varaudutaan uusiutuvan energian tuotannon ja sen edellyttämien logististen ratkaisujen tarpeisiin. Tuulivoimalat sijoitetaan ensisijaisesti keskitetysti usean voimalan yksiköihin.
- Turvataan valtakunnallisen energiahuollon kannalta merkittävien voimajohtojen ja kaukokuljettamiseen tarvittavien kaasuputkien linjaukset ja niiden toteuttamismahdollisuudet. Voimajohtolinjauksissa hyödynnetään ensisijaisesti olemassa olevia johtokäytäviä.



Kaikki edellä mainitut tavoitekokonaisuudet koskettavat Olkiluodon aluetta, mutta erityisesti alueeseen liittyvät toimivien yhdyskuntien, terveellisen ja turvallisen elinympäristön ja uusiutumiskykyisen energiahuollon kokonaisuudet. Elinympäristön terveellisyyteen ja turvallisuuteen liittyviä haittatekijöitä ovat erityisesti liikenteen ja tuotantotoiminnan päästöt maaperään, veteen ja ilmaan, altistuminen melulle sekä ympäristöön vaikuttavat onnettomuudet. Kestävän alueidenkäytön eräänä tehtävänä on ennaltaehkäistä merkittäviä terveys- ja ympäristöhaittoja. Suomen kilpailukyvyn parantamiseksi ja asukkaiden hyvinvoinnin turvaamiseksi on tärkeää, että alueet ja yhdyskunnat kehittyvät elinvoimaisina ja että niiden vahvuuksia ja voimavaroja voidaan hyödyntää tehokkaasti ja kestävästi. Yhteysverkostojen ja energiahuollon kannalta on oleellista valtakunnallisten tarpeiden turvaaminen siten, että edistetään toimivaa aluerakennetta ja kansainvälistä kilpailukykyä. Toimintavarma energiahuolto on tärkeä osa kansallista huoltovarmuutta. *(Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017)*

Maakuntakaava

Voimalaitosalueella on voimassa Satakunnan maakuntakaava (lainvoimainen 13.3.2013), Satakunnan vaihemaakuntakaava 1 (lainvoimainen 6.5.2016) ja Satakunnan vaihemaakuntakaava 2 (lainvoimainen 1.7.2019). Satakunnan vaihemaakuntakaavassa 1 on osoitettu maakunnallisesti merkittävät tuulivoimatuotannon alueet ja vaihemaakuntakaavassa 2 teemana on energiantuotanto, soiden moninaiskäyttö, kauppa, maisema-alueet ja rakennetut kulttuuriympäristöt. Satakunnan vaihemaakuntakaavan 2 tultua voimaan kumoutuivat samalla Satakunnan maakuntakaavan vastaavat merkinnät ja määräykset.

Satakunnan maakuntakaavassa (Kuva 15) OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alue on osoitettu energiahuollon alueeksi (EN1). Merkinnällä osoitetaan ydinvoimalaitoksen laitosalue, joka on varattu energiatuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Alueella on voimassa maankäyttö- ja rakennuslain *(MRL 132/1999)* 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus. Alueella liikkuminen ja oleskelu on rajoitettu poliisilain nojalla annetulla sisäasiainministeriön asetuksella turvallisuus- tai muista syistä.

Satakunnan maakuntakaavassa Olkiluodon voimalaitosalue ja sen ympäristö on osoitettu energiahuollon kehittämisen kohdealueeksi (en). Merkinnällä osoitetaan energiahuoltoon varatun laitosalueen lähiympäristö, johon energiahuollon toimintojen vuoksi kohdistuu alueiden käyttöön liittyviä kehittämistarpeita. Energiahuollon kehittämisen kohdealueella tulee suunnittelussa turvata pitkän aikavälin maankäytölliset kehittämisedellytykset ja aluevaraukset. Erityistä huomiota alueen suunnittelussa tulee kiinnittää energiahuollon sekä loppusijoitustoiminnan ja -tutkimuksen kehittämisedellytysten turvaamiseen. Lisäksi erityistä huomiota tulee kiinnittää olemassa olevan asutuksen yleiseen turvallisuuteen, alueella harjoitettavaan muuhun elinkeinotoimintaan, arvokkaisiin luonto-, maisema- ja Natura-arvoihin sekä kallioperän eheyden säilyttämiseen. Aluetta suunniteltaessa tulee energiatuotannon laitosalueen toiminnoista ja valvonnasta vastaaville tahoille sekä vesialueen suunnittelussa museoviranomaiselle, varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.

Voimalaitosalueen ympärille on osoitettu 5 km etäisyydelle ulottuva ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke (sv2). Merkinnällä osoitetaan alueita, joilla alueiden käyttöä on läheisen alueen toiminnan tai muun ympäristöönsä käyttörajoituksia aiheuttavan luonteen vuoksi rajoitettava. Alueen suunnittelussa tulee ottaa huomioon Säteilyturvakeskuksen YVL-ohjeet ja varata Säteilyturvakeskukselle mahdollisuus lausunnon antamiseen.

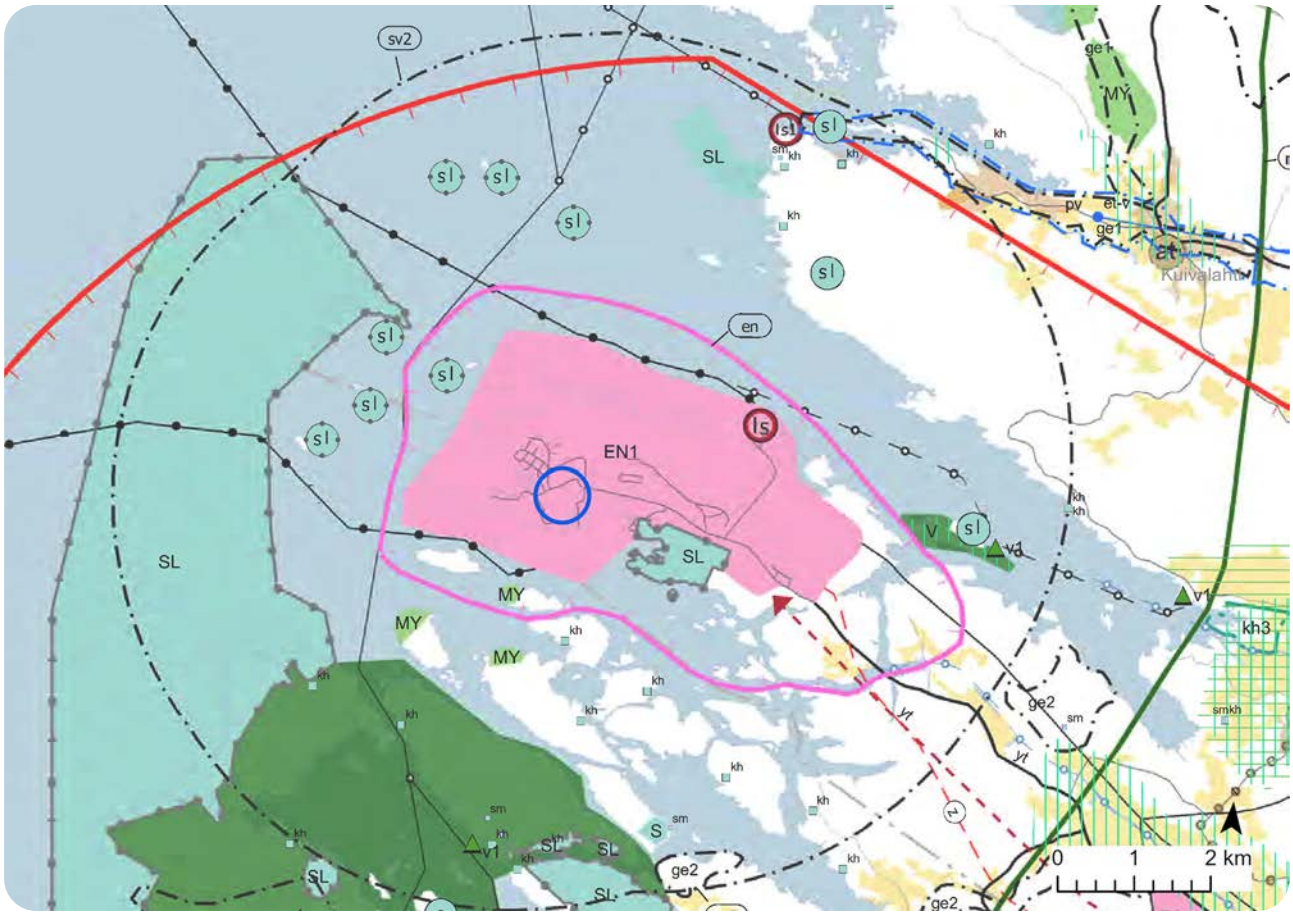
Voimalaitosalue on myös osa Satakunnan maakuntakaavan mukaista kaupunkikehittämisen kohdealuetta (kk). Merkinnällä osoitetaan kaupunkiseutuja, niiden osia tai muita yhdyskuntia koskevia kehittämispolitiikan alueidenkäytöllisiä periaatteita. Merkinnällä osoitetaan niitä vyöhykkeitä, joihin kohdistuu valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä alueidenkäytöllisiä kehittämistarpeita. Lisäksi voimalaitosalue on osa Satakunnan maakuntakaavan mukaista luontomatkailun kehittämisvyöhykettä (mv3).

Olkiluodon Tankokarin satama on osoitettu Satakunnan maakuntakaavassa satama-alueeksi (ls). Satama-alueelle on osoitettu laivaväylä. Veneväylä on osoitettu Eurajoen salmen suuntaan. Liiklankari on osoitettu luonnonsuojelualueeksi (SL) sekä Natura 2000 -verkostoon kuuluvaksi alueeksi (nat). Puolivesikarta ja Ruokkarta lähisaarineen on osoitettu luonnonsuojelualueeksi merkinnällä (sl) Olkiluodon saaren luoteispuolella. Olkiluodon eteläpuolella Pask-Aikko – Kivi-Reksaari – Nousiainen on osoitettu maa- ja metsätalousvaltaiseksi alueeksi, jolla on erityisiä ympäristöarvoja (MY).

Olkiluodosta on osoitettu lähteväksi voimalinja (z) ja ohjeellinen voimalinja (z). Tieyhteys Olkiluotoon on osoitettu tärkeänä yhdystienä (yt), jonka lisäksi maakuntakaavassa on merkintä tieliikenteen yhteystarpeesta.

Satakunnan maakuntakaavan laitosalueelle ja sen lähialueelle kohdistuvat kaavamerkinnät ja määräykset on esitetty taulukossa (Taulukko 13). Lisäksi on voimassa maakuntakaavojen yleisiä suunnittelumääräyksiä, joista tässä hankkeessa erityisesti huomioitavaa on vesien tilaa koskeva määräys. Määräyksen mukaan koko maakunta-kaava-alueella on yksityiskohtaisen alueidenkäytön suunnittelun oltava alueelle kohdistuvien vesienhoitosuunnitelmien ja toimenpideohjelmien toteuttamista edistävää.

Satakunnan vaihemaakuntakaavoissa 1 ja 2 voimalaitosalueelle tai sen välittömään läheisyyteen ei ole osoitettu kaavamerkintöjä. Vaihemaakuntakaavassa 2 Olkiluodon alueelle on osoitettu ainoastaan pohjakarttamerkintä teollisuus- ja palvelualue.

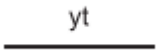


Kuva 15. Ote Satakunnan maakuntakaavasta. Voimalaitosalueen läheisyyteen sijoittuvat kaavamerkinnät ja -määräykset on listattu oheisessa taulukossa (Taulukko 13). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti on osoitettu kuvassa sinisellä ympyrällä.

Taulukko 13. Voimalaitosalueelle ja sen läheisyyteen sijoittuvat kaavamerkinnät ja määräykset Satakunnan maakuntakaavayhdistelmässä.

Voimalaitosalue:	
EN	**ENERGIAHUOLLON ALUE** (Olkiluoto) Merkinnällä osoitetaan energiahuoltoa palvelevat alueet. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus. -1 merkinnällä osoitetaan ydinvoimaloiden laitosalue, joka on varattu energiantuotantoa palvelevia laitoksia, rakennuksia tai rakenteita sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitusta toteuttavia laitoksia ja rakennuksia varten. Alueella liikkuminen ja oleskelu on rajoitettu poliisilain 52 §:n nojalla annetulla sisäasiainministeriön asetuksella turvallisuus- tai muista syistä. Suunnittelumääräys: Alueen suunnittelussa tulee erityistä huomiota kiinnittää alueeseen sisältyviin arvokkaisiin luonto- ja maisemakohteisiin. Aluetta suunniteltaessa tulee säteilyturvakeskukselle (STUK) sekä vaarallisten aineiden valmistusta ja varastointia koskevan EU-direktiivin 96/82/EY (SEVESO II-direktiivi muutoksineen) mukaisten laitosten osalta Turvatekniikan keskukselle (TUKES) varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.
en	**ENERGIAHUOLLON KEHITTÄMISEN KOHDEALUE** (Eurajoen Olkiluoto TVO:n ydinvoimalaitos) Merkinnällä osoitetaan energiahuoltoon varatun laitosalueen lähiympäristö, johon energiahuollon toimintojen vuoksi kohdistuu alueiden käyttöön liittyviä kehittämistarpeita. Suunnittelumääräys: Energiahuollon kehittämisen kohdealueella tulee suunnittelussa turvata pitkän aikavälin maankäytölliset kehittämisedellytykset ja aluevaraukset. Erityistä huomiota alueen suunnittelussa tulee kiinnittää energiahuollon sekä loppusijoitustoiminnan ja -tutkimuksen kehittämisedellytysten turvaamiseen. Erityistä huomiota tulee kiinnittää olemassa olevan asutuksen yleiseen turvallisuuteen, alueella harjoitettavaan muuhun elinkeinotoimintaan, arvokkaisiin luonto-, maisema- ja Natura-arvoihin sekä kallioperän eheyden säilyttämiseen. Aluetta suunniteltaessa tulee energiatuotannon laitosalueen toiminnoista ja valvonnasta vastaaville tahoille sekä vesialueen suunnittelussa museoviranomaiselle, varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.
sv	**SUOJAVYÖHYKE** (Olkiluoto) Merkinnällä osoitetaan alueita, joilla alueiden käyttöä on läheisen alueen toiminnan tai muun ympäristöönsä käyttörajoituksia aiheuttavan luonteen vuoksi rajoitettava. -2 merkinnällä osoitetaan ydinvoimalaitosten suojavyöhyke. Suunnittelumääräys: Alueen suunnittelussa tulee ottaa huomioon, mitä säteilyturvakeskuksen *(STUK)* ydinvoimalaitosohjeessa *(YVL 1.10)* todetaan ydinvoimalaitoksen suojavyöhykkeestä. Aluetta suunniteltaessa tulee säteilyturvakeskukselle *(STUK)* varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.
kk	**KAUPUNKIKEHITTÄMISEN KOHDEVYÖHYKE** (Rauma) Merkinnällä osoitetaan kaupunkiseutuja, niiden osia tai muita yhdyskuntia koskevia kehittämispolitiikan alueidenkäytöllisiä periaatteita. Merkinnällä osoitetaan niitä vyöhykkeitä, joihin kohdistuu valtakunnallisesti, maakunnallisesti tai seudullisesti tärkeitä alueidenkäytöllisiä kehittämistarpeita. Suunnittelumääräys: Aluerakenteeltaan monikeskuksisia vyöhykkeitä kehitetään eheyttämällä olemassa olevien keskusten ja taajamien yhdyskuntarakennetta sekä turvaamalla viher- ja virkistysverkon jatkuvuus sekä palvelujen saatavuus. Yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa tulee edistää elinympäristöjen toimivuutta ja taloudellisuutta hyödyntämällä rakennettuja verkostoja, vähentämällä liikennetarvetta sekä edistämällä joukkoliikenteen ja kevytliikenteen edellytyksiä. Alueen arkeologiset kohteiden, valtakunnallisesti arvokkaiden maisema-alueiden sekä merkittävien kulttuuriympäristöjen tulee olla alueidenkäytön suunnittelun lähtökohtina. Kehittämissuositus: Alueen maankäytön kehittämistarpeet tulisi tutkia ja ratkaista yksityiskohtaisemmalla seudullisella maankäytön suunnitelmalla.

Voimalaitosalue:	
	**MATKAILUN KEHITTÄMISVYÖHYKE** (Satakunnan rannikkoseutu) Merkinnällä osoitetaan vyöhykkeitä, joihin kohdistuu merkittäviä matkailun kehittämistarpeita. -3 merkinnällä osoitetaan merkittävät luontomatkailun kehittämisen kohdevyöhykkeet, joihin kohdistuu luontomatkailun, luonnon virkistyskäytön, ulkoilu- ym. reitistöjen sekä luonnonsuojelun kehittämis- ja yhteensovittamistarpeita. Suunnittelumääräys: Vyöhykkeiden sisällä toteutettavassa alueidenkäytön suunnittelussa on kiinnitettävä erityistä huomiota matkailuelinkeinojen ja virkistyspalveluiden kehittämiseen. Suunnittelussa on otettava huomioon toteutettavien toimenpiteiden yhteensovittaminen kulttuuri-, maisema- ja luontoarvoihin sekä olemassa oleviin elinkeinoihin ja asutukseen. Matkailuun liittyviä toimintoja suunniteltaessa ja vyöhykkeen vetovoimaisuutta kehitettäessä tulee ottaa huomioon vyöhykkeen erityisominaisuudet ja niiden ominaispiirteiden säilyttäminen.

Voimalaitosalueen ulkopuolinen lähiympäristö:	
	**SATAMA-ALUE** (Tankokari, Olkiluoto) Merkinnällä osoitetaan satama- ja satamatoimintoihin välittömästi liittyvät varasto- ja terminaalialueet. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus. Suunnittelumääräys: Aluetta suunniteltaessa tulee Liikennevirastolle ja satamatoiminnasta vastaavalle taholle sekä museoviranomaiselle varata mahdollisuus lausunnon antamiseen.
	**LAIVAVÄYLÄ** Merkinnällä osoitetaan kulkusyvyydeltään yli 2,5 metrin laivaväylät. Alueella on voimassa MRL 33§:n mukainen rakentamisrajoitus.
	**VENEVÄYLÄ** Merkinnällä osoitetaan tärkeimmät, viitoitetut veneväylät. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.
	**VOIMALINJA** Merkinnällä osoitetaan vähintään 110 kV:n voimalinjat. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.
	**OHJEELLINEN VOIMALINJA** Merkinnällä osoitetaan ohjeelliset, vähintään 110 kV:n voimalinjat. Suunnittelumääräys: Maankäytön suunnittelulla on turvattava voimalinjan toteuttamismahdollisuus.
	**TÄRKEÄ YHDYSTIE** Merkinnällä osoitetaan yhdystiet ja vastaavat kokoojakadut. Alueella on voimassa MRL 33 §:n mukainen rakentamisrajoitus.
	**TIELIIKENTEEN YHTEYSTARVE** Merkinnällä osoitetaan tieverkon kehittämisen kannalta tärkeät yhteystarpeet. Suunnittelumääräys: Maankäytön suunnittelulla on turvattava tieliikenteen yhteystarpeen toteuttamismahdollisuus. Yhteystarpeen toteuttamiseksi on tieverkon yksityiskohtaisemmassa suunnittelussa selvitettävä alueiden käytön kannalta tarkoituksenmukaisimmat ja ympäristön kannalta vähiten haitalliset vaihtoehdot.
	**MAA- JA METSÄTALOUSVALTAINEN ALUE, JOLLA ON ERITYISIÄ YMPÄRISTÖARVOJA** (Pask-Aikko – Kivi-Reksaari – Nousiainen) Merkinnällä osoitetaan maa- ja metsätalousvaltaisia alueita, joihin liittyy erityisiä kulttuuri-, maisema-, luonto- ja ympäristöarvoja. Suunnittelumääräys: Alueen suunnittelussa on otettava huomioon alueen kulttuuri-, maisema-, luonto- ja ympäristöarvot.

Voimalaitosalueen ulkopuolinen lähiympäristö:	
	**NATURA 2000 -VERKOSTOON KUULUVA ALUE** (Rauman saaristo) Merkinnällä osoitetaan valtioneuvoston päätösten mukaisesti Natura 2000 -verkostoon kuuluvat alueet.
	**LUONNONSUOJELUALUE** (Liiklankari) Merkinnällä osoitetaan luonnonsuojelulain nojalla suojellut tai suojeltavat luonnonsuojelualueet. Suunnittelumääräys: Alueen maankäyttöön mahdollisesti vaikuttavista merkittävistä suunnitelmista ja hankkeista tai ennen vallitsevia olosuhteita merkittävästi muuttaviin toimenpiteisiin ryhtymistä tulee luonnonsuojelusta vastaavalle alueelliselle ympäristöviranomaiselle varata mahdollisuus lausunnon antamiseen. Suojelumääräys: Alueella ei saa toteuttaa sellaisia toimenpiteitä tai hankkeita, jotka voivat oleellisesti vaarantaa tai heikentää alueen suojeluarvoja. Alueella voidaan kuitenkin valtion luonnonsuojeluviranomaisen niin salliessa toteuttaa alueen suojeluarvojen säilyttämiseksi ja palauttamiseksi tarkoitettuja toimenpiteitä. Suojelumääräys on voimassa, kunnes alue on muodostettu luonnonsuojelulain mukaiseksi luonnonsuojelualueeksi.

Yleiskaavat

Olkiluodon alueella on voimassa oikeusvaikutteinen Olkiluodon osayleiskaava (hyväksytty 2008, lainvoimainen 2010). Voimalaitosalue on kokonaisuudessa osoitettu kaavassa EN-aluevarausmerkinnällä energianhuollon alueeksi (Kuva 16). OL1- ja OL2-laitosyksiköt sijaitsevat osa-alueella, joka on tarkoitettu varsinaisille ydinvoimalaitoksille (v) ja osa-alueella, jolle ydinjätelaitoksia voidaan sijoittaa (yj).

Kaavamääräyksen mukaan alueelle saa rakentaa:

- Sähköntuotantoon tarkoitettuja ydinvoimalaitoksia, muita voimalaitoksia, ydinlaitoksia ja sähkönsiirtoon tarkoitettuja laitoksia, näitä palvelevia muita laitoksia ja laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia, rakenteita ja teitä.
- Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä korkea-aktiivisen jätteen loppusijoitustoimintaan liittyviä ydinjätelaitoksia ydinenergialain nojalla myönnetyn rakentamisluvan mukaisesti. Ne käsittävät maanalaisiin loppusijoitustiloihin johtavia sisäänkäyntirakennuksia ja -rakennelmia ja kapselointilaitoksia sekä niihin liittyviä aputiloja.
- Tutkimuslaitoksia, varasto- ja toimistorakennuksia, kokoontumistiloja sekä loppusijoitusta palvelevia laitoksia, laitteistoja, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, kuten kulku- ja ilmanvaihtokuiluja sekä turvarakenteita.

Lisäksi alueelle saa varastoida ja käsitellä rakentamisessa sekä loppusijoitustoiminnassa tarpeellisia maa-aineksia sekä sijoittaa kaatopaikkajätteen esikäsittelyalueen ja kaatopaikan.

Alueen rantaan rajoittuvien alueiden rakentamisessa tulee rantamaasto ja -maisema säilyttää mahdollisimman luonnontilaisena. Alueen jatkosuunnittelussa ja toteuttamisessa tulee ottaa huomioon Rauman saariston Natura-alueeseen (FI0200073) liittyvät luontoarvot LSL 65 ja 66 §:ien mukaisesti.

Olkiluodon osayleiskaavassa on annettu lisäksi seuraavia yleismääräyksiä ydinvoimalaitoksiin liittyen:

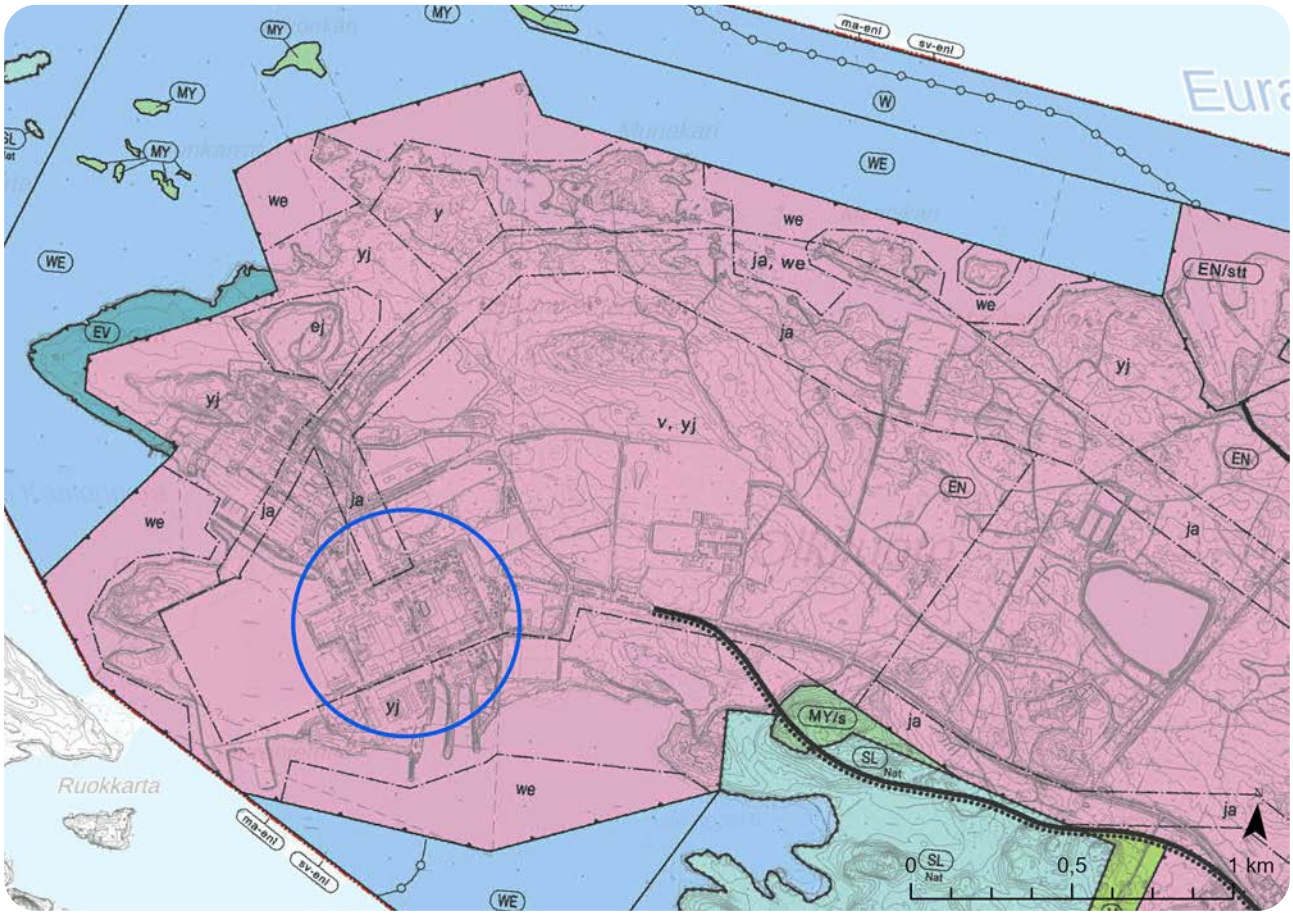
- Koko kaava-alue kuuluu suojavyöhykkeeseen, joka ulottuu noin 5 km etäisyydelle alueen ydinvoimalaitoksista.
- Säteilyturvakeskuksen julkaiseman YVL-ohjeen A.2 mukaan suojavyöhykkeelle ei saa sijoittaa tiheää asutusta, sairaaloita tai laitoksia, joissa käy tai oleskelee huomattavia ihmismääriä. Suojavyöhykkeelle ei myöskään tule sijoittaa sellaisia merkittäviä tuotannollisia toimintoja, joihin ydinvoimalaitoksen onnetto-

muus voisi vaikuttaa. Pysyvien asukkaiden määrä tulisi pitää pienempänä kuin 200. Loma-asutusta tai vapaa-ajan toimintaa voi tällä alueella olla enemmän, mikäli kyseiselle alueelle voidaan laatia asianmukainen pelastussuunnitelma.

- Sisäasiainministeriön määräämälle ydinlaitosalueelle tai sen osalle voidaan määrätä kulkurajoituksia ydinlaitosten turvasuunnitelmassa.
- Koko kaavan alueella alin rakentamiskorkeus on +2,0 m keskivedenkorkeuden yläpuolella.

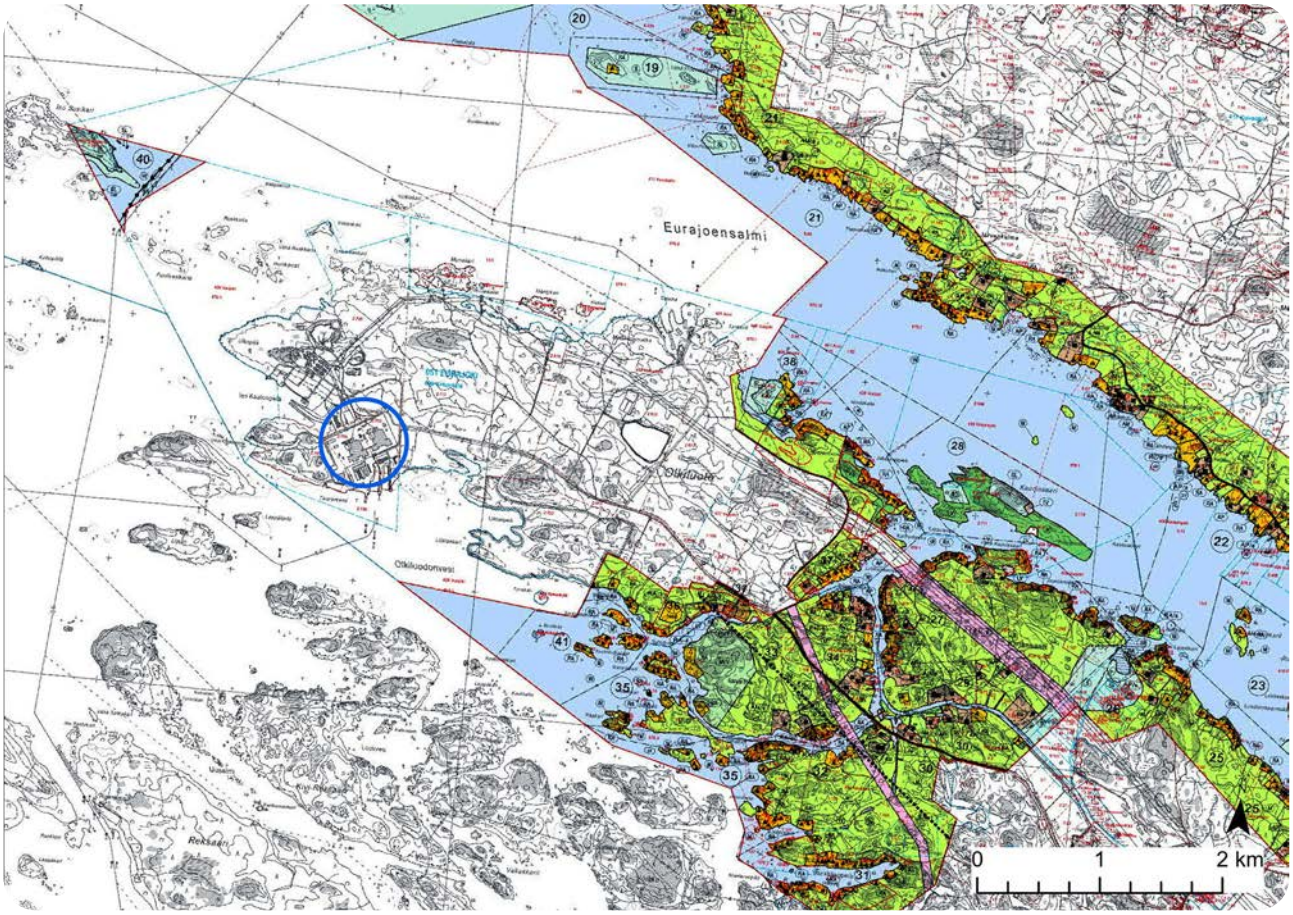
Eurajoen rantayleiskaavan alue käsittää kaikki Eurajoen merenranta-alueet ja saaret (Kuva 17). Vuonna 2015 rantayleiskaavan muutoksella kumottiin vuonna 2000 vahvistettu rantayleiskaava. Olkiluodon voimalaitosalue ei ollut mukana rantayleiskaavan muutoksessa, sillä alueen osalta oli hyväksytty Olkiluodon osayleiskaava vuonna 2008.

Rauman pohjoisten rantojen osayleiskaavassa (voimaantulo 2000) ja sen muutoksessa (voimaantulo 2008) Olkiluodon länsipuolelle sijoittuva Kuusisenmaan saari on osoitettu pääosin energiahuollon alueeksi (EN-1), pohjoisosistaan suojaviheralueeksi (EV) (Kuva 18). Kuusisenmaan energiahuollon alueelle saa rakentaa sähköntuotantoa palvelevia varasto-, valvonta- ja toimistorakennuksia ja kokoontumistiloja sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia, rakenteita, laitteita ja teitä. Alueelle ei saa rakentaa ydinvoimalaitoksia eikä ydinjätelaitoksia. Alueelle saa rakentaa tuulivoimaloita, mutta niiden rakentamisedellytykset ratkaistaan asemakaavalla. Alueen rantaan rajoittuvien alueiden rakentamisessa tulee rantamaasto ja -maisema säilyttää mahdollisimman luonnontilaisena. Suojaviheralueella (EV) on maisemallista merkitystä, ja aluetta haitallisesti muuttavia toimenpiteitä tulee välttää.

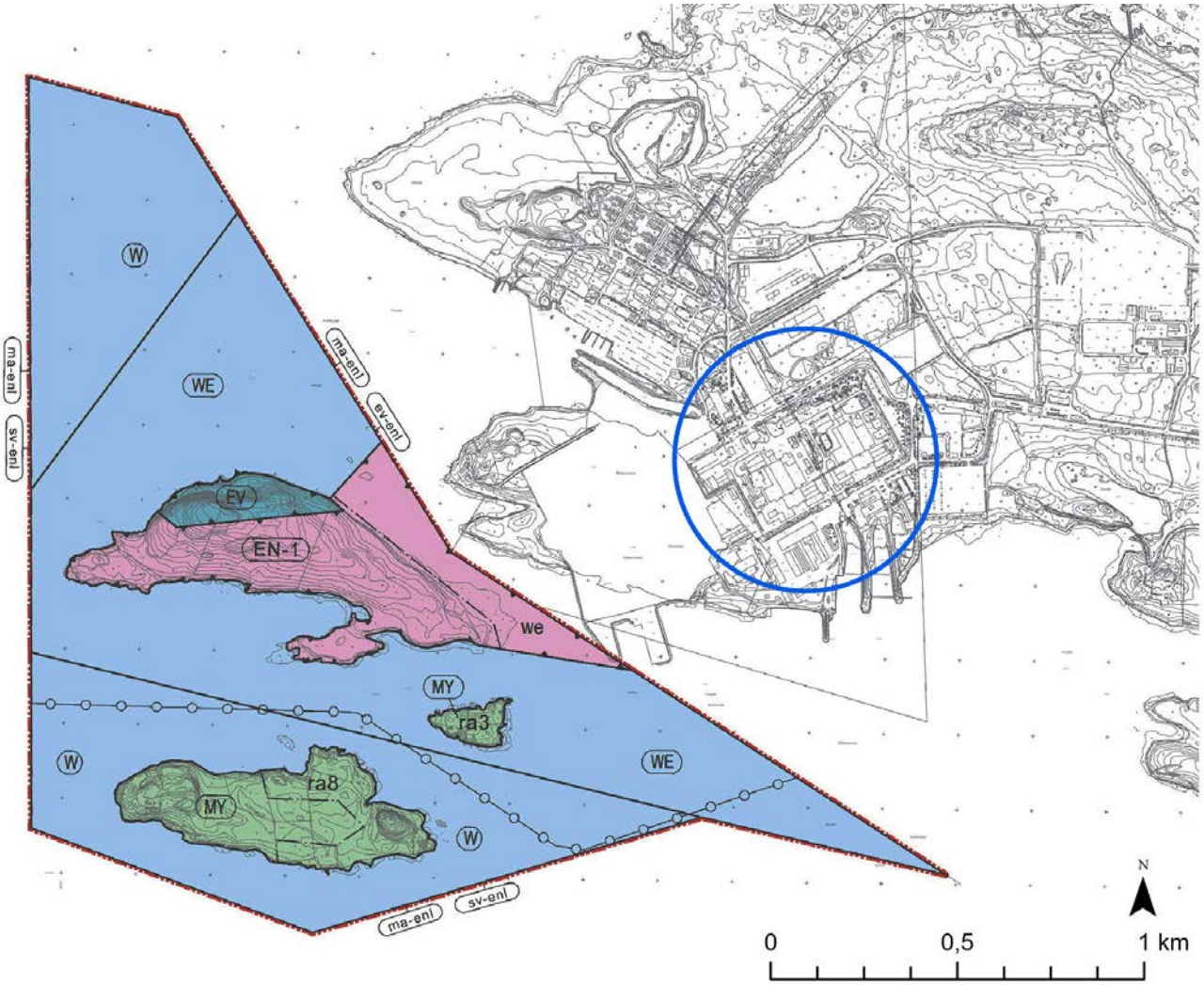


Kuva 16. Ote Olkiluodon osayleiskaavasta. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti on osoitettu kuvassa sinisellä ympyrällä.

Pääosa voimalaitosalueen läheisyydessä sijaitsevista muista saarista on osoitettu maa- ja metsätalousalueeksi, joista osalla on ympäristöarvoja (MY) tai joille on osoitettu yksittäisiä lomarakennuspaikkoja (ra-merkintä). Voimalaitosalueen ympäristöön sijoittuu joitakin luonnonsuojelualueita.



Kuva 17. Ote Eurajoen rantayleiskaavasta ja rantayleiskaavan muutoksesta (2000 ja 2015). Kuvassa sinisellä ympyrällä osoitettu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti. Ne eivät sijaitse rantayleiskaavan alueella.



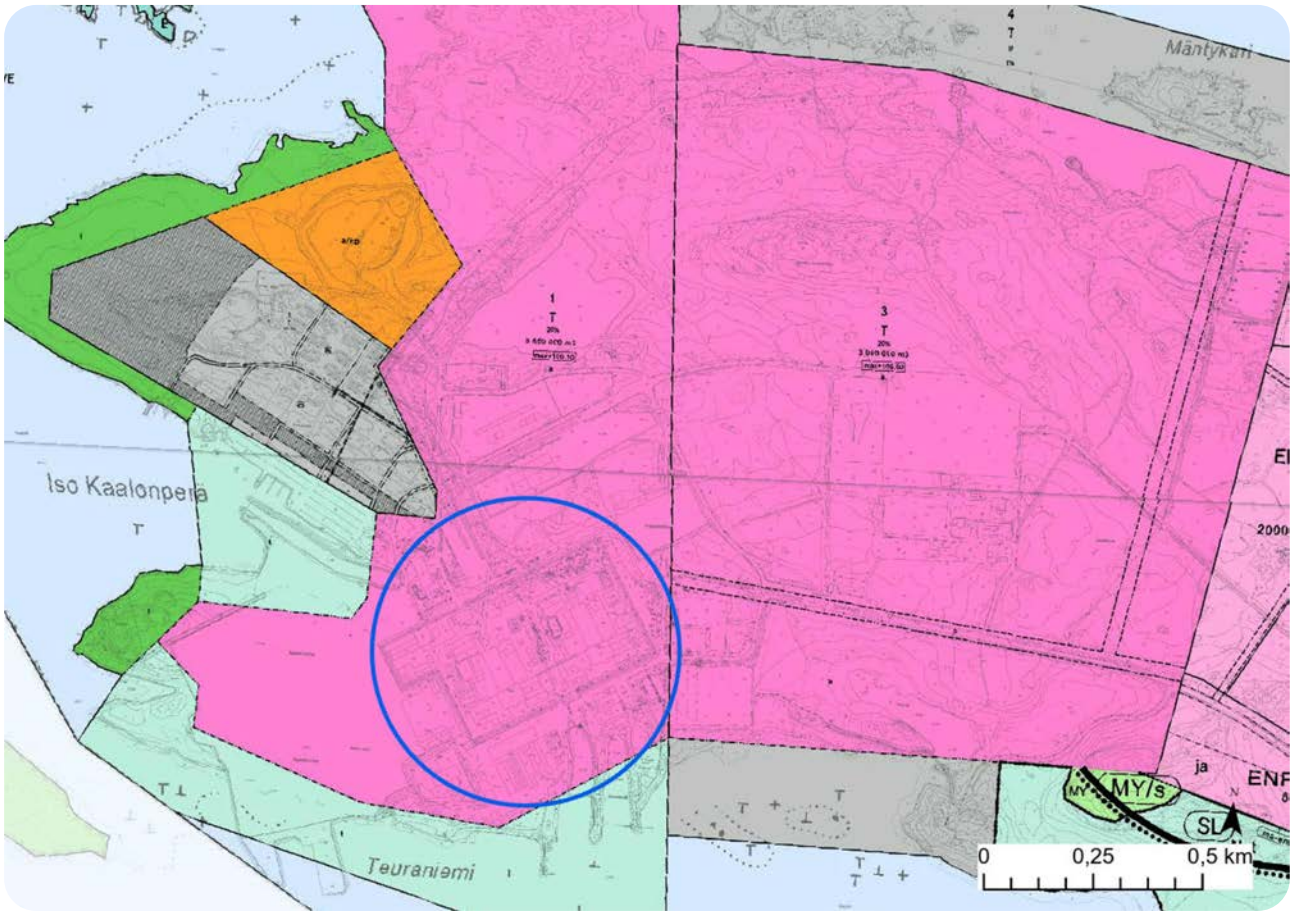
Kuva 18. Ote Rauman Pohjoisten rantojen osayleiskaavasta ja osayleiskaavan muutoksesta (2000 ja 2008). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti on osoitettu kuvassa sinisellä ympyrällä.

Asemakaavat

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alueella on voimassa Eurajoen kirkonkylän rakennuskaavan muutos (vahvistunut 7.3.1997, Kuva 19). Laitosalue on teollisuus- ja varastorakennusten korttelialuetta (T), kortteli 1, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Luku 20 % osoittaa, kuinka suuren osan alueesta tai rakennusalasta saa käyttää rakentamiseen. Luku 3 550 000 m^3 osoittaa kuinka monta kuutiometriä on korttelin rakennusoikeus. Rakennuksen vesikaton ylimmän kohdan korkeusasema on enintään 100 m. Alue, jolle varsinaiset ydinvoimalaitokset tulee sijoittaa, on osoitettu merkinnällä a.

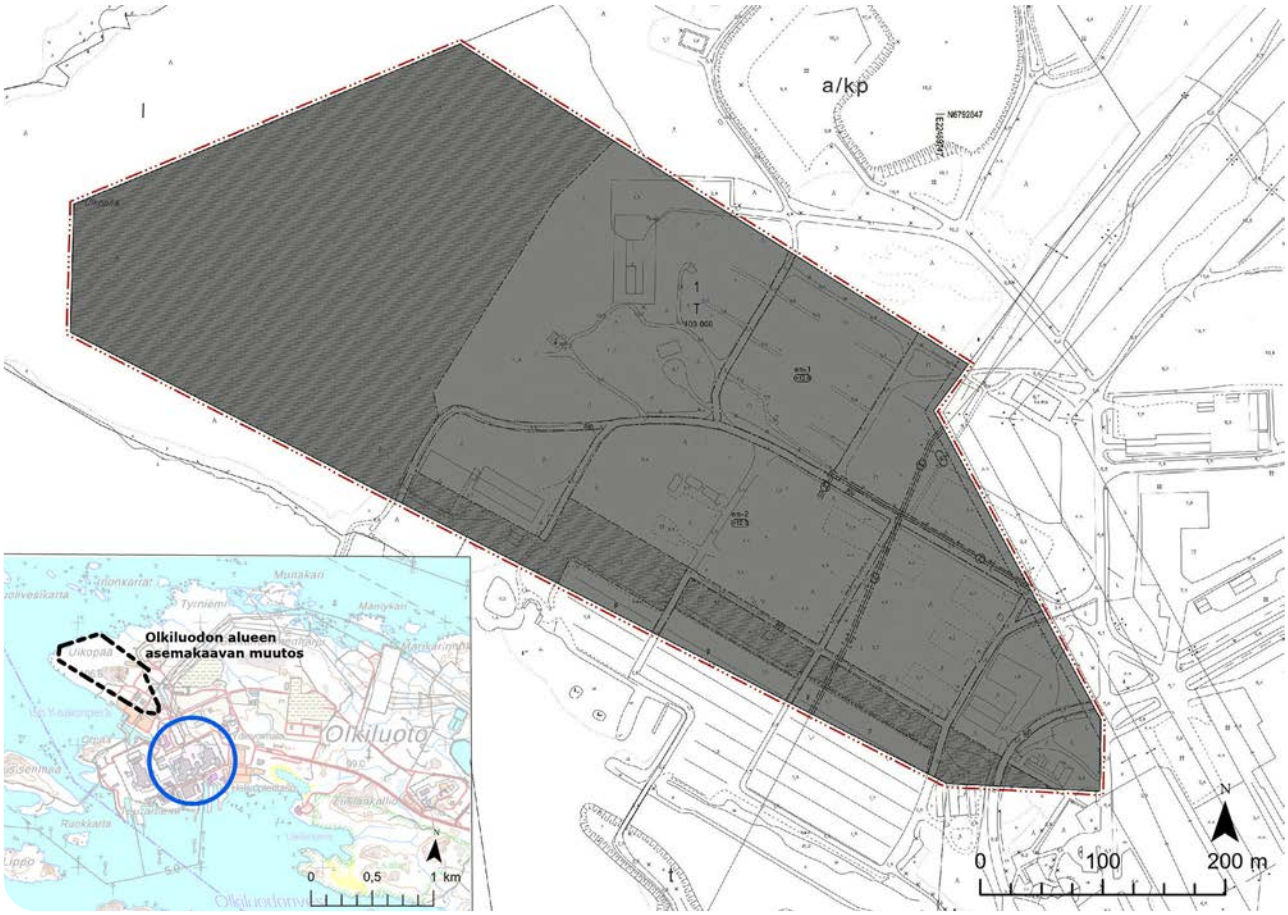
Eurajoen kirkonkylän rakennuskaavan muutoksessa (1997) on annettu lisäksi yleismääräys, jonka mukaan rakennuskortteleissa sekä vesialueella voidaan rakennuksia, rakennelmia ja muita laitteita sijoittaa maanpinnan tason alapuolelle.

Laitosalueen itäpuolella on voimassa Eurajoen rakennuskaava (vahvistunut 14.2.1974). Itäpuoliset alueet on osoitettu rakennuskaavassa teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi 3, jonka määräys on identtinen vuoden 1997 rakennuskaavan T-alueen määräyksen kanssa.



Kuva 19. Ote ajantasa-asemakaavasta. Laitosalueella on voimassa Eurajoen kirkonkylän rakennuskaavan muutos (1997). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti on osoitettu kuvassa sinisellä ympyrällä.

TVO:n akkuenergiavaraston ja hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitushankkeen toteuttamiseksi on laadittu asemakaavan muutos (Olkiluodon alueen asemakaavamuutos), joka on hyväksytty Eurajoen kunnanvaltuustossa 14.11.2022, ja se on tullut lainvoimaiseksi 2.1.2023 (Kuva 20). Kaavan tavoitteena oli päivittää voimalaitosalueen osan kaavamääräystä siten, että kaavamuutoksella mahdollistetaan suunnitellut toiminnot (akkuenergiavarasto ja hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoittaminen). Kaavassa alue on osoitettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita sekä laitteistoja ja laitteita ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Osa-alueet, joille voidaan rakentaa voimalaitoksen tarvitsemia rakennelmia ja laitteita sekä hyvin matala-aktiivisen jätteen loppusijoitustiloja, on osoitettu omin merkinnöin (en-1). Alueelle on osoitettu lisäksi osa-alueita (en-2), joiden alueelle voidaan rakentaa ydinvoimalaitoksen tukitoimintoja; alueelle saa sijoittaa voimajohtoja ja niihin sekä energianvarastointiin liittyviä laitteita ja -rakennuksia. Kaava-alue sijaitsee noin 350–400 m OL1- ja OL2-laitosyksiköistä luoteeseen.



Kuva 20. Olkiluodon alueen asemakaavamuutos on tullut lainvoimaiseksi 2.1.2023. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sijainti on osoitettu vasemman alareunan kuvan sijaintikartassa sinisellä ympyrällä.

Olkiluodon saaren itäosassa on voimassa seuraavia asemakaavoja:

- Eurajoki: Loppusijoitusalueen asemakaava ja asemakaavan muutos sekä asemakaavan ja ranta-asemakaavan osittainen kumoaminen (hyväksymisvuosi 2010), mm. energiatuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialueet – kaavalla varattiin alue käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustoimintaa varten osayleiskaavan mukaisesti.
- Olkiluodon asemakaava 3 (hyväksymisvuosi 2005), mm. energiatuotantoa palvelevien asuntolarakennusten korttelialueet, toimitilarakennusten korttelialue, energiatuotantoa palveleva asuntovaunualue.

Lisäksi Olkiluodon saaren itäosissa on kolme vahvistettua loma-asutusta ohjaavaa ranta-asemakaavaa noin 2,6–4 km etäisyydellä laitosalueesta.

Vireillä olevat kaavat

Satakunnan maakuntakaavan 2050 laatiminen on käynnistynyt vuoden 2021 lopussa. Satakunnan maakuntakaava 2050 laaditaan kaikki maankäyttömuodot kattavana kokonaismaakuntakaavana, jolloin käsitellään alueiden käytön ja yhdyskuntarakenteen periaatteet ja kehittämisen kannalta tarpeelliset alueet koko maakunnan alueella. Kaavaa varten on laadittu uusia selvityksiä, mm. viherrakenneselvitys sekä tuulivoima- ja kulttuuriympäristöselvitykset.

Satakunnan maakuntakaavan 2050 laadinnan keskeisenä lähtökohtana ovat voimassa olevat Satakunnan maakuntakaava, vaihemaakuntakaava 1 ja vaihemaakuntakaava 2. Näiden kaavamerkintöjä ja määräyksiä tarkastellaan uudistuneiden valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden, uusimpien selvitysten, suunnitelmien ja inventointitietojen nojalla. Tarkoituksena on, että voimaan tullessaan Satakunnan maakuntakaava 2050 kumoaa Satakunnan aiemmat kokonais- ja vaihemaakuntakaavat. *(Satakuntaliitto 2024)*

Satakunnan maakuntakaavan 2050 osallistumis- ja arviointisuunnitelma on ollut nähtävillä 1.4.–13.5.2022. Satakuntaliiton maakuntahallitus hyväksyi vastineet Satakunnan maakuntakaavan 2050 osallistumis- ja arviointisuunnitelmasta annettuihin palautteisiin 22.11.2022. Osallistumis- ja arviointisuunnitelmaa on päivitetty ja täydennetty vastineiden ja muiden täsmentyneiden tietojen perusteella, ja maakuntahallitus on hyväksynyt 19.12.2022 tarkistetun osallistumis- ja arviointisuunnitelman. Satakunnan maakuntakaavan 2050 tavoitteet on hyväksytty 17.4.2023. Satakunnan maakuntakaavan 2050 tavoitteena on turvata alueidenkäytölliset edellytykset ydinvoiman tuotantokeskittymälle ja ydinjätteen loppusijoitukselle Eurajoen Olkiluodossa. Satakunnan maakuntakaava 2050 on etenemässä valmisteluvaiheeseen. Satakuntaliiton alustavan aikatauluarvion mukaan kaava etenisi ehdotusvaiheeseen vuoden 2024 aikana, ja hyväksymisvaiheessa kaava olisi mahdollisesti vuosina 2025–2026. Maakuntakaavan tulee hyväksymään maakunnan liiton ylin päättävä elin eli Satakuntaliiton maakuntavaltuusto. *(Satakuntaliitto 2024)*

Voimalaitosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole tällä hetkellä vireillä asemakaava- tai yleiskaavahankkeita. Vireillä olevan Tuulikarin leirintäkeskuksen ranta-asemakaavan alue sijaitsee noin 4,5 km laitosalueesta koilliseen. Vireillä olevan Eurajoen rantaosayleiskaavan muutoksen lähin muutoskohde ja osa-alue sijaitsee noin 4,4 km laitosalueesta kaakkoon Karhunkarinrauman rannalla.

6.1.2.3. Vaikutuskohteen herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyys määräytyy voimalaitosalueen ja sitä ympäröivien alueiden yhdyskuntarakenteen, maankäytön ja kaavoituksen perusteella. Herkkiä muutoksille ovat alueet, joilla tai joiden lähiympäristössä sijaitsee arvokkaita luontokohteita, asumista tai muuta sellaista maankäyttöä, joka saattaa muutoksesta häiriintyä. Kaavoituksen osalta herkkyyteen vaikuttaa se, onko voimalaitosalueen kaavoitus suunnitellun hankkeen mukaista ja mihin käyttöön hankkeen vaikutusalue on kaavoitettu. Kohteen herkkyys maankäytön ja kaavoituksen osalta arvioidaan vähäiseksi. Laitosalue on nykyistä ydinvoimalaitoksen aluetta ja suojaetäisyydet herkkiin kohteisiin on otettu huomioon jo nykyisellään. Voimalaitosalueen lähiympäristöön ei sijoitu vakituista asutusta, mutta vapaa-ajan asutusta on jonkin verran. Laitosalueen kaavoitus on ydinvoimalaitoksen toiminnan mukaista.

6.1.3. Ympäristövaikutukset

6.1.3.1. Käyttöiän jatkaminen

Suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet viedään käytäntöön ensisijaisesti maakuntakaavoituksen kautta. Maakuntakaavoituksessa tavoitteet sovitetaan maakunnallisten ja paikallisten olosuhteiden ja tavoitteiden kanssa. Satakuntaan ollaan laatimassa uutta maakuntakaavaa, ja valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet otetaan huomioon myös maakuntasuunnitelmassa ja -ohjelmissa. Energiahuollon osalta Satakunnan maakuntakaavan 2050 tavoitteena on turvata alueidenkäytölliset edellytykset ydinvoiman tuotantokeskittymälle ja ydinjätteen loppusijoitukselle Eurajoen Olkiluodossa. Maakuntakaavaa käsitellään myöhemmin tässä luvussa. Osa valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista on luonteeltaan sellaisia, että ne otetaan huomioon suoraan kuntakaavoituksessa. Kunnassa yleiskaava on keskeinen kaavataso valtakunnallisten alueidenkäyttötavoitteiden ja maakuntakaavan käytännön toteuttamisessa. Alueella on voimassa yleis- ja asemakaava, joita käsitellään myöhemmin tässä luvussa.

Käytön jatkaminen ei aiheuta alue- tai yhdyskuntarakenteeseen kohdistuvia muutoksia. Käytön jatkaminen olemassa olevalla voimalaitosalueella on vähähiilisen ja resurssitehokkaan yhdyskuntakehityksen kannalta suotuista, ja tukeutuu suoraan olemassa olevaan rakenteeseen. Käytön jatkaminen myös varmistaa osaltaan Suomen sähköntuotannon vähähiilisyyttä.

Laitosyksiköiden nykyisessä toiminnassa on varauduttu ja käyttöiän jatkoa koskevissa suunnitelmissa tulee varautua sään ääri-ilmiöihin kuten esimerkiksi tulviin. Melusta, tärinästä ja huonosta ilmanlaadusta aiheutuvia ympäristö- ja terveyshaittoja (terveellisen ja turvallisen elinympäristön tavoite) ehkäistään myös käytön jatkamisen tapauksessa.

Haitallisia terveysvaikutuksia tai onnettomuusriskejä aiheuttavien toimintojen ja vaikutuksille herkkien toimintojen välille on hankkeessa jätetty riittävän suuri etäisyys. Muun muassa ydinvoimalaitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia. Ydinvoimaan liittyviä riskejä hallitaan monin eri tavoin, kuten ydinvoimalaitoksen valmiusjärjestelyin. Ydinvoimalaitos ja sen toiminnot on sijoitettu riittävän etäälle muun muassa asuinalueista ja luonnon kannalta erityisen herkistä alueista.

Laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen tukee suoraan tai osittain osaa valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteita (mm. energiantuotanto ja elinkeinoelämä) eikä kokonaisuudessaan aiheuta muutosvaikutusta minkään tavoitteen toteutumiselle nykytilanteeseen verrattuna.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen

Voimassa oleva asemakaava mahdollistaa tarvittaessa KPA-varaston laajentamisen, sillä alue on teollisuus- ja varastorakennusten korttelialuetta (T), jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja ja laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Korttelin rakennusoikeus on osoitettu kuutiometreinä (3 550 000 m^3). Asemakaavan yleismääräyksen mukaan rakennuskortteleissa sekä vesialueella voidaan rakennuksia, rakennelmia ja muita laitteita sijoittaa maanpinnan tason alapuolelle. KPA-varaston mahdollinen laajentaminen on alueen voimassa olevan kaavoituksen mukaista eikä aiheuta merkittäviä vaikutuksia maankäytön ja kaavoituksen kannalta.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisen aikana voimalaitoksen toiminta on samanlaista kuin nykytilanteessakin. Toiminnan aikana laitosalue on suljettu ja ulkopuolisten liikkuminen alueella on estetty.

Käytön jatkaminen joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 rajoittaa voimalaitoksen ympäristön maankäyttöä myös tulevina vuosikymmeninä. Satakunnan maakuntakaavassa suurin osa Olkiluodon saaresta sekä laitosalue on osoitettu energiahuollon laitosalueeksi (Olkiluoto) sekä energiahuollon kehittämisen kohdealueeksi (Eurajoen Olkiluoto TVO:n ydinvoimalaitos) ja alueen ympärille on osoitettu ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke. Kaavaratkaisulla on turvattu nykyisten voimalaitosyksiköiden toimintamahdollisuudet sekä alueen kehittäminen myös jatkossa. Maakuntakaavaan osoitettu 5 km suojavyöhyke perustuu olemassa olevien ydinvoimayksikköjen sijoittumiseen Olkiluodon saarelle. Suojavyöhykkeen osoittamisella estetään sellaisten toimintojen sijoittaminen voimalaitoksen läheisyyteen, jotka voisivat vaarantaa ydinvoimalaitosten turvallisen toiminnan. Voimalaitoksen 5 km suojavyöhykkeelle ei voi esimerkiksi sijoittaa kohteita, joissa käy tai on huomattavia ihmismääriä *(YVL A.2)*. Lisäksi suojavyöhykkeen alueella maankäytön ja rakentamisen ratkaisuissa tulee säilyttää lähtökohtaisesti pysyvän ja vapaa-ajan väestön määrä sellaisena, ettei se olennaisesti kasva ydinvoimalaitoksen rakentamisen tai käytön aikana. Suojavyöhykkeen ulkopuolella ydinvoimalaitos ei rajoita maankäyttöä.

Alueella on voimassa Olkiluodon osayleiskaava, jossa laitosalue on osoitettu energiahuollon alueena ja kaavaan on osoitettu osa-alue, joka on tarkoitettu varsinaisille ydinvoimalaitoksille. Laitosyksiköiden nykyinen toiminta ja käytön jatkaminen on yleiskaavan mukaista.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alueella on voimassa Eurajoen kirkonkylän rakennuskaavan muutos. Siinä laitosalue on osoitettu teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Voimassa oleva asemakaava mahdollistaa laitosyksiköiden käytön jatkamisen.



Laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Käytön jatkaminen rajoittaa sekä laitosalueen että sitä ympäröivien alueiden maankäyttöä myös tulevina vuosikymmeninä joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 saakka. Laitosyksiköiden toiminta ja niiden käytön jatkaminen on alueen kaavoituksen mukaista eikä edellytä kaavamuutoksia. Vaikutusalueen kaavoituksessa huomioidaan Olkiluodon ydinvoimalaitoksen aiheutuvat rajoitteet. Laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen tukeutuu nykyiseen yhdyskuntarakenteeseen. Muutoksen suuruuden maankäyttöön ja kaavoitukseen arvioidaan kokonaisuutena olevan vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan maankäyttöön kohdistuvien rajoitusten jatkuminen.

6.1.3.2. Lämpötehon korottaminen

Suhde valtakunnallisiin alueidenkäyttötavoitteisiin

Aivan kuten laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen myös lämpötehon korottaminen tukee suoraan tai osittain osaa valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista (mm. energiantuotanto ja elinkeinoelämä) eikä kokonaisuudessaan aiheuta muutosvaikutusta minkään tavoitteen toteutumiselle nykytilanteeseen verrattuna (ks. luku 6.1.3.1).

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen

Lämpötehon korottamisen tapauksessa laitosyksiköiden ulkopuolelle rakennetaan laitosyksiköiden turvallisuutta parantava uusi dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä sekä uusi akkuenergiavarasto (Kuva 3). Lisävesijärjestelmä on tarkoitus sijoittaa aidatun laitosalueen sisäpuolelle. Laitosalue on voimassa olevassa asemakaavassa teollisuus- ja varastorakennusten korttelialuetta, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitoksia sekä muita voimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon tarkoitettuja laitoksia, laitteistoja, laitteita sekä niihin liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita, ellei sitä muutoin ole rajoitettu.

Akkuenergiavarasto on tarkoitus sijoittaa pohjoisemmas voimalaitosalueelle, jossa on voimassa Olkiluodon alueen asemakaavan muutos (lainvoima 2.1.2023). Ensisijainen sijoitusalue on osoitettu kaavassa teollisuus- ja varastorakennusten korttelialueeksi, jolle saa rakentaa ydinvoimalaitostuotantoon, voimanjakeluun ja voimansiirtoon liittyviä rakennuksia, rakennelmia ja rakenteita sekä laitteistoja ja laitteita ellei sitä muutoin ole rajoitettu. Alueella on kaavassa osoitettu osa-aluemerkintä (en-2), jonka mukaan alueelle voidaan rakentaa ydinvoimalaitoksen tukitoimintoja; alueelle saa sijoittaa voimajohtoja ja niihin sekä energianvarastointiin liittyviä laitteita ja -rakennuksia.

Lisäksi lämpötehon korottamisen tapauksessa saatetaan joutua laajentamaan nykyistä KPA-varastoa, kuten käytön jatkamisen osalta on luvussa 6.1.3.1 kuvattu. Mahdollinen KPA-varaston laajentaminen on voimassa olevan asemakaavan mukaista (Eurajoen kirkonkylän rakennuskaavan muutos vuodelta 1997) eikä se aiheuta merkittäviä vaikutuksia maankäytön ja kaavoituksen kannalta. KPA-varaston mahdollinen laajentamistarve ei näin ollen aiheuta kaavamuutoksen tarpeita.

Tehonkorotuksen vaatima lisärakentaminen ei ole merkittävää, ja on voimassa olevien kaavojen ja alueen nykyisen maankäytön ja käyttötarkoituksen mukaista. Muutoksen suuruuden maankäyttöön ja kaavoitukseen arvioidaan kokonaisuutena olevan vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan maankäyttöön kohdistuvien rajoitusten jatkuminen lisäkäyttövuosilla.

6.1.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys yhdyskuntarakenteen, maankäytön ja kaavoituksen osalta arvioitiin vähäiseksi, sillä laitosalue on nykyistä ydinvoimalaitoksen aluetta ja suojaetäisyydet herkkiin kohteisiin on otettu huomioon jo nykyisellään. Voimalaitosalueen lähiympäristöön ei sijoitu vakituista asutusta, mutta vapaa-ajan asutusta on jonkin verran. Laitosalueen kaavoitus on ydinvoimalaitoksen toiminnan mukaista.

Käytön jatkamisessa nykyisellä teholla (VE1) ja käytön jatkamisessa korotetulla teholla (VE2) vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Alueen lisärakentaminen ei ole merkittävää, ja on voimassa olevien kaavojen ja alueen nykyisen maankäytön mukaista. Laitosyksiköiden toiminnan jatkaminen toteuttaa alueen kaavoituksen mukaista käyttötarkoitusta eikä edellytä kaavamuutoksia. Toisaalta vaikutusalueen kaavoituksessa huomioidaan ydinvoimalaitoksesta aiheutuvat rajoitteet. Vaikutuksen suuruuden arvioitiin kuitenkin olevan vähäinen kielteinen, koska laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen rajoittaa sekä laitosalueen että sen ympäröivien alueiden maankäyttöä myös tulevina vuosikymmeninä.

Molemmissa vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys on näin ollen vähäinen kielteinen, kun otetaan huomioon, että alueen maankäyttörajoitukset jatkuvat joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka (Taulukko 14).

Taulukko 14. Vaikutusten merkittävyys: yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.1.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Lisärakentamistoimissa haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää ottamalla huomioon ympäröivä maankäyttö. Maankäyttö- ja rakennusasetuksen 83 §:n mukaisesti rakennusluvassa tai rakennustyön aikana voidaan määrätä työmaan aitaamisesta, suojarakenteista henkilö- ja omaisuusvahinkojen estämiseksi, toimenpiteistä liikenne- ja muiden häiriöiden välttämiseksi sekä rakennustyön järjestämisestä niin, ettei työmaasta aiheudu kohtuutonta haittaa naapureille tai ohikulkijoille.

6.1.5. Epävarmuustekijät

Hankkeen aiheuttamat vaikutukset on pyritty huomioimaan mahdollisimman laajasti. Arviointi ei sisällä epävarmuuksia suhteessa nykyiseen maankäyttöön. Kaavoitukseen kohdistuvien vaikutusten arviointi perustuu voimassa oleviin maakunta- sekä yleis- ja asemakaavoihin. Satakunnan maakuntakaava 2050 on laadinnassa ja siinäkin tavoitteena on turvata alueidenkäytölliset edellytykset ydinvoiman tuotantokeskittymälle ja ydinjätteen loppusijoitukselle Eurajoen Olkiluodossa.

6.2. Maisema ja kulttuuriympäristö

6.2.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Maisemavaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin, aiheutuuko hankkeesta muutoksia maisemakuvaan tai vaikutuksia kulttuuriympäristön kohteisiin tai arkeologisiin kohteisiin. Alueen maisemarakenteesta, maisemakuvasta ja kulttuuriympäristöstä laadittiin kuvaus. Maisemaan ja rakennettuun kulttuuriympäristöön kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa aineistona käytettiin hankkeen suunnittelutietoja, karttoja, ilmakuvia, maankäyttösuunnitelmia ja muita alueelle laadittuja selvityksiä sekä viranomaisten rekisteritietoja (mm. Museoviraston ja ympäristöhallinnon Avoin tieto -paikkatietoaineistot).

Maisemaan kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa keskityttiin maisemakuvallisen muutoksen tarkasteluun: miten hankkeen tuomat mahdolliset muutokset näkyvät laitosalueen ulkopuolelle, kuinka voimakas muutos maisemassa tapahtuu ja millä paikoilla maiseman muutos on voimakkain. Kulttuuriympäristön osalta arvioitiin voivatko hankkeen vaikutukset yltää lähimpiin kohteisiin. Vaikutusarvioinnin painopiste on lähialueelle kohdistuvissa vaikutuksissa (alle 5 km).

6.2.2. Nykytila

6.2.2.1. Maiseman yleiskuvaus

Olkiluodon saari sijoittuu maisemamaakuntajaossa Lounaismaan maisemamaakunnan Satakunnan rannikkoseudulle. Lounaissaaristosta pohjoiseen siirryttäessä saaristovyöhyke kapenee ja luonto karuuntuu. Maisema-alueella on vaihtelevia saaristoalueita, maasto on pienipiirteistä sekä alavaa. Rannikolla on suojaisia pitkiä ja ruovikkoisia lahtia *(Ympäristöministeriö 1992)*.

Laitosalueen ja sen lähiympäristön maisemakuva on sulkeutunutta puustoisten kaistaleiden ja olemassa olevan teollisuusrakentamisen vuoksi. Voimalaitosalueelta johtaa mantereen suuntaan leveä voimajohtokäytävä, joka halkoo metsäalueen sulkeutunutta maisematilaa. Laitosyksiköiden suuntaan avautuu näkymiä etelästä Olkiluodonveden ylitse. Meren puolelta (pohjoinen/länsi) suoria näkymiä voimalaitosalueelle rajaa rannan puusto, jonka latvojen yli kuitenkin näkyvät laajalle voimalaitosrakennukset sekä poistoilmapiiput.

Olkiluodon saaren maisemakuvaa hallitsevat voimalaitosalueen rakenteiden lisäksi sulkeutuneet metsäalueet ja rannat, joiden lomaan jää paikallisesti avoimia rantakallioita. Rakennuskanta muodostuu ranta-alueille sijoittuvista lomarakennuksista ja pienistä kylämäisistä asuinrakennusten muodostamista kokonaisuuksista. Saarelle sijoittuu metsien lomaan jonkin verran pienehköjä peltoaukeita. Alueen korkokuva on tasaista ja sen korkein maastonkohta nousee noin 18 m merenpinnan yläpuolelle. Kokonaisuudessaan Olkiluodon saaren maisemakuva on sulkeutuneiden metsäisten alueiden, rantakallioiden, voimalaitosalueen sekä pienipiirteisen rakentamisen ja viljelysmaiseman mosaiikki. Olkiluodon saaren rantamaisema itsessään on vaihtelevaa, pienipiirteistä ja rantaviiva on rikkonainen. Ranta-alueet ovat pitkälti tiiviin metsäisiä ja paikoitellen kallioisia tai ruovikkoisia lahden poukamia.

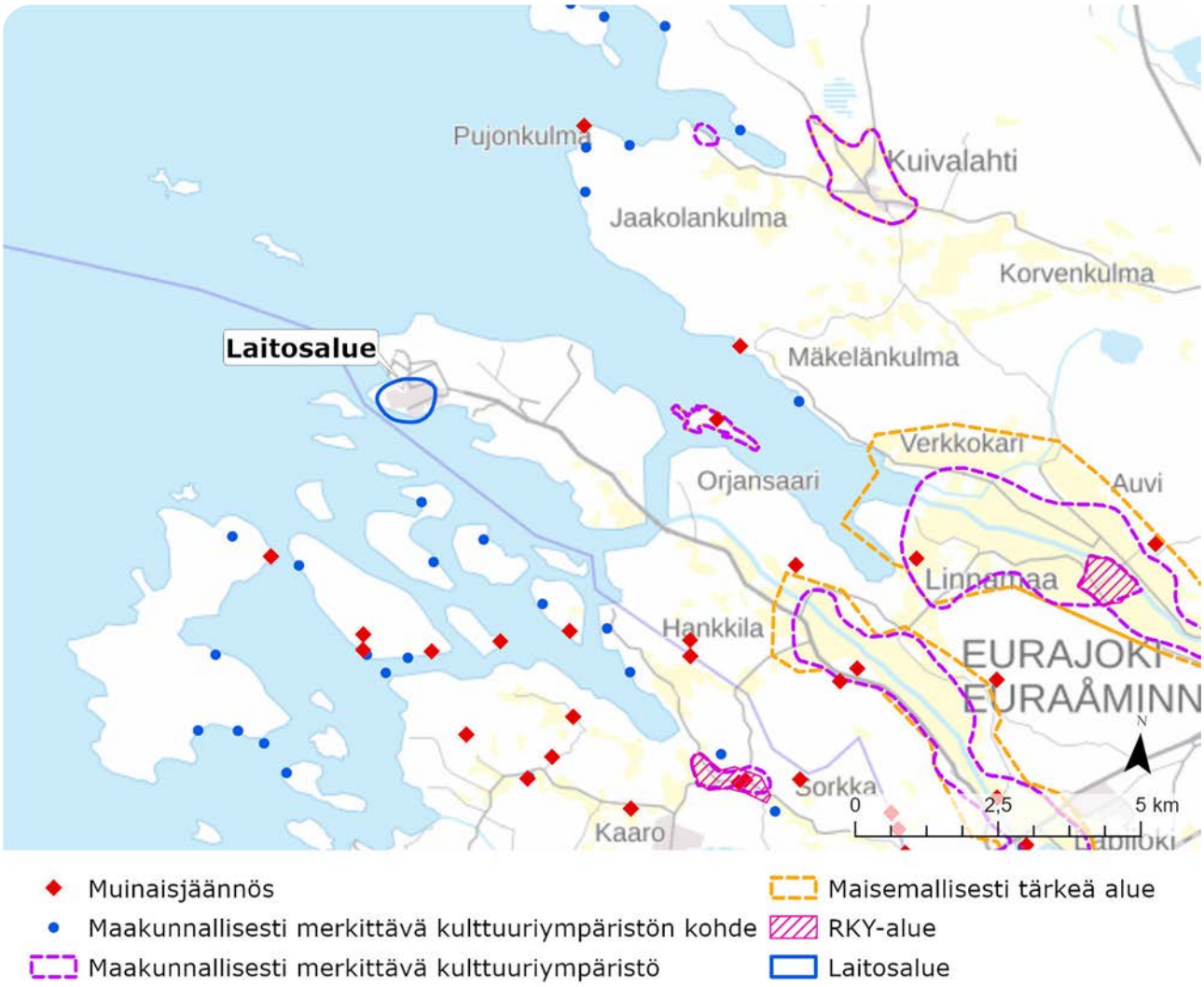
OL1- ja OL2-laitosyksiköt sijoittuvat olemassa olevalle Olkiluodon voimalaitosalueelle, suurimittakaavaiseen teollisuusympäristöön, jossa ihmistoiminnan vaikutus maisemaan on merkittävä (Kuva 21). Alueen lähimaisemassa voimalaitosyksiköt ovat hallitseva elementti. Kaukomaisemassa alueen ilme on puustoinen, jonka siluetissa on nähtävissä voimalaitostoiminnan elementit piippuineen.



Kuva 21. Laitosalueen ilmakuva.

6.2.2.2. Arvokkaat maisema- ja kulttuuriympäristöalueet sekä -kohteet

Voimalaitosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita eikä valtakunnallisesti tai maakunnallisesti merkittävää rakennettua kulttuuriympäristöä tai sen kohteita (Kuva 22). Lähin maakunnallisesti merkittävä kulttuuriympäristö sijaitsee noin 5 km laitosalueelta kaakkoon (Kaunissaari). Runsaan 8 km etäisyydellä laitosalueesta kaakkoon sijaitsee lähin valtakunnallisesti merkittävä rakennetun kulttuuriympäristön kohde (RKY) Sorkan kylä. Voimalaitosalueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse muinaismuistolain suojelemia kohteita. (*Museovirasto 2009*)



Kuva 22. Voimalaitosalueen ympäristössä sijaitsevat maisema-alueet ja kulttuuriympäristöt sekä kiinteät muinaisjäännökset.

6.2.2.3. Vaikutuskohteen herkkyys

Laitosyksiköt sijoittuvat olemassa olevaan voimalaitosmiljööseen, joka on jo entuudestaan muokannut ja leimannut Olkiluodon saaren ja sen ympäristön maisemaa. Voimalaitos ja sen rakenteet muodostavat selkeän erillisen kokonaisuuden muuten pienipiirteisessä ja metsäisessä rantamaisemassa. Sen vaikutus maisemassa on kuitenkin kauempaa tarkasteltuna pistemäinen maisemahäiriö. Laitosyksiköt eivät sijoitu maiseman tai kulttuuriympäristöjen arvoalueelle eikä sinne sijoitu arkeologista kulttuuriperintöä. Voimalaitosta ympäröiville rantavyöhykkeelle sijoittuu vähäisesti loma- ja ympärivuotista-asutusta. Laitosalue on pääasiallisesti nähtävissä ympäröiviltä merialueita niin lähi- kuin kaukomaisemassa puuston latvojen yläpuolelle kohoavina voimalaitosrakenteina. Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan vähäiseksi maiseman sekä kulttuuriympäristön arvotettuihin alueiden ja kohteiden osalta, kun huomioon otetaan voimalaitosalueella jo nykyisellään sijaitsevat toiminnot ja niiden vaikutus maisemaan vuosikymmenien ajan.

6.2.3. Ympäristövaikutukset

6.2.3.1. Käyttöiän jatkaminen

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat ylläpito- ja parannustyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisällä eikä niiden osalta lisärakentamiselle ole tarvetta voimalaitosalueella. Jos KPA-varastoa laajennetaan, alueella olevan varastorakennuksen koko hieman pitenee rakennuksen päädystä. Rakennuksen ulkonäkö tai sen korkeus ei muutu, eikä laajennus näin ollen vaikuta alueen maisemakuvaan. Maisemallisesti rakennuksen laajennus vaikuttaa vain alueen sisäiseen maisemakuvaan, jossa muutos ei ole merkityksellinen. KPA-varaston laajentamisesta ei muodostu rakentamisen aikaisia vaikutuksia maisemaan, sen arvotettuihin alueisiin tai kohteisiin eikä arkeologiseen kulttuuriperintöön.

Käytön jatkamisen vaihtoehdossa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toimintaa jatketaan nykyisen kaltaisena. Kokonaisuudessaan OL1- ja OL2-laitosyksiköt sijoittuvat lähimaisemaltaan suurimittakaavaiseen teollisuusympäristöön, jossa ihmistoiminnan vaikutus on jo nykytilassa merkittävä. Voimalaitosalueen välittömään läheisyyteen ei sijoitu valtakunnallisesti tai maakunnallisesti arvokkaita maisema-alueita tai rakennettuja kulttuuriympäristöjä eikä alueelta tunneta arkeologisen kulttuuriperinnön kohteita. Voimalaitosalueen maisemalliset vaikutukset ovat pääasiallisesti tällä hetkellä havaittavissa mereltä päin sekä voimalaitosalueen sisältä. Mantereen suunnalta tarkasteltuna voimalaitosalue peittyy pitkälti puustoisten vyöhykkeiden taakse. Kaukomaisemassa voimalaitosalueen reaktorirakennukset sekä piiput näkyvät kauas. Maisemakuva on kaukomaisemassa luonnon tai pienen rakentamisen leimaamaa, jolloin voimalaitosrakenteet luovat maisemaan hierarkkisesti keskeisimmän pisteet ja leimaavat kohtaa kaukomaisemassa.

Laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen vaikutukset maisemaan, sen arvoalueisiin ja -kohteisiin sekä arkeologiseen kulttuuriperintöön ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Laitosalue on nykyistä ydinvoimalaitoksen aluetta ja suojaetäisyydet herkkiin kohteisiin on otettu huomioon jo nykyisellään. Käyttöiän jatkamisen mahdollinen lisärakentaminen ei aiheuta merkittävää maisemallista muutosta, mutta kun otetaan huomioon nykyisen kaltaisen maisemavaikutuksen jatkuminen alueella joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 arvioidaan vaikutuksen suuruuden olevan kokonaisuutena enimmillään vähäinen kielteinen.

6.2.3.2. Lämpötehon korottaminen

Tehonkorotuksen vaatimat muutostyöt toteutetaan pääosin OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sisäpuolella. Lisäksi laitosalueelle rakennetaan uusi lisävesijärjestelmä sekä akkuenergiavarasto (Kuva 3). Molemmat lisärakennukset sijoittuvat voimalaitosalueelle, jossa maiseman visuaalinen ilme on voimakkaasti teollinen.

Lisävesijärjestelmä sijoittuu laitosalueen sisälle OL2-laitosyksikön viereen. Lisävesijärjestelmä koostuu kahdesta dieselpumppukontista, säiliökontista sekä vesisäiliöstä. Konttien korkeus on 2,5 m ja vesisäiliön 11,5 m. Viereen sijoittuvan laitosyksikön poistoilmapiipun korkeus on noin 100 m ja voimalaitosrakennuksen korkeus noin 60 m. Laitosalueella olemassa oleviin rakennuksiin verrattuna lisävesijärjestelmän uudet rakennelmat ovat mittakaavaltaan pieniä. Lisävesijärjestelmän rakennelmat eivät itsessään muuta maisemaa, sillä ne sijoittuvat osaksi merkittävästi suurempien rakennusten muodostamaa laitosaluetta.

Akkuenergiavarasto sijoittuu laitosalueelta luoteeseen noin 500 m päähän OL3-laitosyksikön paikoitusalueen viereen muiden hallirakennusten läheisyyteen. Kohdassa on nykyisellään pieni 10 000 neliömetriä (m^2) kallioinen metsäalue ja hallirakennuksia. Akkuenergiavarastolle varattu alue on noin 1,2 ha. Uusi akkuenergiavarasto tulee koostumaan erillisistä halleista, paikallisvalvomorakennuksesta ja tehomuuntajasta. Rakennukset ovat samaa kokoluokkaa kuin viereiset olemassa olevat hallirakennukset (Kuva 9). Aluetta rajaa länsipuolella metsäalue sekä olemassa oleva hallirakennus, lounaassa rantaan sijoittuva paikoitusalue, tie ja itäpuolella useampi

hallirakennus. Akkuenergiavaraston rakentamisen vaatima puuston poisto ei vaikuta merkityksellisesti alueelle päin suuntautuviin näkymiin. Akkuenergiavaraston rakentamisen vuoksi mahdollisesti kaadettava nuorehko puusto näkyy ainoastaan lounaasta mereltä päin laajemmassa maisemassa ja sieltä tarkasteltuna se rajautuu rannasta jo olemassa olevaan paikoitusalueeseen. Paikoitusalue ja akkuenergianvaraston itäpuolelle sijoittuvat hallivarastot sekä muutoinkin voimalarakennukset ovat lounaasta tarkasteltuna maisemassa hallitsevin elementti. Lähimaisemassa akkuenergiavaraston maisemakuvaa leimaa teollisuusalue. Laitosyksiköiltä akkuenergiavarastolle johtava rakennettava kaapeliyhteys on maanalainen eikä näin ollen vaikuta maisemaan.

Lisäksi tehonkorotuksen tapauksessa saatetaan joutua laajentamaan nykyistä KPA-varastoa, kuten käytön jatkamisen osalta on luvussa 6.2.3.1 kuvattu.

Tehonkorotuksen lisärakenteiden rakentamisen maisemalliset vaikutukset kohdistuvat lähinnä voimalaitosalueen sisäisiin näkymiin. Lisärakennelmat sijaitsevat tiiviisti osana nykyistä voimalaitosaluetta ja niiden mittakaava on pieni alueen muihin rakennuksiin nähden. Maisemavaikutusten arvioidaan olevan enimmillään vähäisiä kielteisiä, kun huomioidaan laitosyksiköiden käytön jatkuminen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Arvotettuihin alueisiin tai kohteisiin tai arkeologiseen kulttuuriperintöön ei kohdistu vaikutuksia.

6.2.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys maiseman ja kulttuuriympäristön osalta arvioitiin olevan vähäinen, sillä laitosyksiköt ja niiden rakenteet sijoittuvat olemassa olevaan voimalaitosmiljööseen, joka on jo entuudestaan muokannut ja leimannut Olkiluodon saaren ja sen ympäristön maisemaa vuosikymmenien ajan.

Laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen (VE1) ja tehonkorotuksen (VE2) vaikutukset maisemaan, sen arvoalueisiin ja -kohteisiin sekä arkeologiseen kulttuuriperintöön ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Käyttöiän jatkamisen mahdollinen lisärakentaminen tai mahdollisen KPA-varaston laajennuksen rakentaminen ei aiheuta merkittävää maisemallista muutosta, sillä uudet rakenteet sijoittuvat maisemallisesti tiiviisti osaksi olemassa olevaa voimalaitosaluetta. Kun otetaan huomioon nykyisen kaltaisen maisemavaikutuksen jatkuminen alueella joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058, arvioidaan vaikutuksen suuruuden olevan kokonaisuutena enimmillään vähäinen kielteinen, koska laitosyksiköt vaikuttavat muutoin pienipiirteiseen ja metsäiseen mereltä aukeavaan maisemaan myös tulevina vuosikymmeninä.

Molemmissa vaihtoehtoissa vaikutusten merkittävyys arvioitiin olevan vähäinen kielteinen nykyisten maisemallisten vaikutusten jatkuessa joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. (Taulukko 15)

Taulukko 15. Vaikutusten merkittävyys: maisema ja kulttuuriympäristö.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.2.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Maisemavaikutusten ehkäisemisen ja lieventämisen kannalta keskeisintä on säilyttää ja hoitaa alueen puustoa sekä kasvillisuutta laitosalueen ympärillä sekä etenkin merinäkymiin avautuvilla ranta-alueilla. Vaikutuksia voidaan lieventää osalta sillä, että uusien rakennelmien suunnittelussa ja toteutuksessa noudatetaan hyvää rakennustapaa ja esimerkiksi niiden värityksessä kiinnitetään huomiota siihen, että ne soveltuvat alueen maisemaan ja muodostavat harmonisen kokonaisuuden olemassa olevan rakennuskannan kanssa.

6.2.5. Epävarmuustekijät

Maisemavaikutukset eivät ole objektiivisesti mitattavissa olevia tai yksiselitteisiä. Kaiken rakentamisen aiheuttamien visuaalisten vaikutusten kokeminen on hyvin subjektiivista ja sen vuoksi vaikutusten merkittävyyden ja vaikutustavan arvioiminen on haastavaa. Vaikutusten kokemiseen vaikuttavat esimerkiksi maiseman kokijan suhde kyseiseen alueeseen ja paikkoihin, aiheeseen liittyvä tietämys ja mielenkiinto, elämänkokemus sekä henkilökohtaiset mielipiteet ja perusteet alueen arvostamiseen. Maisemalliset vaikutukset vaihtelevat myös vuodenajan, sään sekä muiden ympäristön olosuhteiden mukaan.

6.3. Liikenne

6.3.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Liikennevaikutuksia tarkasteltiin arvioimalla liikennemääriä ja niiden muutoksia voimalaitosalueelle johtavilla teillä. Tarkastelussa on huomioitu erikseen kokonaisliikennemäärien, henkilöliikenteen ja raskaan liikenteen määrien muutokset. Vaikutusten arvioinnissa huomioitiin sekä voimalaitosalueelle saapuva että sieltä lähtevä liikenne. Liikennemäärien muutoksesta aiheutuvat vaikutukset liikenneverkon kuormitukseen, liikenteen sujuvuuteen ja liikenneturvallisuuteen on arvioitu asiantuntija-arviona. Erityistä huomiota kiinnitettiin kuljetusreittien varrella mahdollisesti sijaitseviin herkkiin kohteisiin, kuten asutukseen, päiväkoteihin ja virkistysalueisiin. Nykytilaa kuvaavia tietoja verrattiin hankkeen aikaisiin maksimiliikennemääriin ottaen huomioon normaalitoiminnan ja vuosihuoltojen ajankohdan.

Voimalaitosalueelle johtavat tieyhteydet ja niiden nykyliikennemäärät on koottu Väyläviraston aineistoista (*Väylävirasto 2023*). Liikenneturvallisuuden osalta hyödynnettiin esimerkiksi voimalaitosalueelle johtavien teiden onnettomuustilastoja ja muuta saatavilla olevaa aineistoa. Lisäksi hyödynnettiin erilaisia karttatarkasteluja muun muassa teiden ominaisuuksien ja herkkien kohteiden osalta. Tarkastelualueena oli voimalaitosalueelle johtavat tiet ja niiden lähiympäristö (0–2 km) valtatielle 8 asti.



Liikenteestä aiheutuvat päästöjä on arvioitu luvuissa 6.5 ja 6.6 sekä melu- ja tärinävaikutuksia kuvattu luvussa 6.4. Käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja on tarkasteltu luvussa 6.15.

6.3.2. Nykytila

Olkiluodon alueella on ajoneuvoille toimivat liikenneyhteydet teineen, paikoitusalueineen ja satamineen (Kuva 23).

Valtatieltä 8 Lapijoen kohdalta voimalaitosalueelle erkanee noin 13 km pituinen Olkiluodontie (yhdystie 2176 Lapijoki – Olkiluoto). Risteyksestä on matkaa Raumalle noin 7 km ja Poriin noin 40 km.

Valtatien 8 Rauman suuntaan kulkevalla tieosuudella Olkiluodontien kohdalla liikennemäärät olivat noin 10 605 ajoneuvoa vuorokaudessa vuonna 2023. Raskasta liikennettä tästä oli 961 ajoneuvoa vuorokaudessa. Eurajoen suuntaan kokonaisliikennemäärä oli noin 10 222 ajoneuvoa vuorokaudessa, josta raskaita ajoneuvoja oli 932. *(Väylävirasto 2023)*

Olkiluodontiellä suurimmat liikennemäärät ovat heti valtatien 8 liittymästä noin 5 km matkalla Sohantien risteykseen saakka. Vuonna 2023 keskimääräinen liikennemäärä tällä tieosuudella oli noin 2 319 ajoneuvoa vuorokaudessa, joista raskaita ajoneuvoja oli noin 119. Sohantieltä eteenpäin voimalaitosalueelle kokonaisliikennemäärä oli 1 960 ajoneuvoa vuorokaudessa ja raskaita ajoneuvoja oli noin 148. *(Väylävirasto 2023)*. Suurin osuus Olkiluodontien liikenteestä on työmatkaliikennettä, mikä ajoittuu pääosin klo 7–9 ja klo 16–17 väliseen aikaan. Olkiluodontien liikennemäärät vaihtelevat voimakkaasti erityisesti alueen rakennushankkeiden ja ydinvoimalaitosyksiköiden vuosihuoltojen aikana.



Olkiluodontie risteää useisiin pienempiin teihin. Olkiluotoon pääsee teitse Raumalta Sorkan kautta ja Eurajoen keskustasta Linnamaan kautta. Olkiluodontieltä Rauman suuntaan risteävällä Sohantiellä liikennettä oli 764 ajoneuvoa vuorokaudessa ja Eurajoen suuntaan kääntyvällä Vähäkyläntiellä 341 ajoneuvoa vuorokaudessa. Molemmilla teillä raskaan liikenteen osuus oli alle 1 %. *(Väylävirasto 2023)*.

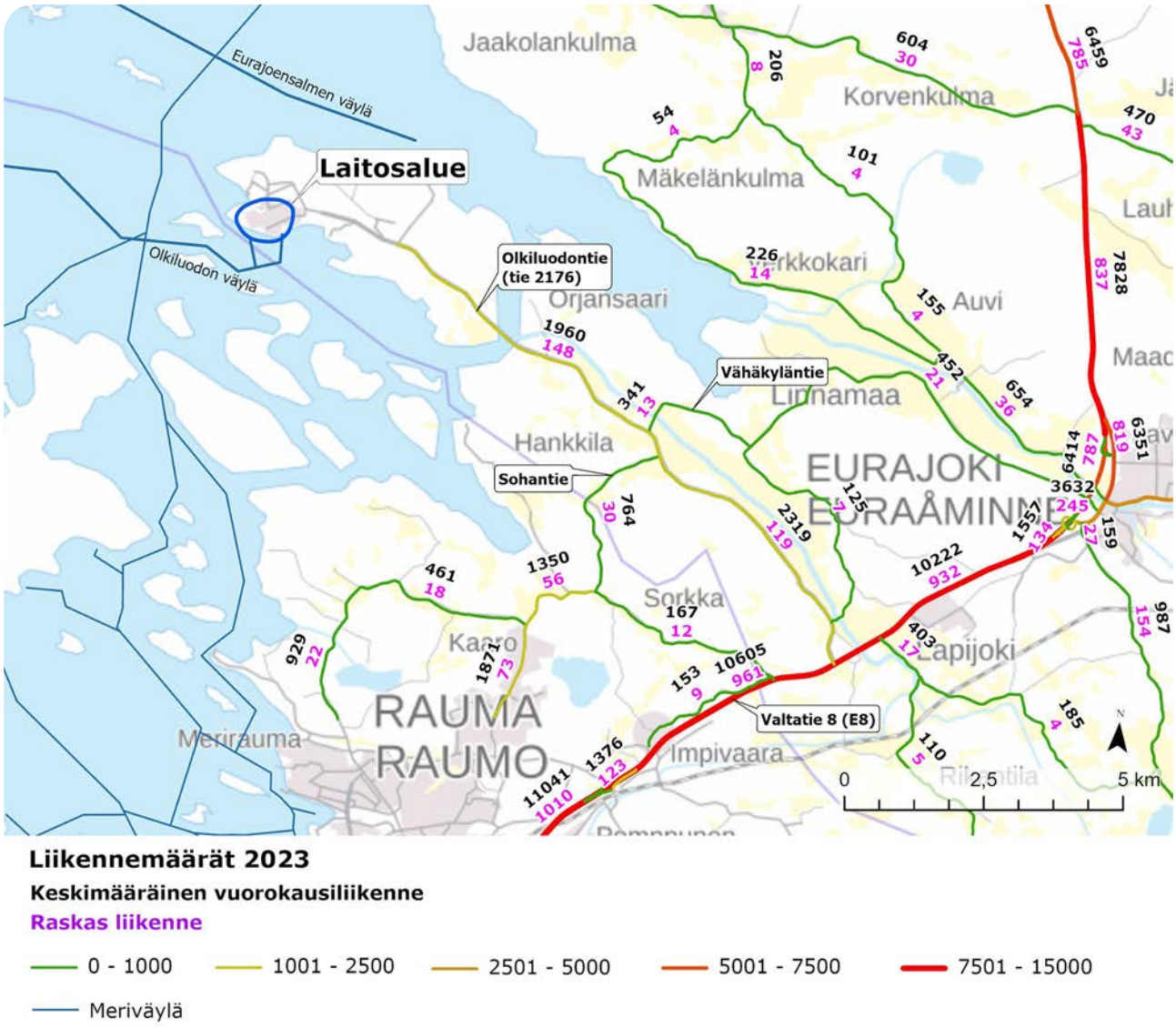
Alueen liikennemäärät ovat olleet huomattavasti korkeammalla tasolla vuosina 2018–2022. Näinä vuosina liikennemäärät ovat olleet Olkiluodontiellä yli 3 000 ajoneuvoa vuorokaudessa ja vuonna 2023 liikennemäärä oli laskenut takaisin vuoden 2017 tasolle, runsaaseen 2 000 ajoneuvoon vuorokaudessa. Muutoksen voidaan katsoa johtuvan pääasiassa OL3-laitosyksikön koekäyttöjen alkamisesta vuoden 2018 alussa. OL3-laitosyksikön varsinaiset rakennustyöt ja raskaiden komponenttien asennukset ovat valmistuneet jo 2010-luvun alussa.

Olkiluodontien tieosuus on asfaltoitu, osin valaistu ja sen nopeusrajoitus on 30–80 km/h. Valtatieltä noin 5 km Hankkilaan on erillinen väylä pyöräilijöille ja kävelijöille. Viimeisen viiden vuoden aikana (2018–2022) Olkiluodontiellä on tapahtunut 19 poliisin tietoon tullutta onnettomuutta *(Ramboll 2024b)*. Näistä kolme oli loukkaantumiseen johtaneita kohtaamis- tai yksittäisonnettomuutta. Muissa onnettomuuksissa ei ollut henkilövahinkoja. Ne olivat hirvi-, peura- tai muita eläinonnettomuuksia (8 kpl), yksittäisonnettomuuksia (7 kpl) ja kohtaamisonnettomuuksia (1 kpl). Vuosina 2018–2022 Olkiluodontien ja Valtatien 8 risteysalueella onnettomuuksia on ollut yhteensä 4 kpl, jotka olivat joko peräänajo-, ohitus- tai yksittäisonnettomuuksia. *(Ramboll 2024b)*. Olkiluodontien varrella sijaitsee Lapijoen koulu (alakoulu). Olkiluodontien ja valtatien 8 risteyksessä on sattunut neljä omaisuusvahinkoon johtanutta onnettomuutta tarkastelujakson aikana.

Varsinais-Suomen ELY-keskuksella on ollut käynnissä valtatien 8 suunnitteluhanke välillä Rauma–Eurajoki. Lokakuussa 2023 tiehankkeen YVA-menettelyn ja vuoropuhelun pohjalta jatkosuunnitteluun valittiin vaihtoehto VE2, joka sisältää nykyisen valtatien parantamisen nelikaistaiseksi (2+2). Tästä vaihtoehdosta tehdään lain mukainen yleissuunnitelma, joka valmistuu vuoden 2024 aikana. Yleissuunnitelmassa tarkennetaan ratkaisujen yksityiskohtia. Olkiluodon osalta edetään todennäköisesti tiehankkeen YVA-selostuksen vaihtoehdon VE3 mukaisella maantien 2176 uudella linjauksella Pohjoiskehän ja Olkiluodontien välille, jossa Olkiluodontien ja valtatien 8 risteykseen rakennetaan uusi eritasoliittymä. *(Väylävirasto 2023)*

Olkiluodon saaren pohjoisosassa Eurajoen salmen rannalla, noin 20 km Raumalta pohjoiseen, sijaitsee Olkiluodon satama (Kuva 23). Satamaan johtaa 7,5 km pituinen laivaväylä, jonka syvyys on noin 6 m. Satama toimii avovesikautena sekä vienti- että tuontisatamana. Aluskäyntejä satamassa on vuosittain noin 60–70. Sataman kautta kulkee pääasiassa irtotavarakuljetuksia, muun muassa murskeita ja raakapuuta. Olkiluodon saaren eteläpuolella sijaitsee Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laiturit, joihin johtaa 5 m syvyinen laivaväylä. Laitureissa käy enimmillään 1–2 laivaa vuodessa. Lisäksi Pujonkulmassa sijaitsevaan kalasatamaan johtaa 2 m syvyinen laivaväylä. Muu Olkiluodon alueen lähivesillä liikkuminen on pääosin virkistyskäyttöön ja kalastukseen liittyvää veneilyä.

Kohteen herkkyys määräytyy liikenneverkon ja ympäristön ominaisuuksien sekä ympäröivän maankäytön mukaan. Alueen tieverkko on suunniteltu suurelle liikennemäärälle huomioiden voimalaitosalueen liikennemäärät. Alueelle rakennetun OL3:n osalta päättyneet rakennustyöt ovat vähentäneet tieverkon liikennemääriä aiempien vuosien takaisesta. Raskaan liikenteen osuus on pieni kokonaisliikennemääristä. Tieverkon läheisyydessä ei sijaitse runsaasti asutusta tai herkkiä kohteita. Tämän perusteella kohteen herkkyyden arvioidaan olevan vähäinen. Alueen herkkyys korostuu vuosihuoltojen aikaisten normaalia suurempien kokonaisliikennemäärien aikana.



Kuva 23. Olkiluodon voimalaitosalueelle johtavat tiet ja meriväylät.

6.3.3. Ympäristövaikutukset

6.3.3.1. Käyttöiän jatkaminen

Käytön jatkamisen tarvitsemat muutostyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisäpuolella. Liikennemääriin tällä ei ole vaikutusta, sillä liikennemäärän on arvioitu pysyvän samalla tasolla verrattuna nykyisiin liikennemääriin. Jos KPA-varastoa laajennetaan, voi tästä aiheutua hetkellisesti vähäinen lisäys laitosalueelle johtavien teiden liikennemääriin. Noin 2 vuotta kestävän rakennustyön aikana liikennemäärät kasvaisivat arvion mukaan noin 5 kuorma-autolla vuorokaudessa ja henkilöliikenne noin muutamalla kymmenellä ajoneuvolla vuorokaudessa rakennusprojektin ajan. Kuljetuksista muutamat ovat erikoiskuljetuksia. Liikennemäärien vähäisellä lisäyksellä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta alueen teiden liikennemääriin ja liikenneturvallisuuteen.

Käytön jatkamisen tapauksessa voimalaitoksen liikennemäärät pysyvät samansuuruisina kuin nykyisen toiminnan aikana. Keskimääräinen vuorokausikohtainen henkilöliikennemäärä voimalaitokselle on noin 1 000 ajoneuvoa. Raskaita ajoneuvoja on noin 50 vuorokaudessa. Nämä liittyvät muun muassa tuoreen ydinpolttoaineen, erilaisten laitteiden, kemikaalien, polttoöljyn, kaasujen ja jätehuollon kuljetuksiin.

Taulukossa (Taulukko 16) on esitetty voimalaitoksen käytön jatkamiseen liittyvien liikennemäärien osuus teiden kokonaisliikennemääristä ja raskaan liikenteen määristä (ajoneuvoa/vrk). Taulukossa esitetyissä luvuissa on oletettu tilanne, jossa voimalaitoksen kaikki raskas liikenne kulkee ainoastaan Olkiluodontietä pitkin erkaantuen siitä Valtatielle 8 siten, että 50 % kulkee Rauman suuntaan ja 50 % Eurajoen suuntaan. Voimalaitoksen henkilöliikenteestä suurin osa kulkee todennäköisesti Valtatieltä 8 Olkiluodontietä pitkin. Pieni määrä henkilöliikennettä voi kulkea myös Rauman pohjoispuolelta Sohantietä pitkin ja Eurajoelta Vähänkyläntien kautta. Henkilöliikenteen osalta on arvioitu, että noin 80 % käyttää Olkiluodontietä, Sohantietä 10 % ja Vähäkyläntietä 10 %. Vastaavasti kuten raskaan liikenteen tapauksessa on oletettu, että Valtatietä 8 käyttävistä 50 % kulkee Rauman suuntaan ja 50 % Eurajoen suuntaan. Huomioon laskennassa ei ole otettu, että osa työntekijöistä voi käyttää työmatkaan julkista liikennettä (bussia) tai yhteiskyytejä.

Taulukko 16. Voimalaitosalueelle johtavien teiden kokonaisliikennemäärät ja raskaan liikenteen määrät (Väylävirasto 2023) sekä voimalaitoksen liikenteen osuus.

Tie	Kokonaisliikenne–määrä (ajoneuvoa/vrk)	Voimalaitoksen osuus kokonaisliikennemäärästä	Raskaan liikenteen määrä (ajoneuvoa/vrk)	Voimalaitoksen osuus raskaan liikenteen määristä
Valtatie 8 (Rauma)	10 605	5 %	961	3 %
Valtatie 8 (Eurajoki)	10 222	5 %	932	3 %
Olkiluodontie (E8 – Sohantie)	2 319	38 %	119	42 %
Olkiluodontie (Sohantie – laitosalue)	1 960	54 %	148	34 %
Sohantie	764	14 %	30	0 %
Vähäkyläntie	341	31 %	13	0 %

Käytön jatkamisen tapauksessa liikennevaikutukset eri tieosuuksilla säilyvät nykyisellään, mutta jatkuvat joko vuoteen 2048 tai 2058. Kokonaisuudessaan voimalaitoksen raskaan liikenteen määrät ovat vähäisiä verrattuna voimalaitoksen henkilöliikennemääriin. Taulukossa on esitetty arvio voimalaitoksen liikennemäärien osuudesta eri tieosuuksien liikennemääristä. Voimalaitoksen kokonaisliikennemäärät ovat Olkiluodontiellä laitosalueelta Sohantielle ulottuvalla tieosuudella suurimmillaan ollen noin 54 % tien kokonaisliikennemääristä. Raskaasta liikenteestä voimalaitoksen osuus on noin 34 %. Olkiluodontien Sohantien ja Valtatien 8 välisellä tieosuudella voimalaitoksen liikenne muodostaa noin 38 % tieosuuden kokonaisliikennemääristä. Voimalaitoksen raskas liikenne oli noin 42 % raskaan liikenteen kokonaismääristä kyseisellä tieosuudella. Olkiluodontiellä voimalaitoksen liikenteen osuuden arvioidaan olevan kohtalainen verrattuna teiden kokonais- ja raskaan liikenteen määriin. Valtatiellä 8 Raumaan tai Eurajoen suuntaan voimalaitoksen liikenteen osuus on häviävän pieni ollen risteysalueella molempiin suuntiin noin 5 % kokonaisliikennemäärän osalta ja noin 3 % raskaan liikenteen määrien osalta. Sohantielle voimalaitokselta suuntautuu todennäköisesti vain henkilöliikennettä, jonka osuuden on arvioitu olevan noin 14 % tien kokonaisliikennemääristä. Vähäkyläntiellä vastaava henkilöliikenteen osuus on noin 31 % ja raskasta liikennettä ei ole. (Taulukko 16)

Voimalaitoksen vuosihuollot nostavat henkilöliikennemääriä hetkellisesti arviolta enintään noin 1 000 ajoneuvolla vuorokaudessa. Tällöin voimalaitoksen liikennemäärien osuus teiden kokonaisliikennemääristä kasvaa hetkellisesti. Yhden yksikön vuosihuollon kesto on yleensä noin 1–8 viikkoa.

Vuosihuoltojen aikaan, jolloin liikennemäärät ovat suurimmillaan, voi liikenteen sujuvuus erityisesti Valtatien 8 ja Olkiluodontien risteyksessä hetkellisesti heiketä. Olkiluodontiellä on viimeisen viiden vuoden aikana tapahtunut keskimäärin vajaa 4 onnettomuutta vuodessa. Eläinonnettomuuksia ja yksittäisonnettomuuksia on

tapahtunut, mutta ne eivät ole yleensä johtaneet henkilövahinkoihin. Henkilövahinkoon johtaneita onnettomuuksia on ollut 5 vuoden aikana 3 kappaletta, joiden määrä on suhteellisen vähäinen. Olkiluodontien varrella olevalle Lapinjoen koululle on erillinen väylä pyöräilijöille ja kävelijöille sekä tien alittava alikulkusilta. Olkiluodontiellä jalankulun, pyöräilyn tai mopojen onnettomuuksia ei ole tapahtunut.

Koska hankkeen myötä liikennemäärät eivät muutu nykyisestä, arvioidaan liikenneturvallisuuden säilyvän samalla tasolla Olkiluodontiellä sekä koulun (ns. herkkä kohde) ympäristössä. Voimalaitoksen käytön jatkamisen osalta liikennemäärät ja niiden vaikutus liikenneturvallisuuteen säilyvät samanlaisina kuin nykyisin. Vaikutukset kuitenkin jatkuvat nykyisen toiminnan jälkeen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Näin ollen liikenteen muutoksen suuruus arvioidaan olevan vähäinen kielteinen erityisesti Olkiluodontiellä.

Jos valtatielle 8 suunnitteluhanke välillä Rauma-Eurajoki toteutetaan siten, että maantien 2176 uudella linjauksella Pohjoiskehän ja Olkiluodontien välille Olkiluotoon rakennetaan uusi eritasoliittymä, voi tiehanke toteutuessaan lisätä Olkiluodon liittymän turvallisuutta osan liikenteestä siirtyessä uudelle yhteydelle.

6.3.3.2. Lämpötehon korottaminen

Tehonkorotushankkeen osalta laitosalueelle rakennetaan uusi dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä sekä uusi akkuenergiavarasto. Lisäksi KPA-varastoa saatetaan laajentaa. Rakennustöihin liittyvistä kuljetuksista ja henkilöliikenteestä voi aiheutua hetkellisesti vähäinen lisäys laitosalueelle johtavien teiden liikennemääriin. Uuden lisävesijärjestelmän ja akkuenergiavaraston rakennustöiden on arvioitu kestävän noin 2–3 vuotta. Vastaavasti mahdollisen KPA-varaston laajennuksen rakennustöiden kesto on noin 2 vuotta. Rakennustöiden aikana liikennemäärät kasvaisivat arvion mukaan noin 5–10 kuorma-autolla vuorokaudessa ja henkilöliikenne noin muutamalla kymmenellä ajoneuvolla vuorokaudessa. Kuljetuksista muutamat ovat erikoiskuljetuksia. Liikennemäärien vähäisellä lisäyksellä ei arvioida olevan merkittävää vaikutusta alueen teiden liikennemääriin ja liikenneturvallisuuteen.

Tehonkorotuksen käyttövaiheen aikana liikennemäärät ja teiden liikenneturvallisuus säilyvät nykyisellä tasolla kuten on kuvattu luvussa 6.3.3.1. Vaikutukset kuitenkin jatkuvat nykyisen toiminnan jälkeen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Näin ollen liikenteen muutoksen suuruus arvioidaan olevan vähäinen kielteinen erityisesti Olkiluodontiellä.

6.3.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys liikenteen osalta arvioitiin vähäiseksi, sillä alueen tieverkko on suunniteltu suurelle liikennemäärälle huomioiden voimalaitosalueelle suuntautuvan liikenteen. Tieverkon läheisyydessä ei sijaitse runsaasti asutusta tai herkkiä kohteita. Alueen herkkyys kuitenkin korostuu vuosihuoltojen aikaisten normaalia suurempien kokonaisliikennemäärien aikana.

Laitosalueen läheisyyteen suunniteltu pienimuotoinen lisärakentaminen voi aiheuttaa hetkellisesti vähäisen lisäyksen laitosalueelle johtavien teiden liikennemääriin. Laitosyksiköiden käytön jatkaminen nykyisellä teholla (VE1) tai korotetulla teholla (VE2) ei muuta voimalaitosalueen nykyisiä liikennemääriä. Näin ollen liikenneturvallisuuden arvioidaan säilyvän samalla tasolla kuin nykyisin. Vaikutukset kuitenkin jatkuvat joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Näin ollen liikenteen muutoksen suuruus arvioidaan olevan vähäinen kielteinen erityisesti Olkiluodontiellä.

Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt toiminta-aika, liikenteestä muodostuvat vaikutukset arvioidaan olevan merkittävyydeltään vähäisiä kielteisiä (Taulukko 17).

Taulukko 17. Vaikutusten merkittävyys: Liikenne.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.3.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Raskaan liikenteen aiheuttamia liikenteellisiä haittoja voidaan lieventää muun muassa ajoittamalla kuljetuksia ruuhka-aikojen ulkopuolelle. Lisäksi vuosihuoltojen aikaista henkilöliikennettä voitaisiin tarpeen mukaan porrastaa, mikä voisi vähentää etenkin valtatien 8 ja Olkiluodontien liittymän ruuhkautumista. Suurin vaikutus liittymän liikenteen sujuvuuden parantamiseen olisi kuitenkin suunnitteluvaiheessa olevan eritasoliittymän rakentamisella.

Henkilöliikenteen osalta liikennettä voidaan vähentää tukemalla joukkoliikenteen käyttömahdollisuuksia ja etätyökäytäntöjä sekä työsuhdepyöräilyä mahdollisuuksien mukaan.

6.3.5. Epävarmuustekijät

Lievää epävarmuutta arviointiin tuo pitkä toiminta-aika, jolloin tieverkon liikennemäärät voivat muuttua. Ennusteiden mukaan esimerkiksi henkilöliikenteen kotimaan kokonaissuoritteen arvioidaan kasvavan vuoden 2022 tasosta noin 42 % vuoteen 2060 mennessä ja tavaraliikenteen kotimaan kuljetussuoritteen arvioidaan kasvavan vuoden 2022 tasosta noin 5,9 % vuoteen 2030 mennessä, jonka jälkeen kuljetussuoritteen arvioidaan kääntyvän laskuun (*Moilanen ym. 2024*). Arvioinnissa ei ole huomioitu mahdollisesti myöhemmin toteutettavan uuden eritasoliittymän vaikutusta.

Epävarmuutta arviointiin tuo voimalaitoksen henkilöliikenteen jakautuminen eri tieosuuksille. Nyt käytetyt oletukset ovat suuntaa antavia arvioita. Lisäksi arvioinnissa on oletettu, että valtaosa henkilöstöstä kulkee työpaikalle henkilöautolla, voimalaitoksen sijaitessa etäällä asutuksesta ja pyörätien puuttuessa. Todellisuudessa osa henkilöstöstä voi kuitenkin käyttää joukkoliikennettä tai kulkea yhteiskyydeillä. Käytettyjä arvoja voidaan kuitenkin pitää riittävän luotettavina kuvaamaan vaikutuksen suuruusluokkaa ja merkittävyyttä.

6.4. Melu ja tärinä



6.4.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Melun ja tärinän osalta tarkasteltiin hankkeen toiminnoista sekä kuljetuksista aiheutuvaa melua sekä tärinää. Tarkastelualueena meluvaikutusten arvioinnissa oli laitosalue ja sen lähiympäristö noin 3 km säteellä sekä tärinävaikutusten arvioinnissa lähialueet voimalaitosalueen ja kuljetusreittien varrella (0–2 km).

Meluvaikutusten arviointi perustui hankkeen suunnittelutietojen pohjalta tehtyyn asiantuntija-arvioon sekä alueelta aikaisemmin tehtyjen ympäristömelumittausten ja melun leviämisen mallinnusten tuloksiin. Hankkeen aiheuttamia meluvaikutuksia verrattiin alueelta olemassa olevien selvitysten tuloksiin, voimalaitoksen ympäristöluvan raja-arvoihin sekä melun ohjearvoihin.

Tärinävaikutuksia arvioitiin tärinälähteen synnyttämän paineaallon voimakkuuden ja värähtelyn leviämisen perusteella. Huomioon otettiin voimalaitosalueen ja alueelle johtavien teiden lähimmät rakennukset sekä ihmisten mahdollisesti kokemat tärinähäiriöt.

6.4.2. Nykytila

Melu

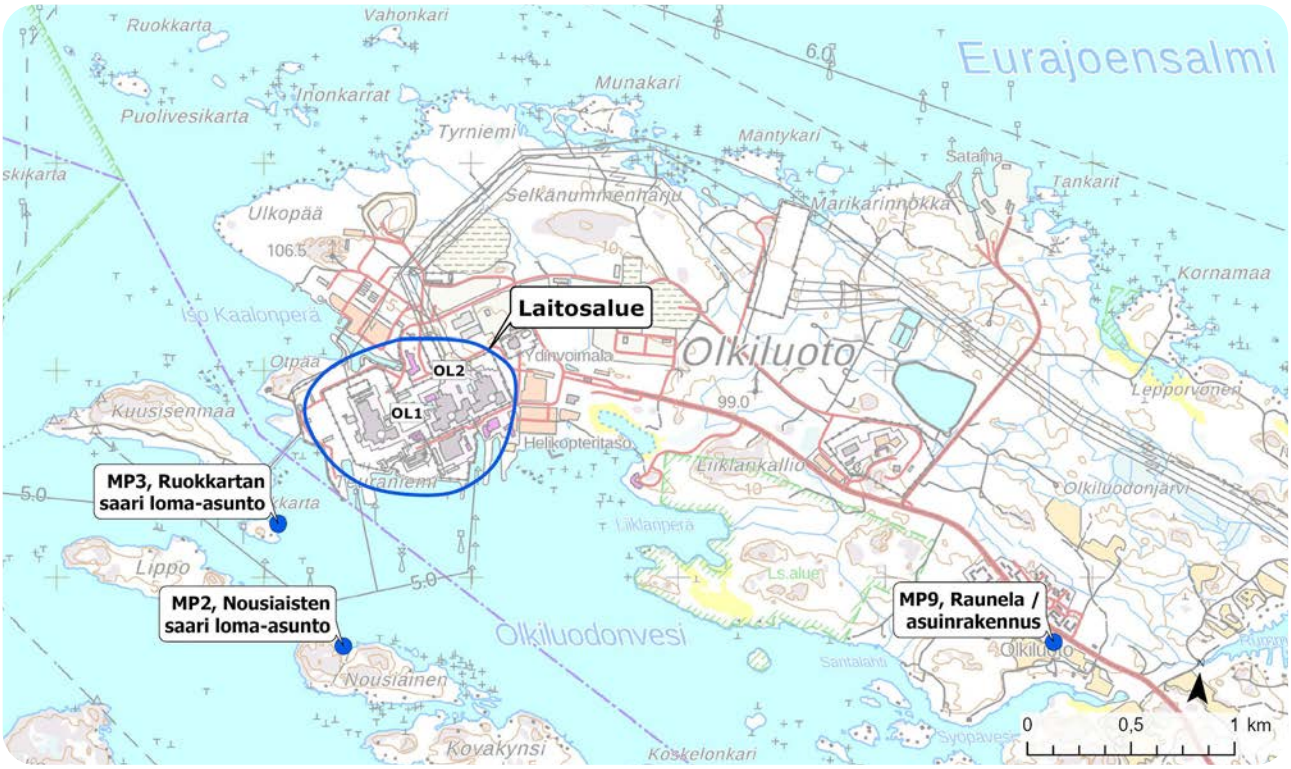
Olkiluodon voimalaitosalueen ja sen lähiympäristön melutasoihin vaikuttavat Olkiluodon saaressa olevat teollisuustoiminnot, joita ovat TVO:n voimalaitosalue (OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt aputoimintoineen), Posivan rakenteilla olevan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos sekä louheen murskauslaitos ja Fingrid Oyj:n kaasuturbiinilaitos, joka toimii varavoimalaitoksena TVO:n toiminnoille ja myös kantaverkolle. Lisäksi Olkiluodon saarella melua aiheuttavat saaren pohjoisreunalla oleva Olkiluodon satama ja saarta halkovan Olkiluodontien liikenne.

TVO:lla on Etelä-Suomen aluehallintoviraston myöntämä ympäristölupa, jonka lupamääräysten mukaisesti TVO toteuttaa vuosittain melumittauksia voimalaitosalueen ympäristöstä useasta mittauspisteestä. Mittauspisteiden sijainti on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 24). Melumittauksia suoritetaan muun muassa lähimmän loma-asunnon kohdalta Ruokkartasta (ns. Leppäkarta) ja Nousiaisten saaren loma-asunnon kohdalta sekä lähimmän asuinrakennuksen kohdalta.

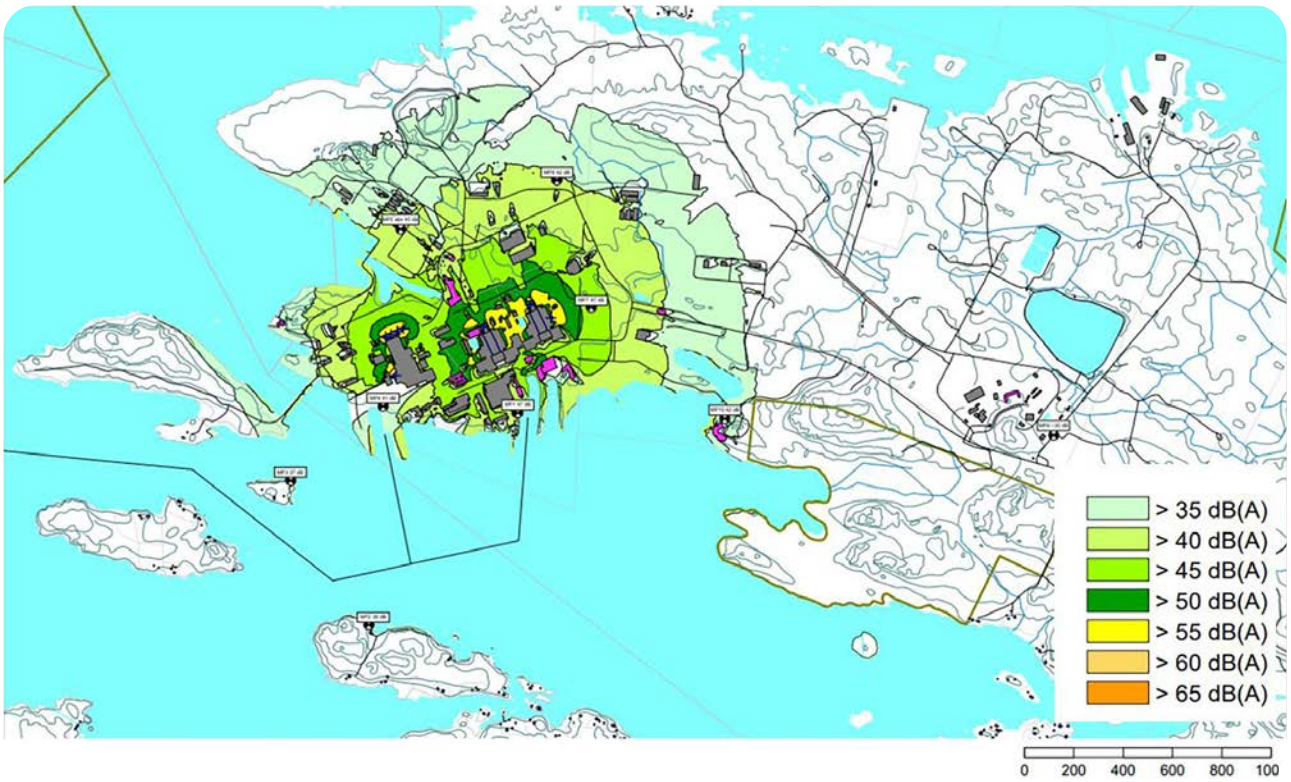
Voimalaitoksen ympäristöluvassa on annettu voimalaitoksen normaalin toiminnan aikaiselle keskiäänitasolle loma-asumiseen käytettävissä kohteissa päiväajan raja-arvoksi 45 dB ja yöajan raja-arvoksi 40 dB. Vuosien 2016–2023 ympäristömelumittauksissa melutaso on Ruokkartassa vaihdellut välillä 38–51 dB. Tällä aikavälillä päiväajan raja-arvo 45 dB on ympäristömelumittauksissa ylittynyt Ruokkartassa kerran vuonna 2017 (mitattu arvo oli 51 dB). Nousiaisen saaren mittauspisteellä melutaso on ollut välillä 38–45 dB vuosina 2016–2023, eikä raja-arvon ylitystä ole esiintynyt lainkaan. Suurin mitattu melutaso Nousiaisessa on vuodelta 2019, jolloin mittaustulos oli yhtä suuri kuin raja-arvo.

Ympäristömelua on mitattu myös lähimmän asuinrakennuksen kohdalta, Raunela/Luonto-risteyksessä, jonne etäisyyttä laitosalueelta on yli 3 km. Lähinnä asutusta olevalla mittauspisteellä melutaso on vuosina 2016–2023 ollut 37–52 dB. Ympäristöluvassa ei ole annettu raja-arvoa melutasolle asuintalojen alueella, mutta valtioneuvoston päätöksen (VNp 993/1992) melutason ohjearvoista mukaan asuinrakennusten päiväajan ohjearvo on 55 dB. Mittaustulokset alittavat lähimmän asuintalon kohdalla ohjearvon, vaikka mittaustuloksiin on vaikuttanut eri vuosina Olkiluodontien liikennemelu.

Vuonna 2024 laaditussa ympäristömeluselvityksessä on esitetty OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden melumallinnuksen tulokset *(Promethor Oy 2024)*. Oheisessa kuvassa on esitetty selvityksen melumallinnuskartta (Kuva 25). Laitosyksiköt ovat toiminnassa ympäri vuorokauden, jolloin yksi ja sama mallinnuskuva esittää sekä päivä- että yöajan keskiäänitasoja. Melun leviämislaskennassa laitosyksiköiden yhteismelu Nousiaisten saaren loma-asunnon kohdalla on sekä päivällä että yöllä 39 dB. Melutaso alittaa päiväajan raja-arvon 45 dB selvästi. Yöajan raja-arvo loma-asunnon kohdalla on 5 dB alempi, eli 40 dB (LA_{eq}22-7). Myös yöajan loma-asuntojen raja-arvo alittuu, mutta koska yöajalle on annettu 5 dB päiväaikaa alhaisempi raja-arvo, toimii yöaika voimalaitosalueen melussa mitoittavana tekijänä. Voimalaitosyksiköiden ympäristöluvassa ei vakituisille asunnoille ole annettu meluraja-arvoja. Melun yleinen yöajan ohjearvo asuinrakennusten kohdalla on 50 dB ja yhtään asuinrakennusta ei jää ydinvoimalaitosyksiköiden 50 dB yöajan ohjearvon sisäpuolelle. Melumittausten mukaan TVO:n pääportin kohdalla on vuosien varrella mitattu korkeita melutasoja johtuen ohikulkevasta liikenteestä (vaihteluväli v. 2020–2023 ollut 48,6–56,3 dB).



Kuva 24. Voimalaitosalueen ympäristössä olevien asuinrakennusten ja loma-asuntojen ympäristömelun mittauspisteet.



Kuva 25. TVO:n OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden melumallinnuskartta. Kuvassa päivä- ja yöajan keskiäänitasot, LA_{eq} 7-22/22-7. (Promethor Oy 2024)

Vaikutuskohteen herkkyyteen vaikuttaa alueen maankäytön tilanne ja erityisen herkkien kohteiden, kuten koulujen, päiväkotien tai merkittävien virkistysalueiden sijoittuminen. Herkkyyttä lisää, mikäli melun vaikutusalueella on luonnonsuojelualueita, joiden suojeluperuste on melutasosta riippuvainen. Altistuvien kohteiden lisäksi herkkyyteen vaikuttaa alueen nykyinen melutilanne. Melun osalta Olkiluodon alueen herkkyyden arvioidaan olevan vähäinen, koska lähin asuinrakennus on yli 3 km etäisyydellä, loma-asuntoja on ydinvoimalaitosalueen edustalla melko vähäinen määrä ja ne ovat riittävän etäällä. Lähin suojelualue ei sijoitu voimalaitoksen melualueelle.

Tärinä

Voimalaitosalueella ei ole pysyviä tärinälähteitä. Tärinää Olkiluodon alueella aiheutuu Posivan työmaan toiminnoista (louhinta ja murskaus), mutta voimakkainta tärinää aiheuttavat rakennustyöt ovat jo päättyneet. Lisäksi raskaasta liikenteestä voi aiheutua lievää tärinää teiden lähiympäristöön. Olkiluodontien varrella lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin 25 m etäisyydellä tiestä.

Kohteen herkkyys tärinälle määräytyy alueen nykyisten tärinää aiheuttavien toimintojen ja vaikutusalueella sijaitsevien rakennusten tai laitteiden tärinän sietokyvyn kautta. Ydinvoimalaitos on suunniteltu siten, etteivät sen toiminnot ole tärinälle herkkiä. Ydinvoimalaitoksen toiminnassa ja suunnittelussa otetaan huomioon myös esimerkiksi maanjäristykset. Tärinän osalta Olkiluodon alueen herkkyyden arvioidaan olevan vähäinen.

6.4.3. Ympäristövaikutukset

6.4.3.1. Käytön jatkaminen

Mahdolliseen KPA-varaston laajennukseen liittyvässä lisärakentamisessa kallioperää joudutaan louhimaan, jonka aikaisista porauksista ja räjäytyksistä voi aiheutua hetkellistä melua. Myös lievää tärinää voi aiheutua aivan rakennustöiden lähialueelle. Maarakentamisesta, rakennuksen lisärakentamisesta ja laiteasennuksista syntyy normaalia rakennustyössä aiheutuvaa lyhytkestoista melua. Rakentamisen aikana liikennemäärät eivät merkittävästi lisäänny, joten liikenteen melu säilyy nykyisellään.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden pääasiallisia melulähteitä ovat turbiinit ja puhaltimet, joiden aiheuttama melu on tasaisena jatkuvaa hurinaa. Lisäksi varavoimadieselgeneraattorit aiheuttavat ajoittain koestus- tai tarvetilanteissa suurille dieselmoottoreille tyypillistä matalataajuista melua. Käytön jatkamisessa voimalaitoksen toiminta ei muutu eikä käytön jatkolla ole vaikutusta Olkiluodon alueen ympäristömelun tason suuruuteen. Nykyisellään melutasot lähimmillä asuin- ja lomarakennuksilla on ollut annettujen ohje- ja raja-arvojen alapuolella. Vuosien 2016–2023 ympäristömelumittauksissa melutason päiväajan raja-arvo 45 dB on ylittynyt lähimmällä loma-asunnolla Ruokkartassa kerran vuonna 2017 (mitattu arvo oli 51 dB). Tämä johtui todennäköisesti mittausolosuhteista. Käyttöiän jatkaminen ei lisää laitosalueelle johtavien teiden liikennemääriä ja niistä aiheutuva liikennemelu säilyy nykyisellään.

Voimalaitosyksiköiden käytöstä ei aiheudu tärinää ja alueen liikennetärinä rajoittuu ajotien välittömään läheisyyteen. Nykyisillä tärinävaikutusalueilla ei ole asuinrakennuksia tai loma-asuntoja.

Voimalaitoksen käytön jatkamisen osalta laitosyksiköiden ja liikenteen melu sekä liikenteestä aiheutuva tärinä säilyvät nykyisellään, mutta jatkuvat nykyisen toiminnan jälkeen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Nykyisten vähäisten melu- ja tärinätasojen perusteella vaikutuksen muutoksen suuruuden arvioidaan kuitenkin olevan ”ei muutosta”. Myöskään mahdollinen lisärakentaminen ei vaikuta merkittävästi alueen meluun tai tärinään.

6.4.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotushankkeen osalta laitosalueelle rakennetaan uusi dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä, akkuenergiavarasto sekä mahdollinen KPA-varaston laajennus. Näiden rakennustöiden aikana vähäistä melua voi syntyä lähinnä maarakentamisesta ja rakennuksen pystyttämisestä sekä laiteasennuksista. Työskentelystä syntyy normaalia rakennustyössä aiheutuvaa lyhytkestoista melua. KPA-varaston laajentamiseen liittyvästä kalliperän louhinnasta voi lisäksi syntyä hetkellistä lisääntynyttä melua. Myös lievää tärinää voi aiheutua aivan rakennustöiden lähialueelle. Rakentamisen aikana liikennemäärät eivät merkittävästi lisäänny, joten liikenteen melu säilyy nykyisellään.

Käytön aikana lisävesijärjestelmällä huolehditaan reaktorin jäähdytyksestä vain mahdollisessa harvinaisessa vaihtosähkön menetystilanteessa. Normaalitilanteessa järjestelmää ei käytetä. Akkuenergiavarasto muodostuu akkuja sisältävästä rakennuksesta ja tehomuuntajasta, jollainen voimalaitosalueella on jo entuudestaan. Kummankin käytönaikainen melu arvioidaan pieneksi ja niiden aiheuttama muutos ympäristömelutasoissa rajoittuu voimalaitoksen piha-alueelle. Käytön aikaiset liikennemäärät ja niistä aiheutuva liikennemelu säilyvät nykyisellään.

Tehonkorotuksessa voimalaitosyksiköiden toiminnot eivät aiheuta tärinää ja alueen liikennetärinä rajoittuu ajotien välittömään läheisyyteen. Nykyisillä tärinävaikutusalueilla ei ole asuinrakennuksia tai loma-asuntoja.

Tehonkorotuksen tapauksessa laitosyksiköiden ja liikenteen melu sekä liikenteestä aiheutuva tärinä säilyvät nykyisellään, mutta jatkuvat nykyisen toiminnan jälkeen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Nykyisten vähäisten melu- ja tärinätasojen perusteella vaikutuksen muutoksen suuruuden arvioidaan kuitenkin olevan ”ei muutosta”. Myöskään mahdollinen lisärakentaminen ei vaikuta merkittävästi alueen meluun tai tärinään.

6.4.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys melun ja tärinän osalta arvioitiin vähäiseksi, koska lähin asuinrakennus on yli 3 km etäisyydellä, loma-asuntoja on ydinvoimalaitosalueen edustalla melko vähäinen määrä ja ne ovat riittävän etäällä. Lähin suojelualue ei sijoitu voimalaitoksen melualueelle.

Voimalaitoksen käytön jatkamisen (VE1) ja tehonkorotuksen (VE2) osalta laitosyksiköiden ja liikenteen melu sekä liikenteestä aiheutuva tärinä säilyvät nykyisellään, mutta jatkuvat nykyisen toiminnan jälkeen joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Nykyisten vähäisten melu- ja tärinätasojen perusteella vaikutuksen muutoksen suuruuden arvioidaan kuitenkin olevan ”ei muutosta”. Myöskään mahdollinen lisärakentaminen ei vaikuta merkittävästi alueen meluun tai tärinään.

Huomioon ottaen nykyiset vähäiset melu- ja tärinätasot, ei vaihtoehdoilla arvioida olevan merkittäviä melu- ja tärinävaikutuksia (Taulukko 18).

Taulukko 18. Vaikutusten merkittävyys: Melu ja tärinä.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta
VE2	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta

6.4.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa voimalaitoksen ympäristössä tehdään edelleen ympäristölupamääräysten mukaisesti melumittauksia, joilla varmistetaan, että voimalaitoksen aiheuttama melu noudattaa viranomaisohjearvoja. Melulähteiden toimintaa seurataan ja tarvittaessa huolletaan tai uusitaan laitteita, mikäli jonkin laitteen melutason todetaan olevan liian suuri. Liikenteen sähköistyminen tulee alentamaan liikenteestä aiheutuvaa melua niillä tieosuuksilla missä ajonopeus on alhainen.

6.4.5. Epävarmuustekijät

Nykytilan meluarvioinnissa esitettyihin melumittausten ja melun leviämisen mallinnukseen tuloksiin liittyy mittaus- ja mallinnusepävarmuus. Ympäristöministeriön ympäristömelun mittausohjeen (ohje 1/1995) epävarmuus kasvaa lähinnä etäisyyden äänilähteestä kasvaessa ja epävarmuus esimerkiksi 500 m etäisyydellä olevaan mittauspisteeseen on ohjeen mukaisesti noin 7 dB. Melumallinnuksessa käytetyn pohjoismaisen teollisuusmelun laskentamallin epävarmuuden sanotaan olevan laajakaistaista melun osalta noin 3 dB alle 500 m etäisyyksillä.

6.5. Ilmanlaatu

6.5.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Alueen ilmanlaadun nykytilan kuvaus perustuu Olkiluotoa lähimpien ilmanlaadun mittausasemien tietoihin sekä soveltuviin ilmanlaatuun liittyviin tutkimuksiin. Eurajoella ei ole ilmanlaadun mittausasemaa. Olkiluodon voimalaitoksen varalämpökattiloiden ja varavoimadieseleiden käytöstä aiheutuvat ilmanlaatuun vaikuttavat päästöt (typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöt) on esitetty polttoaineen kulutus- ja laatutietojen perusteella. Arvioinnissa on huomioitu liikenteen pakokaasupäästöt sekä mahdollisten muutos- ja rakennustöiden sekä liikenteen aiheuttamat pölypäästöt.

Hankkeen ilmanlaatuvaikutukset on arvioitu asiantuntija-arvioina perustuen alueen ilmanlaadun nykytilasta saatuihin tietoihin, toiminnasta syntyviin ilmapäästöihin ja liikennemääriin. Ilmapäästöjen vaikutuksia on arvioitu vertaamalla niitä tietoihin alueen ilmanlaadusta, sekä muutoksen merkitystä olemassa oleviin ilmanlaadun raja- ja ohjearvoihin. Vaikutuksia on tarkasteltu paikallisesti noin 1–2 km säteellä voimalaitosalueesta.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä ilmanlaatuun on arvioitu luvussa 6.16. Kasvihuonekaasupäästöjen vaikutusten arviointi on esitetty luvussa 6.6.

6.5.2. Nykytila

Olkiluodon voimalaitoksen toiminnasta aiheutuvat tavanomaiset päästöt ilmaan ovat Olkiluodon saarella niin vähäisiä, ettei alueella ole edellytetty niiden osalta tehtäväksi ilmanlaadun seurantaa. Tavanomaisiksi päästöiksi luetaan tässä yhteydessä mm. rikin ja typen oksidit, sekä hiukkasmaiset päästöt.

Eurajoen kunnassa ei ole jatkuvaa ilmanlaadun seurantaa. Lähimmät ilmanlaadun mittausasemat sijaitsevat yli 10 km etäisyydellä Rauman keskustassa Tarvonsaaressa ja Sinisaaressa. Mittausasemat sijaitsevat etelä-kaakkoon Olkiluodosta ja ovat suunnilleen yhtä kaukana voimalaitoksesta kuin Eurajoen keskusta. Rauman keskustan ja Sinisaaren mittausasemien ilmanlaaturaporttien mukaan vuonna 2022 ilmanlaatu Raumalla oli suurimman osan ajasta hyvä. Rauman keskustan läheisyydessä ilmanlaatua heikentäviä vaikutuksia syntyy pääasiassa liikenneperäisistä päästöistä sekä metsäteollisuudesta. Eurajoen alueella ilmanlaatuun vaikuttavat

pääasiassa teollisuuslaitosten päästöt, puun pienpoltto ja lämmitys sekä liikenteen päästöt. Alueen ilmanlaatuun vaikuttavat myös kaukokulkeuman mukana kulkeutuvat pienhiukkaset (halkaisija < 2,5 mikrometriä (µm)).

Porin seudun ja Etelä-Satakunnan alueella on tehty ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2022–2023 *(Ramboll 2024a)*. Eurajoen alueella näytteitä kerättiin 15 eri havaintoaloilta. Jokaisella alalla tehtiin mäntyjen runkojäkälien kartoitus, arvioitiin harsuuntumista sekä kerättiin sammal- ja neulasnäytteitä. Eurajoen alueelta kerätyistä näytteistä ei havaittu merkittäviä tavanomaisesta poikkeavia tuloksia. Alakohtaisesti tarkasteltuna männyt olivat harsuuntuneita (neulaskato vähintään 25 %) yhdellä havaintoalalla, joka sijaitsi Eurajoen itäosassa. Mitään selvää syytä harsuuntumiseen ei havaittu. Porin seudun ja Etelä-Satakunnan näytteenottoalueella jäkälälajisto oli keskimäärin köyhtyneen ja lievästi köyhtyneen välillä lajilukumäärän perusteella. Sormipaisukarve oli keskimäärin lievästi vaurioitunutta, ja lajiston yleiset vauriot olivat keskimäärin selviä. Sormipaisukarpeen vauriot olivat kuitenkin lieviä jo vähänkin etäämpänä kuormituksesta. Luonnontilaisimmat yleistetyt vyöhykkeet sijaitsivat mm. Eurajoella.

Vaikutuskohteen herkkyys määräytyy alueen nykyisten ilmanlaatuun vaikuttavien toimintojen ja alueella sijaitsevien herkkien kohteiden perusteella. Alue on vähäisessä määrin herkkä muutoksille ilmanlaadun osalta. Alueella ei ole merkittävää ilmanlaatuun vaikuttavaa toimintaa. Alueella tai sen välittömässä läheisyydessä ei ole herkkiä kohteita kuten kouluja tai päiväkoteja. Alueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse asutusta tai luonnonsuojelualueita. Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan vähäiseksi.



6.5.3. Ympäristövaikutukset

6.5.3.1. Käytön jatkaminen

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat muutostyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisäpuolella. Näistä ei aiheudu muutosta nykyisiin liikennemääriin. Mahdollinen KPA-varaston laajennukseen liittyvä lisärakentaminen voi vähäisissä määrin aiheuttaa paikallista pölyämistä, kun kallioperää louhitaan ja maan pintakerroksia muokataan rakennusalueella. Pölystä aiheutuvat vaikutukset ilmanlaatuun kohdistuvat rakennusalueen välittömään lähiympäristöön. Mahdollinen hetkellinen muutos nykytilanteeseen on hyvin paikallinen ja päättyy louhinta-, maanrakennus- ja rakennustöiden loputtua. Rakennustyöt eivät muuta merkittävästi alueelle kohdistuvia liikennemääriä ja siten pakokaasu- ja pölypäästöjen vaikutukset ilmanlaatuun eivät muutu.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat ylläpito- ja parannustyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisällä eikä lisärakentamiselle ole tarvetta voimalaitosalueella.

Käytön jatkamisen tapauksessa ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten arvioidaan pysyvän pääasiassa ennallaan. Tavanomaiset päästöt ilmaan muodostuvat lähinnä varalämpökattiloiden ja varavoimadieseleiden käytöstä aiheutuvista päästöistä. Keskimääräiset toiminnasta aiheutuneet vuosittaiset typen oksidien päästöt (NO_x) ovat olleet noin 1,2 t/v, rikin oksidipäästöt (SO_2) 0,0 t/v ja hiukkaspäästöt 0,1 t/v. Hiilidioksidipäästöt on esitetty ilmastovaikutusten yhteydessä luvussa 6.6. Kokonaisuudessaan toiminnasta aiheutuvat päästöt ovat hyvin vähäisiä eikä niillä arvioida olevan merkittävää vaikutusta alueen ilmanlaatuun.

Toiminnasta aiheutuu päästöjä ilmaan myös voimalaitoksen henkilö- ja huoltoliikenteestä sekä erilaisista kuljetuksista, joiden määrät säilyvät käytön jatkamisen tapauksessa nykyisellään. Arvion mukaan vuorokausikohtainen henkilöliikennemäärä on noin 1 000 ajoneuvoa/vrk ja raskaan liikenteen määrä noin 50 ajoneuvoa/vrk. Vuosihuoltojen aikana laitoksella työmatkaliikenteen määrä kasvaa 1–8 viikon aikana päivittäin noin 1 000 henkilöautolla. Lisäksi ilmanlaatuun vaikuttaa katupölykauden tieliikenteen nostattamat hiukkaspitoisuudet. Käytön jatkamisesta ei aiheudu muutoksia nykyisiin liikennemääriin, joten liikenneperäisten päästöjen ei arvioida muuttuvan merkittävästi nykyisestä. Tulevaisuudessa liikenneperäisten päästöjen odotetaan muuttuvan autokannan sähköistymisen myötä. Pakokaasupäästöjen määrän väheneminen vaikuttaa etenkin pienhiukkasten ja typenoksidien määrän vähenemiseen, mutta hengitettävien hiukkasten (halkaisija < 10 µm) määrän arvioidaan lisääntyvän painavammista ajoneuvoista aiheutuvan tienpinnan kulumisen vaikutuksesta.

Liikenteen päästöjen vaikutusalue on koko niiden ajomatka, ja päästöt ovat näin ollen osa seudun muun tieliikenteen päästöjä. Pääasiassa liikenneperäisten päästöjen vaikutuksen arvioidaan rajautuvan ajoteiden välittömään läheisyyteen. Liikenteen hiilidioksidipäästöt on esitetty luvussa 6.6.

Käytön jatkamisesta ei arvioida aiheutuvan ilmanlaadun raja- tai ohjearvojen ylityksiä eikä käytön jatkamisen arvioida muuttavan alueen nykyistä ilmanlaatua.

6.5.3.2. Tehonkorotus

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaatimat muutostyöt toteutetaan pääosin laitosyksiköiden sisäpuolella. Lisäksi laitosalueelle laitosyksiköiden ulkopuolelle, mutta niiden välittömään läheisyyteen rakennetaan uusi lisävesijärjestelmä sekä akkuenergiavarasto. Mahdollista myös on, että KPA-varastoa laajennetaan. Laitosyksiköiden ulkopuolella tapahtuvat rakennustyöt voivat vähäisissä määrin aiheuttaa paikallista pölyämistä, kun maan pintakerroksia muokataan rakennusalueella. Lisäksi KPA-varaston laajentamiseen liittyvä louhintatyö voi vähäisissä määrin aiheuttaa paikallista pölyämistä, kun kallioperää louhitaan ja maan pintakerroksia muokataan rakennusalueella.

Pölystä aiheutuvat vaikutukset ilmanlaatuun kohdistuvat rakennusalueen välittömään lähiympäristöön. Mahdollinen muutos nykytilanteeseen on hyvin paikallinen ja päättyy rakennustöiden loputtua. Muutostyöt eivät muuta merkittävästi alueelle kohdistuvia liikennemääriä ja siten pakokaasu- ja pölypäästöjen vaikutukset ilmanlaatuun eivät muutu.

Käytön aikaiset vaikutukset ilmaan ovat peräisin varalämpökattiloiden ja varavoimadieseleiden käytöstä aiheutuvista typenoksidi- ja hiukkaspäästöistä. Niiden arvioidaan pysyvän nykyisellään, eikä uuden dieselkäyttöisen lisävesijärjestelmän arvioida lisäävän näitä päästöjä tehonkorotuksen vaihtoehdoissa. Lisävesijärjestelmää käytetään vain epätodennäköisissä tilanteissa, joissa laitoksen varasähkö on menetetty. Tehonkorotuksen vaikutukset kasvihuonekaasupäästöihin on arvioitu luvussa 6.6.3.2.

Tehonkorotuksen käyttövaiheen aikana henkilö- ja huoltoliikenteen sekä kuljetusten määrien arvioidaan pysyvän nykyisellään. Tulevaisuudessa liikenneperäisten päästöjen odotetaan muuttuvan autokannan sähköistymisen myötä, kuten on kuvattu käyttöiän jatkon luvussa 6.5.3.1.

Tehonkorotuksesta ei arvioida aiheutuvan ilmanlaadun raja- tai ohjearvojen ylityksiä, eikä sen arvioida muuttavan alueen nykyistä ilmanlaatua.

6.5.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys ilmanlaadun osalta arvioitiin vähäiseksi, sillä alueella ei ole merkittävää ilmanlaatuun vaikuttavaa toimintaa eikä alueen välittömässä läheisyydessä sijaitse herkkiä kohteita, asutusta tai luonnonsuojelualueita.

Käytön jatkamisesta (VE1) tai tehonkorotuksesta (VE2) ei arvioida olevan merkittävää muutosta nykytilaan, sillä voimalaitoksen toiminnoista ja liikenteestä aiheutuvat vähäiset päästöt ilmaan säilyvät pääosin nykyisellään, mutta jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Vaihtoehdoista ei aiheudu ilmanlaadun raja- tai ohjearvojen ylityksiä eikä vaihtoehdoilla arvioida olevan vaikutusta alueen nykyiseen ilmanlaatuun (Taulukko 19).

Taulukko 19. Vaikutusten merkittävyys: ilmanlaatu.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta
VE2	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta

6.5.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Varavoimadieseleiden tehtävänä on varmistaa automaattisesti ydinvoimalaitoksen sähkönsaanti mahdollisessa, mutta epätodennäköisessä sähkönmenetystilanteessa. Turvallisuuden varmistamiseksi varavoimadieseleitä koekäytetään turvallisuusteknisten käyttöehtojen vaatimusten mukaisesti, joten niiden päästöjä ei voida vähentää. Lisäksi dieselkäyttöistä lisävesijärjestelmää käytettäisiin pidempijaksoisesti ainoastaan hyvin epätodennäköisessä laitoksen vaihtosähkön menetystilanteessa.

Kuljetusten päästöjä voidaan vähentää esimerkiksi kuljetusaikoja ja -reittejä optimoimalla sekä henkilöliikenteen osalta lisäämällä julkisen liikenteen käyttöä ja etätyömahdollisuuksia. Myös sähkökäyttöiset ajoneuvot tulevat vähentämään liikenteen pakokaasupäästöjä. Katupölyjaksojen aikana katujen puhdistamisella ja talviaikaan hiekoituksen suunnittelulla voidaan myös vaikuttaa pölyn määrään.

6.5.5. Epävarmuustekijät

Eurajoella tai voimalaitosalueen läheisyydessä ei ole jatkuvaa ilmanlaadun seurantaa, mikä tuo epävarmuutta nykytilan kuvaukseen. Liikenteestä peräisin olevat pakokaasupäästöt tulevat todennäköisesti pienenemään tekniikan kehityksen myötä tarkasteltaessa autojen keskimääräisiä päästömääriä ja sähköautojen käytön yleistyessä. Autokannan sähköistyminen on ollut arvioitua nopeampaa, joten aikaisemmat arviot tulevaisuuden liikenteen käyttövoimista tulevat todennäköisesti muuttumaan.

6.6. Ilmasto



6.6.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Ilmastonmuutosvaikutusta on tarkasteltu hankkeesta syntyvien sekä hankkeen avulla vältettyjen kasvihuonekaasupäästöjen perusteella. Päästöt on esitetty hiilidioksidiekvivalentteina (CO_{2e}), jonka avulla kasvihuonekaasupäästöt on yhteismitallistettu kuvaamaan ilmastoa lämmittävää kokonaisvaikutusta.

Toteutusvaihtoehtojen osalta on tarkasteltu niiden toimintoihin liittyviä kasvihuonekaasupäästöjä, jotka syntyvät lähinnä voimalaitoksen varavoimadieselien, varalämpökattilalaitoksen sekä liikenteen polttoaineiden käytöstä. Vaikutusten arvioinnin tueksi tehty päästölaskenta perustui käytettyyn polttoaineeseen, sen kulutusmäärään sekä arvioituihin ajokilometreihin ajoneuvotyypeittäin. Päästölaskennassa käytettiin seuraavia lähtötietoja ja oletuksia:

- Varavoimadieselkoneiden ja varalämpökattilalaitoksen aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt laskettiin kevyen polttoöljyn kulutustietojen pohjalta. Kevyen polttoöljyn päästökertoimena käytettiin 69,4 t/TJ *(Tilastokeskus 2024b)*.
- Raskaan liikenteen osalta tehtiin oletus, että kuljetuksissa käytettävät ajoneuvot ovat suuria yhdistelmäkuorma-autoja (kokonaismassa 3,5–33 t, puoliksi lastattu), jonka perusteella valittiin yksikköpäästökerroin *(Defra 2023)*. Raskaan liikenteen osalta kuljetusten taustatietona käytettiin keskimääräisiä kuljetusmatkoja Suomessa *(Tilastokeskus 2024c)*.
- Henkilöliikenteen päästöjen osalta tehtiin oletus, että henkilökunnan päivittäinen keskimääräinen työmatka henkilöautolla on noin 20 km yhteen suuntaan. Henkilöliikenteen päästökertoimena käytettiin keskikokoisen bensiinikäyttöisen henkilöauton yksikköpäästökerrointa *(Defra 2023)*. Laskennassa ei huomioitu henkilökunnan mahdollista julkisten kulkuneuvojen käyttöä eikä henkilöautokannan sähköistymistä.

Epäsuorien kasvihuonekaasupäästöjen osalta on tarkasteltu ja vertailtu energiantuotannossa käytettyjen eri polttoaineiden elinkaaren aikana aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä perustuen julkaistuihin kansainvälisiin selvityksiin *(IPCC 2014, World Nuclear Assoociation 2016)* sekä TVO:lle tuotettuun selvitykseen Olkiluodossa ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaisista päästöistä *(Etteplan Oyj 2024)*.

Arvioinnissa on lisäksi tarkasteltu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen ja tehonkorotuksen tuomaa päästövähennyspotentiaalia Suomen ja Euroopan tasolla. Laskennassa on oletettu, että ydinvoimalla tuotettu kasvihuonekaasupäästötön sähkö korvaa sähköntuotantorakenteesta fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä. Sähköntuotantorakenteen päästökerroin vähenee sitä mukaa, kun sähköntuotantorakenteesta poistuu fossiilisilla polttoaineilla tuotetut energiamuodot.

Laskennassa on otettu huomioon seuraavat skenaariot:

- Suomessa sähkön päästökertoimien muutos on laskettu Energiateollisuuden (2020) vähähiilisyystiekartan perusskenaarion mukaisesti. Vuonna 2020 päästökerroin oli 87 t CO_{2e}/GWh, jonka jälkeen sen uskotaan vähenevän 52 % vuoteen 2030 mennessä. Tämän jälkeen päästökerroin vähenee tasaisesti aina vuoteen 2050 asti. Vuoden 2050 jälkeen kasvihuonekaasupäästöjä korvaavaa vaikutusta ei enää synny.
- EU:n sähköntuotannon päästökerroin vuonna 2012 oli 338 t CO_{2e}/GWh ja vuonna 2022 päästökerroin oli 251 t CO_{2e}/GWh *(European Environment Agency 2024)*. Mikäli EU:n sähköntuotannon päästökerroin pienenee vuosien 2012–2022 mukaan, kasvihuonekaasua korvaavaa vaikutusta ei enää synny vuoden 2050 jälkeen.

Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit (esim. merenpinnan korkeuden nouseminen tai tulvat) ja niiden mahdolliset vaikutukset on tunnistettu sekä niihin varautumista kuvattu luvussa 6.18.4.3. Jäähdytysvesimallinnuksessa (Liite 5) on otettu huomioon ilmastonmuutoksesta aiheutuva lämpötilan nousu. Mallinnukseen pyrittiin valitsemaan ilmaston äärisuhteita, jotta voidaan mallintaa suurimmat mahdolliset vaikutukset.

6.6.2. Nykytila

Eurajoki sijaitsee Satakunnan maakunnassa, joka kuuluu pääosin eteläboreaaliseen ilmastovyöhykkeeseen. Satakunnan ilmastoa leimaa kaksijakoisuus merellisen rannikon ja mantereisen sisämaan välillä. Vuoden keskilämpötila on tyypillisesti Rauman ja Porin välisen rannikon noin +6 celsiusasteesta koillisen noin +4 asteeseen. Vuotuinen sademäärä jää Selkämeren rannikolla keskimäärin vähän alle 600 millimetriä (mm) ja on yleisesti muualla maakunnassa 600–650 mm. Lumipeitteen paksuus on suurimmillaan 20–30 cm Satakunnan etelä- ja keskiosassa. Kasvukauden pituus on 170–190 vuorokautta. *(Ilmatieteen laitos 2022b)* Vallitseva tuulen suunta on lounaasta *(Ilmatieteen laitos 2024a)*.

Olkiluoto sijaitsee Selkämeren rannikolla merellisessä ilmastossa, jolle on tyypillistä lämpöolojen tasaisuus. Keväällä lämpötila on rannikon tuntumassa selvästi alhaisempi kuin kauempana sisämaassa. Syksyllä meri tasoittaa lämpötilaeroja eikä yöpakkasia juurikaan esiinny. Talvi on alueella lauha, koska Selkämeri pysyy auki lähes koko talven.



Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin *(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)* mukaan maapallon ilmasto on vuoteen 2017 mennessä lämmennyt ihmistoiminnan seurauksena noin 1 °C esiteolliseen aikaan verrattuna *(IPCC 2018)*. Pariisin ilmastosopimuksessa eri maat ovat sitoutuneet tavoitteeseen pitää maapallon keskilämpötilan nousu alle kahdessa asteessa ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen. Maapallon ilmasto lämpenee ihmiskunnan toimien seurauksena koko ajan, mutta muutoksen suuruus ja vaikutukset vaihtelevat maapallon eri osissa.

Suomessa vuosikeskilämpötila on viimeisen 40 vuoden aikana kohonnut 0,2–0,4 °C vuosikymmenessä. Ilmaston lämmetessä Suomessa talvet lämpenevät keskimäärin enemmän kuin kesät. Lisäksi sademäärät kasvavat ja rankkasateet voimistuvat. (Ilmatieteen laitos 2024b) Ilmaston arvioidaan lämpenevän Satakunnassa kuluvan vuosisadan aikana noin 1,9–5,1 °C verrattuna vertailukauteen 1981–2010. Kuukausitasolla lämpötila kohoaa kaikkina kuukausina verrattuna jaksoon 1981–2010, mutta eniten marraskuun ja maaliskuun välillä. Vastaavasti vuotuisten sademäärien arvioidaan kasvavan alueella vuosisadan aikana 6–15 % verrattuna jaksoon 1981–2010. Keskimäärin vuodessa sataisi 680–740 mm. Vuosisadan puoliväliin mennessä sademäärät kasvavat kaikkina kuukausina, mutta heinä-elokuussa muutos on pieni. Sadetta tulisi eniten marras-helmikuussa. *(Ilmatieteen laitos 2022b)* Rankkasateiden voimakkuuden ilmastonmuutoskertoimen on arvioitu olevan vuoteen 2050 mennessä 1,25–1,3 vuorokausisateella ja 1,25–1,5 tuntisateilla *(Suomen ilmastopaneeli 2021)*.

Eurajoen kunnan kasvihuonekaasupäästöt vuonna 2022 olivat yhteensä 61 900 tonnia hiilidioksidiekvivalenttia (t CO_{2e}). Vuoteen 2005 verrattuna päästöt ovat vähentyneet 31 %. Vuonna 2022 suurin osuus kokonaispäästöistä aiheutui tieliikenteestä (32 %), maataloudesta (21 %) ja työkoneista (11 %). *(Suomen ympäristökeskus 2024a)* Eurajoen kunta on mukana Kohti hiilineutraaleja kuntia -hankkeessa (HINKU), jossa kunnat ovat sitoutuneet tavoitteeseen vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 80 % vuoden 2007 tasosta vuoteen 2030 mennessä *(Eurajoki 2024)*. Satakunnan hiilineutraaliustavoite on asetettu vuodelle 2030 Hinku-tavoitteisiin perustuen *(Satakunnan ammattikorkeakoulu 2021)*.

Suomen kasvihuonekaasujen kokonaispäästöt olivat arviolta 40,6 miljoonaa tonnia CO_{2e} vuonna 2023 ilman LULUCF-sektoria. Päästöjen arvioitiin vähenneen noin 5,1 miljoonaa tonnia vuodesta 2022. *(Tilastokeskus 2024d)*

Suomeen uuteen ilmastolakiin (423/2022) on kirjattu päästövähennystavoitteiksi -60 % vuoteen 2030 mennessä, -80 % vuoteen 2040 mennessä ja -90 % (pyrkien kuitenkin -95 %) vuoteen 2050 mennessä, verrattuna vuoden 1990 tasoon. Suomen edellisessä hallitusohjelmassa linjattiin, että Suomen sähkön ja lämmön tuotannon tulee olla lähes päästötöntä 2030-luvun aikana huolto- ja toimivarmuusnäkökulmat huomioiden. Keinoina tähän mainitaan muun muassa, että käytössä olevien ydinvoimaloiden jatkolupiin suhtaudutaan myönteisesti edellyttäen, että STUK puoltaa niitä. *(Valtioneuvosto 2019)* Suomen uusi hallitusohjelma *(Valtioneuvosto 2023)* toteaa muun muassa, että Suomen energiaomavaraisuutta vahvistetaan kestävällä tavalla edistämällä puhtaan energian siirtymää. Fossiilisista polttoaineista luovutaan sähkön ja lämmön tuotannossa viimeistään 2030-luvulla. Lisäksi hallitusohjelmassa tuodaan esiin, että Suomeen tarvitaan lisää ydinvoimaa. *(Valtioneuvosto 2023)*

Ilmaston osalta vaikutuskohteen herkkyystasoa ei voida määrittää, koska ilmastonmuutoksen vaikutukset paikallistasolla ovat epäsuoria ja kohdistuvat luontoympäristöön ja sen ilmiöihin eri tavoin. Ilmastonmuutos on globaali ongelma, jonka torjuminen on valtioiden yhteinen tehtävä. Suomi on osana EU:a sitoutunut Pariisin ilmastosopimukseen ja asettanut päästöjen vähentämiselle kansalliseksi tavoitteeksi olla hiilineutraali vuonna 2035 mikä edellyttää useita eri toimia eri toimialoilla. Sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden.

6.6.3. Ympäristövaikutukset

6.6.3.1. Käytön jatkaminen

Rakentamisen kasvihuonekaasupäästöt

Mahdolliseen KPA-varaston laajentamiseen liittyvien vähäisten rakentamistöiden aikainen liikenne ei merkittävästi lisää nykyisiä liikennemääriä, eivätkä ne näin ollen aiheuta lisääntyviä ajoneuvojen polttoaineen kulutuksesta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä.

Toiminnan kasvihuonekaasupäästöt

Ydinvoimalla tuotettu sähkö on sähkönkäyttäjälle hiilineutraalia. Ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyy kuitenkin kasvihuonekaasupäästöjä varavoimakoneiden ja liikenteen polttoaineenkulutuksesta. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden varavoimakoneiden (varalämpökattilat ja varavoimadiesel) aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt on laskettu kevyen polttoöljyn kulutuksen mukaan. Kevyen polttoöljyn käytöstä syntyy vuositasolla 914 t CO_{2e} suuruiset kasvihuonekaasupäästöt, kun käyttö pysyy keskimääräisellä tasolla. Käytön jatkamisen tapauksessa vuosittaiset päästöt eivät muutu. Vuosina 2038–2048 kasvihuonekaasupäästöjä arvioidaan syntyvän kumulatiivisesti yhteensä noin 9 140 t CO_{2e} ja vuosina 2038–2058 yhteensä 18 280 t CO_{2e} (Taulukko 20).

Taulukko 20. Kasvihuonekaasupäästöt kevyen polttoöljyn käytöstä voimalaitoksen käytön jatkamisen tapauksessa.

	Päästöt per vuosi (t CO_{2e})	Kumulatiiviset päästöt vuosina 2038–2048 (t CO_{2e})	Kumulatiiviset päästöt vuosina 2038–2058 (t CO_{2e})
Kevyt polttoöljy	914	9 140	18 280

Laitokselle suuntautuu päivittäistä työmatka- ja tavaraliikennettä, joista aiheutuu kasvihuonekaasupäästöjä. Keskimääräinen vuorokausiliikenne voimalaitokselle on noin 1 050 ajoneuvoa, joista raskaita ajoneuvoja on noin 50. Vuosihuollot nostavat liikennemääriä hetkellisesti arviolta enintään noin 2 000 ajoneuvoon vuorokaudessa. Vuosihuollon kesto on 1–8 viikkoa, keskimäärin 35 vuorokautta.

Voimalaitokselle kohdistuvasta päivittäisestä työmatka- ja tavaraliikenteestä syntyy yhteensä 5 117 t CO_{2e} suuruiset kasvihuonekaasupäästöt vuodessa. Huomioon ottaen vuosihuollon aikana lisääntyvän liikenteen, kaiken liikenteen aiheuttamat päästöt ovat enintään 5 366 t CO_{2e} vuodessa. Tästä päivittäisen liikenteen osuus on 95 % ja vuosihuollon aikaisen liikenteen osuus enintään 5 %. Henkilöautoliikenteen osuus kaiken liikenteen kokonaispäästöistä on 53 % ja raskaan liikenteen osuus 47 %. Käytön jatkamisen tapauksessa vuorokausikohtaiset liikennemäärät ja niistä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt pysyvät samoina kuin nykyisessä toiminnassa. Vuosina 2038–2048 kasvihuonekaasupäästöjä arvioidaan syntyvän kumulatiivisesti yhteensä noin 53 658 t CO_{2e}, ja vuosina 2038–2058 yhteensä 107 317 t CO_{2e} (Taulukko 21). Päästömäärissä ei ole huomioitu julkisen liikenteen käyttöä eikä autokannan sähköistymistä.

Taulukko 21. Kasvihuonekaasupäästöt työmatka- ja tavaraliikenteestä käytön jatkamisen tapauksessa.

	Ajoneuvojen määrä (kpl/vrk)	Päästöt per vuosi (t CO_{2e})	Päästöt v. 2038–2048 (t CO_{2e})	Päästöt v. 2038–2058 (t CO_{2e})
Päivittäinen liikenne				
Henkilöautot	1 000	2 599	25 988	51 976
Raskaat ajoneuvot	50	2 518	25 178	50 357
Yhteensä	**1 050**	**5 117**	**51 166**	**102 333**
Maksimilisäys vuosihuollon aikana				
Henkilöautot	1 000	249	2 492	4 984
Raskaat ajoneuvot	0	0	0	0
Yhteensä	**1 000**	**249**	**2 492**	**4 984**
Kaikki liikenne (päivittäinen liikenne ja vuosihuollon lisäys)				
Yhteensä	**2 050**	**5 366**	**53 658**	**107 317**

Käytön jatkamisen tapauksessa vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt, kun huomioon otetaan sekä varavoimakoneiden käyttö ja voimalaitoksen liikenne, ovat suuruusluokaltaan samat kuin nykyisessä toiminnassa ollen noin 6 280 t CO_{2e}/v. Tämä määrä on noin 10 % Eurajoen kunnan kokonaispäästöistä (61 900 t CO_{2e}) ja alle 0,01 % Suomen kokonaispäästöistä (45 800 000 t CO_{2e}). Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärän vaikutus on vuositasolla pieni verrattuna Eurajoen kunnan tai Suomen kokonaispäästöihin. Käytön jatkamisessa ilmastonmuutosvaikutus säilyy vuositasolla nykyisellään, mutta jatkuu 10 tai 20 vuotta.

Eri polttoaineiden elinkaaren aikaiset päästöt

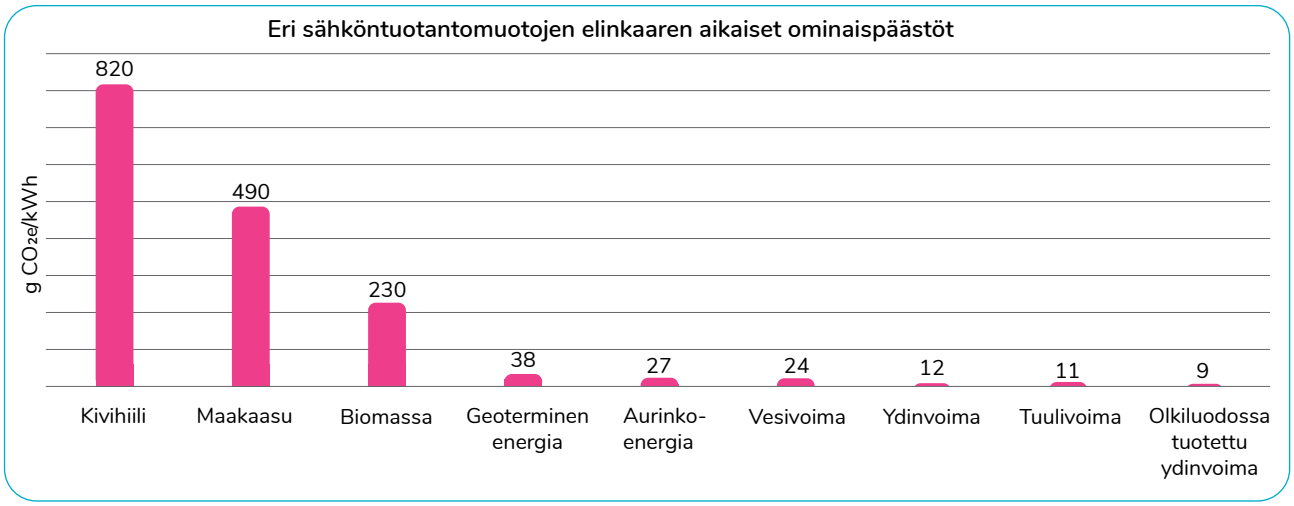
Ydinvoimalla tuotetun sähkön tuotannossa ei reaktorin käytöstä synny suoria kasvihuonekaasupäästöjä. Tältä osin ydinvoima on rinnastettavissa kasvihuonekaasupäästöttömään vesi-, tuuli-, ja aurinkoenergiaan. Eri energiatuotantomuotojen kasvihuonekaasupäästöjä tarkasteltaessa tulee kuitenkin arvioida eri energiantuotantomuotojen koko elinkaaren aikaisia päästöjä, jolloin ydinvoiman tapauksessa mukaan lasketaan esimerkiksi myös ydinpolttoaineen hankinta. Eri energiantuotantomuotojen kokonaispäästöihin vaikuttaa, kuinka paljon elinkaaren eri vaiheissa kuluu energiaa ja fossiilisia polttoaineita.

Useissa elinkaaritutkimuksissa on verrattu eri energiantuotantomuotojen kasvihuonekaasupäästöjä. IPCC:n julkaisema tutkimus *(IPCC 2014)* vertaa eri sähköntuotantomuotojen elinkaaren ominaispäästöjä. Elinkaaren ominaispäästöt sisältävät suorat päästöt, infrastruktuurin rakentamisen päästöt, biogeeniset CO_2-päästöt sekä metaanipäästöt. Ydinvoimalla tuotetussa sähkössä elinkaaren kasvihuonekaasupäästöt ovat IPCC:n arvion mukaan noin 12 grammaa hiilidioksidiekvivalenttia per kilowattitunti (g CO_{2e}/kWh) *(IPCC 2014, Kuva 26)*. Maakohtaisesti tehdyt arviot vaihtelevat 3–16 g CO_{2e}/kWh välillä *(World Nuclear Association 2016)*. TVO on teettänyt selvityksen Olkiluodossa ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaisista päästöistä *(Eteplan Oyj 2024)*. Selvityksen mukaan Olkiluodon OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotetun sähkön hiilijalanjälki on 8,5 g CO_{2e}/kWh. Laskennassa on huomioitu koko ydinvoimalaitoksen elinkaari, mukaan lukien kaikki vaiheet uraanin louhinnasta aina ydinjätteen loppusijoittamiseen saakka. Huomioituna on myös itse ydinvoimalaitoksen, ydinjätteen käsittelyn ja sähkön siirtoverkoston ja ydinpolttoaineen hankinnan infrastruktuurin rakentaminen ja purku. Ilman sähkönsiirtoverkkoa OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotetun sähkön hiilijalanjälki on 3,8 g CO_{2e}/kWh.

Kivihiilellä ja maakaasulla tuotetun sähkön päästöt ovat monikymmenkertaiset, kivihiilellä 820 g CO_{2e}/kWh ja maakaasulla 490 g CO_{2e}/kWh. Ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset CO_2-päästöt aiheutuvat

suurimmaksi osaksi polttoaineen tuotantoketjussa sekä voimalaitoksen rakentamisesta. Erityisesti ydinpolttoaineen hankintaketjussa (uraanin louhinta, polttoaineen jalostus, kuljetukset ym.) tuotantopanoksena käytetyt fossiiliset polttoaineet vaikuttavat päästöjen muodostumiseen. Fossiilisten polttoaineiden tapauksessa sähköntuotannon elinkaarenaikaiset CO_2-päästöt aiheutuvat suurimmaksi osaksi sähköntuotantovaiheessa. *(IPCC 2014, World Nuclear Association 2016)* Puupohjaisia polttoaineita tai muuta biomassaa poltettaessa syntyy suoria kasvihuonekaasupäästöjä, mutta bioenergia tulkitaan Suomen kasvihuonekaasuinventaariossa laskennallisesti päästöttömäksi, sillä puu on kasvaessaan sitonut vastaavan määrän hiiltä pois ilmakehästä, kuin polttaessa vapautuu.

Vertailtaessa eri sähköntuotantomuotojen elinkaaren päästöjä, ovat ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt (12 g CO_{2e}/kWh) samaa tasoa kuin tuulivoimalla tuotetun sähkön (11 g CO_{2e}/kWh) (Kuva 26). Olkiluodon laitosyksiköiden tapauksessa päästöt ovat jopa matalammat kuin ydinvoiman globaali keskiarvoinen päästökerroin (Kuva 26). Näin ollen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja ydinvoiman käyttö sähköntuotannossa tukee Suomen tavoitetta olla hiilineutraali vuonna 2035, jolloin sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden.



Kuva 26. Eri sähköntuotantomuotojen elinkaaristen ominaispäästöjen vertailu (IPCC 2014, Etteplan Oyj 2024).

Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen tapauksessa vuosittainen sähköntuotanto pysyy samana kuin nykyisin, mutta jatkuu voimassa olevien käyttölupien jälkeen 10 tai 20 vuotta. Lisäkäyttövuosien aikana ydinvoimalla tuotettu kasvihuonekaasupäästötön sähkö voi korvata markkinoilla vielä olevaa fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä tuotantomääränsä verran. Sekä Suomen että EU:n ennusteen mukaan sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöt vähenevät siten, että lopulta vuoden 2050 jälkeen sähköntuotannon päästökerroin on nolla. Tämän jälkeen ydinvoiman tuotannosta ei synny enää kasvihuonekaasuja korvaavaa vaikutusta sähkömarkkinoille.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen tapauksessa tuotetun sähkön kasvihuonepäästöjä korvaava vaikutus Suomen ja EU:n tasolla on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 22). Arvion mukaan kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali Suomen sähkömarkkinoilla olisi 10 lisäkäyttövuoden aikana noin 1 075 000 t CO_{2e} ja 20 lisäkäyttövuoden aikana 1 115 000 t CO_{2e} (Taulukko 22). EU:n tasolla päästövähennyspotentiaali olisi selkeästi korkeampi ollen 10 lisäkäyttövuoden aikana yhteensä noin 8 953 000 t CO_{2e} ja

20 lisäkäyttövuoden aikana 9 282 000 t CO_{2e}. Vuosittainen päästövähennyspotentiaali laskee ollen vuodesta 2050 eteenpäin nolla, jos Suomen ja EU:n sähkömarkkinoiden päästövähennysskenaariot toteutuvat (Taulukko 22).

Taulukko 22. OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotetun sähkön kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali Suomen ja EU:n tasolla käytön jatkamisen tapauksessa.

	Kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali vuosina 2038–2048 (t CO_{2e})	Kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali vuosina 2038–2058 (t CO_{2e})
Suomi	1 075 000	1 115 000
Euroopan unioni	8 953 000	9 282 000

6.6.3.2. Tehonkorotus

Rakentamisen kasvihuonekaasupäästöt

Uuden lisävesijärjestelmän ja akkuenergiavaraston rakentamiseen sekä mahdolliseen KPA-varaston laajentamiseen liittyvien vähäisten rakentamistöiden aikainen liikenne ei merkittävästi lisää nykyisiä liikennemääriä, eivätkä ne näin ollen aiheuta lisääntyviä ajoneuvojen polttoaineen kulutuksesta syntyviä kasvihuonekaasupäästöjä.

Toiminnan kasvihuonekaasupäästöt

Tehonkorotuksen tapauksessa uuden dieselkäyttöisen varavesijärjestelmän koestuksesta syntyy vuositasolla noin 13 t CO_{2e} enemmän päästöjä kuin nykyisessä toiminnassa. Vuositasolla varavoimakoneiden polttoaineiden kulutuksesta syntyvät päästöt ovat yhteensä noin 927 t CO_{2e}. Vuosina 2028–2048 kasvihuonekaasupäästöjä arvioidaan syntyvän kumulatiivisesti yhteensä noin 18 540 t CO_{2e} ja vuosina 2028–2058 yhteensä 27 810 t CO_{2e} (Taulukko 23).

Taulukko 23. Kasvihuonekaasupäästöt kevyen polttoöljyn käytöstä tehonkorotuksen tapauksessa.

	Päästöt per vuosi (t CO_{2e})	Kumulatiiviset päästöt vuosina 2028–2048 (t CO_{2e})	Kumulatiiviset päästöt vuosina 2028–2058 (t CO_{2e})
Kevyt polttoöljy	927	18 540	27 810

Tehonkorotuksen vaihtoehdoissa liikennemäärät ja niistä aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt pysyvät vuositasolla samanlaisina kuin nykyisessä toiminnassa. Toiminnan jatkuessa kumulatiiviset päästöt kasvavat vuosina 2028–2048 yhteensä noin 107 317 t CO_{2e} ja vuosina 2028–2058 yhteensä noin 160 975 t CO_{2e} (Taulukko 24).

Taulukko 24. Kasvihuonekaasupäästöt työmatka- ja tavaraliikenteestä tehonkorotuksen tapauksessa.

	Ajoneuvojen määrä (kpl/vrk)	Päästöt per vuosi (t CO_{2e})	Päästöt vuosina 2028–2048 (t CO_{2e})	Päästöt vuosina 2028–2058 (t CO_{2e})
Päivittäinen liikenne				
Henkilöautot	1 000	2 599	51 976	77 964
Raskaat ajoneuvot	50	2 518	50 357	75 535
Yhteensä	**1 050**	**5 117**	**102 333**	**153 499**
Maksimilisäys vuosihuollon aikana				
Henkilöautot	1 000	249	4 984	7 476
Raskaat ajoneuvot	0	0	0	0
Yhteensä	**1 000**	**249**	**4 984**	**7 476**
Kaikki liikenne (päivittäinen liikenne ja vuosihuollon lisäys)				
Yhteensä	**2 050**	**5 366**	**107 317**	**160 975**

Tehonkorotuksen tapauksessa vuosittaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat noin 6 293 t CO_{2e} kun huomioon otetaan sekä varavoimakoneiden käyttö ja voimalaitoksen liikenne. Vuosittaiset päästöt ovat noin 10 % Eurajoen kunnan kokonaispäästöistä (61 900 t CO_{2e}) ja alle 0,01 % Suomen kokonaispäästöistä (45 800 000 t CO_{2e}). Kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärän vaikutus on vuositasolla pieni näihin verrattuna. Käytön jatkamisessa ilmastonmuutosvaikutus säilyy vuositasolla nykyisellään, mutta jatkuu 20 tai 30 vuotta.

Eri polttoaineiden elinkaaren aikaiset päästöt

Ydinvoimalla tuotetun sähkön tuotannossa ei reaktorin käytöstä synny suoria kasvihuonekaasupäästöjä. Tehonkorotuksen tapauksessa ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset päästöt ovat samat kuin käytön jatkamisen osalta on kuvattu (ks. luku 6.6.3.1).

Kasvihuonekaasupäästöjä vähentävä vaikutus

Tehonkorotuksen tapauksessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuosittainen sähköntuotanto kasvaa nykyisestä yhteenlasketusta noin 14 terawattitunnista noin 15,2 terawattituntiin. Lisäkäyttövuosien aikana ydinvoimalla tuotettu kasvihuonekaasupäästötön sähkö voi korvata markkinoilla vielä olevaa fossiilisilla polttoaineilla tuotettua sähköä tuotantomääränsä verran. Sekä Suomen että EU:n ennusteen mukaan sähköntuotannon kasvihuonekaasupäästöt vähenevät siten, että lopulta vuoden 2050 jälkeen sähköntuotannon päästökerroin on nolla. Tämän jälkeen ydinvoiman tuotannosta ei synny enää kasvihuonekaasuja korvaavaa vaikutusta sähkömarkkinoille.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksella tuotetun sähkön kasvihuonepäästöjä korvaava vaikutus Suomen ja EU:n tasolla on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 25). Jos laitosyksiköiden tehonkorotus otettaisiin käyttöön vuodesta 2028 eteenpäin, olisi arvion mukaan kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali Suomen sähkömarkkinoilla noin 1 551 000 t CO_{2e} vuoteen 2048 ja vuoteen 2058 mennessä 1 594 000 t CO_{2e}. Pelkän tehonkorotuksen päästövähennyspotentiaali Suomessa on noin 500 000 t CO_{2e}.

EU:n tasolla päästövähennyspotentiaali olisi tästä selkeästi korkeampi. Vuosina 2028–2048 potentiaali on noin 11 770 000 t CO_{2e} ja vuosina 2028–2058 noin 12 128 000 t CO_{2e}. Vuosittainen kasvihuonekaasupäästöjä korvaava vaikutus laskee ollen vuodesta 2050 eteenpäin nolla, jos Suomen ja EU:n sähkömarkkinoiden päästövähennysskenaariot toteutuvat.

Taulukko 25. OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotetun sähkön kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali Suomen ja EU:n tasolla tehonkorotuksen tapauksessa.

	Kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali v. 2028–2048 (t CO_{2e})	Kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali v. 2028–2058 (t CO_{2e})
Suomi	1 551 000	1 594 000
Euroopan unioni	11 770 000	12 128 000

6.6.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Ilmastonmuutoksen osalta vaikutuskohteen herkkyystasoa ja muutoksen suuruutta ei voida täsmällisesti määrittää, koska ilmastonmuutos on globaali ilmiö, joka kattaa moninaisia suoria ja epäsuoria vaikutuksia. Vaikutusarvioinnissa on kuitenkin otettu huomioon kasvihuonekaasupäästöjen kokonaismäärän ilmastoa lämmittävä kokonaisvaikutus.

Suuntaa-antavan vaikutusten kokonaismerkittävyyden on arvioitu olevan käyttöiän jatkon tapauksessa kohtalainen myönteinen ja tehonkorotuksen tapauksissa suuri myönteinen (Taulukko 26). Ydinvoimalaitoksen sähköntuotannosta ei synny kasvihuonekaasupäästöjä ja OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotetun päästötön sähkö voi korvata muita fossiilisia polttoaineita käyttäviä sähköntuotantomuotoja. Arvion mukaan Suomen tasolla vaihtoehdossa VE1 kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali olisi noin 1 100 000 t CO_{2e} ja VE2 tapauksessa noin 1 600 000 t CO_{2e}. Pelkän tehonkorotuksen päästövähennyspotentiaali Suomessa on noin 500 000 t CO_{2e}. Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus tukee Suomen tavoitetta olla hiilineutraali vuonna 2035. Tällöin sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden. Ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat samaa tasoa kuin tuulivoimalla tuotetun sähkön. Voimalaitoksen toiminnasta syntyvät kasvihuonekaasupäästöt (mm. varavoimakoneet ja liikenne) ovat hyvin vähäisiä verrattuna alueen tai Suomen kokonaispäästöihin tai hankkeen päästövähennyspotentiaaliin.

Taulukko 26. Vaikutusten merkittävyys: ilmasto.

Vaihtoehto	Herkkyys	Muutoksen suuruus	Merkittävyys
VE1	Ei voi määrittää	Ei voi määrittää	Kohtalainen myönteinen
VE2	Ei voi määrittää	Ei voi määrittää	Suuri myönteinen

6.6.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Vaihtoehtoina kasvihuonekaasupäästöjen vähentämiselle on esimerkiksi varalämpökattiloiden ja varavoimadieseleiden energiatehokkuuden parantaminen ja mahdollisuuksien mukaan fossiilisten polttoaineiden korvaaminen bioperäisillä. Liikenteen päästöjen vaikutuksia voi henkilöliikenteen osalta vähentää esim. tarjoamalla kannusteita julkisen liikenteen käytölle. Polttoaineen elinkaaren aikaisien kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen liittyy erityisesti ydinpolttoaineen hankintaketjussa tuotantopanoksena käytettyjen fossiilisten polttoaineiden korvaamiseen muilla.

6.6.5. Epävarmuustekijät

Arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät työmatkaliikenteen sähköistymiseen tulevaisuudessa. Arviointi on toteutettu oletuksella, että kaikki kuljetus- ja henkilöautot toimivat diesel- tai bensiinipohjaisten polttoaineiden avulla, vaikka todellisuudessa kaikista Olkiluodossa henkilöautolla töissä käyvistä noin 11 % ajaa hybridiautolla ja 12 % sähköautolla (*Teollisuuden Voima Oyj 2024f*).

Lisäksi epävarmuustekijät liittyvät arviointeihin muodostuvista kasvihuonekaasupäästöjen määrästä sekä ydinvoimalla tuotetun sähkön korvaamiseen muilla sähköntuotantomuodoilla tulevaisuudessa. Arviot hankkeen toiminnassa syntyvistä kasvihuonekaasupäästöistä on laskettu käyttäen keskiarvoa syntyvien kasvihuonekaasupäästöjen määrästä viime vuosina. Todellisuudessa muodostuvien kasvihuonekaasupäästöjen määrä on laskennassa käytettyjä arvoja pienempi, sillä viime vuosien keskiarvo on keskimääräistä tasoa korkeampi varavoimadieseleiden vaihdosta ja edelleen niiden lisääntyneestä koekäytöistä johtuen.

6.7. Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet



6.7.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Maa- ja kallioperään kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin hankkeen muutostöitä muun muassa siihen liittyvien rakenteiden ja rakennusten tarvitsemien maa-alueiden ja suunniteltujen rakentamistoimenpiteiden (esimerkiksi mahdolliset kaivuu- ja täyttötyöt) perusteella. Arvioinnin lähtötietoina käytettiin olemassa olevia tutkimustietoja ja kartta-aineistoja alueen maa- ja kallioperästä. Pohjavesivaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin, aiheutuuko hankkeesta vaikutuksia pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen. Lähtötietoina käytettiin olemassa olevia tutkimustietoja alueen pohjavesiolosuhteista sekä pohjaveden laadusta. Vaikutuksia on tarkasteltu voimalaitosalueella.

6.7.2. Nykytila

Olkiluodon saaren maaperä-, kallioperä- ja pohjavesiolosuhteet tunnetaan erittäin hyvin, sillä aluetta on tutkittu 1970-luvulta lähtien. Kallioperän sekä pohjavesikemian tutkimukset ja ympäristöolosuhteiden seuranta alueella jatkuvat edelleen erityisesti Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen osalta.

Laitosyksiköiden yhteinen matala- ja keskiaktiiviselle jätteelle tarkoitettu VLJ-luola sijaitsee laitosalueesta noin 830 m luoteeseen päin Olkiluodon Ulkopään niemellä. VLJ-luolan tilat on louhittu 60–100 m syvyydelle peruskallioon, ja loppusijoitustila otettiin käyttöön vuonna 1992. Matala-aktiivisten jätteiden kapasiteetti VLJ-luolassa on noin 5 000 m^3 ja keskiaktiivisten noin 3 500 m^3. Lisäksi laitosalueella sijaitsee KPA-varasto, jonka perustukset on louhittu noin 20 m maanpinnan alapuolelle.

TVO:n laitosalueelta noin 1,5 km itään sijaitsee rakenteilla oleva kallioperään yli 400 m maanpinnan alapuolelle louhittu Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitos. Posiva on toteuttanut Olkiluodon alueella käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituspaikkaan liittyviä tutkimuksia, joita tehdään eri tieteenaloihin liittyen sekä paikkamittakaavassa että yksityiskohtaisemmalla tasolla. Geologian tutkimukset keskittyvät kallioperän ominaisuuksiin, mm. kivilajeihin, kallion rakoiluun ja rikkonaisuusvyöhykkeisiin. Geofysiikan tutkimusten avulla saadaan tietoa kallioperän fysikaalisista ominaisuuksista, kuten sähkönjohtokyvystä ja magneettisista ominaisuuksista. Kalliomekaniikka tutkii kallioperän mekaanisia ominaisuuksia kuten jännitystilaa sekä kallion lämmönjohtavuusominaisuuksia. Hydrogeologian tutkimukset keskittyvät pohjaveden esiintymiseen maan pinnalla ja kallioperässä, pohjaveden virtaukseen, rakojen vedenjohtokykyominaisuuksiin, painekorkeuteen ja

pohjaveden pinnankorkeuteen. Hydrogeokemia taas tutkii pohjaveden kemiaa eri mittakaavoissa, pohjavesiin liittyviä kemiallisia prosesseja sekä mm. mikrobien esiintymistä pohjavesissä. *(Posiva 2021b)*

Paikkatutkimukset ja niiden perusteella tuotettu Olkiluodon paikankuvaus (Olkiluoto Site Description) toimii turvallisuusperusteluanalyysien ja -mallinnusten lähtötietona paikan ominaisuuksien ja prosessien osalta. Nykyhetken paikkaan liittyvää tietoa käytetään lähtötietona, kun mallinnetaan mennyttä aikaa (ns. paleomallinnus) sekä tulevaisuuden kehityskulkuja (evoluutiomallinnus) osana loppusijoituksen turvallisuusperustelua. *(Posiva 2021b)*

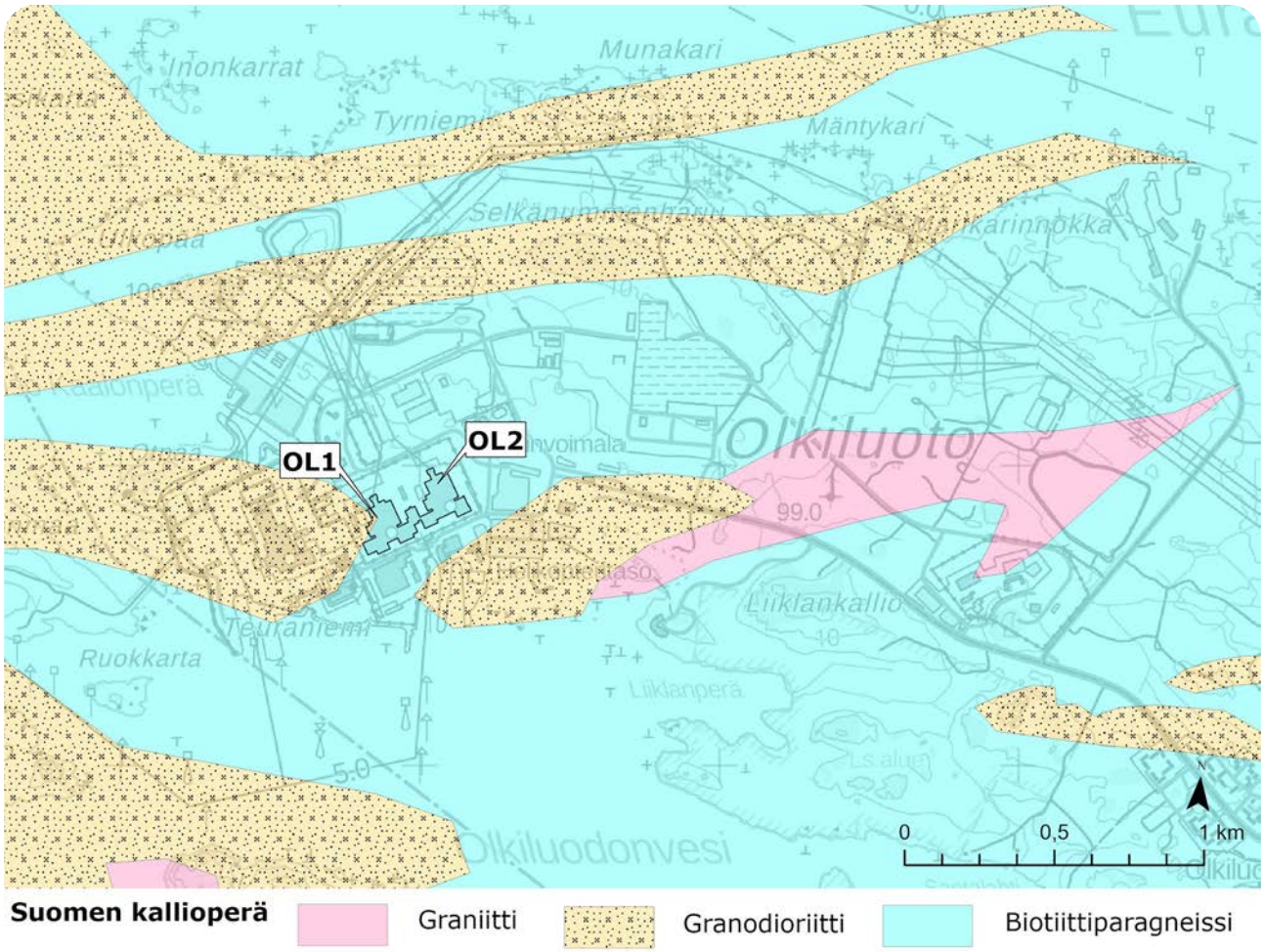
Posiva toteuttaa loppusijoituspaikan ja -laitoksen pitkäaikaisen kehityksen seuraamiseksi Olkiluodon monitorointiohjelmaa *(STUK Y/4/2018 ja YVL-ohje D.5)*. Monitorointiohjelma jaetaan tieteenaloittain kalliomekaniikan, hydrologian ja hydrogeologian, hydrogeokemian, pintaympäristön ja teknisten vapautumisesteiden monitorointiin. Valtaosa monitorointiohjelman tutkimuksista tehdään maan alla, joko loppusijoitustiloista tai Olkiluodon alueelle kairatuista tutkimusrei'istä käsin, mutta tutkimuksia tehdään myös maan päällä ja useiden kilometrien etäisyydellä varsinaisesta loppusijoituspaikasta. Monitoroinnin tärkein tehtävä on seurata, että olosuhteet loppusijoituslaitoksessa ja ympäröivässä kallioperässä säilyvät suotuisina loppusijoitukselle ja täyttävät niihin liittyvät vaatimukset. *(Posiva 2021b)*

6.7.2.1. Kallioperä

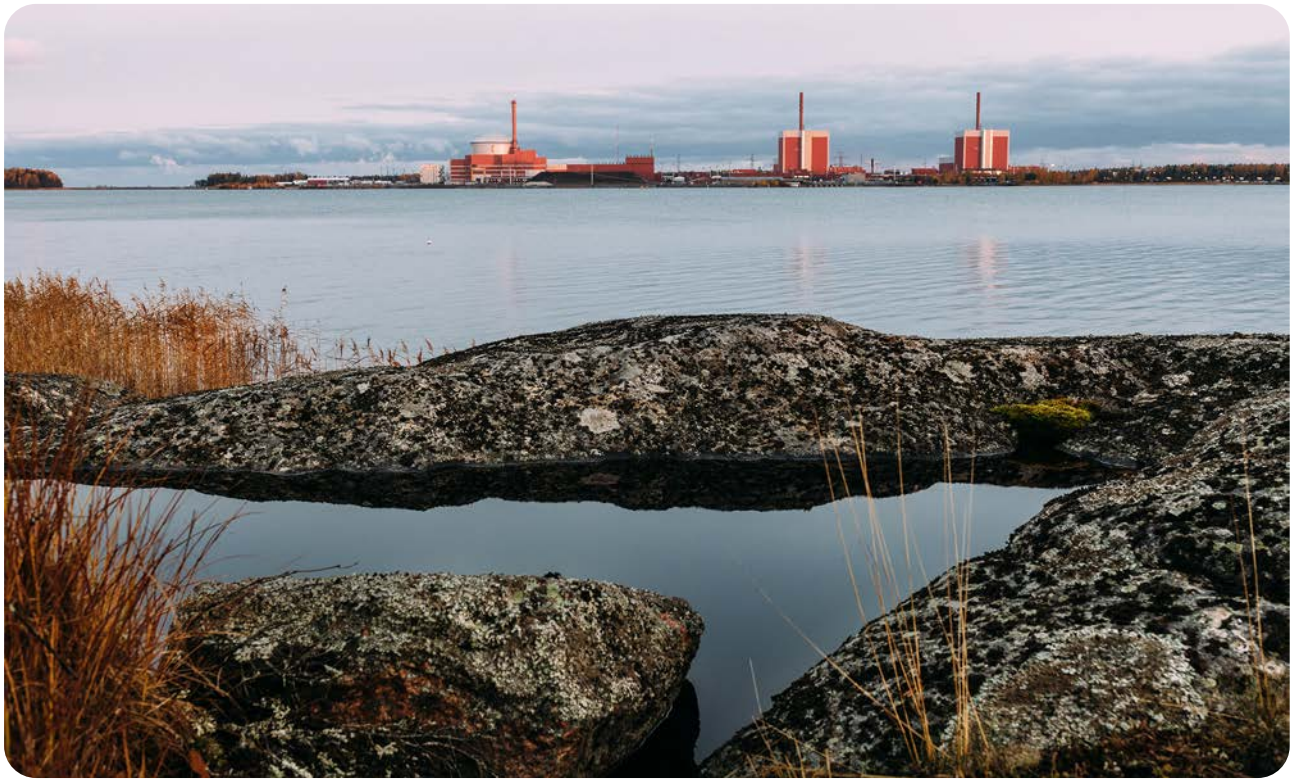
Olkiluodon alueen paleoproterotsooinen kallioperä on noin 1,8–1,9 miljardia vuotta vanhaa. Alueen kallioperän pääkivilaji on migmatiitti, joka on kiillegneissistä ja graniitista koostuva seoskivi. Geologian tutkimuskeskuksen kallioperäaineiston mukaan Olkiluodon alueella esiintyy granodioriittia, biotiitti-paragneissiä ja graniittia (Kuva 27). Kallioperän pintaosa on yleisesti Olkiluodon alueella 120–140 m syvyyteen asti enemmän rakoillutta kuin kallioperä tätä syvemmällä.

Olkiluodon alueen kallioperää on tutkittu muun muassa kalliopaljastumilta maan päällä, syväkairareikien (pituus noin 300–1 000 m) kairasydämiä loggaamalla sekä louhittuja loppusijoituslaitoksen tiloja kartoittamalla. Geologiset tutkimukset Olkiluodossa aloitettiin 1970-luvun puolivälissä voimalaitosten rakentamisen ja suunnittelun yhteydessä. 1980-luvun alkupuolella tutkimukset keskittyivät Ulkopäänniemen alueelle VLJ-luolan suunnittelua varten. Ensimmäinen geologinen kartoitus, joka kattoi suurimman osan Olkiluodon alueesta, tehtiin 1988 paikanvalintatutkimusten aikaan. Kartoitusaineistoa on täydennetty myöhemmin useammassa vaiheessa eri kartoituksilla ja kalliopaljastumilta tutkittiin tarkemmin mm. geologisia rakenteita. Tehdyt geologiset ja geofysikaaliset tutkimukset kuvataan tarkemmin Posivan raporteissa *(esim. Aaltonen ym. 2016)*.

Olkiluodon geologinen paikkamalli päivitettiin vuonna 2016 *(Aaltonen ym. 2016)*. Geologinen malli on luotu käyttäen apuna satoja kalliopaljastumia, kymmeniä kilometrejä kairasydämiä, laajamittaista tunnelikartoitusta ja monenlaisia geofysikaalisia tutkimuksia. Geologinen mallinnus koostuu neljästä osasta: duktiilin deformaation mallista, kivilajimallista, muuttuneisuuden mallista ja hauraan deformaation mallista. Duktiilin deformaation mallissa kuvataan kallioperässä tapahtuneita plastisia muodonmuutoksia, esimerkiksi kallioperän suuntautuneisuutta. Muuttuneisuusmallissa mallinnetaan kallioperässä havaittua hydrotermistä muuttumista. Hauraan deformaation mallin avulla kuvataan yksityiskohtaisesti kallioperässä esiintyvät hauraat siirros- ja rakovyöhykkeet, joita on mallinnettu mm. kalliopaljastumien ja kairasydämien siirrosten perusteella. Paikkamallin mukaan voimalaitosalueella esiintyy kivilajina suonigneissiä, ja lähialueelle sijoittuu malliin tulkittu rikkonaisuusrakenne OL-BFZ020a (ns. site-scale rakenne). *(Aaltonen ym. 2016)*



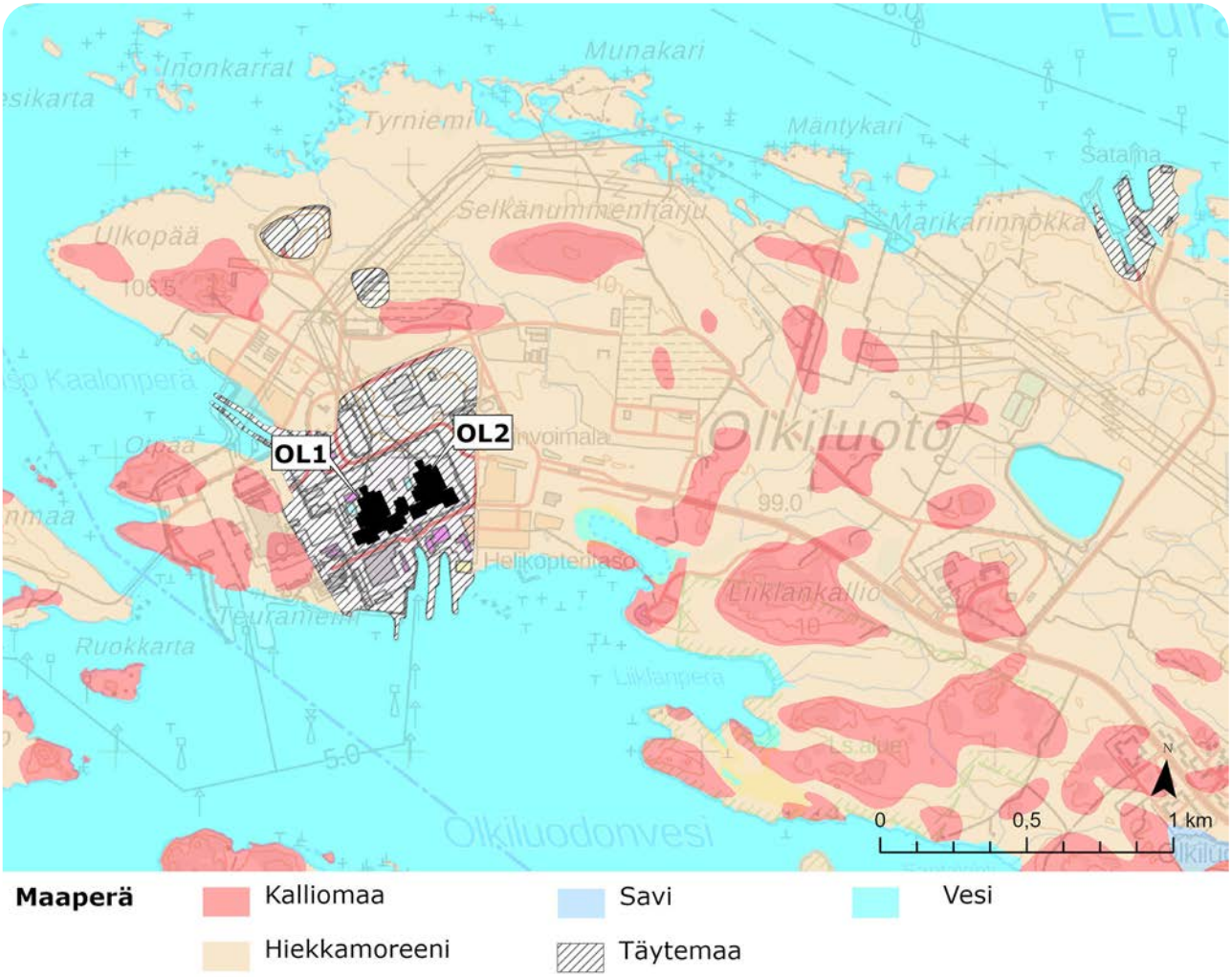
Kuva 27. *Voimalaitosalueen ja sen lähiympäristön kallioperä.*



6.7.2.2. Maaperä

Olkiluodon alueen maaperä on pääosin kivistä hienoainesmoreenia. Alavissa kohdissa esiintyy ohuita savi- ja turvekerroksia (Kuva 28). Alueella on myös kalliopaljastumia. Laitosalueella neitseellinen maaperä on pääosin korvattu täyttömaalla. Alueen irtomaapeite on keskimäärin 2,5 m paksu. Paksuimmat noin 16 m irtomaakerrokset sijaitsevat saaren länsiosassa. Irtomaapeite koostuu pääasiassa hiekkamoreenista, jonka seassa esiintyy siltti, savi, hiekka ja sorakerroksia. Merenpohjan maakerrokset ovat moreenia, savea ja hiekkaa. Suunnitellun hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitusalueella pohjamaa on hyvin kantavaa moreenia.

Happamien sulfaattimaiden esiintymisen todennäköisyys Olkiluodon alueella on Geologian tutkimuskeskuksen aineistojen perusteella hyvin pieni.

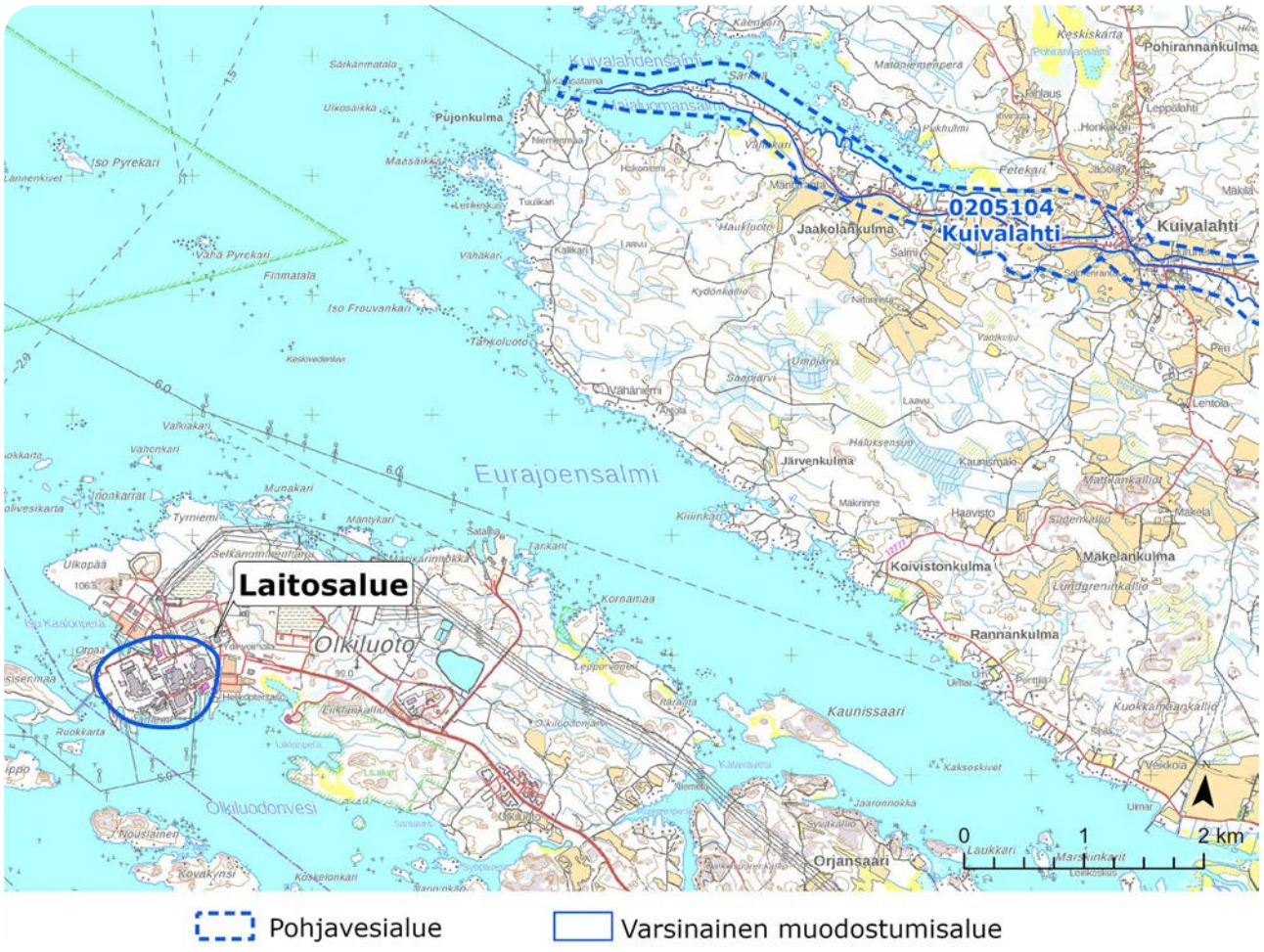


Kuva 28. Voimalaitosalueen ja sen lähiympäristön maaperäkartta.

6.7.2.3. Pohjavedet

Pohjaveden pinta myötäilee väljästi maanpinnan topografiaa. Moreenipeitteisillä alueilla pohjavesi on keskimäärin 1–2 m syvyydellä ja rannassa pohjaveden pinta yhtyy merivedenpintaan. Olkiluodon alueella pohjavedenpinnan korkeusvaihtelut ovat vuorovaikutuksessa merenpinnan vaihteluiden kanssa. Maanpinnalta kairatuissa matalissa rei'issä havaitaan tyypillinen vuodenaikaisvaihtelu, jossa hydraulinen painekorkeus laskee kesän aikana haihdunnan ja vähäisen sadannan vaikutuksesta, ja palautuu syyssateiden myötä.

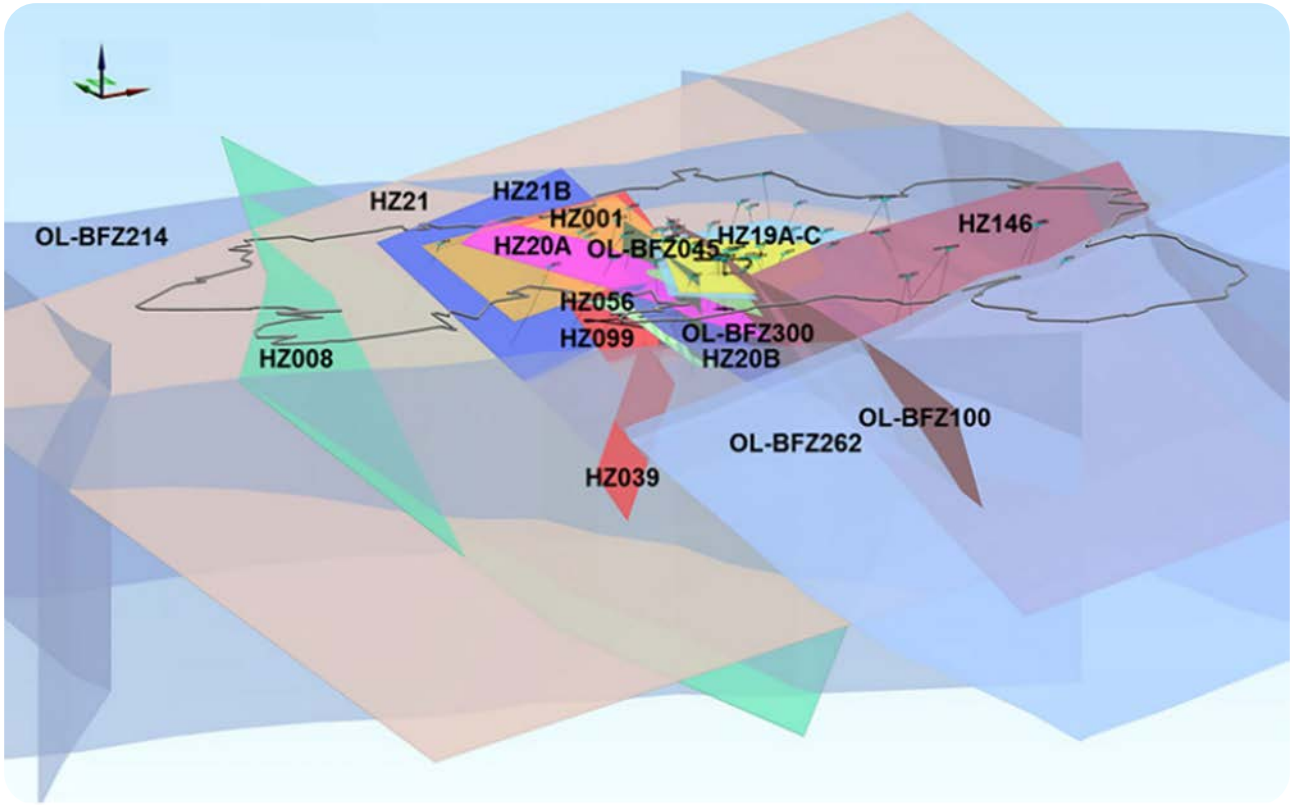
Olkiluodossa ei ole luokiteltuja pohjavesialueita eikä alue ole yhdyskuntien vedenhankinnan kannalta merkityksellistä aluetta. Lähin luokiteltu pohjavesialue Korvenkulma (1-luokka, 0205106) sijaitsee Kuivalahdessa, noin 6 km päässä voimalaitokselta koilliseen (Kuva 29). Muodostuma on osa harjujaksoa, joka jatkuu kaakkoon aina Säkylänharjulle asti. Pohjavesialueella sijaitsee Kuivalahden vedenottamo. Olkiluodon alueelle on rakennettu 1970-luvulla Korvensuon raakavesiallas voimalaitostoiminnan tarvitsemaa talous- ja prosessivettä varten. Saarella on muutamia yksityisten henkilöiden omistamia porakaivoja, jotka ovat joko jatkuvassa tai vapaa-ajan käytössä *(Posiva 2021b)*. Yksityisten kaivojen vedenlaatu on tyydyttävällä tai huonolla tasolla luonnollisista syistä, eikä Olkiluodon alueen toiminnalla ole havaittu olevan niihin vaikutusta *(Posiva 2021c)*. Posiva on seurannut kaivojen vedenlaatua vuodesta 2003 alkaen.



Kuva 29. Voimalaitosaluetta lähinnä sijaitseva luokiteltu pohjavesialue.

Pohjaveden pinnankorkeutta on seurattu Olkiluodon alueella 1980-luvun alkupuolelta lähtien *(Posiva 2021c)*. Posivan monitorointiohjelmaan kuuluva pohjaveden pinnankorkeuden seurantapiste OL-PP31 (matala kallioreikä) sijaitsee noin 70 m etäisyydellä TVO:n laitosalueesta. Pohjaveden pinnankorkeus seurantapisteessä on noussut seurantajakson aikana vuodesta 2004 alkaen ja oli korkeimmillaan vuosien 2016–2019 aikana, mikä liittyy todennäköisesti alueella tehtyihin maanmuokkaus- ja rakennustöihin. Pohjaveden pinnankorkeus vuonna 2022 oli matalassa kallioreiässä OL-PP31 keskimäärin 1,43 m merenpinnan yläpuolella *(Posiva 2023a)*. Laitosalueesta noin 330 m etäisyydellä itään sijaitsevat Posivan monitorointiohjelmaan kuuluvat seurantapisteet OL-PVP41A ja OL-PVP41B (pohjavesiputket), joissa on havaittu seurantajakson aikana, vuodesta 2012 alkaen, vähäinen noin 0,1–0,2 m pohjaveden pinnankorkeuden alenema. Pohjaveden pinnankorkeus vuonna 2022 oli pohjavesiputkessa OL-PVP41A keskimäärin 0,15 m merenpinnan yläpuolella ja pohjavesiputkessa OL-PVP41B keskimäärin 0,1 m merenpinnan yläpuolella *(Posiva 2023a)*.

Kalliopohjavesi virtaa kallioperän raoissa ja rikkonaisuusvyöhykkeissä. Olkiluodon alueen hydrogeologiaa on tutkittu maan pinnalta tehtävillä tutkimuksilla useasta matalasta (noin 0–40 m) ja syvästä (noin 300–1 000 m) kairareiästä sekä käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalaisista tiloista. Olkiluodon tunnetuista kallioperän vettä johtavista vyöhykkeistä ylläpidetään hydrogeologian rakennemallia (Kuva 30) *(HZ-malli; Vaittinen ym. 2020)*, jonka mukaisesti Olkiluodon kallioperä jakautuu laajoihin alueellisiin hydrogeologisiin vyöhykkeisiin. Kallioperän pintaosassa esiintyvien rakojen vedenjohtavuus (10-7 m/s) on yleisesti korkeampi kuin syvemmällä loppusijoitussyvyydessä esiintyvien rakojen (10-10 m/s) *(Posiva 2021a)*. Olkiluodon alueen merkittävimmät hydrogeologiset vyöhykkeet ovat HZ19 ja HZ20. Näiden hydraulisten vyöhykkeiden välissä kallioperä on harvaan rakoillutta. Hydrogeologiset vyöhykkeet dominoivat pohjaveden virtausta syvemmällä kallioperässä ja maanalaisten tilojen läheisyydessä. Olkiluodossa kallioperän hydrauliset yhteydet liittyvät loivakaateisiin etelä-, kaakko- tai itäsuuntaisiin vyöhykkeisiin.



Kuva 30. Olkiluodon hydrogeologinen malli. (Vaittinen ym. 2020, Posiva 2021a).

Pohjaveden hydraulista painekorkeutta on seurattu Olkiluodon alueen kairarei'issä 1990-luvulta lähtien *(Posiva 2021c)*. Seurannan avulla saadaan tietoa kalliopohjaveden paineolosuhteiden tilasta ja kehityksestä. Posivan käytetyn polttoaineen loppusijoituslaitoksen maanalaisten tilojen louhiminen on vaikuttanut Olkiluodon kallioperässä liikkuvan veden virtausreitteihin ja -nopeuksiin sekä sitä kautta myös veden hydrogeokemiallisiin ominaisuuksiin eri pohjavesityyppien sekoittuessa. Maanalaisten tilojen louhinta on aiheuttanut Posivan loppusijoitustilojen yläpuolelle 0,5 m pohjavesipinnan aleneman *(Posiva 2021c)*. Paikallisia pohjaveden pinnankorkeuden alenemia voi muodostua kohtiin, joissa paremmin vettä johtavat vyöhykkeet sijoittuvat lähelle maanpintaa. Maanalaisten tilojen louhinnan vaikutuksesta aiheutuvia muutoksia Olkiluodon pohjavesikemiassa, pohjaveden painekorkeuksissa ja virtaussuunnissa kuvataan Olkiluodon monitorointiohjelmassa.

Olkiluodon kalliopohjaveden kemialliset olosuhteet ovat yleisesti ottaen hapettomat ja lievästi emäksiset. Hydroterminen aktiivisuus, jäätiköitymisjaksot ja maankohoaminen ovat prosesseja, joilla on ollut vaikutusta Olkiluodon pohjavesikemiaan nykytilassa. Olkiluodon kallioperän pohjavesi on jakautunut kerroksiin pohjavesityyppien ja suolaisuuksien mukaan. Pohjavesi on makeaa (suolapitoisuus alle 1 g/l) ensimmäisten kymmenien metrien syvyydelle, jonka jälkeen esiintyy murtovettä (suolapitoisuus 1–10 g/l) noin 400 m syvyyteen asti. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitussyvyydellä (-420 m) vesi on joko murtovettä tai suolaista pohjavettä (suolapitoisuus ≤21 g/l). Suolapitoisuus lisääntyy edelleen syvyyden kasvaessa. *(Posiva 2021b)*

Maanalaisiin avoimiin tiloihin vettä johtavista vyöhykkeistä vuotava suolainen ja sulfaattipitoisuudeltaan alhainen pohjavesi korvautuu ylemmistä kerroksista virtaavilla, suolaisuudeltaan laimeammilla ja enemmän sulfaattia ja bikarbonaattia sisältävillä vesillä. Kalliopohjavesi on suolaisuudeltaan laimentunut osassa vettä johtavista vyöhykkeistä (esim. HZ19 ja HZ20), joissa rakenteet lävistävät maanalaisia avoimia loppusijoitustiloja tai ovat epäsuorasti hydraulisessa yhteydessä muiden vyöhykkeiden kautta. *(Posiva 2021c)*

Olkiluodon alueella tehtyjä pohjavesitutkimuksia ja tuloksia sekä tutkimusmenetelmiä kuvataan Posivan hydrologian ja hydrogeologian sekä hydrogeokemian monitorointiohjelman vuosiraporteissa. Viimeisimmät raportit koskevat vuoden 2022 tuloksia *(Laakso ym. 2023, Yli-Kaila ym. 2023)*.

6.7.2.4. Seismologia

Suomen kallioperä on osa prekambrista Fennoskandian kilpeä, joka kuuluu maapallon seismisesti stabiileimpiin alueisiin. Kuitenkin siinä esiintyy jännitystiloja, jotka purkautuessaan saattavat aiheuttaa heikkoja maanjäristyksiä. Nämä keskittyvät usein kallioperässä jo olemassa oleviin heikkousvyöhykkeisiin. Suomessa tapahtuvia maanjäristyksiä rekisteröidään vuosittain 10–20. Nämä järistykset ovat suhteellisen heikkoja, magnitudiltaan (Richter) 1–4.

Olkiluodon kallioperää on tutkittu viime vuosikymmeninä erityisen tarkasti. Olkiluodon laitospaikan nykyistä seismistä aktiivisuutta on monitoroitu sekä Helsingin Yliopiston Seismologian Instituutin ylläpitämän makroseismisen monitorointiverkoston, sekä vuodesta 2002 alkaen Posivan mikroseismisen monitorointiverkoston avulla *(Posiva 2021b)*.

Geologiset selvitykset ovat osoittaneet, että kallioperä on vakaata eikä voimalaitoksen toimintaan vaikuttavia maanjäristyksiä esiinny. Luonnollinen seisminen aktiivisuus Olkiluodon alueella on historiallisin, seuranta-aineiston ja jatkuvaluontoisten mittausten perusteella vähäistä. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen seismisen onnettomuuden riskit on arvioitu erillisessä turvallisuusanalyysissä *(Tunturivuori 2018)*.

6.7.2.5. Vaikutuskohteen herkkyys

Maa- ja kallioperän osalta herkkyyden arviointikriteereinä ovat vaikutuskohteen geologiset arvot sekä alueen nykytila ja luonnontilaisuus. Kohteen herkkyyden arvioidaan olevan vähäinen, koska voimalaitosalueen maa- ja kallioperällä ei ole erityistä arvoa niiden geologisten ominaisuuksien vuoksi ja kohteen maaperää sekä kallioperää on jo muokattu.

Kohteen herkkyyteen pohjaveden osalta vaikuttavat vaikutusalueella sijaitsevat pohjavesialueet, vedenottamot ja yksityiset talousvesikaivot. Kohteen herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä laitosalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, vedenottamoita eikä yksityisiä talousvesikaivoja. Laitosalueen pohjavesi ei ole laadullisesti eikä määrällisesti hyödyntämiskelpoista talousvetenä.



6.7.3. Ympäristövaikutukset

6.7.3.1. Käytön jatkaminen

Olkiluotoon on jo rakennettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt sekä KPA-varasto maanalaisine rakenteineen. Jos KPA-varastoa laajennetaan, rakennettavien altaiden tieltä poistetaan nykyiset maanpintakerrokset ja osin olemassa olevat rakenteet (esim. suojaus meriveden pinnan nousua vastaan). Lisäksi kallioainesta joudutaan laajennuksen yhteydessä louhimaan pois, sillä KPA-varaston perustukset ulottuvat noin 20 m syvyydelle maanpinnan tasolta. Kallioperän louhinta aiheuttaa pohjaveden pinnan tasosta ja kallioperän tiiveydestä riippuen pohjaveden virtaamisen louhittaviin tiloihin, mitä hallitaan mm. louhinnan yhteydessä tehtävillä tiivistystöillä. KPA-varaston laajennuksen työmaa-aikaiset rakennusvedet ja louhintatöiden aikana alueelta kertyvä pohjavesi pumpataan asianmukaisen käsittelyn kautta mereen. Mereen johdettavien vesien laatua ja määrää

tarkkaillaan. KPA-varaston rakennuksen valmistuttua perustuksiin kertyvät vedet johdetaan nykyisen kaltaisesti sadevesijärjestelmän kautta mereen. KPA-varaston laajentamisella ei ole haitallisia vaikutuksia alueella esiintyvän pohjaveden määrään tai laatuun. KPA-varaston lähialueen maaperää on ennestään muokattu ja varasto sijaitsee rakennetulla alueella. Vaikutukset maa- ja kallioperään ovat pysyviä, mutta rajoittuvat paikallisesti uusien rakenteiden vaatimalle alalle.

VLJ-luola on jo rakennettu ja sinne on loppusijoitettu voimalaitoksen käytön aikaista huoltojätettä ja kiinteytettyä nestemäistä jätettä. Aiemmin louhittujen kalliotilojen kapasiteetti arvioidaan riittävän myös voimalaitoksen käytön jatkamisen aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen eikä käytön jatkaminen edellytä kalliotilojen laajennusta.

Voimalaitoksen toiminnasta syntyvä hyvin matala-aktiivinen jäte tullaan loppusijoittamaan erilliseen maaperäloppusijoitustilaan, joka tulee sijoittumaan VLJ-luolan läheisyyteen. Suunniteltu loppusijoitustila sijaitsee noin 2–3 m merenpinnan tasosta. Maaperäloppusijoitustoiminnan rakentamisen yhteydessä alueen maapinnan tasoa korotetaan riittävissä määrin. Maaperäloppusijoitustilan suunniteltu kapasiteetti on noin 45 000 m^3. Tilan rakennemateriaali koostuu pääasiassa erilaisista irtoaineista, kuten mullasta, murskeesta ja hiekkakivijauheesta ja lisäksi tiivistyskerroksen osalta esimerkiksi geo-tekstiilistä tai 1–10 mm paksusta LDPE-kalvosta. *(Teollisuuden Voima Oyj 2021)* Tilan kapasiteetti riittää käytön jatkamisen aikana syntyvälle hyvin matala-aktiiviselle jätteelle eikä uusia tiloja tarvitse rakentaa. Käytön jatkamisesta ei aiheudu nykytilasta poikkeavia vaikutuksia alueen maaperään. Maaperäloppusijoitustilan pohja- ja pintarakenteissa on hydrauliset vapautumisesteet, kuivatuskerrokset ja tiivistyskerrokset, mitkä estävät nuklidien kulkeutumisen pohja- tai pintavesien kautta ympäristöön.

Olkiluodon VLJ-luola valmistui vuonna 1992, ja Posivan käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitustiloihin kuuluvan tutkimustunnelin rakentaminen alkoi vuonna 2004. Olkiluodon alueen pohjavesiolosuhteisiin vaikuttavat nykytilanteessa erityisesti maanalaiset louhitut loppusijoitustilat, sillä maanalaisten tilojen louhinta aiheuttaa sitä ympäröivän kallioperän pohjavesiolosuhteisiin häiriön. Loppusijoitustilojen rakentamisen aiheuttamalla häiriöllä ei ole kuitenkaan ollut merkittävää pysyvää vaikutusta maakerrosten pohjavedenpintoihin Olkiluodon alueella. Posivan loppusijoitustilojen yläpuolella havaittavan alle 0,5 m pohjavedenpinnan aleneman ei arvioida enää lisääntyvän merkittävästi, sillä maanpinnanläheiset tilat on jo louhittu *(Posiva 2021c)*.

Tyypillisesti kallioperään louhitussa tilassa avonaisia tunneleita lävistävät hydrauliset raot ja kallioperänrikkonaisuusvyöhykkeet vuotavat tiloihin pohjavettä, aiheuttaen pohjaveden aleneman ympäristöön. Hydrologisen seurannan perusteella VLJ-luolan vuotovesimäärän kehitys on ollut vakaa. VLJ-luolan keskimääräinen vuotovesivirtaama on viime vuosien mittaustulosten perusteella ollut noin 38–39 l/min *(Posiva Oy 2023b)*. VLJ-luolan tai sen lähiympäristön kairareikien hydraulisen painekorkeuden tasoissa ei ole havaittu merkittäviä muutoksia viime vuosien aikana. Vuotovedet pumpataan maanpinnalle ja johdetaan mereen. Laitosalueen läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, vedenottamoita eikä yksityisiä talousvesikaivoja.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisesta ei aiheudu nykytilasta poikkeavaa vaikutusta maa- ja kallioperään eikä pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen, mutta nykyiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä, jolloin vaikutuksen suuruuden arvioidaan olevan korkeintaan vähäinen kielteinen.

Maaperän tai pohjaveden pilaantumista voi aiheutua kemikaaleihin ja polttoöljyyn liittyvissä onnettomuustilanteissa. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet käsitellään luvussa 6.18. Kemikaalien ja öljyjen varastointi- ja käyttömäärät vuositasolla pysyvät samana. Maaperään tai pohjaveden laatuun kohdistuvien mahdollisten riskien osalta ei aiheudu merkittävää muutosta nykytilaan nähden.

6.7.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotuksen tapauksessa voimalaitosalueelle rakennetaan uusi lisävesijärjestelmä, akkuenergiavarasto sekä siihen liittyvä maakaapelireitti. Rakentamistyöt kohdistuvat osin jo rakennetulle alueelle, eikä hanke edellytä laaja-alaista rakentamattoman maa-alan käyttöönottoa. Lisärakentaminen ei edellytä kallioperän louhintaa alueella. Rakentamisen vaikutukset kohdistuvat maan pintaosiin ja ovat vaikutuksiltaan rinnastettavissa tavanomaiseen maanrakennukseen. Lisäksi on mahdollista, että alueella sijaitsevaa KPA-varastoa laajennetaan. KPA-varaston laajentamisesta aiheutuvat vaikutukset maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin ovat luvussa 6.7.3.1 kuvatun kaltaiset.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisesta korotetulla teholla ei aiheudu nykytilasta poikkeavaa vaikutusta maa- ja kallioperään eikä pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen, mutta nykyiset vaikutukset (ks. luku 6.7.3.1) jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä, jolloin vaikutuksen suuruuden arvioidaan olevan korkeintaan vähäinen kielteinen.

Maaperän tai pohjaveden pilaantumista voi aiheutua kemikaaleihin ja polttoöljyyn liittyvissä onnettomuustilanteissa. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet käsitellään luvussa 6.18. Tehon korotukseen liittyen dieselin varastointimäärä laitosalueella tulee kasvamaan. Maaperään ja pohjaveden laatuun kohdistuvien mahdollisten riskien osalta ei kuitenkaan aiheudu muutosta nykytilaan nähden. Laitosalueen läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, vedenottamoita eikä yksityisiä talousvesikaivoja.

6.7.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys maa- ja kallioperän osalta arvioitiin vähäiseksi, koska voimalaitosalueen maa- ja kallioperällä ei ole erityistä arvoa niiden geologisten ominaisuuksien vuoksi ja alueen maa- ja kallioperää on jo muokattu. Myös pohjaveden osalta herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä laitosalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, vedenottamoita eikä yksityisiä talousvesikaivoja.

Käytön jatkamisesta nykyisellä (VE1) tai korotetulla (VE2) teholla ei aiheudu nykytilasta poikkeavaa vaikutusta maa- ja kallioperään eikä pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen, mutta nykyiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Aiemmin louhittujen kalliotilojen kapasiteetin arvioidaan riittävän myös käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen. Jos KPA-varastoa tulee laajentaa, alueen kallioperää louhitaan ja maanpintakerrokset sekä rakenteet poistetaan osittain. Lisärakentamisen aikaiset vaikutukset rajoittuvat mahdollisten uusien rakennusten louhinta- ja maanrakennustöihin.

Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt toiminta-aika sekä mahdollinen lisärakentaminen, arvioidaan maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten olevan merkittävyydeltään korkeintaan vähäisiä kielteisiä (Taulukko 27).

Taulukko 27. Vaikutusten merkittävyys: Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.7.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Tehonkorotuksen lisärakennustöiden aikana koneiden ja laitteiden kuntoon kiinnitetään huomiota, jotta esim. laiterikkojen seurauksena maaperään ja pohjaveteen ei päädy poltto- tai voiteluaineita. Alueella mahdollisesti sijaitsevat pilaantuneen maaperän kohteet selvitetään tarvittaessa ennen rakentamistoimia.

VLJ-luolan kunnossapito, ikääntymisen hallinta ja monitorointi on määritelty voimalaitoksen ohjeissa. Näihin kuuluvat muun muassa useat kalliomekaniikan mittaukset sekä säännölliset pohjavesikemian ja hydrologian mittaukset. HMAJ-loppusijoitustilan osalta maaperään ja pohjaveteen aiheutuvia vaikutuksia ehkäistään huolellisesti rakennettavalla vapautumisesteellä. Onnettomuus- tai poikkeustilanteessa mahdollisesti tapahtuvaa maaperän pilaantumista voidaan ehkäistä rakenteellisilla ja teknisillä riskienhallintatoimenpiteillä.

6.7.5. Epävarmuustekijät

Alueen maa- ja kallioperää sekä pohjavettä koskeviin tutkimustietoihin ei liity vaikutusten arvioinnin kannalta merkityksellisiä epävarmuustekijöitä.

6.8. Pintavedet



6.8.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevat OL1- ja OL2-laitosyksiköt otettiin käyttöön vuosina 1978 ja 1980. Ydinvoimalaitosyksiköiden vaikutuksia Olkiluodon edustan meriveden laatuun ja merialueen biologiseen ympäristöön on tarkkailtu pitkäkestoisesti ja kattavasti, joten merialueen tila ja siinä tapahtuneet pitkäaikaismuutokset tunnetaan hyvin. Tulevaisuudessa ilmastonmuutos tulee kuitenkin voimistamaan laitosyksiköiden toiminnasta muodostuvia vaikutuksia merialueella.

Merialueen nykytilan kuvaamiseen käytettiin Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien tarkkailuraportteja, Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallisen ja biologisen tarkkailun vuosiraportteja *(KVVY Tutkimus Oy 2019, 2020, 2021, 2022b, 2023a & 2024)* sekä YVA-menettelyn aikana tehtyjä erillisselvityksiä, kuten Natura-tarveharkintaa (Liite 6) ja jäähdytysveden leviämismallinnuksen raporttia (Liite 5), sekä ympäristöhallinnon avoimen tiedon Hertta-tietokannan aineistoja.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuoteen 2048 ja 2058 saakka kestävän käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen aiheuttamia vaikutuksia pintavesien vedenlaatuun ja mahdollisia epäsuoria vaikutuksia vesieliöstöön arvioitiin asiantuntijatyönä. Arviointi perustui kuvauksiin toiminnoista ja niiden muutoksista, vesiympäristön nykytilatietoon sekä Olkiluodon OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden jäähdytysveden vaikutusten osalta virtauslaskentaan perustuvaan jäähdytysvesimallinnukseen, jonka menetelmiä on kuvattu lyhyesti seuraavassa tekstiosiossa. Jäähdytysvesimallinnuksen koko raportti löytyy liitteestä Liite 5. Mallinnuksessa on huomioitu Olkiluodon OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden jäähdytysvesien lämpökuormitus sekä ilmastonmuutoksen vaikutus.

Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu jäähdytysveden oton ja purun vaikutuksia merialueen vedenlaatuun, virtauksiin ja kerrostumisolosuhteisiin noin 10 km etäisyydellä laitosalueesta. Lisäksi on tarkasteltu muun käyttöveden, prosessi- ja talousjätevesien sekä hulevesien vaikutuksia vedenlaatuun ja vesieliöstöön perustuen niiden määriin ja käsittelymenetelmiin. Radioaktiivisten aineiden päästöjä vesistöön sekä niiden vaikutuksia on kuvattu luvussa 6.16.



Vaikutustenarvioinnin tuloksiin perustuen hankkeen vaatimustenmukaisuutta arvioitiin suhteessa EU:n vesipolitiikan puitedirektiiviin (2000/60/EY) sekä meristrategiadirektiiviin (2008/56/EY). EU:n vesipolitiikan puitedirektiivi on asettanut jäsenvaltioille tavoitteeksi, että pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila ei heikkene. Direktiivin mukaisena tavoitteena on saavuttaa hyvä tila kaikissa pintavesimuodostumissa viimeistään vuoteen 2027 mennessä. Suomen vesienhoitosuunnitelmat ja merenhoitosuunnitelma päivitetään kuuden vuoden välein. Parhaillaan on käynnissä vesienhoidon kolmas luokittelukausi 2022–2027. Vesienhoidon neljäs luokittelukausi alkaa vuonna 2028. Tämän neljännen kauden luokitukset ovat valmistelussa, joten on huomioitava, että Olkiluodon merialueen vesimuodostumien tilaluokitukset voivat muuttua vesienhoitokauden vaihtuessa.

Tilatavoitteiden velvoittavuus hankkeiden lupaharkinnassa tarkentui vuonna 2015 EU-tuomioistuimen ns. Weser-tapauksessa (C-461/13) antamassa ratkaisussa. Vesipolitiikan puitedirektiivin mukaan arvioitava hanke ei saa heikentää pintavesimuodostuman ekologista tai kemiallista tilaa tai vaarantaa pintavesien hyvän tilan saavuttamista. Vesienhoidossa pintavesien ekologinen ja kemiallinen tila arvioitiin vesimuodostumakohtaisesti. Ympäristövaikutusten arvioinnissa vaatimustenmukaisuus suhteessa lainsäädäntöön arvioitiin jokaisen ekologisen tilan luokitellun laatutekijän sekä kemiallisen tilan osalta vesimuodostumakohtaisesti. Makrofyytteihin eli vesikasvillisuuteen ja suurleviin kohdistuvat vaikutukset on kuvattu luvussa 6.10. Arvioinnissa huomioitiin myös vaikutukset merenhoitoon.

Jäähdytysvesimallinnus

Jäähdytysveden lämpökuorman aiheuttamaa meriveden lämpenemistä sekä lämpimän jäähdytysveden leviämistä ja sekoittumista Olkiluodon edustan merialueelle mallinnettiin YVA3d-mallilla, joka perustuu hydrostaattisten 3d-virtausyhtälöiden ratkaisemiseen differenssimenetelmällä. Laskenta perustuu Navier-Stokes lii-

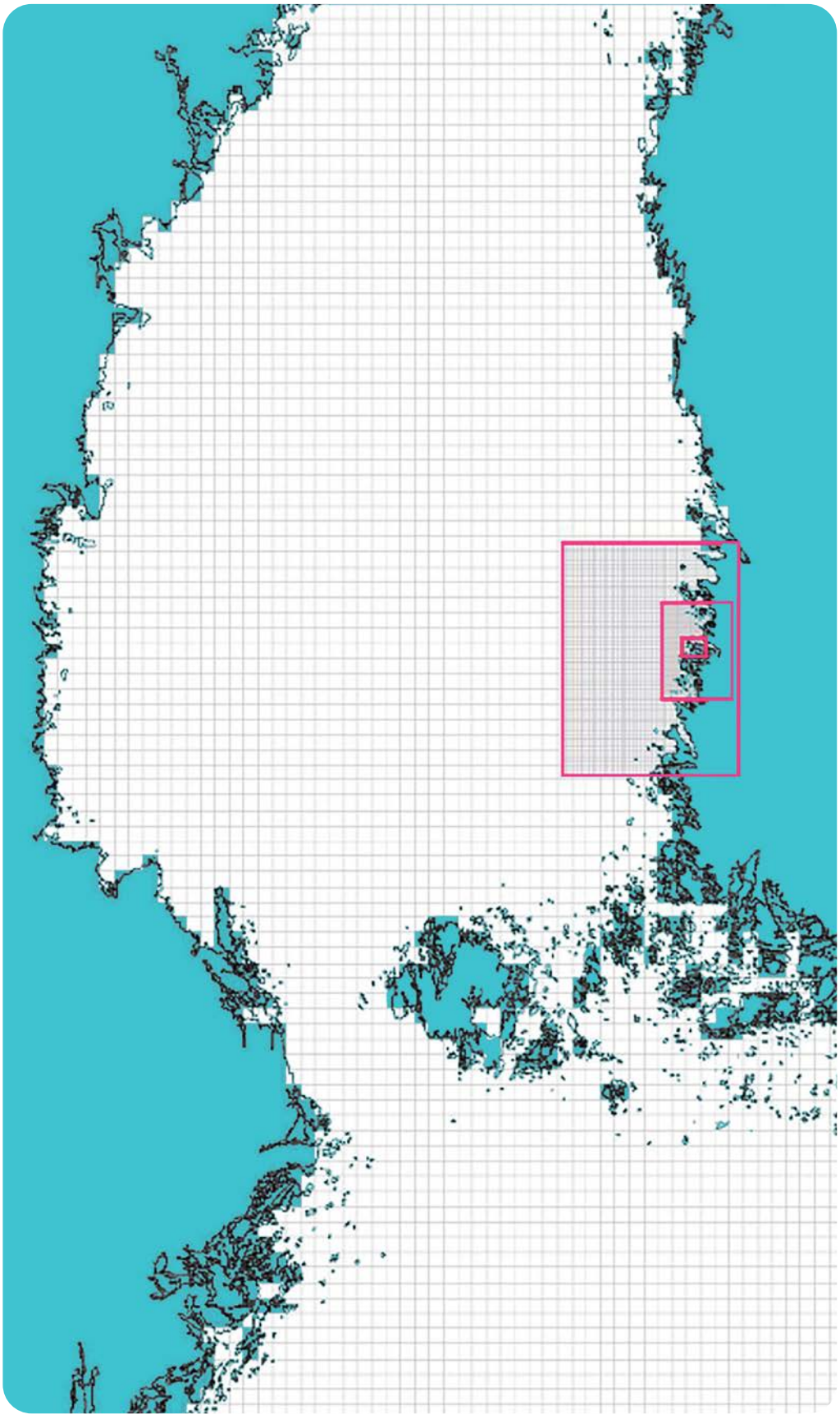
keyhtälöiden ratkaisemiseen. Nämä yhtälöt esittävät, millä tavoin hyvin pieni laatikollinen nestettä käyttäytyy ja kuinka tarkasteltava suure (tässä mallinnuksessa lämpötila) siirtyy hilakopista toiseen. Samaa mallia on käytetty Olkiluodon merialueen mallintamisessa aiemmin, kun arvioitiin OL4-laitosyksikön mahdollisen rakentamisen aiheuttamia Natura-alueisiin kohdistuvia lämpövaikutuksia *(Inkala & Lauri 2009)*. Mallinnuksen tavoitteena on kuvata lämpimän jäähdytysveden leviämistä ja sekoittumista merialueella. Talviolosuhteiden mallinnuksella saadaan lisäksi tietoa siitä, miten jäähdytysvesi vaikuttaa jäättömänä pysyvän alueen kokoon jäähdytysveden purun lähellä.

Mallinnusta varten rakennettiin mallihila, joka koostuu vaakasuuntaisista ja pystysuuntaisista ruuduista (hilakoppi). Vaakasuunnassa käytettiin asteittain tarkentuvaa sisäkkäistä mallihilaa, jolloin laajemman merialueen vaikutukset kohdealueelle saatiin laskettua riittävällä tarkkuudella (Kuva 31). Olkiluodon lähialue mallinnettiin 40 m tarkkuudella (tarkkuus 40 m, hilatason koko 11 x 10,4 km). Hilan uloin taso käsittää osan Itämerta noin Hiidenmaan tasolta Merenkurkkuun (tarkkuus 5 km, koko 300 x 475 km). Lisäksi lähialueen ja uloimman alueen välissä on kaksi hilatasoa, joiden tarkkuudet ovat 1 km ja 200 m. Hilaruudukko on jaettu syvyyssuunnassa 21 syvyystasoon, joiden koko vaihtelee pinnan lähellä käytetystä puolesta metristä avomeren syvänteiden kymmeniin metreihin. Syvyyshilan laadinnassa on käytetty Baltic GIS noin 1 km resoluution aineistoa, Merenkulkulaitoksen digitaalista kartta-aineistoa, Olkiluodon edustan syvyyskäyriä sekä teknisiä piirustuksia jäähdytysveden otto- ja purkupaikkojen ympäristöstä. Mallinnuksessa on arvioitu lämpötilan muutoksia meren pintakerroksessa 0–0,5 m syvyydellä ja pohjan läheisessä vesikerroksessa, jonka paksuus vaihtelee veden syvyyden mukaan 0,3–4 m pohjan yläpuolella.

Vesi alkaa virrata, kun jokin tekijä pakottaa veden liikkumaan. Olkiluodon alueella tärkeimpiä virtauksia tuottavia tekijöitä ovat tuuli ja lähialueen jokivirtaamat sekä voimalaitoksen jäähdytysveden otto- ja purku. Virtauksiin vaikuttaa myös vesimassan tila, kuten esimerkiksi lämpötilakerrostuneisuus ja suolaisuuserot. Mallialueella on tavallisesti myös reunat (tässä tapauksessa Hiidenmaalta Selkämeren pohjoispuolelle), jolloin on tiedettävä vedenkorkeudet tai virtaamat alueen reunoilla. Reuna-arvojen avulla malli huomioi myös laajemmin Itämeren pinnankorkeuksien heilahteluja. Nämä arvot (suolaisuuden ja lämpötilan päiväkeskiarvot Itämerellä sekä vedenkorkeus) on laskettu EN:n Copernicus-ohjelman NEMO-mallilla. Koska mallialueen reunat sijaitsevat kaukana Olkiluodosta, on niiden vaikutus Olkiluodon lähimerialueella tiheimmän hilaruudukon alueella vähäinen suhteessa paikallisiin olosuhteiden muutoksiin. Virtausta hidastavat kitkavoimat, lähinnä pohja- ja rantakitkat sekä turbulenssi.

Meteorologisena pakotteena (tuulen vaikutus) mallissa käytetään ERA5-aineistoa. ERA5 on ilmakehämallien laskentatulosten ja mittausten uudelleenanalysoinnista yhdistetty datasetti, jonka horisontaalinen erotustarkkuus on 0.25 astetta eli noin 28 km ja aika-askel yksi tunti. Mallin kullekin hilaruudulle interpoloidaan paikallinen tuuli. Saarten ja muiden esteiden vaikutusta ei huomioida. Hydrologisina pakotteina (jokivirtaamat) mallissa huomioidaan suurimmat Selkämerelle laskevat joet (Ångermanälven, Indalsalven, Ljungan, Ljusnan, Dalälven, Kokemäenjoki, Aurajoki ja Paimionjoki) sekä tiheimmille hila-alueille sijoittuvat Eurajoki ja Lapinjoki. Talvisimuloinnit aloitetaan tilanteesta, jossa merialueelle ei ole vielä muodostunut jäätä, jolloin jääpeitteelle ei aseteta alkuarvoa.

Malli laskee veden lämpötilan ja suolaisuuden sekä samalla vaaka- ja syvyyssuuntaiset veden lämpötilan ja suolaisuuden aiheuttamat tiheyserot, jotka vaikuttavat mm. purettavan jäähdytysveden kulkeutumiseen ja syvyyssuuntaiseen sekoittumiseen. Virtaukset lasketaan dynaamisesti, ts. säähistoriasta valitaan edustava ajanjakso, jota simuloidaan mallilaskennan avulla käyttämällä mitattuja säätietoja ja reuna-arvoja, kuten esimerkiksi jokivirtaamia. Laskennan lopputuloksena saadaan valitun simulointijakson ajalta jokaiselle mallihilan hilakopille veden virtaus, lämpötila ja suolaisuusarvo valitulla aikatarkkuudella. Lämpötilamuutosten laskenta (jäähdytysveden kulkeutuminen ja sekoittuminen) merialueella perustuu virtausmallista saatuihin virtaustietoihin.



Kuva 31. Koko mallihila, jossa sisäkkäistykset on rajattu punaisella. Hilakoppien koot laajimmasta pienimpään ovat 5 km, 1 km, 200 m ja 40 m.

Mallinnuksen tavoitteena on saada käsitys OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen mahdollisista vaikutuksista sekä arvioida laitosyksiköiden käytön jatkamista vuodesta 2038 vuosille 2048 ja 2058. Koska tarkasteltavat ajanjaksot ovat kaukana tulevaisuudessa, mallissa arvioidaan myös ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Mallinnusskenaariot (Taulukko 28) on valittu siten, että ympäristövaikutusten arvioinnissa esitettyjen vaihtoehtojen (ks. Kuva 2) vaikutukset ovat arvioitavissa.

Taulukko 28. YVA:ssa mallinnetut skenaariot.

Skenaario	Kuvaus
Nykytila (vaihtoehdot VE0, VE1)	OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt toimivat nykyisellä teholla vuoteen 2038, 2048 tai 2058
Tehonkorotus (vaihtoehto VE2)	OL1- ja OL2-laitosyksiköt toimivat korotetulla teholla ja OL3 nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058

Mallilla simuloitiin avovesikautta kesää kuvaavalla jaksolla 1.5.–1.9. ja talvea jaksolla 1.12.–30.4. Nykytilanteen arvioimiseksi valittiin viimeisen kymmenen vuoden ajalta mahdollisimman lämpimät ja viileät jaksot, jolloin vaikutukset todennäköisimmin jäävät näiden ääripäiden väliin. Porin säätilastojen perusteella *(Ilmatieteen laitos 2024c)* viileäksi kesäksi on valittu vuosi 2017 ja lämpimäksi vuosi 2021 ja vastaaviksi talvisimulointien vuosiksi vuodet 2018 ja 2020.

Suomen kahdeksannen kansallisen ilmastonmuutosraportin *(Ympäristöministeriö & Tilastokeskus 2022)* perusteella Suomen ilmaston oletetaan lämpenevän ja sadannan kasvavan. Lämpöaallot yleistyvät ja pitenevät, minkä seurauksena pohjoisen Itämeren pintalämpötilan arvioidaan nousevan 2–4 °C vuoteen 2100 mennessä. Lisäksi ankarat kylmät jaksot häviävät vähitellen, jonka seurauksena jääpeitteinen aika ja peitteen pinta-ala vähenevät. Tuulennopeuden oletetaan pysyvän likimain nykyisellä tasolla. Hallitustenvälisen ilmastopaneelin IPCC:n raportin (2022) perusteella Itämeren merenpinnan arvioidaan nousevan yhteensä 15–20 cm vuoteen 2050 mennessä, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin maanpinnan nousu Olkiluodon alueella *(Poutanen 2023)*. Tästä syystä vedenpinnan nousua ei huomioida ilmastonmuutosskenaarioissa. Mallinnuksessa ilmastonmuutosta kuvaavaksi skenaarioksi valittiin SSP5-8.5, joka edustaa hyvin suuria kasvihuonepäästöjä eli tilannetta, jossa kasvihuonekaasujen päästöjä ei lainkaan rajoiteta. Kyseessä oleva skenaario valittiin, koska vaikutukset haluttiin arvioida varovaisuusperiaatetta noudattaen ja koska vuoden 2040 alussa eri ilmastonmuutosskenaarioiden aiheuttamien lämpötilojen muutosten erot ovat vielä melko vähäisiä. Muutokset verrattuna vuoteen 2020 arvioitiin kansallisen ilmastonmuutosraportin tietojen perusteella. Ilmastonmuutosskenaariot lasketaan sekä viileille että lämpimille kesä- ja talvijaksoille lisäämällä näiden vuosien syöttötietoihin ilmastonmuutoksen arvioitu vaikutus (Taulukko 29).

Taulukko 29. Muutokset vuoden 2058 SSP5-8.5 ilmastonmuutosskenaariolla verrattuna vuoden 2020 tilanteeseen.

	Kesä		Talvi	
Vuosi	Lisäys ilman lämpötilaan (°C)	Lisäys virtaamiin ja sadantaan (%)	Lisäys ilman lämpötilaan (°C)	Lisäys virtaamiin ja sadantaan (%)
2058 SSP5-8.5	2,2	5,3	2,6	10,7

Seuraavan sivun taulukkoon on yhteenvetona koottu laskettavat simulointitilanteet (Taulukko 30). Vertailu- ja validointisimulointeja tehdään todellisissa sääoloissa kahdella eri lämpökuormalla ja neljällä simulointijaksolla (2x kesä ja 2x talvi). Ilmastonmuutos arvioidaan yhdellä skenaariolla (SSP5-8.5) samoille neljälle kesä- ja talvijaksoille. Yhteensä simulointijaksoja tulee siis todellisissa sääoloissa 2x4 ja ilmastonmuutosskenaarioissa 2x4. Vaikutukset välivuosille 2038 ja 2048 lasketaan interpoloimalla.

Taulukko 30. Mallinnuksessa simuloitavat tilanteet. Ilmastonmuutosskenaario SSP5-8.5 lasketaan vuodelle 2058 ja vaikutukset välivuosille 2038 ja 2048 interpoloidaan (i).

	Todelliset sääolot	2038	2048	2058
Validointi OL1- ja OL2-laitosyksiköt	x			
OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt, nykyinen teho	x	i	i	x
OL1- ja OL2- laitosyksiköt, korotettu teho sekä OL3-laitosyksikkö, nykyinen teho			i	x

Mallin tarkkuutta parannettiin käyttämällä Olkiluodon merialueen tarkkailutuloksia. Mittauksina käytettiin vertailujaksoilla (kesät 2017 ja 2021 sekä talvet 2018 ja 2020) tehtyjä TVO:n omia ja velvoitetarkkailun yhteydessä tehtyjä mittauksia. Kalibroinnissa malli laskettiin useilla vaihtoehtoisilla parametrikombinaatioilla, joista valittiin parhaiten mittauksiin sopiva vaihtoehto. Kalibroinnissa käytettiin kaikkia vertailujaksoja yhdessä. Näin ollen kaikissa vertailusimuloinneissa ja skenaarioissa on samat malliparametrit käytössä.

Mallinnuksen tulokset on esitetty lämpötilan leviämistä ja jäätilannetta visualisoivilla karttakuvilla. Jäähdytysvesimallinnus ja sen tulokset on kuvattu kokonaisuudessaan selostuksen liitteessä 5.

6.8.2. Nykytila

6.8.2.1. Merialueen yleiskuvaus

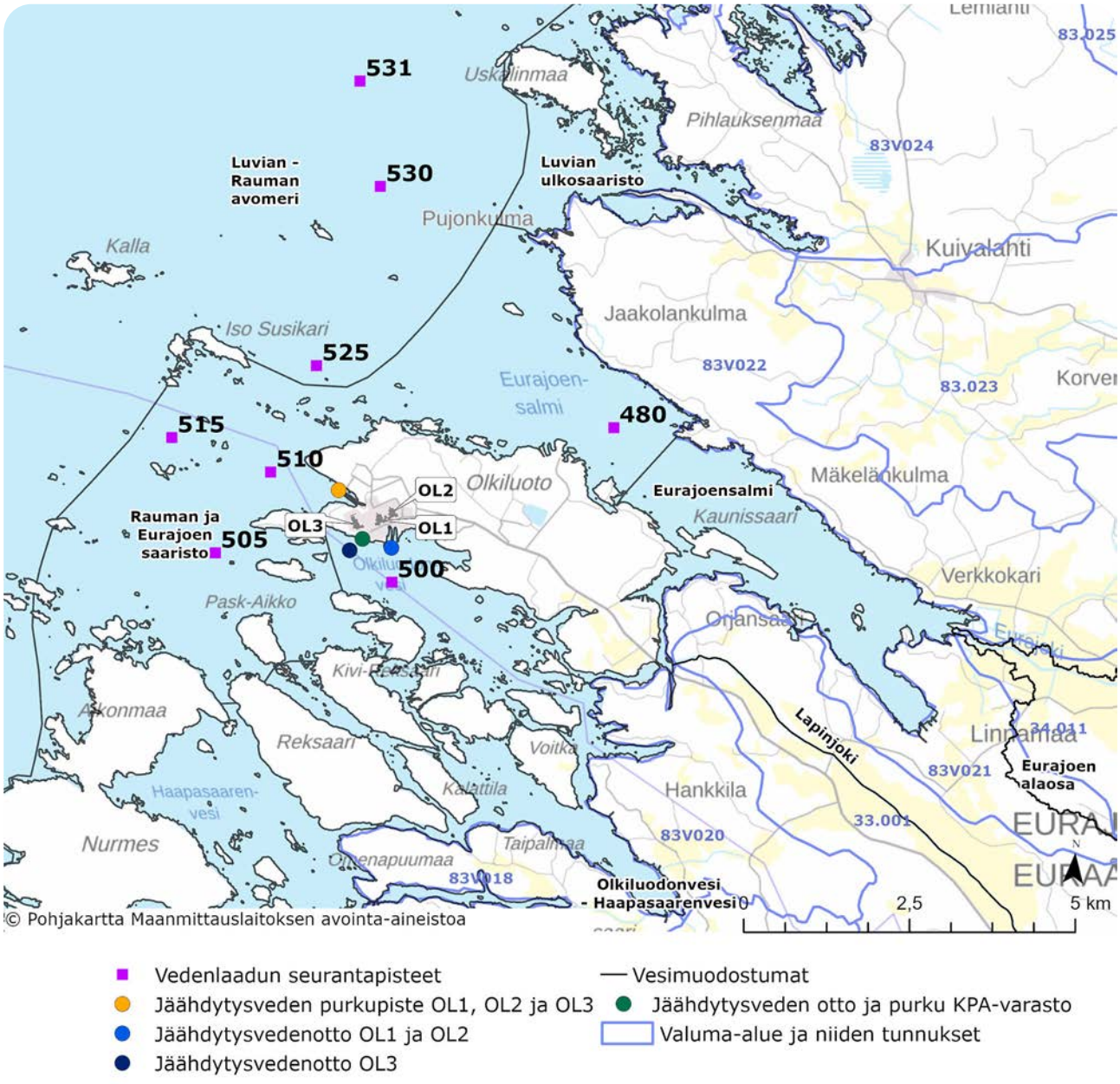
Olkiluodon saari sijaitsee Selkämeren rannikkoalueella. Pohjoisessa Olkiluoto rajoittuu Eurajoensalmeen, etelässä Olkiluodonvesi-nimiseen merialueeseen, ja lännessä Iso Kaalonperän lahteen. Idässä kapea salmi erottaa saaren mantereesta. Olkiluodon eteläpuolelta alkaa Rauman saaristo ja länsipuolella on kallioisia saaria ja luotoja. Olkiluodon ja Kuusisenmaan saaren välille rakennettiin vuonna 2015 pengertie. Eurajoensalmeen laskeva Eurajoki ja Olkiluodon ja Orjasaaren väliseen salmeen laskeva Lapinjoki tuovat mereen sameita, ravinnepitoisia jokivesiä, joilla on vaikutusta merialueen veden laatuun ja ravinnekuormitukseen.

Olkiluodon lähimerialue jakautuu neljään eri vesimuodostumaan; länsi- ja pohjoispuolella Rauman ja Eurajoen saaristo (3_Ses_038, pinta-ala 8 220 ha), kauempana lännessä ja luoteessa Luvian–Rauman avomeri (3_Seu_110, 48 380 ha), etelässä Olkiluodonvesi–Haapasaarenvesi (3_Ses_040, 1 844 ha) ja idässä Eurajoensalmi (3_Ses_039, 803 ha). Luvian–Rauman avomeri -vesimuodostuma kuuluu Selkämeren ulommat rannikkovedet tyyppiin, muut kolme vesimuodostumaa Selkämeren sisemmät rannikkovedet tyyppiin (Kuva 32).

Olkiluodon ympäristö on yleisesti matalaa alle 10 m syvää rannikkoaluetta, mutta saaren lounais- ja luoteispuolella sijaitsevat 15 m syvänteet. Selkämeri syvenee verrattain tasaisesti mantereelta ulkomerelle päin ja 50 m syvyys saavutetaan vasta noin 30 km etäisyydellä rannikosta. Selkämeren rannikko on varsin avointa ja veden vaihtuvuus on rannikolla suhteellisen hyvä. Rehevöityminen ja pohjan läheisen veden happikadosta aiheutuva sisäinen ravinnekuormitus ovat kuitenkin ajoittain merkittävä ongelma Selkämeren sisäsaariston syvännealueilla ja sisälahdissa *(Bonde ym. 2012)*.

Olkiluodon edustan merialueella on tehty ympäristön tilan seurantaa vuodesta 1979 alkaen. Viranomaisen hyväksymä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristötarkkailuohjelma on päivitetty vuonna 2022 (*Teollisuuden Voima Oyj 2023*). Ympäristöluvan edellyttämässä seurannassa selvitetään Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytysveden vaikutuksia merialueen fysikaalis-kemialliseen laatuun ja eliöstöön. Alueella on seitsemän vedenlaadun seurantapistettä, joista tehdään säännöllisesti vedenlaatu-, kasviplankton- ja pohjaeläinseurantaa (Kuva 32). Lisäksi Olkiluodon lähimerialueella tehdään säännöllisin väliajoin sedimenttitutkimuksia ja vesikas-

villisuuskartoituksia. Kalastotutkimukset on kuvattu luvussa 6.9. Olkiluodon alueella ei sijaitse pienvesistöjä, lukuun ottamatta 1970-luvulla rakennettua raakavesiallasta voimalaitoksen käyttöä varten. Jäähdytysveden purkualueen lämpötiloja tarkkaillaan 500 m etäisyydellä purkupaikasta sijaitsevissa kiinteissä mittauspisteissä jatkuvatoimisin mittarein.



Kuva 32. Olkiluodon merialueen ympäristötarkkailun seurantapisteet, joista pisteet 480–525 ovat sekä vedenlaadun että pohjaeläinten seurantapisteitä jäähdytysveden vaikutusalueella, piste 530 vedenlaadun vertailupisteseurantapiste ja piste 531 pohjaeläinten vertailupiste. Lisäksi kartassa on esitetty OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sekä KPA-varaston jäähdytysvedenotto ja -purkupisteet.

Taulukko 31. Olkiluodon merialueen ympäristötarkkailun seurantapisteet ja niiden sijainti (WGS84), Ses = Selkämeren sisemmät rannikkovedet, Seu = Selkämeren ulommat rannikkovedet.

Seurantapiste	P WGS84	I WGS84	syvyys (m)	vesimuodostuma	pintavesityyppi
Olki 480	21,50538	61,25149	8,4	Rauman ja Eurajoen saaristo	Ses
Olki 500	21,44693	61,22819	5,9	Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi	Ses
Olki 505	21,39688	61,23006	13,4	Rauman ja Eurajoen saaristo	Ses
Olki 510	21,41044	61,24158	8,7	Rauman ja Eurajoen saaristo	Ses
Olki 515	21,38197	61,24508	7,9	Rauman ja Eurajoen saaristo	Ses
Olki 525	21,42069	61,25646	11,3	Luvian–Rauman avomeri	Seu
Olki 530	21,43426	61,28136	13,7	Luvian–Rauman avomeri	Seu
Olki 531	61,29519	21,42615	16,5	Luvian–Rauman avomeri	Seu

6.8.2.2. Ravinnekuormitus

Selkämeri on rehevöitynyt hitaasti 1980-luvulta alkaen. Selkämeren kokonaisfosforikuormitus on noin 580 t/v ja typpikuormitus 17 100 t/v, mistä yli 75 % on ihmisen toiminnan aiheuttamaa *(Laamanen ym. 2021)*. Selkämereen tulee ravinnekuormitusta sekä pistekuormituksena että hajakuormituksena. Valtaosa eteläisen Selkämeren ravinnekuormituksesta on hajakuormitusta ja peräisin maalta *(Westberg ym. 2022)*. Eteläisellä Selkämerellä Kokemäenjoki on suurin yksittäinen kuormittaja ja vastaa 80 % alueen jokivesien tuomasta ravinnekuormituksesta. Merialueen tilaan vaikuttaa myös muualta virtausten mukana tuleva taustakuormitus. Esimerkiksi Saaristomereltä peräisin olevan ravinnekuormituksen rehevöittävä vaikutus näkyy eteläisellä Selkämerellä *(Bonde ym. 2012)*. Teollisuuden, taajamien ja kalankasvatuksen aiheuttama pistekuormitus näkyy paikallisesti veden laadussa.

Olkiluodon merialueella merkittävimmät ravinnekuormittajat ovat Eurajoensalmeen laskeva Eurajoki ja Olkiluodon itäpuolelle laskeva Lapinjoki. Lisäksi hankealueen läheisyydessä harjoitetaan kalankasvatusta, lähimmillään noin 10 km päässä.

Olkiluodon talousjätevedet on johdettu joulukuusta 2023 lähtien Eurajoki–Rauma siirtoviemärin kautta Rauman kaupungin ja metsäteollisuuden jätevedenpuhdistamolle käsiteltäviksi. Aikaisemmin Olkiluodon voimalaitoksella oli oma jätevedenpuhdistamo, jossa voimalaitoksen saniteettitilojen vedet käsiteltiin. Rauman jätevedenpuhdistamo purkaa vetensä mereen Rauman edustalle.

Voimalaitoksella muodostuvat prosessijätevedet ohjataan asianmukaisen käsittelyn jälkeen purkutunneliin ja mereen. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden prosessijätevesien, sade- ja perusvesien keskimääräiset ravinnepäästöt mereen ovat olleet fosforin osalta noin 5 kg ja typen osalta 100 kg vuodessa, joten OL1- ja OL2- laitosyksiköiden osuus merialueen pistemäisestä ravinnekuormituksesta on nykytilassa erittäin vähäinen.

6.8.2.3. Lämpökuormitus ja kerrostuneisuusolot

Nykyisellä toiminnalla OL1- ja OL2-laitosyksiköt käyttävät yhteensä jäähdytysvettä noin 76 m^3/s ja vesi lämpenee noin 10 °C kulkiessaan turbiinilauhduttimien läpi. OL1-laitosyksikön vuotuinen jäähdytysvesimäärä on ollut vuosina 2013–2023 keskimäärin 1,13 mrd. m^3 (1,06–1,17 mrd. m^3) ja OL2-yksikön keskimäärin 1,12 mrd. m^3 (0,98–1,17 mrd. m^3, Taulukko 32). OL3-laitosyksikkö otettiin käyttöön vuonna 2022 ja jäähdytysvesimäärä oli koekäytön jälkeisenä aikana vuonna 2023 yhteensä 1,47 mrd. m^3. KPA-varaston tarvitsema jäähdytysvesimäärä on vähäinen (<0,01 mrd. m^3) ja sen aiheuttama lämpökuorma on sisällytetty voimalaitok-

sen aiheuttamaan merialueen kokonaislämpökuormaan. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden kokonaislämpökuorma mereen on ollut keskimäärin 93 800 TJ (88 900–98 500 TJ). Vuonna 2023 kaikkien laitosyksiköiden lämpökuorma oli yhteensä 159 500 TJ *(Teollisuuden Voima Oyj 2023)*. Jäähdytysvesien mukana voimalaitokselta mereen johdettava lämpöpäästö saa olla ympäristöluvan mukaan enintään 205 000 TJ vuodessa.

Taulukko 32. Olkiluodon eri yksiköiden mereen johtaman jäähdytysveden määrä ja lämpökuormitus vuonna 2023.

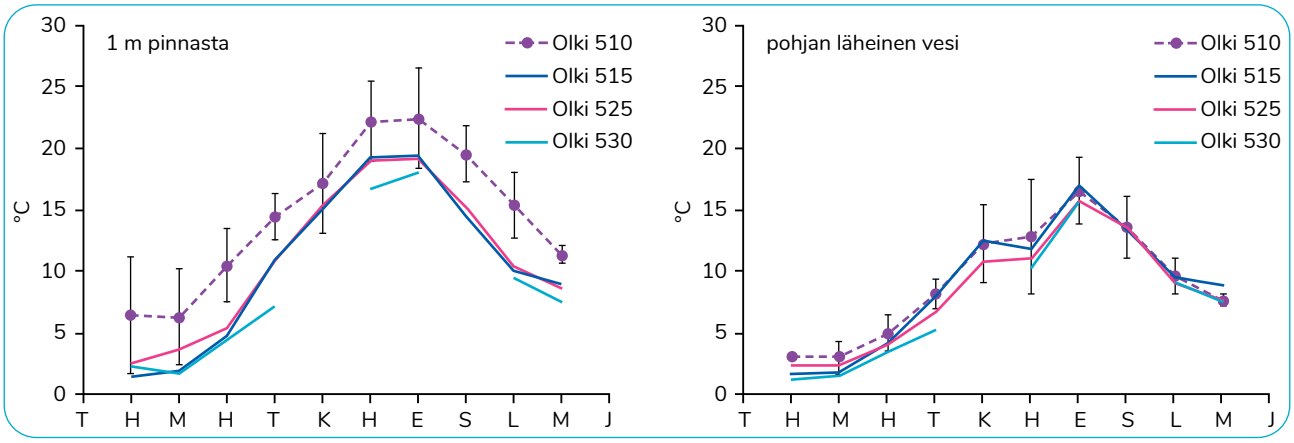
Yksikkö	Vesimäärä (mrd m^3/a)	Lämpökuorma (TJ/a)
OL1 ja OL2	2,24	93 800
OL3	1,47	65 700*
KPA-varasto	<0,01	50
Yhteensä	3,71	159 500

*lämpökuormitus ajanjaksolta 15.3.–31.12.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvedenoton vaikutukset kohdistuvat Rauman ja Eurajoen saaristo -vesimuodostumaan, jäähdytysvedenpurun vaikutukset edellisen lisäksi myös Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumiin. Jäähdytysvedet johdetaan purkutunneleita ja poistokanavaa pitkin Iso Kaalonperän lahteen päällysveteen.

Voimalaitoksen jäähdytysvesien lämpövaikutus kohdistuu pääasiassa meriveden pintakerrokseen. Virtaukset sekoittavat lämpömäärän suureen vesitilavuuteen ja osa lämmöstä siirtyy myös ilmaan, joten lämpövaikutus heikkenee melko nopeasti, kun etäisyys purkutunneleihin kasvaa. Avovesikaudella meriveden lämpötilan nousu jää varsin paikalliseksi. Talvella jäähdytysvedet sekoittuvat merialueen pintakerrokseen ja niiden aiheuttama lämpötilan paikallinen nousu havaitaan 3–5 km etäisyydellä Olkiluodon rannikosta. *(KVVY Tutkimus Oy 2023)*

Selkämerellä merivesi on kesäisin syvyyssuuntaisesti kerrostunutta lämpötilan mukaan. Yleisesti ottaen Selkämeren kerrostuneisuus on paljon heikompaa kuin esimerkiksi Itämeren keskiosissa ja pohjan läheinen vesi vaihtuu hyvin, joten merkittäviä happiongelmia ei esiinny. Selkämeren syvimmillä alueilla, noin 60–80 m syvyydellä, esiintyy heikko suolaisuuden harppauskerros *(Myrberg ym. 2006)*. Olkiluodon lähimerialueella voimalaitoksesta päällysveteen johdettava lämmennyt jäähdytysvesi voi voimistaa lämpötilakerrostuneisuutta. Jäähdytysveden purulla on vaikutusta lähimerialueen lämpötilaoloihin. Vuosien 2013–2023 aikana jäähdytysveden purkukohtaa lähimpänä sijaitsevan seurantapisteen Olki 510 päällysveden keskilämpötila oli selvästi korkeampi kuin muilla seurantapisteillä (Kuva 33). Piste Olki 510 sijaitsee noin 1,4 km etäisyydellä ja piste Olki 515 2,5 km etäisyydellä jäähdytysveden purkupisteestä. Heinä-elokuussa jäähdytysveden purkupisteen edustalla seurantapisteillä Olki 510 ja Olki 515 (Kuva 32) on mitattu jopa 26 °C pintalämpötiloja. Pohjan läheisessä vedessä ei kuitenkaan ole havaittavissa merkittäviä lämpötilaeroja (Kuva 33). Talvella jäähdytysvesien vaikutus näkyy selkeimmin pisteellä Olki 510, jossa päällysveden keskilämpötila oli keskimäärin 7,7 °C ja ulompana pisteillä Olki 525 ja Olki 530 3,0 °C. *(KVVY tutkimus Oy 2023a & 2024a)*



Kuva 33. Päällysveden (1 m) ja pohjan läheisen veden kuukausittainen keskilämpötilan vaihtelu Olkiluodon edustan seurantapisteillä vuosien 2013–2023 aikana. Tarkastelujakson aikana jäähdytysveden purkukohtaa lähimpänä sijaitsevan seurantapisteen Olki 510 päällysveden keskilämpötila oli selvästi korkeampi kuin muilla asemilla. Alusvedessä ei ole havaittavissa merkittäviä lämpötilaeroja seurantapisteiden välillä.

KPA-varaston jäähdytysvedenotto ja -purku kohdistuvat Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi vesimuodostumaan. KPA-varaston jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset merialueella vastaavat OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden vaikutuksia, mutta koska KPA-varastolta purettavan veden lämpötila ja määrä ovat selvästi alhaisempia, myös vaikutukset meriveden lämpötilaan, lämpökuormituksen leviämiseen ja meriveden kerrostumiseen ovat selvästi vähäisempiä.

6.8.2.4. Virtausolot

Selkämeren rannikolla vallitseva meriveden virtaussuunta on etelästä pohjoiseen. Yleensä Selkämerelle virtaa Itämeren pääaltaasta vain päällysvettä, Ahvenanmaan kynnysten takia alusvettä pääsee virtaamaan vain harvoin suolapulssien yhteydessä. Paikallisesti veden virtauksiin vaikuttavat merialueen topografia, merenpohjan muodot, meriveden korkeus, tuulisuus ja jokivirtaamat.

Olkiluodon edustalla virtauksiin vaikuttavat oleellisesti myös ydinvoimalaitoksen jäähdytysvedenotto ja -purku. Voimalaitosyksiköiden jäähdytysvesi otetaan voimalan eteläpuolelta Olkiluodonvedestä, mikä aiheuttaa paikallisen pohjoiseen suuntautuvan virtauksen. Jäähdytysvesi johdetaan takaisin mereen voimalaitoksen länsipuolella, mistä syntyy virtaus länteen. Vallitsevat etelä- ja länsituulet voivat kuitenkin kääntää purkukanavan suulta virtauksen kohti pohjoista (*KVVY Tutkimus Oy 2019*). Olkiluodon merialueen ympäristö on avointa, siksi tuulten vaikutus virtausoloihin voi olla voimakasta ja veden vaihtuvuus on yleisesti hyvä.

KPA-varaston vedenotto ja -purku kohdistuu voimalaitosalueen eteläpuolella sijaitsevaan Olkiluodonveteen (Kuva 32). KPA-varaston jäähdytysvedenoton ja -purun aiheuttamat virtaukset ovat selvästi heikompia ja hyvin paikallisia verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden otto- ja purkuvirtauksiin.

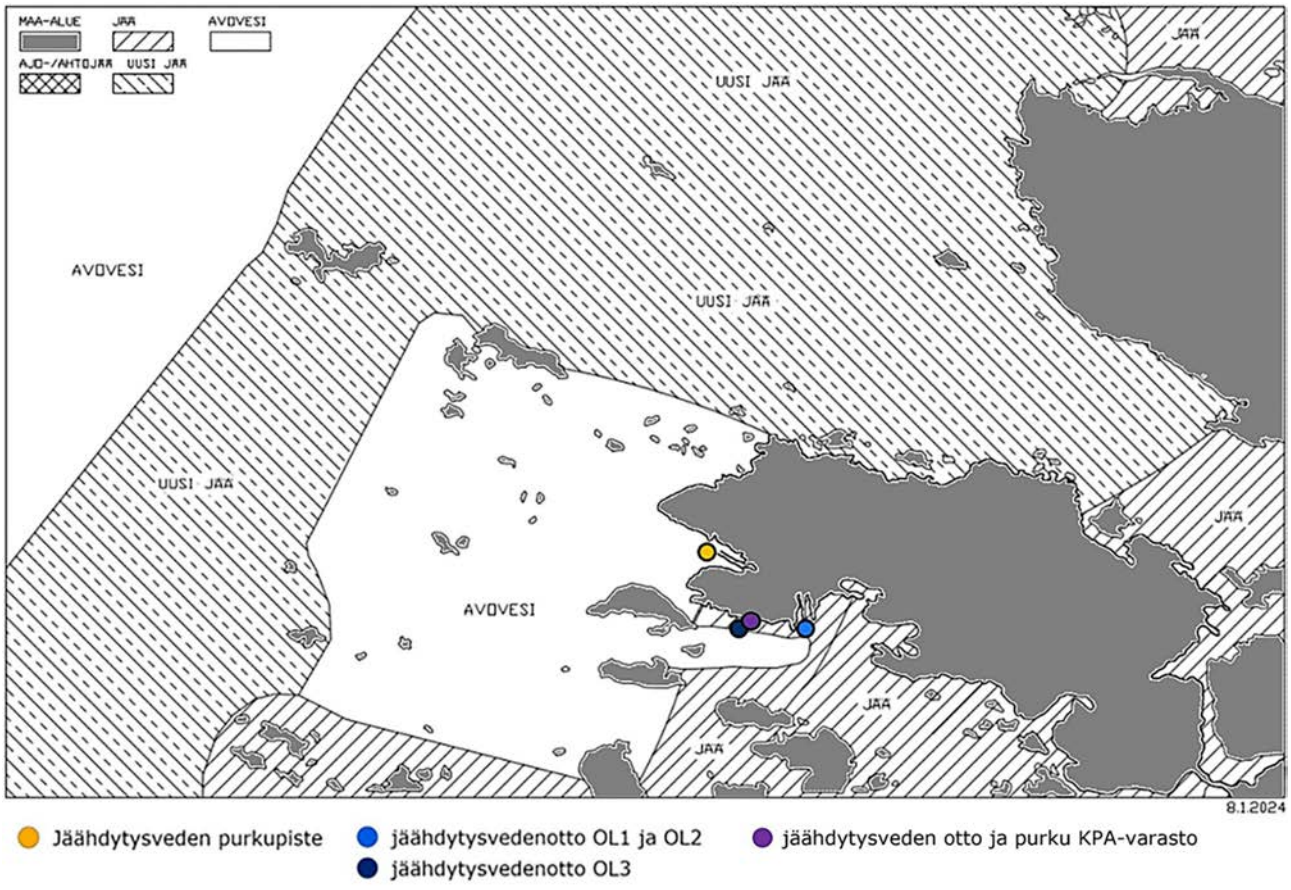
6.8.2.5. Jääolot

Selkämeren rannikon jääolosuhteet vaihtelevat paljon vuosittain. Itämeren jäätalvet luokitellaan leutoihin, keskimääräisiin tai ankariin riippuen jääpeitteen laajuudesta. Menneistä jäätalvista on saatavissa kuvaukset vuodesta 1995 lähtien (Ilmatieteen laitoksen jäätilastot). Tällä ajanjaksolla on havaittu ainoastaan yksi ankaraksi luokiteltu jäätalvi vuonna 2010–2011, jolloin jääpeitteen laajuus oli 303 000 neliökilometriä (km^2). Viimeisten kymmenen vuoden aikana Itämeren jäätalvet ovat olleet leutoja, vain talvet 2012–2013, 2017–2018

ja 2023–2024 luokiteltiin keskimääräisiksi (Ilmatieteen laitoksen jäätilastot). Viimeisten kymmenen vuoden aikana Itämeren jääpeite oli laajimmillaan talvella 2017–2018, jolloin jääpeitteen pinta-ala oli 170 000 km^2. Talvella 2019–2020 Itämeren jääpeite on ollut mittaushistorian pienin (37 000 km^2) (Ilmatieteen laitoksen jäätilastot). Keskimääräisinä talvina Selkämeri jäätyy lähes kokonaan, mutta pysyy leutoina talvina kokonaan sulana *(Ilmatieteen laitos 2022a)*. Keskimäärin Selkämeren sisäsaaristossa pysyvä jääpeite syntyy joulu-tammikuun vaihteessa ja lähtee huhtikuun alkupuolella. Avomeri ja ulkosaaristo pysyvät sulana pidempään kuin suojaisampi sisäsaaristo *(Ilmatieteen laitoksen jäätilastot)*.

Olkiluodon edustan jääpeitteen ja sulan alueen laajuutta on tutkittu 1970-luvulta alkaen. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen seurauksena jääpeite muodostuu myöhemmin ja vastaavasti jäät sulavat keväällä keskimääräistä aikaisemmin Olkiluodon lähimerialueella *(KVVY tutkimus Oy 2023a)*. Tyypillisinä talvina jäähdytysvedenottokanavien ympäristö jäätyy, mutta jäähdytysveden purkupuoli pysyy sulana. OL3-laitosyksikön käyttöönottamisen jälkeen kiintojääalueella olevat heikot ja osittain auki olevat alueet ovat laajentuneet. Kiintojääalue kasvaa merelle päin, jos alueella esiintyy pidempiä pakkasjaksoja.

Jäätilanne Olkiluodon merialueella vaihtelee vuosittain riippuen vallitsevista sääolosuhteista, merialueen virtauksista ja Selkämeren jääolosuhteista. Myös alueelle laskevilla jokivesillä on vaikutusta virtauksiin ja jääolosuhteisiin. Esimerkiksi talvella 2019–2020, joka oli Ilmatieteen laitoksen mukaan historian toiseksi leudoin jäätalvi, jäätä ei muodostunut Olkiluodon merialueella lainkaan. Vuoden 2024 alussa puolestaan esiintyi poikkeuksellisen kylmä jakso ja jäätä muodostui merialueelle tavanomaista enemmän (Kuva 34). *(Teollisuuden Voima Oyj 2024c)*.



Kuva 34. Jäätilanne Olkiluodon lähimerialueella 8.1.2024. Jäähdytysvedenottokanavien edustalla oli tällöin jäätä ja avovesialue oli jäähdytysveden purkupuolella laajuudeltaan lähihistorian pienin (Teollisuuden Voima Oyj 2024c).

Ilmastonmuutoksella tulee olemaan merkittävä vaikutus Selkämeren jääolosuhteisiin. Itämeren jääpeitteen on ilmastonmuutoksen seurauksena ennustettu pienenevän 50–80 % ja Selkämeren jääpeitteisen ajan lyhenevän 1–2 kuukaudella *(HELCOM 2013)*. Jäätalvien ennustetaan pitkällä aikavälillä lyhenevän molemmista päistään, mutta jäätymisen ajankohta tulee muuttumaan enemmän kuin jäiden lähtöpäivämäärä *(Ilmatieteen laitos 2022a)*.

6.8.2.6. Meriveden laatu

Olkiluodon merialueen vedenlaatuun vaikuttavat pistekuormitus sekä laajemmalta alueelta tuleva hajakuormitus (ks. luku 6.8.2.2). Kuten koko Selkämerellä, myös Olkiluodon merialueella on viime vuosikymmeninä ollut havaittavissa rehevöitymistä *(Laari & Hakanen 2020, Leinikki 2017)*. Vuosina 2013–2023 merialueen keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus on vaihdellut välillä 17–28 mikrogrammaa litrassa (µg/l) ja kokonaistyppipitoisuus välillä 247–486 µg/l (Taulukko 33). Keskimääräisen kokonaisfosforipitoisuuden perusteella Olkiluodon merialue on rehevyystasoltaan lievästi rehevä, mutta kokonaistyppipitoisuuden perusteella karu *(Oravainen 1999, Laari & Hakanen 2020, KVVY Tutkimus Oy 2019 & 2024a)*.

Viimeisten kymmenen vuoden aikana korkeimmat päällysveden kokonaistyppipitoisuudet on toistuvasti mitattu Eurajoensalmella seurantapisteellä Olki 480 (Kuva 32), missä veden laatuun vaikuttaa Eurajoen ja Lapinjoen mukana tuleva ravinnekuormitus. Alusveden ravinnepitoisuudet ovat olleet korkeimmillaan seurantapisteillä Olki 480 ja Olki 510, joka sijaitsee lähimpänä voimalaitoksen jäähdytys- ja jätevesien purkukanavaa (Kuva 32). Talvella alusveden ravinnepitoisuuksissa ei ole havaittavissa suuria eroja seurantapisteiden välillä, mutta kesällä pisteen Olki 510 ravinnepitoisuudet ovat hieman muita seurantapisteitä korkeammalla. Esimerkiksi alusveden kokonaistyppipitoisuus elokuussa tarkastelujaksolla v. 2013–2021 oli pisteellä Olki 510 keskimäärin 311 µg/l, kun muilla pisteillä se vaihteli välillä 253–260 µg/l (Taulukko 33). Myös pisteellä Olki 510 keskimääräinen kokonaisfosforipitoisuus 36 µg/l oli hieman korkeampi verrattuna muiden pisteiden pitoisuuksiin (17–19 µg/l). Heinä-elokuussa 2022 ja 2023 pisteen Olki 510 alusvedestä mitattiin poikkeuksellisen korkeita ravinnepitoisuuksia, jotka aiheutuivat tavanomaista lämpimämmistä kesistä ja pohjan läheisen vesikerroksen vähähappisista olosuhteista. Muina kuukausina ravinteiden pitoisuudet olivat näinä vuosina kuitenkin keskimääräisellä tasolla.

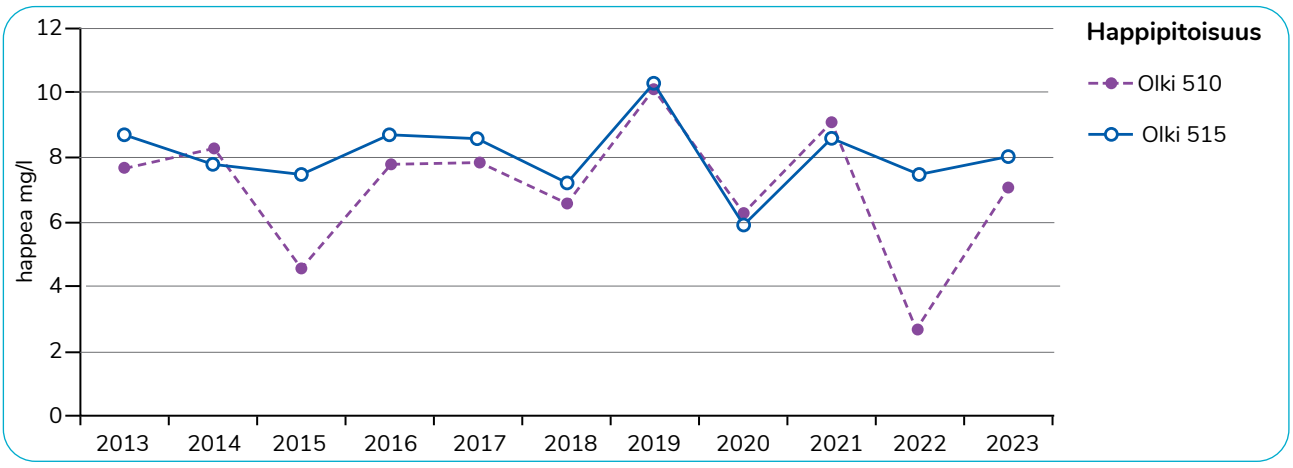
Olkiluodon merialueen pohjan läheisen kerroksen happitilanne on yleisesti hyvä, kesällä noin 8 mg/l ja talvella noin 13 mg/l. Lähimpänä jäähdytysvesien purkupistettä sijaitsevalla seurantapisteellä Olki 510 on kuitenkin vuosina 2022 ja 2023 heinä-elokuussa mitattu keskimääräistä alhaisempia happipitoisuuksia, noin 3 mg/l (Kuva 35). Tällöin pintakerroksessa ei kuitenkaan ollut havaittavissa hapen ylikyllästystä, mikä viittaisi vilkkaaseen levätuotantoon. Todennäköisimmin vähähappiset olosuhteet aiheutuivat tavallista lämpimämmästä kesästä ja veden kerrostumisen voimistumisesta. Myös OL3-laitosyksikön käyttöönotto vuonna 2022 on voinut vaikuttaa alusveden happiolosuhteisiin.

Veden pH on keskimäärin 7,9 sekä päällys- että alusvedessä. Meriveden keskimääräinen suolapitoisuus on pysynyt varsin tasaisena ja tyypillisenä murtovedelle. Pintakerroksen ja alusvesikerroksen väliset erot ovat pieniä (Taulukko 33). Pisteellä Olki 480 päällysveden suolapitoisuus on hieman alhaisempi muihin pisteisiin verrattuna ilmentäen jokivesien vaikutusta.

Taulukko 33. Olkiluodon merialueen seurantapisteiden (480–530) veden laadun mittaustulosten keskiarvo päällysvedessä ja alusvedessä tarkastelujaksolla v. 2013–2023. Klorofylli-a tulokset on mitattu kokoomanäytteenä tuottavasta vesikerroksesta.

päällysvesi	480	500	505	510	515	525	530
lämpötila (°C)	12,4	13,1	13,0	16,7	12,7	13,2	10,6
saliniteetti (‰)	4,7	5,7	5,7	5,6	5,7	5,6	5,7
pH	7,9	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0	8,0
happi (mg/l)	12,6	10,7	10,9	10,6	10,9	10,8	10,6
kokonaistyppi (µg/l)	486,2	265,8	270,5	290,2	273,3	288,5	257,6
ammoniumtyppi (µg/l)	22,1	5,1	6,1	7,5	5,7	6,8	6,4
nitriitti-nitraatti-typpi (µg/l)	172,0	16,3	20,4	32,6	27,1	36,8	20,3
kokonaisfosfori (µg/l)	20,1	17,3	17,0	18,2	17,1	17,5	15,6
fosfaattifosfori (µg/l)	3,3	4,5	4,9	5,0	5,1	4,4	4,7
näkösyvyys (m)	2,0	2,8	3,3	3,0	3,4	3,3	3,9
klorofylli-a (µg/l)	3,7	4,1	3,9	4,2	3,4	3,6	3,7

alusvesi	480	500	505	510	515	525	530
lämpötila (°C)	10,6	11,8	9,0	10,4	10,3	9,7	8,9
saliniteetti (‰)	5,6	5,7	5,7	5,7	5,7	5,7	5,8
pH	8,0	8,0	7,9	7,9	8,0	7,9	7,9
happi (mg/l)	10,4	10,7	10,2	10,2	10,5	10,5	10,5
kokonaistyppi (µg/l)	282,2	263,0	266,1	288,3	258,3	248,9	243,6
ammoniumtyppi (µg/l)	5,6	5,8	18,1	34,4	9,5	7,2	7,9
nitriitti-nitraattityppi (µg/l)	30,3	16,6	19,1	20,7	20,9	21,1	19,5
kokonaisfosfori (µg/l)	17,8	17,0	21,6	28,4	17,5	16,2	16,5
fosfaattifosfori (µg/l)	4,6	4,7	8,8	13,6	6,6	5,8	6,4



Kuva 35. Lähimpänä jäähdytysveden purkupistettä sijaitsevien vedenlaadun seurantapisteiden pohjanläheisen vesikerroksen happipitoisuus elokuussa 2013–2023.

Voimalaitoksella prosessijätevesiä syntyy lähinnä voimalaitosrakennuksien ja varastojen valvonta-alueilta tulevista vuoto-, vesitys-, huuhtelu- ja tyhjennysvesistä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskimääräinen prosessijätevesien määrä on ollut yhteensä noin 25 000 m^3 vuodessa. Laitosyksiköiden prosessijätevedet johdetaan aktiivisuuspitoisuuskontrollin jälkeen jäähdytysvesien purkukanavaan. Voimalaitosalueella syntyviä jätevesiä ovat esimerkiksi raakaveden käsittelylaitoksen ja suolanpoistolaitoksen vedet sekä merivesipumppaamojen ketjukorisuodattimien huuhteluvedet. Nämä vedet johdetaan asianmukaisen käsittelyn jälkeen jäähdytysveden mukana purkutunnelin kautta mereen.

Laitosalueen sade- ja hulevedet johdetaan sadevesiviemäriverkkoa pitkin mereen. Laitosalueen pohjoisosan sadevesien purku on jäähdytysvesien purkukanavaan ja eteläosan sadevesien Olkiluodonveteen jäähdytysveden tulokanavan länsipuolelle. Mahdollisesti öljyyntyvät sadevedet käsitellään öljynerottimissa ennen viemäriverkkoon johtamista. Voimalaitosrakennusten perustusten salaojat johdetaan perusvesikaivojen kautta sadevesiviemäreihin tai poistokanavaan. Laitosalueen pinnat on tasattu niin, että poikkeuksellisessa tulva- tai rankkasadetilanteissa sadevedet eivät valu rakennusten sisälle eivätkä perustuksiin, vaan ne pääsevät valumaan suoraan mereen aiheuttamatta vahinkoa tai haittaa.

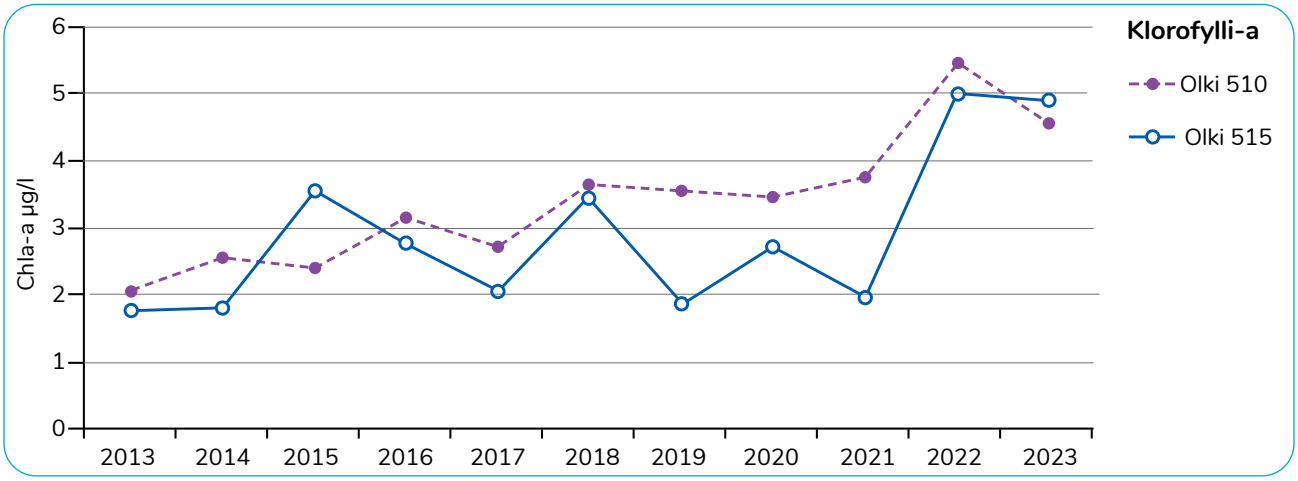
Jäähdytysvesikanavaa pitkin mereen purettavien vesien haitta-ainepitoisuuksia tutkittiin viimeksi marraskuussa 2023. Vesinäyte otettiin kertanäytteenä jäähdytysvesikanavasta. Näytteistä määritettiin torjunta-aineet, hydratsiini, polyaromaattiset hiilivedyt (PAH), PCB-yhdisteet, fenoliset yhdisteet, dioksiinit ja furaanit, VOC-yhdisteet, bromatut palonestoaineet (HBCDD, TBBPA), tiatsolit (MBT, TCMBT), alkyylifenolit ja niiden etoksylaatit, ftalaatit, perfluorialkyylit (PFC-yhdisteet), kloorialkaanit, orgaaniset tinayhdisteet, etyleenitiourea ja metalliset yhdisteet: arseeni, kadmium, kromi, lyijy, nikkeli, sinkki ja elohopea. Vain jäähdytysveden arseenipitoisuus 0,86 µg/l ja nikkelipitoisuus 1,6 µg/l ylittivät ympäristölaboratorion määritysrajat. Nikkelille on määritetty ympäristönlaatunormi eli pitoisuus, jota ei ympäristön tai ihmisen terveyden suojelemiseksi saa ylittää. Nikkelin ympäristölaatunormi vuosikeskiarvona on rannikkovesissä 9,6 µg/l taustapitoisuus huomioiden *(VN 1308/2015)*. Rannikkovesien luontainen nikkelipitoisuus on noin 1 µg/l, joten jäähdytysveden nikkelipitoisuus on luontaisella tasolla ja selvästi ympäristölaatunormia alhaisempi. Pintavesien arseenipitoisuudelle ei ole määritetty ympäristölaatunormia, mutta pohjavesien ympäristönlaatunormi on 5 µg/l, joten jäähdytysvesien arseenipitoisuus on erittäin alhainen. Kokonaisuudessaan voimalaitoksen jäähdytysveden haitta-ainepitoisuudet ovat erittäin alhaisia ja vastaavat luontaisia taustapitoisuuksia. Jäähdytys- ja prosessijätevesien radioaktiivisuutta on käsitelty luvussa 6.16.

Vuonna 2006 OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvesiputkissa havaittiin ensimmäisen kerran runkopolyyppikasvusto. Kyseessä oli kaspianpolyyppi *(Cordylophora caspia)*, joka on vieraslaji. Polyyppikasvusto hidastaa veden virtausta ja vaikuttaa siten heikentävästi lämmönvaihtimien lämmönsiirtokykyyn eli aiheuttaa niin sanottua fouling-haittaa. Runkopolyypin torjunta tehdään natriumhypokloriitilla (NaClO), jonka sisältämä aktiivikloorin pitoisuus on 15 %. Natriumhypokloriittia syötetään OL1- ja OL2-laitosyksiköiden merivesijärjestelmiin ja generaattorin merivesijäähdytysjärjestelmiin runkopolyypin kasvukauden aikana eli heinäkuusta lokakuuhun. Vuonna 2023 OL1- ja OL2-laitosyksiköissä syötettiin natriumhypokloriittiliuosta järjestelmiin yhteensä noin 43 000 litraa. Runkopolyypin torjunnan aikana mereen johdettavan jäähdytysveden klooripitoisuutta tarkkaillaan. Vesinäytteet otetaan merivesijärjestelmästä aaltoilualtaasta, ennen veden laskemista jäähdytysvesikanavaan. Aaltoilualtaasta mitattujen näytteiden kokonaisklooripitoisuuksien keskiarvot olivat kummassakin laitosyksikössä alle määritysrajan eli 0,07 mg/l, mikä on vesieliöille vaaraton klooripitoisuus. Natriumhypokloriitin ei ole todettu siirtyvän ravintoketjuun tai kertyvän eliöihin. Käytännössä mereen johdettavassa jäähdytysvedessä hypokloriittia ei siis ole enää havaittavissa. *(Teollisuuden Voima Oyj 2024b)*

6.8.2.7. Kasviplankton

Olkiluodon merialueen kasviplanktonlajisto ja biomassa vaihtelevat Itämerelle ja Selkämerelle tyypilliseen tapaan (*Hällfors & Lehtinen 2012*). Viimeisimmät kasviplanktontutkimukset tehtiin vuonna 2023 (*KVVY Tutkimus Oy 2024a*). Levämäärät ja kasviplanktonyhteisöjen rakenne vaihteli samankaltaisesti kaikilla seurantapisteillä. Vuonna 2023 kasviplanktonin biomassa oli korkeimmillaan huhtikuussa kevätkukinnan aikaan ja muodostui pääasiassa piilevistä. Kasviplanktonin kokonaisbiomassat laskivat alimmilleen toukokuun lopulla piilevien vähentyessä kevätkukinnan jälkeen. Kasviplanktonyhteisöt olivat monimuotoisimpia kesäkuussa, jolloin merkittävimpiä leväryhmiä olivat suomu-, viher-, panssarisiima- ja kultalevät. Heinäkuussa sinilevät runsastuivat ja muodostivat toisen biomassahuipun. Rihmamaiset *Aphanizomenon*-suvun sinilevät muodostivat yli puolet kasviplanktonyhteisön kokonaisbiomassasta. Lisäksi *Nodularia spumigena* ja *Dolichospermum lemmermannii* -sinileviä havaittiin kaikilla tarkkailupisteillä. Valtakunnallisen sinileväseurannan mukaan vuonna 2023 koko Selkämerellä esiintyi laaja sinileväkukinta heinäkuun alkupuolelta elokuun alkupuolelle. Elokuun lopulla ja syyskuussa Olkiluodon merialueen kasviplanktonyhteisön kokonaisbiomassa pysyi edelleen kohtuullisen korkeana piilevien runsastumisen takia. Piilevät runsastuivat varsinkin seurantapisteillä Olki 505, 510 ja 515, jotka sijaitsevat lähimpänä jäähdytysveden purkukanavaa. Näytepisteellä Olki 525 piileviä esiintyi vähemmän ja kokonaisbiomassa jakautui tasaisemmin eri leväryhmien kesken.

Merialueen rehevyystasoa arvioidaan mittaamalla kasviplanktonin lehtivihreän eli a-klorofyllin pitoisuutta, mikä ilmaisee kasviplanktonbiomassan määrää. Keskimäärin eteläisen Selkämeren klorofylli-a-pitoisuudet ovat sisemmissä rannikkovesissä vaihdelleet vuosina 2018–2023 välillä 3–6 µg/l ja ulommissa rannikkovesissä välillä 2–3 µg/l (*Varsinais-Suomen ELY-keskus 2023*). Olkiluodon merialueella klorofyllipitoisuudet ovat vaihdelleet viimeisen viiden vuoden aikana välillä 2,5–6,6 µg/l. Yleisesti kasviplanktonbiomassat ovat olleet Olkiluodon merialueella lievästi rehevien vesien tasoa (*KVVY Tutkimus Oy 2019 & 2024*, *Laari & Hakanen 2020*). Olkiluodon merialueen a-klorofyllipitoisuus on noussut viimeisten kymmenen vuoden aikana (Kuva 36). Klorofyllipitoisuuden nousu on ollut selkeintä purkupistettä lähimmällä seurantapisteellä Olki 510. Muilla seurantapisteillä vuosien välinen vaihtelu klorofyllipitoisuudessa on ollut suurta. OL3-laitosyksikön käyttöönotto vuonna 2022 on lisännyt jäähdytysveden lämpökuormitusta merialueella ja yhdessä lämpimien kesien kanssa todennäköisesti vaikuttanut kesien 2022 ja 2023 keskimääräistä korkeampiin klorofylli-a-pitoisuuksiin (Kuva 36).



Kuva 36. Klorofylli-a-pitoisuus jäähdytysveden purkupistettä lähimpänä sijaitsevilla vedenlaadun seurantapisteillä Olki 510 ja Olki 515 vuosina 2013–2023.

Selkämeren rannikkovesien tilaan vaikuttaa etenkin jokien kautta tuleva kuormitus. Pahin tilanne on Kokemäenjoen edustan rannikkoalueella, jota kuormittaa valuma-alueen maatalous *(Korpinen ym. 2018)*. Olkiluodon merialueen klorofyllipitoisuus vaihtelee vuodenajoittain ja on alhaisimmillaan talvella, jolloin esiintyy vain vähän perustuotantoa ja usein korkeimmillaan keväällä kevätkukinnan aikaan tai kesällä runsaiden sinileväesiintymien yhteydessä. Rehevyystaso on ollut korkeimmillaan pisteellä Olki 480, joka sijaitsee Eurajoensalmen edustalla ja saa ravinnekuormitusta salmeen laskevista Eurajoesta ja Lapinjoesta. Klorofyllipitoisuus on ollut ajoittain korkea myös lähellä jäähdytysveden purkukanavaa pisteellä Olki 510.

Selkämeren avomerialueiden a-klorofyllin pitoisuus on pysynyt vuosien 2017–2022 aikana samalla tasolla kuin edellisellä tilanarviokaudella *(Varsinais-Suomen ELY-keskus 2023)*. Ulompien rannikkovesien ekologisen tilan luokittelussa käytetään klorofyllin lisäksi kasviplanktonin kokonaisbiomassan heinä-elokuun keskiarvoja. Olkiluodon näytepisteillä vuoden 2023 heinä-elokuun keskiarvot olivat erittäin korkeita, mikä johtuu sinilevien suuresta määrästä. Keskiarvot olivat nyt korkeampia kuin aiemmin, mutta lähes vastaavia arvoja on havaittu vuosina 2014 ja 2022.

Veden läpinäkyvyyttä kuvaava näkösyvyys on vaihdellut seurantapisteillä keskimäärin välillä 2,0–3,9 m (Taulukko 33). Näkösyvyys on ollut vuosittain alhaisimmillaan pisteellä Olki 480 jokivesien samentavan vaikutuksen takia. Näkösyvyys on tyypillisesti noussut sisäsaaristosta avomerelle päin ja ollut korkeimmillaan uloimmalla seurantapisteellä Olki 530. Näkösyvyydet ovat tyypillisesti suurimmillaan kesäkuussa, jolloin kasviplanktonbiomassa on alhainen. Kesällä 2023 näkösyvyys oli kaikilla seurantapisteillä keskimääräistä alhaisempi, johtuen voimakkaasta leväkukinnasta *(KVVY Tutkimus Oy 2024a)*.

Olkiluodon merialueen makrofyyttejä eli vesikasvillisuutta ja suurleviä on käsitelty luvussa 6.10.2.1.



6.8.2.8. Pohjaeläimet

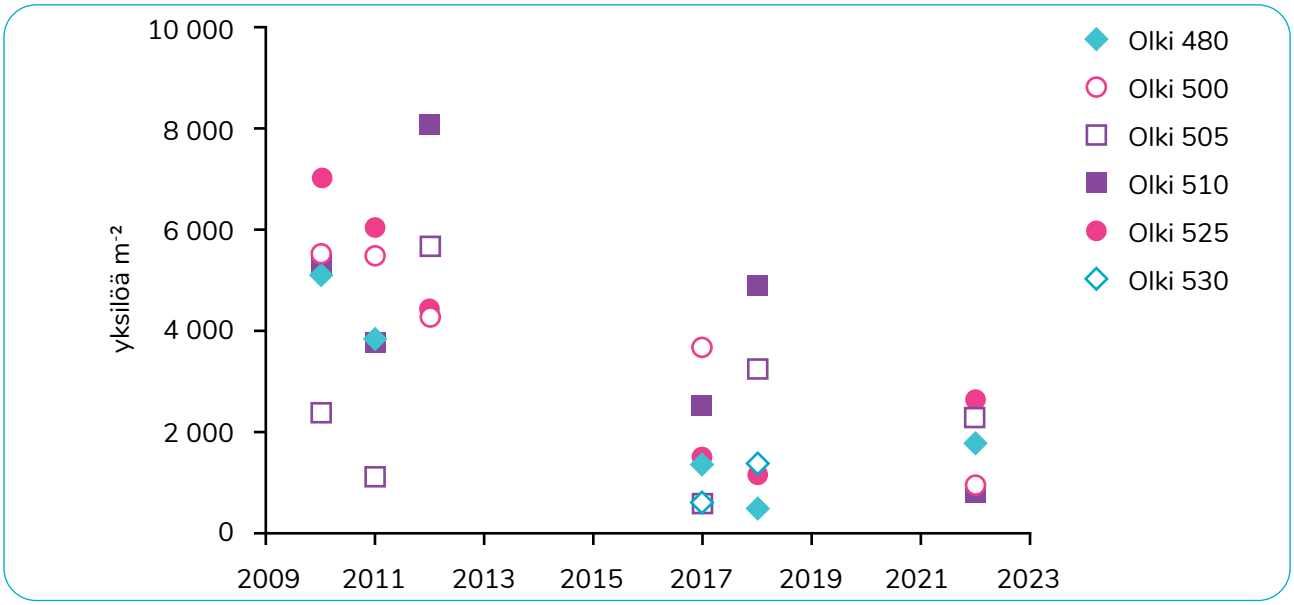
Olkiluodon edustan merenpohja on yleisimmin kalliota, moreenia tai liejusavea *(KVVY Tutkimus Oy 2019)*. Olkiluodon alueen pehmeiden pohjien pohjaeläimistöä tutkitaan kolmen vuoden välein osana voimalaitoksen ympäristöseurantaa ja viimeisin pohjaeläinnäytteenotto toteutettiin vuonna 2022 *(KVVY Tutkimus Oy 2023a)*.

Voimalaitoksen lähimerialueen pehmeiden pohjien pohjaeläinyhteisöt koostuvat tyypillisestä Itämeren lajistosta. Tiheydeltään ja biomassaltaan yleisimpiä lajeja ovat vuosittain olleet liejusimpukka *(Macoma balthica)*, liejuputkimadot *(Marenzelleria spp.)*, harvasukasmadot *(Oligochaeta)* ja surviaissääsken toukat *(Chironomidae, Ympäristöhallinto 2024a)*. Muita yleisiä lajeja havaintoasemilla ovat vaeltajakotilo *(Potamopyrgus antipodarum)*, sukkulakotilot *(Hydrobia sp.)* ja merisukasjalkainen *(Hediste diversicolor)*. Havaintopisteillä Olki 505, Olki 515 ja Olki 525 esiintyy myös hiekkapohjille tyypillisempää lajistoa kuten hietasimpukka *(Mya arenaria)*, liejukatka *(Corophium volutator)* ja suistosukasmato *(Manayunkia aestuarina)*.

Viimeisen 10 vuoden aikana pohjaeläinten yksilömäärät ovat yleisesti laskeneet Olkiluodon merialueella (Kuva 37). Tähän vaikuttaa todennäköisimmin merialueen rehevöityminen. Vuonna 2022 korkein yksilötiheys mitattiin ulkosaaristossa asemalla Olki 525 (2 669 yksilöä/m^2) ja alhaisin asemalta Olki 515 (778 yksilöä/m^2). Lajimäärä oli korkein seurantapisteillä Olki 480 ja Olki 525 (13 ja 12 lajia), mutta alhaisin pisteellä Olki 515 (5 lajia). Vesimuodostuman ekologisen tilan arviointiin käytetään pohjaeläinten osalta Brackish water Benthic Indexiä (BBI-indeksi), joka kuvaa rannikkoalueiden pehmeiden pohjien pohjaeläinyhteisöjen monimuotoisuutta *(Perus ym. 2009, Aroviita ym. 2019)*. BBI-indeksi on ollut Olkiluodon seurantapisteillä suurimmaksi osaksi hyvä. Pohjaeläimistön perusteella seurantapisteiden välillä ei ole havaittavissa merkittäviä eroja *(KVVY Tutkimus Oy 2019)*.

Olkiluodon voimalaitoksen lähimerialueen pohjaeläimistössä esiintyy useita vieraslajeja eli lajeja, jotka ovat levinneet luontaisen levinneisyysalueensa ulkopuolelle ihmisen toiminnan vaikutuksesta. Ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesikanavissa tavataan kaspianpolyyppiä *(Cordylophora caspia)* ja valesinisimpukkaa *(Mytilopsis leucophaeata) (Holopainen ym. 2016, Teollisuuden Voima Oyj 2021)*. Kyseiset lajit voivat aiheuttaa merkittävää haittaa tukkimalla voimalaitoksen lämmönvaihtimia, minkä vuoksi niiden kuntoon kiinnitetään erityistä huomiota ja mahdolliset kasvustot poistetaan. Kaspianpolyyppia torjutaan OL1- ja OL2-laitosyksiköillä syöttämällä natriumhypokloriittia merivesijärjestelmiin heinä-lokakuussa. Vuonna 2022 valesinisimpukoita havaittiin myös kauemmilta seurantapisteiltä, ulkosaaristosta pisteeltä Olki 525 ja Eurajoensalmesta pisteeltä Olki 480. Valesinisimpukka on kotoisin Meksikonlahdelta, ja esiintyy Suomessa tavallista lämpimämmissä olosuhteissa, kuten voimaloiden jäähdytysvesien vaikutusalueella *(Laine ym. 2006)*. Meriveden lämpötilan nousu ilmastonmuutoksen seurauksena voi kuitenkin edistää lajin runsastumista ja leviämistä nykyistäkin laajemmille alueille.

Lisäksi Olkiluodon merialueelta tavattiin kirjoviuhkamato *(Laonome xeprovala)* ensimmäisen kerran vuonna 2022 seurantapisteellä Olki 480. Kirjoviuhkamadolla ei toistaiseksi ole havaittuja vaikutuksia alkuperäislajistolle tai ihmisen toiminnalle *(Vieraslajiportaali 2023)*. Uusimpana vieraslajina ydinvoimalaitoksen välppeen eli jäähdytysvedestä talteen otettavan kiintoaineksen seasta löytyi alun perin Pohjois-Amerikasta Chesapeakenlahdelta kotoisin oleva sammaleläin *Conopeum chesapeakensis* vuonna 2023 *(Teollisuuden Voima Oyj 2024a)*.



Kuva 37. Pohjaeläinten yksilötiheydet ovat laskeneet voimalaitoksen lähimerialueella viimeisten 10 vuoden aikana.

6.8.2.9. Eurajoki ja Lapinjoki

Voimalaitosalueella tarvittava makea raakavesi otetaan noin 9 km päästä Eurajoen alajuoksulta Tiironkosken yläpuolelta, sekä noin 15 km etäisyydeltä Lapinjoesta. Vuonna 2023 raakavettä otettiin Eurajoesta noin 272 700 m^3 ja Lapinjoesta noin 6 900 m^3. Raakavesi pumpataan joesta putkea pitkin Olkiluotoon Korvensuon altaalle, missä vesi käsitellään hiekkasuodattimessa ja johdetaan maarakenteiseen varastoaltaaseen. Vedestä noin puolet käytetään talousvetenä ja puolet prosessi-, palovesi- ja muussa käytössä.

Eurajoki on 53 km pitkä joki, joka laskee Eurajoensalmeen pohjukkaan Olkiluodon saaren itäpuolelle. Eurajoen alaosa on pintavesityypiltään suuri savimaiden joki (Ssa). Eurajoen alaosan valuma-alueen pinta-ala on 1 336 km^2, josta yli 50 % on metsiä, noin 30 % peltoa ja 10 % suota. Eurajokea kuormittavat maa- ja metsätalous, jätevedet sekä turvetuotanto. Eurajoki toimii raakaveden lähteenä juomaveden valmistuksessa sekä teollisuuden käyttöön. Eurajoki on rakennettu joki ja siinä on kolme voimalaitospatoa ja säännöstelypato. Kahteen patoon on rakennettu kalatie. *(Kipinä-Salokannel & Mäkinen 2022)*

Lapinjoki laskee Olkiluodon ja Orjasaaren väliseen salmeen voimalaitosalueesta kaakkoon. Lapinjoki on 39 km pitkä ja sen valuma-alue on 462 km^2. Lapinjoki on pintavesityypiltään keskisuuri kangasmaiden joki (Kk). Maanviljelystä aiheutuu merkittävää ravinnekuormitusta Lapinjoen vesistöön. Valuma-alueella on myös happamia sulfaatti- ja turvemaita, joiden vuoksi jokivesi voi ajoittain olla hapanta. *(Kipinä-Salokannel & Mäkinen 2022)*

Eurajoki ja Lapinjoki kuljettavat sameita ja ravinnepitoisia jokivesiä, joilla on merkittävä vaikutus Olkiluodon lähimerialueen vedenlaatuun ja ravinnekuormitukseen.

6.8.2.10. Vesienhoito, merenhoito sekä muut strategiat ja politiikat merialueella

Suomen vesienhoito

Suomen vesienhoidon tavoitteena on turvata ja saavuttaa pinta- ja pohjavesien vähintään hyvä ekologinen ja kemiallinen tila vuoteen 2027 mennessä. Kaikkien vesimuodostumien kohdalla hyvää tilaa ei kuitenkaan saavuteta määräaikaan mennessä ja vesienhoidon neljäs suunnittelukausi alkaa vuonna 2028.

Alueellisissa vesienhoitosuunnitelmissa kuvataan tiedot vesimuodostumien nykytilasta, siihen vaikuttavista tekijöistä ja tarvittavista toimenpiteistä vesien tilan parantamiseksi. Olkiluodon merialue kuuluu Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueeseen. Vesienhoitoalueen pintavesien tilaa heikentää erityisesti hajakuormituksen aiheuttama rehevöityminen. Olkiluodon ydinvoimalaitosta ei ole mainittu pintavesien tilaan vaikuttavana paineena Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelmassa vuosille 2022–2027. Pintavesien ympäristötavoitteiden kannalta tärkeimpiä ovat vesienhoitoalueella erityisesti peltoviljelyn ravinnekuormituksen vähentämiseen tähtäävät toimenpiteet. *(Westberg ym. 2022)*

Varsinais-Suomen ja Satakunnan vesienhoidon toimenpideohjelmassa vuosille 2022–2027 todetaan, että suoraan rannikkovesiin kohdistuva kuormitus on peräisin pääosin hajakuormituksesta. Olkiluodon voimalaitosta ei ole mainittu teollisuuden kuormittajien osalta toimenpideohjelmassa. *(Kipinä-Salokannel & Mäkinen 2022)*

Olkiluodon ympäristön merialue jakautuu neljään eri vesimuodostumaan: länsi- ja pohjoispuolella Rauman ja Eurajoen saaristo (3_Ses_038, pinta-ala 8 220 ha), kauempana lännessä ja luoteessa Luvian-Rauman avomeri (3_Seu_110, 48 380 ha), etelässä Olkiluodonvesi–Haapasaarenvesi (3_Ses_040, 1 844 ha) ja idässä Eurajoensalmi (3_Ses_039, 803 ha). Luvian–Rauman avomeri -vesimuodostuma kuuluu Selkämeren ulommat rannikkovedet tyyppiin, muut kolme vesimuodostumaa Selkämeren sisemmän rannikkovedet tyyppiin.

Kaikki Suomen pintavedet luokitellaan niiden ekologisen ja kemiallisen tilan mukaan. Arvioinnin avulla saadaan tieto niistä vesimuodostumista, joiden tilaa pitää parantaa. Ekologisen tilan luokittelussa arvioidaan biologisia laatutekijöitä, kuten kasviplanktonia, vesikasveja, makroleviä ja pohjaeläimiä. Ekologisen tilan luokittelussa arvioidaan lisäksi yleisiä fysikaalis-kemiallisia olosuhteita kuvaavia muuttujia, kuten ravinnepitoisuutta ja näkösyvyyttä, sekä hydrologisia ja morfologisia tekijöitä, kuten vesirakentamisen aiheuttamia muutoksia, tai muutoksia virtauksissa veden kerrostuneisuusolosuhteissa. Ekologisen tilan luokittelu perustuu arvioon siitä, kuinka paljon ihmisen toiminta on heikentänyt laatutekijöiden tilaa. Vesimuodostuma luokitellaan saavutettavissa olevalta tilaltaan erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi. Kemiallisen tilan luokittelussa verrataan vaarallisten ja haitallisten aineiden pitoisuuksia vedessä ja eliöissä verrattuna ympäristölaatunormeihin. Kemiallisella tilalla on vain kaksi luokkaa: hyvä ja hyvää huonompi. *(Aroviita ym. 2019)*

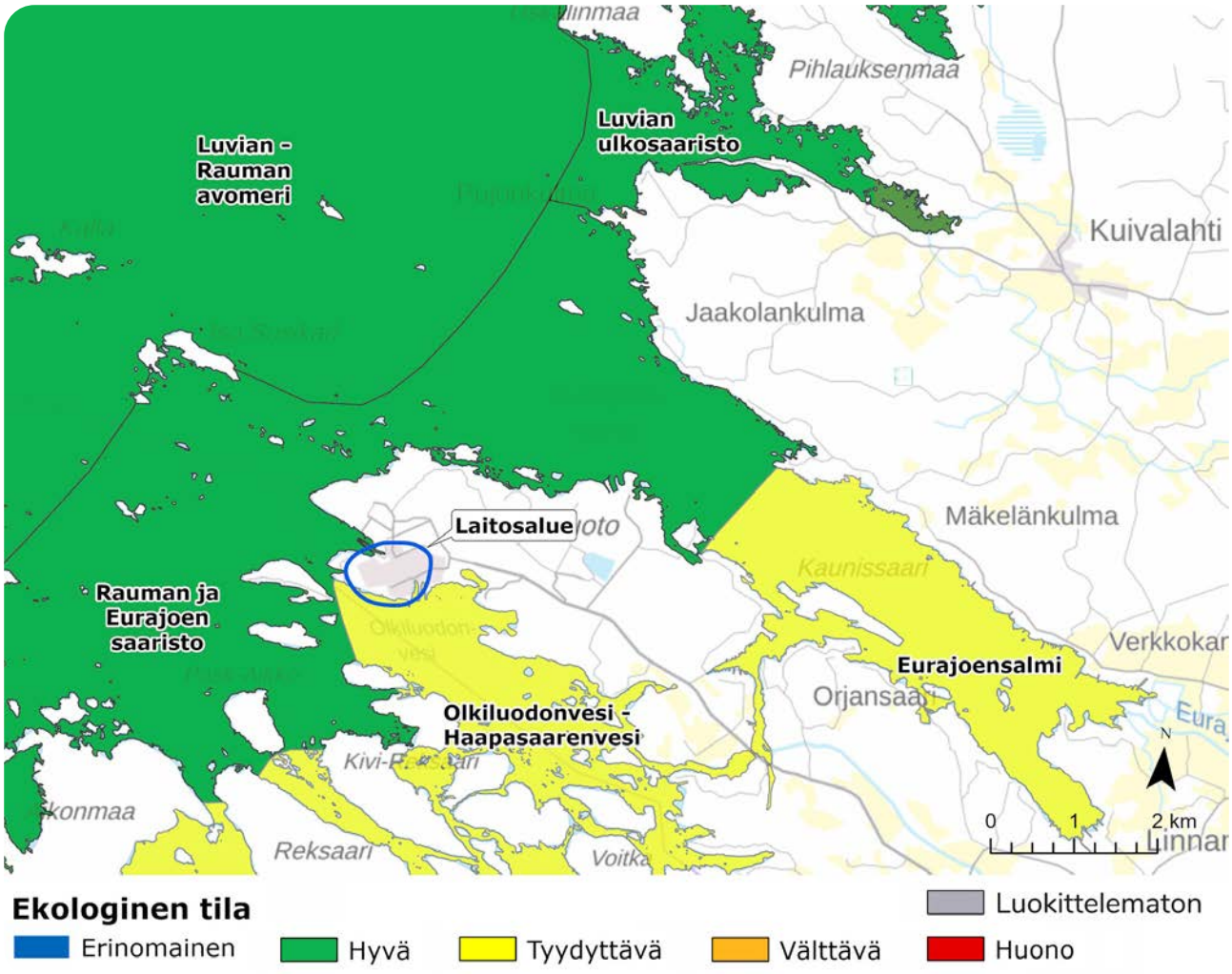
Selkämeren uloimpien rannikkovesien ekologinen tila on pääasiassa hyvä. Sen sijaan sisemmissä rannikkovesissä on myös tyydyttävässä tai välttävässä tilassa olevia alueita etenkin jokisuistoissa, joissa jokien tuoma ravinnekuormitus laskee tilaluokitusta *(Westberg ym. 2022, Ympäristöhallinto 2024a)*.

Vesimuodostumat Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Luvian–Rauman avomeri on vesienhoidon 3. suunnittelukaudella arvioitu ekologiselta tilaltaan hyviksi (Kuva 38, Taulukko 34). Olkiluodonvesi–Haapasaarenvesi vesimuodostuman ekologinen tila nousi 2. suunnittelukaudella tyydyttävästä hyväksi, mutta on pudonnut takaisin tyydyttäväksi kolmannella kaudella. Biologisista laatutekijöistä luokitusta laskivat kasviplankton, jota on luokittelussa kuvattu a-klorofylli muuttujalla, sekä fysikaalis-kemiallista laatutekijää kuvaavat muuttujat kokonaistyppi ja näkösyvyys (Taulukko 34). Eurajoensalmen ekologinen tila on ollut tyydyttävä kaikilla tarkastelu-

kausilla. Biologisista laatutekijöistä kasviplankton (a-klorofylli) on luokiteltu välttäväksi, fysikaalis-kemiallisista tilaa kuvaavista muuttujista kokonaistyppi ja -fosfori on luokiteltu välttäviksi ja näkösyvyys huonoksi (Taulukko 34). Eurajoensalmi-vesimuodostuman tilaa heikentää ennen kaikkea jokivesien tuoma ravinnekuormitus.

Vesimuodostuma Rauman ja Eurajoen saaristo on arvioitu hydrologis-morfologisilta ominaisuuksiltaan tyydyttäväksi ja merialueella on havaittavissa ihmistoiminnan aiheuttamia muutoksia (Taulukko 34). Muiden vesimuodostumien tila on arvioitu hydrologian ja esteettömyyden osalta hyväksi tai erinomaiseksi.

Vesienhoidon 1. ja 2. suunnittelukaudella kaikkien vesimuodostumien kemiallinen tila arvioitiin hyväksi. Kolmannella suunnittelukaudella kaikkien Suomen pintavesien kemiallinen tila on kuitenkin arvioitu hyvää huonommaksi polybromattujen difenyylieettereiden ympäristönlaatunormin tiukentumisen vuoksi. Muiden aineiden osalta kemiallinen tila on kaikissa vesimuodostumissa hyvä. *(Ympäristöhallinto 2024a)*



Kuva 38. Olkiluodon merialueen vesimuodostumat ja niiden ekologinen tila vesienhoidon 3. suunnittelukaudella.

Taulukko 34. Olkiluodon merialueen vesimuodostumat ja niiden ekologinen tila vesienhoidon 3. suunnittelukaudella. Taulukossa on esitetty lukuarvot sekä suluissa skaalattu ELS (ekologinen laatusuhde). Suluissa esitetty hyvä-tyydyttävä luokan raja-arvo (Ses: Selkämeren sisemmät rannikkovesimuodostumat, Seu: Selkämeren ulommat rannikkovesimuodostumat).

Vesimuodostuma	Rauman ja Eurajoen saaristo	Luvian–Rauman avomeri	Olkiluodonvesi–Haapasaarenvesi	Eurajoensalmi
Tunnus	3_Ses_038	3_Seu_110	3_Ses_040	3_Ses_039
Pintavesityyppi	Selkämeren sisemmät rannikkovedet	Selkämeren ulommat rannikkovedet	Selkämeren sisemmät rannikkovedet	Selkämeren sisemmät rannikkovedet
Vesienhoitoalue	Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalue			
Kemiallinen tila	**hyvää huonompi**	**hyvää huonompi**	**hyvää huonompi**	**hyvää huonompi**
Ekologinen tila	**hyvä**	**hyvä**	**tyydyttävä**	**tyydyttävä**
Biologinen	**hyvä (0,64)**	**hyvä (0,62)**	**tyydyttävä (0,62)**	**tyydyttävä (0,38)**
Kasviplankton	hyvä (0,60)	tyydyttävä (0,56)	tyydyttävä (0,55)	välttävä (0,38)
a-klorofylli (H/T Ses 2,7; Seu 2,1 µg l-1)	hyvä 2,7 µg/l	tyydyttävä 2,5 µg/l	tyydyttävä 3,4 µg/l	välttävä 6,2 µg/l
Kokonaisbiomassa	-	hyvä 0,32 mg/l	-	-
Muu vesikasvillisuus – makrolevät; Fucus vyöhykkeen alaraja	tyydyttävä 2,6 m	-		
Pohjaeläimet	hyvä 0,78	hyvä 0,68	hyvä 0.69	-
BBI-indeksi	hyvä 0,9 ELS	hyvä 0,7 ELS	hyvä 0,7 ELS	-
Fysikaalis-kemiallinen	**hyvä**	**hyvä**	**tyydyttävä**	**välttävä**
kokonaisfosfori (H/T Ses 20; Seu 14 µg/l)	hyvä 19,4 µg/l	tyydyttävä 14,2 µg/l	hyvä 19,5 µg/l	välttävä 27,2 µg/l
kokonaistyppi (H/T Ses 315; Seu 275 µg l-1)	tyydyttävä 318,3 µg/l	hyvä 265,2 µg/l	tyydyttävä 325,5 µg/l	välttävä 436,3 µg/l
näkösyvyys (H/T Ses 3,3; Seu 4,1 m)	tyydyttävä 3,2 m	hyvä 4,2 m	tyydyttävä 2,6 m	huono 1,4 m
Hydrologis-morfologinen	**tyydyttävä**	**erinomainen**	**hyvä**	**hyvä**
morfologia	tyydyttävä	hyvä	hyvä	hyvä
esteettömyys	erinomainen	erinomainen	erinomainen	erinomainen

Vesienhoidon kolmannella tarkastelukaudella vesimuodostumat Eurajoen alaosa ja Lapinjoki, joihin kohdistuu raakavedenottoa, on luokiteltu ekologiselta tilaltaan tyydyttäviksi. Molemmissa, joissa biologiset laatutekijät ovat hyvässä tilassa, mutta vesimuodostumissa näkyy ihmisen toiminnan vaikutus, mikä ilmenee korkeasta ravinnekuormituksesta ja hydrologis-morfologisesta muuttuneisuudesta (Taulukko 35).

Taulukko 35. Eurajoen alaosan ja Lapinjoen ekologinen ja kemiallinen tila vesienhoidon 3. suunnittelukaudella. Suluissa esitetty hyvä-tyydyttävä luokan raja-arvo ja ekologisen tilan laatutekijöiden lukuarvot. (Ssa: Suuret savimaiden joet, Kk: keskisuuret kangasmaiden joet).

Vesimuodostuma	Eurajoen alaosa	Lapinjoki
Tunnus	34.011_y01	33.001_y01
Pintavesityyppi	Suuret savimaiden joet	Keskisuuret kangasmaiden joet
Vesienhoitoalue	Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalue	
Kemiallinen tila	**hyvää huonompi**	**hyvää huonompi**
Ekologinen tila	**tyydyttävä**	**tyydyttävä**
Biologinen	**hyvä**	**hyvä**
Muu vesikasvillisuus - päällyslevät eli perifyton	hyvä	hyvä
Tyyppiominaiset taksonit (lkm) (H/T Ssa 14,3; Kk 9,8)	tyydyttävä (13 lkm)	hyvä (10 lkm)
Prosenttinen mallinkaltaisuus	erinomainen	erinomainen
Pohjaeläimet	hyvä	hyvä
Tyyppiominaiset taksonit (lkm) (Ssa 16,5; Kk 14,3)	hyvä (18,75 lkm)	erinomainen (19,30 lkm)
Tyyppiominaiset EPT-heimot (lkm) (H/T Ssa 9,0; Kk 6,7)	erinomainen (12,82 lkm)	erinomainen (9,49 lkm)
Prosenttinen mallinkaltaisuus	hyvä	tyydyttävä
Fysikaalis-kemiallinen	**hyvä**	**tyydyttävä**
Kokonaisfosfori (µg/l) (H/T SSa 60,0; Kk 35,0 µg/l)	hyvä (53,57 µg/l)	tyydyttävä (47,1 µg/l)
kokonaistyppi (H/T Ssa -; kk 800 µg l)	1 936,3 µg/l	välttävä (1 781,33 µg/l)
pH-minimi (H/T Ssa -; Kk 5,6)	6,1 m	erinomainen (5,9 lkm)
Hydrologis-morfologinen	**tyydyttävä**	**tyydyttävä**
esteettömyys	erinomainen	välttävä
Hydrologia	hyvä	erinomainen
morfologia	välttävä	tyydyttävä

Merenhoitosuunnitelma

Kansalliset merenhoitosuunnitelmat laaditaan kaikissa EU:n merenrantavaltioissa. Suomen merenhoitosuunnitelman tavoitteena on saavuttaa meren hyvä tila. Merenhoitosuunnitelma koskee koko Suomen merialuetta rantaviivasta talousvyöhykkeen ulkorajalle. Suunnitelma koostuu kolmesta osasta:

I. Arvio meren nykytilasta, hyvän tilan määritelmät ja yleiset ympäristötavoitteet sekä indikaattorit (2018)
II. Suomen merenhoitosuunnitelman seurantaohjelma (2020)
III. Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma vuosille 2022–2027 (2021)

Meriympäristön tilaa määritettäessä huomioidaan merenhoitosuunnitelmassa listatut 11 hyvän tilan laadullista kuvaajaa:

1. Pidetään yllä biologista monimuotoisuutta. Luontotyyppien laatu ja esiintyminen ja lajien levinneisyys ja runsaus vastaavat vallitsevia fysiografisia, maantieteellisiä ja ilmastollisia oloja.
2. Ihmisen toiminnan välityksellä leviävien tulokaslajien määrät ovat tasoilla, jotka eivät haitallisesti muuta ekosysteemejä.
3. Kaikkien kaupallisesti hyödynnettävien kalojen sekä äyriäisten ja nilviäisten populaatiot ovat turvallisten biologisten rajojen sisällä siten, että populaation ikä- ja kokojakauma kuvastaa kannan olevan hyvässä kunnossa.
4. Meren ravintoverkkojen kaikki tekijät, siltä osin kuin ne tunnetaan, esiintyvät tavanomaisessa runsaudessaan ja monimuotoisuudessaan ja tasolla, joka varmistaa lajien pitkän aikavälin runsauden ja niiden lisääntymiskapasiteetin täydellisen säilymisen.
5. Ihmisen aiheuttama rehevöityminen, erityisesti sen haitalliset vaikutukset, kuten biologisen monimuotoisuuden häviäminen, ekosysteemien tilan huononeminen, haitalliset leväkukinnat ja merenpohjan hapenpuute, on minimoitu.
6. Merenpohjan koskemattomuus on sellaisella tasolla, että ekosysteemien rakenne ja toiminnot on turvattu ja että etenkään pohjaekosysteemeihin ei kohdistu haitallisia vaikutuksia.
7. Hydrografisten olosuhteiden pysyvät muutokset eivät vaikuta haitallisesti meren ekosysteemeihin.
8. Epäpuhtauksien pitoisuudet ovat tasoilla, jotka eivät johda pilaantumisvaikutuksiin.
9. Kalojen ja ihmisravintona käytettävien muiden merieliöiden epäpuhtaustasot eivät ylitä lainsäädännössä tai muissa asiaa koskevissa normeissa asetettuja tasoja.
10. Roskaantuminen ei ominaisuuksiltaan eikä määrältään aiheuta haittaa rannikko- ja meriympäristölle.
11. Energian mereen johtaminen, mukaan lukien vedenalainen melu, ei ole tasoltaan sellaista, että se vaikuttaisi haitallisesti meriympäristöön.

Itämeren suojeluohjelma HELCOM



Suomi on allekirjoittanut Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskevan yleissopimuksen eli Helsingin sopimuksen, mikä velvoittaa vähentämään kuormitusta kaikista päästölähteistä, suojelemaan meriluontoa ja ylläpitämään meriluonnon monimuotoisuutta *(Helsingin yleissopimus Itämeren suojelusta)*. Sopimukseen ovat sitoutuneet kaikki Itämeren rannikkovaltiot. Sopimuksen toteutumista valvoo Itämeren suojelukomissio (Helsinki Commission / HELCOM), joka antaa myös siihen liittyviä suosituksia. Komission laatimassa Itämeren suojelun toimenpideohjelmassa (*HELCOM 2021b)* asetetaan Itämeren rannikon valtioille alustavat enimmäismäärät ravinteiden päästölle. Toimenpideohjelman tavoitteena on saavuttaa Itämeren hyvä tila. Toimenpideohjelma listaa rehevöitymisen ja vieraslajit keskeisimmiksi Itämeren tilaan vaikuttaviksi paineiksi ja on suositellut hoitotavoitteita ihmisen toiminnasta peräisin olevan ravinnekuormituksen minimoimiseksi sekä vieraslajien leviämisen estämiseksi.

Merialuesuunnitelma

EU:n merialuesuunnitteludirektiivi edellyttää EU:n rannikkovaltiota laatimaan kansalliset merialuesuunnitelmat, joilla pyritään edistämään merialueiden kestävää talouskasvua, merten luonnonvarojen kestävää käyttöä ja ekosysteemien suojelua tilanteessa, jossa merialueen käyttö ja ihmispaineet lisääntyvät. Merialuesuunnitelman avulla pyritään sovittamaan yhteen merialueille kohdistuvia eri intressejä ja ennaltaehkäisemään niiden välisiä ristiriitoja. Eri toimintojen yhteensovittamisella pyritään myös saavuttamaan synergiaetuja merellisten käyttömuotojen välillä. Suomessa merialuesuunnittelua säännellään maankäyttö- ja rakennuslaissa.

Merialuesuunnitelmassa on luotu jokaiselle merialueelle tavoitetila vuoteen 2030 mennessä. Tämä tavoitetila kuvaa seuraavan kymmenen vuoden aikana saavutettavaa merialuesuunnitelman mukaista kehitystä, jota vasten voidaan peilata myös vaikutusten arviointia.

Saaristomeren ja Selkämeren eteläosan kehityskuva 2030 on esitetty alla:

- Vuoteen 2030 mennessä eteläisen Selkämeren keskeinen sijainti on mahdollistanut alueen kehittymisen merkittäväksi Itämeren toimijaksi, ja suunnittelualue on vahvistanut asemaansa Itämeren markkina-alueella. Suunnitelman mukaan merellisiä toimintoja kehitetään alueella edistäen meriympäristön hyvää tilaa ja vedenalaisen luonnon monimuotoisuutta.
- Alueella sijaitsee kansainvälisesti erittäin kilpailukykyinen korkean teknologian meriteollisuuden keskittymä, johon liittyy laaja alihankintaverkosto. Meri- ja teknologiateollisuudessa on panostettu meriympäristön tilaa parantaviin teknologisiin ratkaisuihin, tuotekehitykseen sekä seuraavan sukupolven tuotteisiin ja palveluihin.
- Kalastus on elinvoimainen elinkeino merialueella, ja sen rinnalla vesiviljely on kasvattanut merkitystään. Elintarviketeollisuudella on suuri merkitys alueella ja sen kasvu- ja tuotekehitysmahdollisuuksia on hyödynnetty tuottavasti.
- Uusiutuvien energiamuotojen kokonaisratkaisut ovat olleet alueellisen kehityksen keskiössä. Uusiutuvan energian tuotantoa, käyttöä ja siihen liittyvää yrittäjyyttä on edistetty ja alueen laaja energiaosaaminen on mahdollistanut toimialan kasvun. Merituulivoimapuistojen rakentaminen on yhdistänyt energia-, offshore- ja teknologiateollisuuden osaamista uudella tavalla, joka ei ole enää sidoksissa perinteisiin toimialarajoihin.
- Alueella sijaitsee kansainvälisesti ainutlaatuinen luonto- ja maisemakokonaisuus. Alueen saaristo- ja rannikkoluonto ja kulttuuriperintö ovat elinvoimaisia, hyvin säilyneitä ja ovat pääomaa ja vetovoimatekijöitä matkailulle. Matkailua koordinoidaan ja kehitetään maakunnallisesti.
- Elinvoimaisessa saaristossa on laadukkaat palvelut asukkaille ja se on hyvin saavutettavissa.

Merialuesuunnitelmassa tunnistetaan myös kehityskuvan aiheuttamat positiiviset ja negatiiviset vaikutukset meriluonnon monimuotoisuudelle.

Positiiviset vaikutukset:

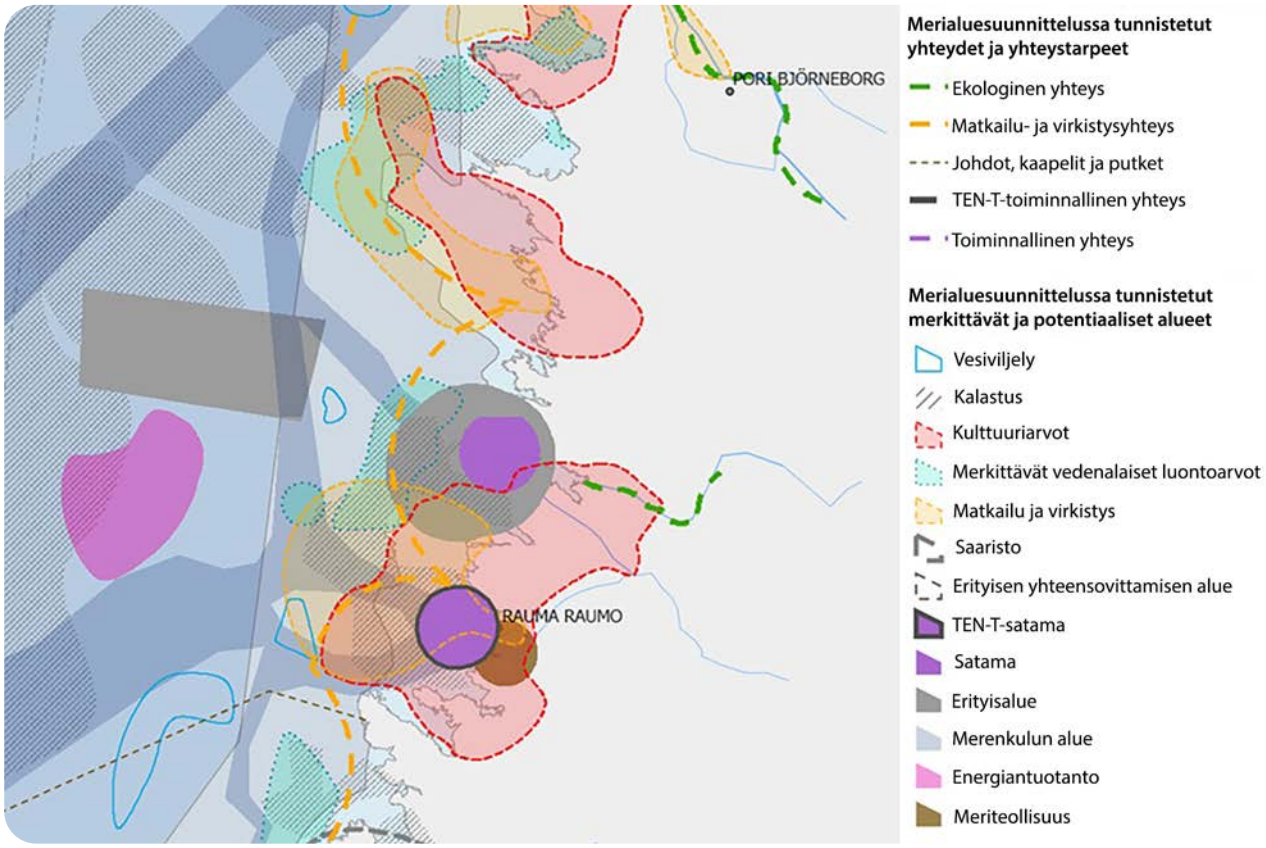
- Luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävien alueiden tunnistamisella on positiivinen vaikutus meriympäristöön, sillä arvokkaiden vedenalaisten luontotyyppien sijaintien tunnistaminen lisää tietoa vedenalaisista luontoarvoista. Merialuesuunnittelussa esille nostetut EMMA-alueet sekä merkittävät ekologiset yhteydet auttavat huomioimaan merellisten toimintojen suunnittelussa ekosysteemien toiminnan kannalta merkittäviä arvoja. Myös matkailu luo painetta Itämeren ja meriympäristön sekä Saaristomeren ja eteläisen Selkämeren kulttuuriperintökohteiden suojelulle ja säilyttämiselle. Matkailun ja kulttuuriperintökohteiden merkittävän potentiaalin tunnistaminen tukee välillisesti meriympäristön suojelutavoitteita ja hyvän tilan saavuttamista.
- Suunnitelmassa on osoitettu olemassa oleva toiminnallinen Turku–Tukholma -yhteys, joka on osa Skandinavia–Välimeri TEN-T -ydinverkkokäytävää. TEN-T-verkon kehittämisen tavoitteena on ympäristöystävällisempi liikenne (mm. puhtaampien kuljetusmuotojen edistäminen, nopeat laajakaistayhteydet, uusiutuvan energian käyttö), jolla on pitkällä aikavälillä myönteinen vaikutus ympäristöpäästöjen vähenemisen myötä.
- Ruoppausmassojen läjitykseen sopivien alueiden tunnistaminen saattaa edistää meriympäristön tilaa, mikäli nykyisin luonnon kannalta huonommilla paikoilla sijaitsevia läjitysalueita sijoitetaan tulevaisuudessa selvityksessä osoitetuille kestävämmille alueille.

- Osoitetut vesiviljelylle potentiaaliset alueet ovat nykyisiä sisäsaaristossa sijaitsevia kalankasvatusalueita ulompana merellä, jolloin ympäristövaikutukset ovat paikallisesti lievempiä. Mikäli kasvatusta lisätään tai siirretään ulommille alueille, vaikutus voi olla paikallisesti positiivinen sisäsaaristossa. Kalankasvatuksen tuotantomäärien lisääminen on asetettu kansalliseksi tavoitteeksi. Tuotantomäärien kasvattaminen lisää paikallisesti ravinnekuormitusta, joten sijainninohjauksella pyritään minimoimaan ravinnelisäyksestä syntyviä haittoja. Vesiviljelyn kehittämisen lähtökohtana on uusien teknologioiden tuomat mahdollisuudet kalankasvatuksen sijoittumiselle niin, että mereen ja meriympäristöön kohdistuva kuormitus olisi mahdollisimman vähäistä.

Negatiiviset vaikutukset:

- Suunnitelmakartassa on osoitettu merituulivoimalle soveltuvia alueita Saaristomeren eteläpuolella sekä Selkämeren eteläosassa. Paikallisesti merituulivoimalla on negatiivinen vaikutus vesistöön erityisesti rakentamisen aikana. Merituulivoiman rakentamisen edellyttämä merenpohjan muokkaustarve ja siitä aiheutuvat vaikutukset riippuvat käytettävissä olevan alueen merenpohjan laadusta (mm. mahdollinen läjitystarve, räjäytykset). Lähempänä rannikkoa sijaitsevien alueiden muokkauksella on suuremmat ympäristövaikutukset merenpohjan sedimenttiaineksen lähtiessä liikkeelle rannikon jo lähtökohtaisesti heikommasta meriympäristön tilasta johtuen. Pysyvämpiä negatiivisia ympäristövaikutuksia ovat mahdolliset maisemahaitat sekä melu. Merituulivoiman käytönaikaisten huoltotoimien vaikutukset riippuvat niiden laajuudesta (esim. haitallisten aineiden vuodot).
- Pitkällä aikavälillä on ennustettu meriliikennemäärien kasvua. Lisäksi saaristomatkailun kehittäminen saattaa lisätä liikennemääriä saaristossa. Lisääntyvä liikenne aiheuttaa haitallista eroosiovaikutusta saaristossa rannikon läheisyydessä. Lisäksi melu ja päästöt ilmaan ja veteen lisääntyvät.
- Kasvavalla matkailun toimialalla saattaa olla negatiivisia vaikutuksia meriympäristöön kulutuksen, häiriöiden, jätteiden ja melutason mahdollisesti lisääntyessä. Negatiivisia vaikutuksia voidaan vähentää matkailijavirtojen ohjauksella ja matkailukokonaisuuksien luomisella. Veden osalta vaikutus on ristiriitainen, sillä puhdas vesistö voidaan nähdä keskeisenä edellytyksenä matkailu- ja virkistystoiminnan harjoittamiselle.

Merialuesuunnitelmassa Olkiluodon voimalaitosalue ja ydinpolttoaineen loppusijoituksen alueet sekä niiden suojavyöhyke on merkitty erityisalueeksi (Kuva 39). Erityisalueella tarkoitetaan erityisiä ja muista poikkeavia mereen kytkeytyviä toimintoja. Merialuesuunnitelman mukaan erityisalueiden ympäristöä kehitettäessä on tärkeää ottaa huomioon erityistoimintojen asettamat rajoitukset muille toiminnoille ja selvitettävä mahdollisuuksia alueiden monikäyttöön. Merialuesuunnitelmassa mainitaan, että ydinvoimalaitos voi jatkossakin käyttää merivettä voimalaitosten jäähdytysvetenä, mutta vesien lämpöenergian hyötykäyttöä tulisi tarkastella, jotta jäähdytysvesien johtaminen sellaisenaan takaisin mereen vähenisi *(Merialuesuunnitelma 2024)*.



Kuva 39. Ote merialuesuunnitelmasta 2030, jossa Olkiluodon merialue on merkitty erityisalueeksi.

6.8.2.11. Vaikutuskohteen herkkyys

Yleisiä pintavesien herkkyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat alueen arvoon liittyvät tekijät, kuten suojeluarvot sekä suojeltujen tai herkkien lajien esiintyminen vaikutusalueella. Lisäksi vaikutusalueen ympäristötekijät, kuten valuma-alueen koko, vesialueen tilavuus sekä virtaus- ja sekoittumisolosuhteet vaikuttavat siihen, kuinka altis vaikutuskohde on muutoksille ja kuinka kohde palautuu mahdollisista muutoksista. Herkkyyttä lisääväksi kriteeriksi katsotaan myös riski, joka heikentää vesimuodostuman ekologista tai kemiallista tilaa sekä riski, joka estää hyvän tilan saavuttamisen.

OL1-laitosyksikön toiminta alkoi vuonna 1978, joten voimalaitoksen vaikutustarkkailusta on olemassa pitkät aikasarjat, joiden perusteella voidaan kattavasti arvioida Olkiluodon voimalaitoksen vaikutuksia lähimerialueeseen. Olkiluodon merialueella herkkyyttä vähentäviä tekijöitä ovat veden hyvä vaihtuvuus ja suotuisat sekoittumisolosuhteet. Vaikutusalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse erityisiä tai herkkiä kohteita, joihin vedenlaatu ja sen muutokset vaikuttaisivat. Pohjaeläimistö on tavanomaista pehmeiden pohjien lajistoa.

Merialueen herkkyyttä lisääviä tekijöitä ovat jokivesien tuoma voimakas ravinnekuormitus, havaittu rehevöityminen sekä ajoittaiset vähähappiset olosuhteet pohjan läheisessä vesikerroksessa. Talvella jääpeite voi heikentää jäähdytysveden purkualueen sekoittumisolosuhteita. Kaikki vaikutusalueen vesimuodostumat eivät vielä toistaiseksi ole saavuttaneet hyvää ekologista tilaa, mikä nähdään myös herkkyyttä lisäävänä tekijänä. Näin ollen Olkiluodon lähimerialue arvioidaan herkkyydeltään kohtalaiseksi.



6.8.3. Ympäristövaikutukset

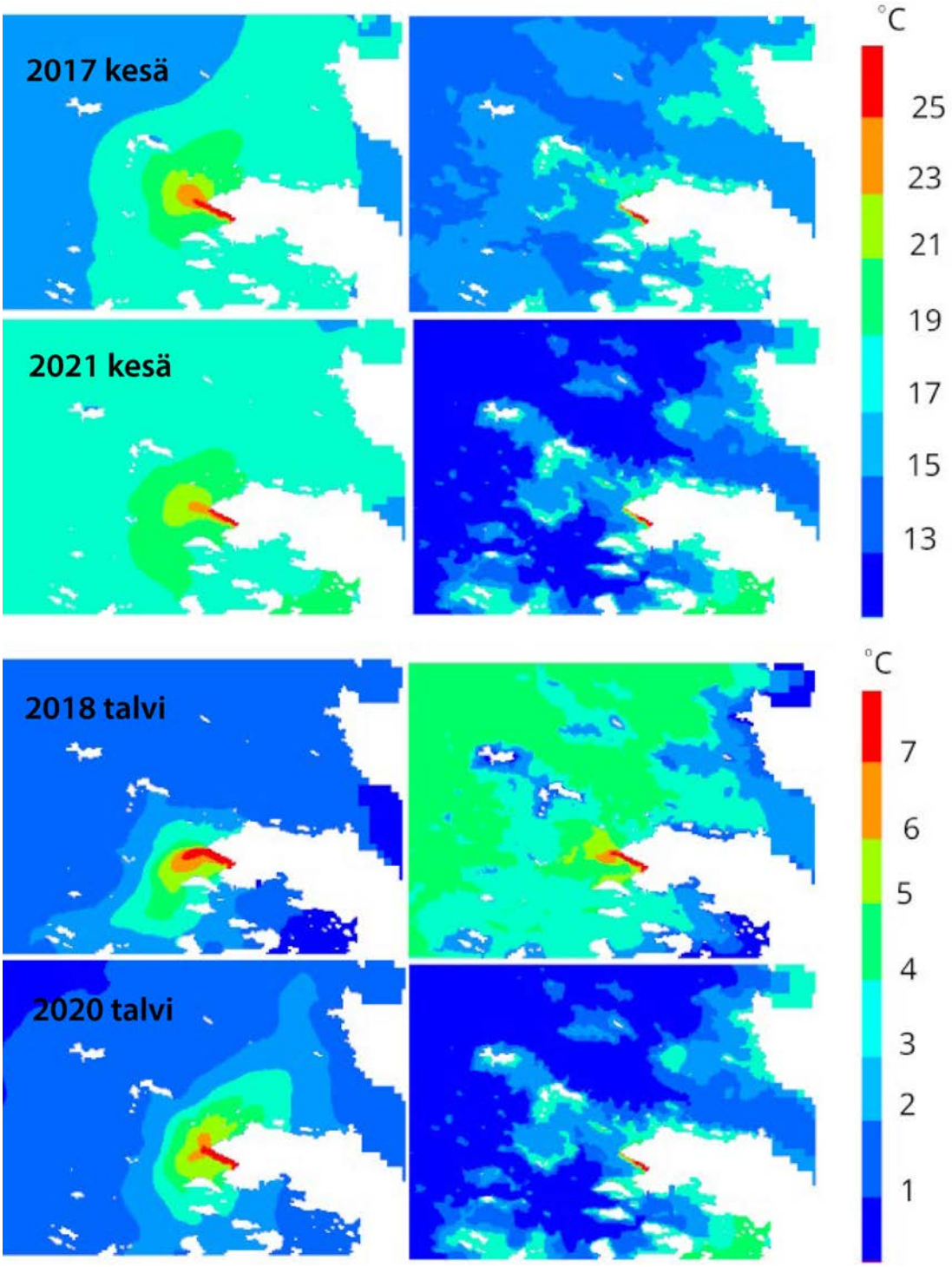
6.8.3.1. Käytön jatkaminen

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Jos käyttöikää jatketaan, on mahdollista, että olemassa olevaa KPA-varastoa laajennetaan. Varaston rakentaminen sijoittuu olemassa olevan laitosalueen sisäpuolelle, eikä sen rakentamistöistä muodostu vaikutuksia pintavesiin. Seuraavassa on kuvattu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen toiminnan aikaisia vaikutuksia.

Vaikutukset lämpötila- ja kerrostuneisuusolosuhteisiin

Olkiluodon voimalaitoksen merkittävimmät pintavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat toiminnan aikaisia ja muodostuvat voimalaitoksen lämpimän jäähdytysveden johtamisesta mereen. OL1- ja OL2-laitosyksiköistä jäähdytysvettä johdetaan 38 m^3/s per laitosyksikkö. Ydinvoimalaitokselta mereen purettava jäähdytysvesi on selvästi ympäröivää merivettä lämpimämpää (Kuva 40). Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset näkyvät pääasiassa päällysvedessä, mutta jäähdytysveden purkuvirtauksen lähiympäristössä myös pohjan läheisessä vesikerroksessa. Lämmin vesi jäähtyy ja sekoittuu nopeasti viileämpään meriveteen, joten lämpökuormituksen vaikutukset ovat paikallisia ja keskittyvät Olkiluodon lähimerialueelle. Nykytilassa kaikkien laitosyksiköiden jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutukset kohdistuvat pääasiassa Olkiluodon länsipuolella sijaitsevaan Iso Kaalonperän lahteen, joka sijaitsee Rauman ja Eurajoen saaristo nimisessä vesimuodostumassa. Laajimmillaan lämpökuormituksen vaikutukset voivat ulottua ajoittain myös Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumaan (Kuva 40).

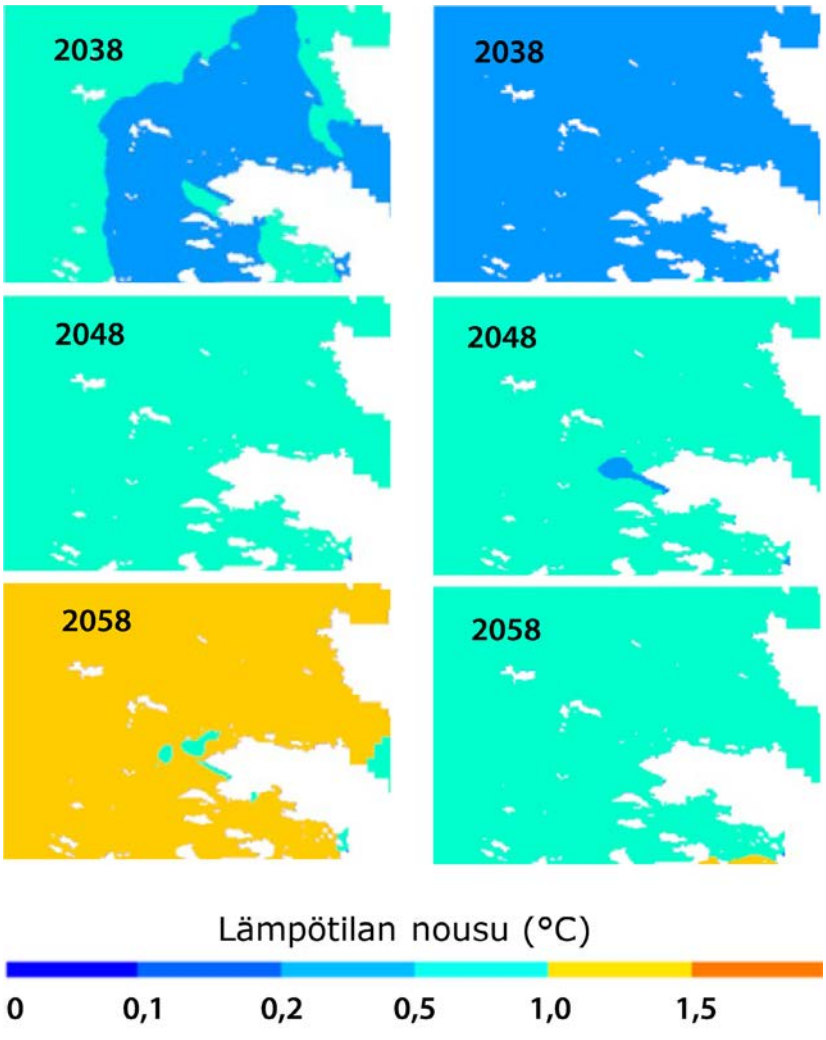


Kuva 40. Keskimääräiset lämpötilat mallinnetuilla vertailujaksoilla. Kuvassa vasemmalla on pintakerros ja oikealla pohjan läheinen vesikerros.

Vesistömallinnustulosten mukaan heinäkuussa, jolloin päällysveden lämpötila on korkeimmillaan, jäähdytysveden purkuvirtauksen lähiympäristössä voi kuumina kesinä esiintyä yli 30 °C lämpötiloja. Mallinnuksen mukaan kesällä 2021 merialue, jolla 30 °C lämpötila ylittyi, oli laajimmillaan noin 2,7 km^2. Viileänä kesänä 2017 30 °C lämpötilaraja ei merialueella ylittynyt. Etenkin kesäisin jäähdytysvesien lämpökuormitus voimistaa veden kerrostuneisuutta, mikä puolestaan heikentää vesimassan sekoittumista. Kuumina kesinä purkuvirtausta lähimmällä vedenlaadun seurantapisteellä Olki 510 on havaittu ajoittaista vähähappisuutta pohjan tuntumassa.

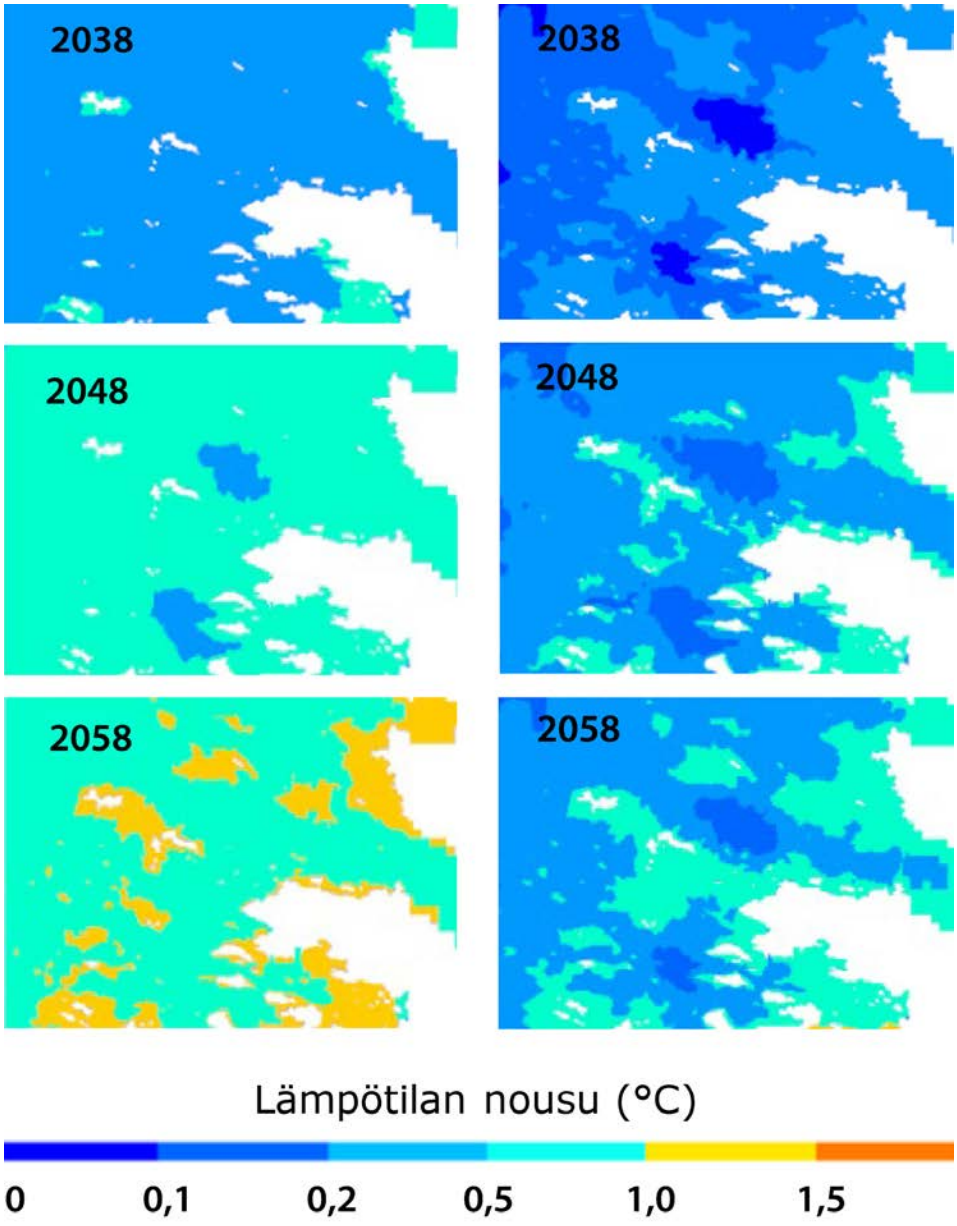
OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisessa voimalaitoksen jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset tulevat pysymään nykyisen kaltaisina, koska voimalaitokselta mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila ja virtaama eivät muutu. Käytön jatkaminen on kuitenkin pitkäaikaista, jolloin ilmastonmuutos tulee voimistamaan meriveden lämpenemistä. Vesistömallinnuksessa huomioitiin OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkaminen nykyisen toiminnan mukaisena ja ilmastonmuutosskenaario SSP5-8.5.

Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta Olkiluodon merialueen pintalämpötilat voivat nousta keskimäärin noin 0,5 °C vuoteen 2038 mennessä, 1 °C vuoteen 2048 mennessä ja noin 1–1,5 °C vuoteen 2058 mennessä (Kuva 41). Avovesikaudella pintalämpötilan nousu on keskimäärin suurempaa viileinä kuukausina ja alhaisempaa kuumina kesinä. Ilmastonmuutoksen myötä yli 30 °C pintalämpötila tulee ylittymään jäähdytysvesien purkuvirran lähialueella myös viileinä kesinä. Kuumina kesinä merialue, jolla yli 30 °C pintalämpötilan raja-arvo ylittyy, voi laajimmillaan olla 5,2 km^2 vuoteen 2058 mennessä. Keskimääräistä lämpimämpinä kesinä purkuvirtauksen kohdalla voi esiintyä 32 °C pintalämpötiloja jo vuonna 2038.



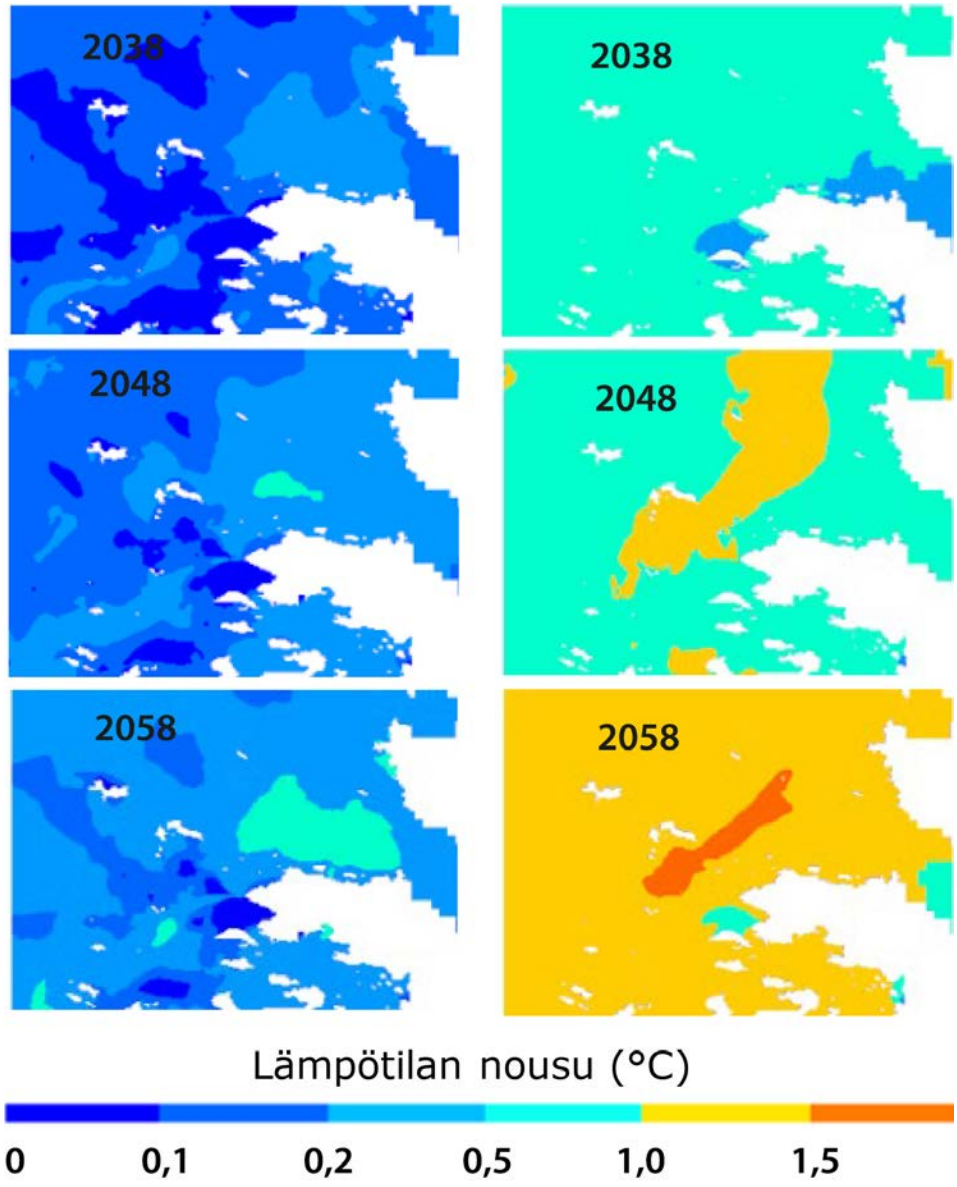
Kuva 41. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden pintakerroksen lämpötiloihin viileänä kesänä (vasemmalla) ja lämpimänä kesänä (oikealla).

Meriveden kerrostuneisuuden takia ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät selkeimmin pintakerroksessa. Avovesikaudella päällysveden lämpeneminen voi voimistaa vesipatsaan kerrostuneisuutta. Pohjanläheisessä vesikerroksessa lämpötilannousu on pintakerrosta vähäisempää, mutta viileinä kesinä matalilla alueilla myös alusveden lämpötila voi nousta enimmillään 1,5 °C korkeammaksi vuoteen 2058 mennessä (Kuva 42). Pohjan läheisen vesikerroksen lämpeneminen on myös riippuvaista paikan syvyydestä, sillä lämpeneminen on voimakkaampaa matalilla alueilla (Kuva 42).

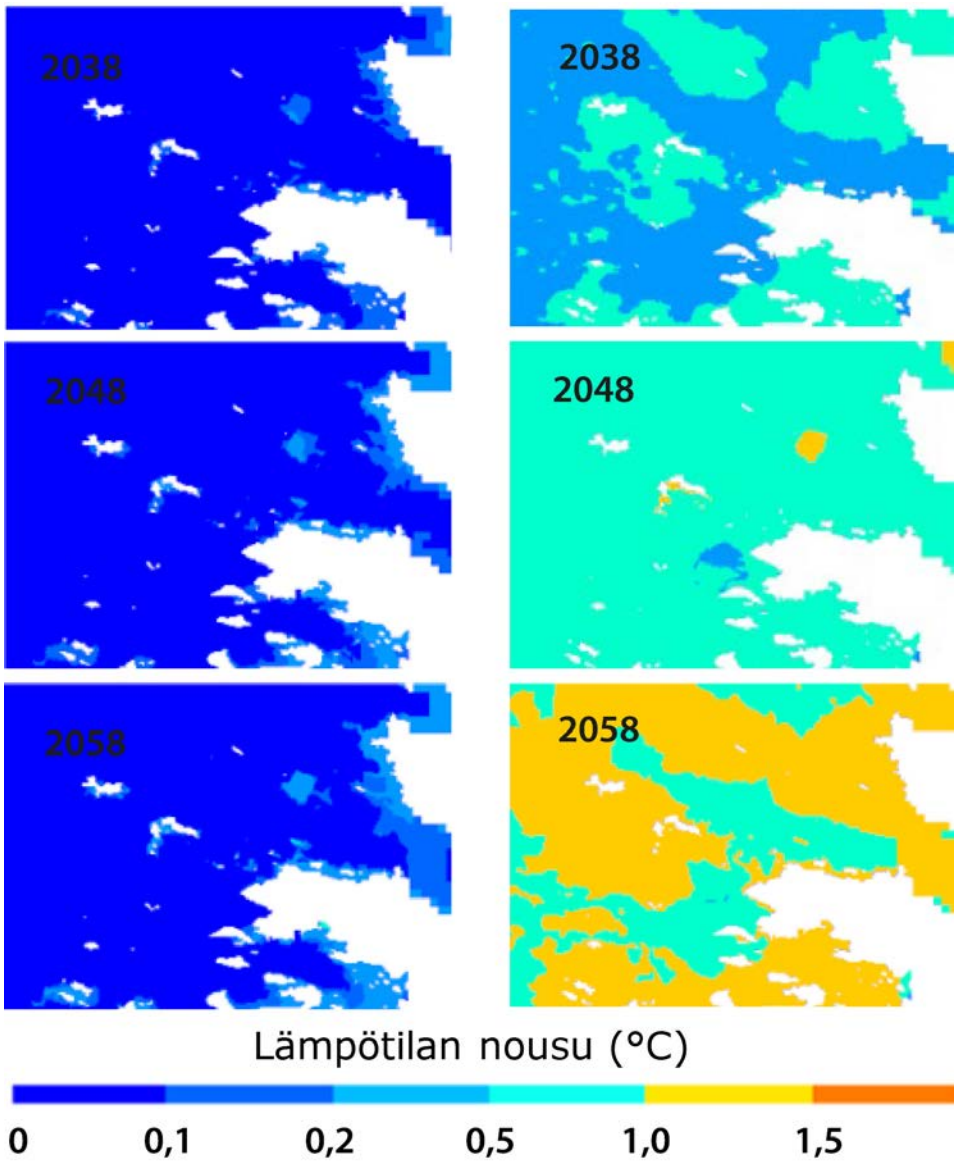


Kuva 42. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden pohjan läheisen kerroksen lämpötiloihin viileänä kesänä (vasemmalla) ja lämpimänä kesänä (oikealla).

Jääpeitteisellä jaksolla ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötilaan ovat vähäiset, sillä ilmastonmuutos vaikuttaa lähinnä jääpeitteen muodostumiseen. Siksi meriveden lämpötilannousu on suurempaa leutoina talvina kuin kylminä talvina (Kuva 43, Kuva 44). Leutoina talvina avovesiaikana meriveden pintakerroksen lämpötila voi nousta yli 1,5 °C ja pohjan läheisen kerroksen 1–1,5 °C verrattuna nykytilaan. Kylminä talvina avovesiaikana lämpötilannousu on pintavesikerroksessa suurimmillaan 1 °C. Pohjan läheisessä vesikerroksessa merkittävää lämpötilannousua ei ole havaittavissa.



Kuva 43. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden pintakerroksen lämpötiloihin kylmänä talvena (vasemmalla) ja leutona talvena (oikealla).



Kuva 44. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden pohjan läheisen kerroksen lämpötiloihin kylmänä talvena (vasemmalla) ja leutona talvena (oikealla).

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminta ei muutu käytön jatkamisen aikana verrattuna nykytilaan. Siten käytön jatkaminen ei muuta jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutusta tai vaikutusalueen laajuutta. Ilmastonmuutoksella on Olkiluodon jäähdytysvesien lämpökuormitusta merkittävämpi vaikutus merialueen lämpenemiseen. Käytön jatkamisen tapauksessa jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutukset merialueella ovat kuitenkin pitkäkestoisia, kun toiminta jatkuu joko vuoteen 2048 tai 2058, minkä vuoksi merialueen lämpötilaan ja kerrostuneisuuteen kohdistuvat vaikutukset arvioidaan suuruudeltaan vähäisiksi kielteisiksi.

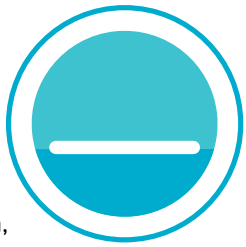
Vaikutukset virtauksiin

OL1- ja OL2-laitosyksiköt käyttävät merivettä jäähdytysvetenä. Vettä otetaan ja puretaan yhteensä 76 m^3/s. Jäähdytysvesi otetaan merestä Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi-nimisestä vesimuodostumasta voimalaitosalueen eteläpuolelta, mikä aiheuttaa paikallisen pohjoiseen suuntautuvan virtauksen vedenottotunnelin suun läheisyyteen. Useat salmet ja kapeikot erottavat Olkiluodonveden avomerestä, joten tuulet eivät merkittävästi muuta jäähdytysveden otosta aiheutuvia virtauksia.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvedet puretaan mereen voimalaitosalueen länsipuolelle Iso Kaalonperän lahteen. Jäähdytysveden purku aiheuttaa voimakkaan länteen suuntautuvan virtauksen. Jäähdytysveden purkaminen pintakerrokseen voi voimistaa veden kerrostuneisuutta ja vaikuttaa jääoloihin, millä on vähäisiä vaikutuksia paikallisiin virtauksiin.

Käyttöä jatkettaessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden meriveden otto ja -purkumäärät säilyvät samoina kuin nykytilanteessa. Siten käytön jatkamisen vaikutukset merialueen virtauksiin arvioidaan merkityksettömiksi.

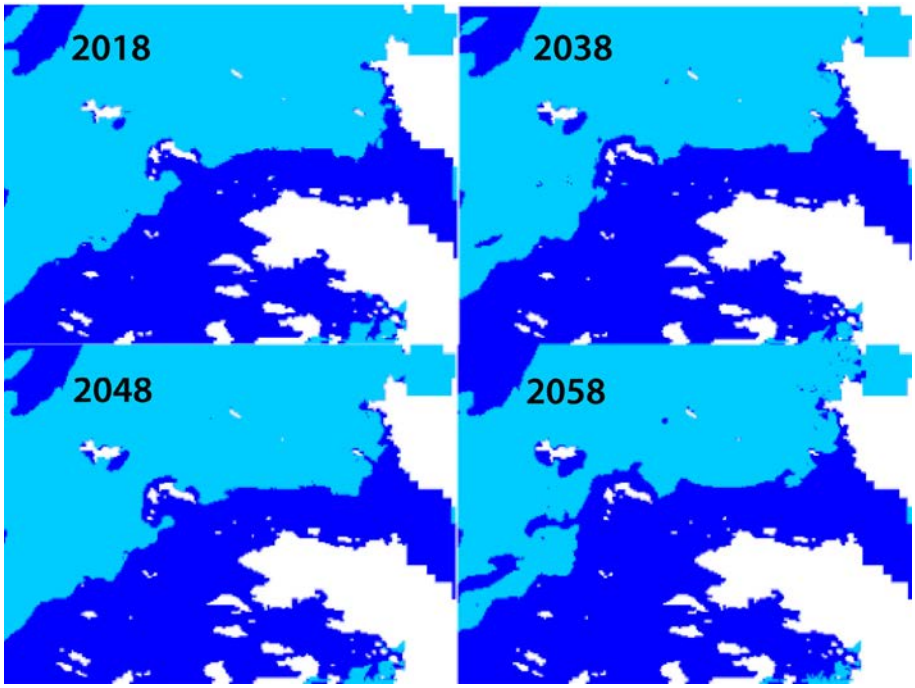
Vaikutukset jääolosuhteisiin



Olkiluodon merialueen jäätilanne vaihtelee luonnollisesti paljon vuosien välillä. Leutoina talvina Olkiluodon merialue pysyy kokonaan sulana. Tyypillisinä talvina jäähdytysvedenottokanavien ympäristö jäätyy, mutta jäähdytysveden purkupuoli pysyy sulana. Kiintojääalue kasvaa merelle päin, jos alueella esiintyy pidempiä pakkasjaksoja. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset näkyvät Olkiluodon läntisellä merialueella, jossa sulan ja heikkojen jäiden alueen laajuus vaihtelee vuosittain.

Vesistömallinnuksen (Liite 5) mukaan ilmastonmuutoksen vaikutus Olkiluodon merialueen jääolosuhteisiin on suurempi, kuin jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutus. Ilmastonmuutoksen arvioidaan pienentävän Itämeren jääpeitteen pinta-alaa sekä lyhentävän jäätalvea. Jäätalvien ennustetaan pitkällä aikavälillä lyhenevän molemmista päistään, mutta jäätymisen ajankohta tulee muuttumaan enemmän kuin jäiden lähtöpäivämäärä *(Ilmatieteen laitos 2022a)*.

Ilmastonmuutoksen arvioidaan nostavan meriveden lämpötilaa ja vähentävän jääpeitettä Itämeressä *(Meier ym. 2022a & 2022b)*. Ilmastonmuutoksen vaikutuksesta jääkannen laajuus voi Olkiluodon merialueella hieman pienentyä ja jää ohentua nykytilaan verrattuna, mikä voi haitata talvella muun muassa jäällä kulkemista (Kuva 45). Toisaalta ilmastonmuutoksen seurauksena leutojen talvien on arvioitu yleistyvän, mikä voi vähentää merialueen käyttöä talvella jääkannen puuttumisen takia.



Kuva 45. Alueet, joilla mallinnuksen mukaan esiintyy yli 10 cm vahvaa jäätä nykytilassa (vuosi 2018) ja ilmastonmuutoksen edetessä (vuodet 2038, 2048, 2058). Vaaleansininen väri kuvastaa yli 10 cm paksua jääpeitettä, ja tummansininen alle 10 cm paksua tai heikompaa jäätä tai sulaa aluetta.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Olkiluodon merialueen jääolosuhteisiin, vaan niiden arvioidaan pysyvät nykyisen kaltaisina. Talvien välisen suuren vaihtelevuuden arvioidaan säilyvän edelleen jääolojen luontaisena piirteenä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen ei muuta jääpeitteeseen kohdistuvan vaikutuksen suuruutta tai alueellista laajuutta verrattuna nykytilaan. Ilmastonmuutos kuitenkin voimistaa jääpeitteeseen kohdistuvia vaikutuksia. Käytön jatkamisen aiheuttaman merialueen jääoloihin kohdistuvan vaikutuksen suuruus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, kun huomioon otetaan ilmastonmuutoksen tuoma lisävaikutus.

Vaikutukset vedenlaatuun

Olkiluodon voimalaitoksen talousjätevedet on ohjattu joulukuusta 2023 lähtien Rauman kaupungin ja metsäteollisuuden jätevedenpuhdistamolle, joka purkaa jätevedet mereen Rauman edustalle. Talousvesiä muodostuu Olkiluodosta keskimäärin vuosittain noin 78 900 m^3. Käytön jatkamisen tapauksessa talousvesien määrä pysyy nykyisellään.

Voimalaitoksella prosessijätevesiä syntyy lähinnä voimalaitosrakennuksien ja varastojen valvonta-alueilta tulevista vuoto-, vesitys-, huuhtelu- ja tyhjennysvesistä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden keskimääräinen prosessijätevesien määrä on ollut yhteensä noin 25 000 m^3 vuodessa. Muita voimalaitosalueella syntyviä jätevesiä ovat esimerkiksi raakaveden käsittelylaitoksen ja suolanpoistolaitoksen vedet sekä merivesipumppaamojen ketjukorisuodattimien huuhteluvedet. Nämä vedet johdetaan asianmukaisen käsittelyn jälkeen jäähdytysveden mukana purkutunnelin kautta mereen. Tavanomaiset jätevesipäästöt mereen ovat OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä olleet arviolta fosforin osalta noin 5 kg/v ja typen osalta 100 kg/v. Myös laitosalueen sade- ja hulevedet johdetaan sadevesiviemäriverkkoa pitkin mereen. Mahdollisesti öljyyntyvät sadevedet käsitellään öljynerottimissa ennen viemäriverkkoon johtamista. Voimalaitoksen jäähdytysvesikanavasta mitatun purkuveden haitta-ainepitoisuudet ovat erittäin alhaisia ja vastaavat luontaisia taustapitoisuuksia (ks. luku 6.8.2.6). Radioaktiiviset päästöt on käsitelty luvussa 6.16.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen ei muuta jäähdytys-, talous- tai prosessijätevesien määrää, koostumusta tai niiden käsittelyä. Siten merialueen haitta-ainepitoisuuksien ei arvioida nousevan. Prosessijätevesien mukana merialueelle tulee vähäistä ravinnekuormitusta. Siten käytön jatkamisen vedenlaatuun kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset kasviplanktoniin



Kuten koko Selkämerellä, myös Olkiluodon merialueella on havaittu rehevöitymistä viime vuosikymmeninä. Merkittävin ravinnekuormittaja Olkiluodon merialueella on jokivedet *(Laamanen ym. 2021)*. Voimalaitoksen toiminnasta ei nykytilassa muodostu merkittävää ravinnekuormitusta merialueelle, mutta jäähdytysvesien aiheuttama lämpökuormitus pidentää kasviplanktonin kasvukautta ja on todennäköisesti osaltaan edistänyt Olkiluodon lähimerialueen rehevöitymistä *(HELCOM 2021a)*. Rehevöitymisen vaikutuksia vesiympäristössä voivat olla mm. veden värin muutokset, näkösyvyyden pieneneminen ja sinilevien runsastuminen. Pidentyneen kasvukauden ja nousseen lämpötilan seurauksena biologinen hapenkulutus kasvaa ja lisääntyneen orgaanisen aineksen hajotustoiminta voi johtaa hapen kulumiseen pohjanläheisestä vesikerroksesta. Hapen vähentyminen pohjalla aiheuttaa ravinteiden liukenemista sedimentistä veteen eli sisäistä kuormitusta, mikä kiihdyttää rehevöitymistä. Olkiluodon jäähdytysvesien vaikutusta merialueen rehevöitymiselle on kuitenkin vaikeaa arvioida, sillä lämpökuormituksen vaikutus on paikallista eikä rehevöittävä vaikutus ulotu koko merialueelle.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen ei muuta merialueen vedenlaatua tai meriveden lämpötilaa verrattuna nykytilaan. Meriveden lämpötila kuitenkin nousee ilmastonmuutoksen vaikutuksesta, ja yhdessä jäähdytysvesien lämpökuormituksen kanssa laitosyksiköiden toiminta voi jatkossakin osaltaan edistää merialueen rehevöitymistä. Käytön jatkamisen vaikutukset ovat pitkäkestoisia, kun huomioon otetaan lisäkäyttövuodet joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Käytön jatkamisen aiheuttaman kasviplanktoniin kohdistuvan vaikutuksen suuruus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset pohjaeläimiin

Jäähdytysveden lämpökuormitus voi nostaa alusveden lämpötilaa ja voimistaa meriveden kerrostuneisuutta Iso Kaalonperän lahdella etenkin kesäisin. Kuumina kesinä jäähdytysveden purkuvirtauksen vaikutusalueella merenpohjalla on havaittu ajoittain vähähappisuutta, mutta hapettomia olosuhteita ei ole esiintynyt. Vaikutukset ovat kuitenkin paikallisia ja rajoittuvat purkuvirtauksen lähiympäristöön. Pohjaeläinten yksilötiheydet ovat laskeneet Olkiluodon edustan merialueella viimeisten kymmenen vuoden aikana (Kuva 37). Syy pohjaeläinyhteisössä tapahtuneille muutoksille on todennäköisesti merialueen olosuhteissa tapahtuneissa pitkäaikaisissa muutoksissa, kuten yleisessä merialueen rehevöitymisessä.

Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ei muuta merialueen vedenlaatua tai kerrostuneisuusolosuhteita verrattuna nykytilaan, mutta ilmastonmuutos voi voimistaa näitä vaikutuksia. Vain harvat pohjaeläinlajit sietävät vähähappisia olosuhteita, minkä seurauksena pohjaeläinyhteisöt yksinkertaistuvat ja yhteisöjen tila heikkenee.

Merialueen lämpeneminen voi myös edesauttaa vieraslajien leviämistä ja runsastumista merialueella *(Gollasch ja Leppäkoski 1999)*. Uusia vieraslajeja tavataan usein voimalaitosten jäähdytysvesien vaikutusalueilta, sillä lämpökuormitus mahdollistaa vieraslajien selviämisen Itämeren kylmissä vesissä *(Laine ym. 2006)*. Vieraslajit saattavat uudessa ympäristössä lisääntyä ja levittäytyä nopeasti, sillä niillä ei usein ole luontaisia saalistajia tai kilpailijoita. Vieraslajit voivat myös kilpailla resursseista kotoperäisten eli alueella luontaisesti esiintyvien lajien kanssa, ja pahimmassa tapauksissa hävittää kotoperäiset lajit niiden luontaiselta esiintymisalueelta *(Davis 2009)*. Olkiluodon voimalaitoksen lähimerialueella esiintyy useita vakiintuneita vieraslajeja. Alueelle vuonna

2006 levinneet kaspianpolyyppi *(Cordylophora caspia)* ja valesinisimpukka *(Mytilopsis leucophaeata)* aiheuttavat haittaa muodostamalla kasvustoja voimalaitoksen lämmönvaihtimiin, minkä vuoksi mahdolliset kasvustot poistetaan. Uusimmista tulokkaista kirjoviuhkamato *(Laonome xeprovala)* havaittiin alueella ensimmäisen kerran vuonna 2022 ja sammaleläin *Conopeum chesapeakensis* vuonna 2023.

Laitosyksiköiden käytön jatkuminen on pitkäkestoista ja purettavan jäähdytysveden lämpökuormituksella voi olla vähäistä rehevöittävää vaikutusta merialueeseen. Rehevöitymisen seurauksena perustuotannon määrä kasvaa ja orgaanisen aineksen hajottaminen voi heikentää merenpohjan happiolosuhteita entisestään. Vieraslajien leviämistä merialueelle on vaikeaa ennustaa, joten tilanteen arvioidaan pysyvän nykyisenkaltaisena. Siten käytön jatkamisen pohjaeläimiin kohdistuva vaikutus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

KPA-varaston jäähdytysvesivaikutukset

KPA-varastolla käytettyä ydinpolttoainetta jäähdytetään vesialtaissa. KPA-varaston altaiden jäähdytysvesi otetaan ja puretaan voimalaitosalueen eteläpuolelle Olkiluodonveteen omia otto- ja purkuputkia pitkin (Kuva 32). KPA-varaston jäähdytysvedenotto ja -purku kohdistuvat Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi -vesimuodostumaan. Nykyisellä toiminnalla jäähdytysvettä otetaan 50 l/s ja puretaan saman verran. KPA-varaston jäähdytysjärjestelmä on mitoitettu maksimissaan 2 100 kW jälkilämmölle. Tällä hetkellä KPA-varastolla olevan käytetyn polttoaineen jälkilämpö on noin 1 600 kW, jolloin mereen palautettavan jäähdytysveden lämpötila on noin 7,6 °C otetun meriveden luontaista lämpötilaa korkeampi.

Jos KPA-varastoa laajennetaan, voidaan varastokapasiteetin nosto toteuttaa rakentamalla nykyisten altaiden jatkoksi kolme uutta allasta sekä altaiden välille tarvittava lisäjäähdytysputkisto. Merellä jäähdytysveden otto- ja purkupisteet säilyvät nykyisellään. Lisäaltaiden myötä jäähdytysvedenottotarve nousee 50 %, mikä nostaa myös mereen purettavan jäähdytysveden määrää. KPA-varastolta purettavan jäähdytysveden lämpötila pysyy kuitenkin samana kuin nykytilanteessa eli jäähdytysveden lämpötila on noin 7,6 °C luontaista meriveden lämpötilaa korkeampi.

KPA-varastolta purettavan jäähdytysveden määrä (50 l/s) on erittäin vähäinen verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden määrään (38 000 l/s per laitosyksikkö). Siten KPA-varaston jäähdytysvedenoton ja -purun vaikutukset merialueella ovat käytännössä merkityksettömiä verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vaikutuksiin. KPA-varaston laajentamisen aiheuttama jäähdytysveden määrän lisäys on kokonaisuudessaan erittäin vähäinen, eikä sen arvioida aiheuttavan muutoksia merialueen vedenlaadussa, virtauksissa tai kerrostumisolosuhteissa verrattuna nykyiseen toimintaan. Siten KPA-varaston laajentamisen aiheuttaman muutoksen suuruus arvioidaan merkityksettömäksi.

Vaikutukset Eurajokeen ja Lapinjokeen

Ydinvoimalaitos ottaa raakavettä Eurajoesta ja Lapinjoesta. Raakaveden määrä vaihtelee vuosittain. Vuonna 2023 vettä otettiin Eurajoesta 272 713 m^3 ja Lapinjoesta 6 920 m^3. Käytön jatkaminen ei muuta tarvittavaa raakaveden määrää. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen Eurajokeen ja Lapinjokeen kohdistuvan vedenoton vaikutukset arvioidaan suuruudeltaan merkityksettömiksi, sillä vedenotto pysyy nykyisellään.

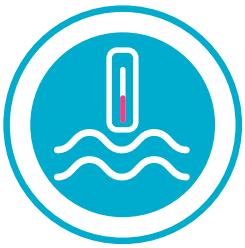
6.8.3.2. Tehonkorotus

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tehonkorotus edellyttää uuden lisävesijärjestelmän ja akkuenergiavaraston rakentamista laitosalueelle. Lisärakentaminen sijoittuu laitosyksiköiden välittömään läheisyyteen jo rakennetulle alueelle eikä edellytä suuria maanmuokkaustöitä. Siten rakentamisella ei arvioida olevan vaikutusta hulevesien laatuun ja sitä kautta pintavesiin. Uusi lisävesijärjestelmä ei vaikuta OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vedenottoon tai -purkuun. Lisäksi on mahdollista, että KPA-varastoa laajennetaan. Varaston laajennus rakennetaan olemassa olevan varastoalueen yhteyteen laitosalueen sisäpuolelle, eikä rakentamisesta arvioida muodostuvan vaikutuksia hulevesiin tai sitä kautta vastaanottaviin vesistöihin.

Seuraavassa on kuvattu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen toiminnan aikaisia vaikutuksia.

Vaikutukset lämpötila- ja kerrostuneisuusolosuhteisiin

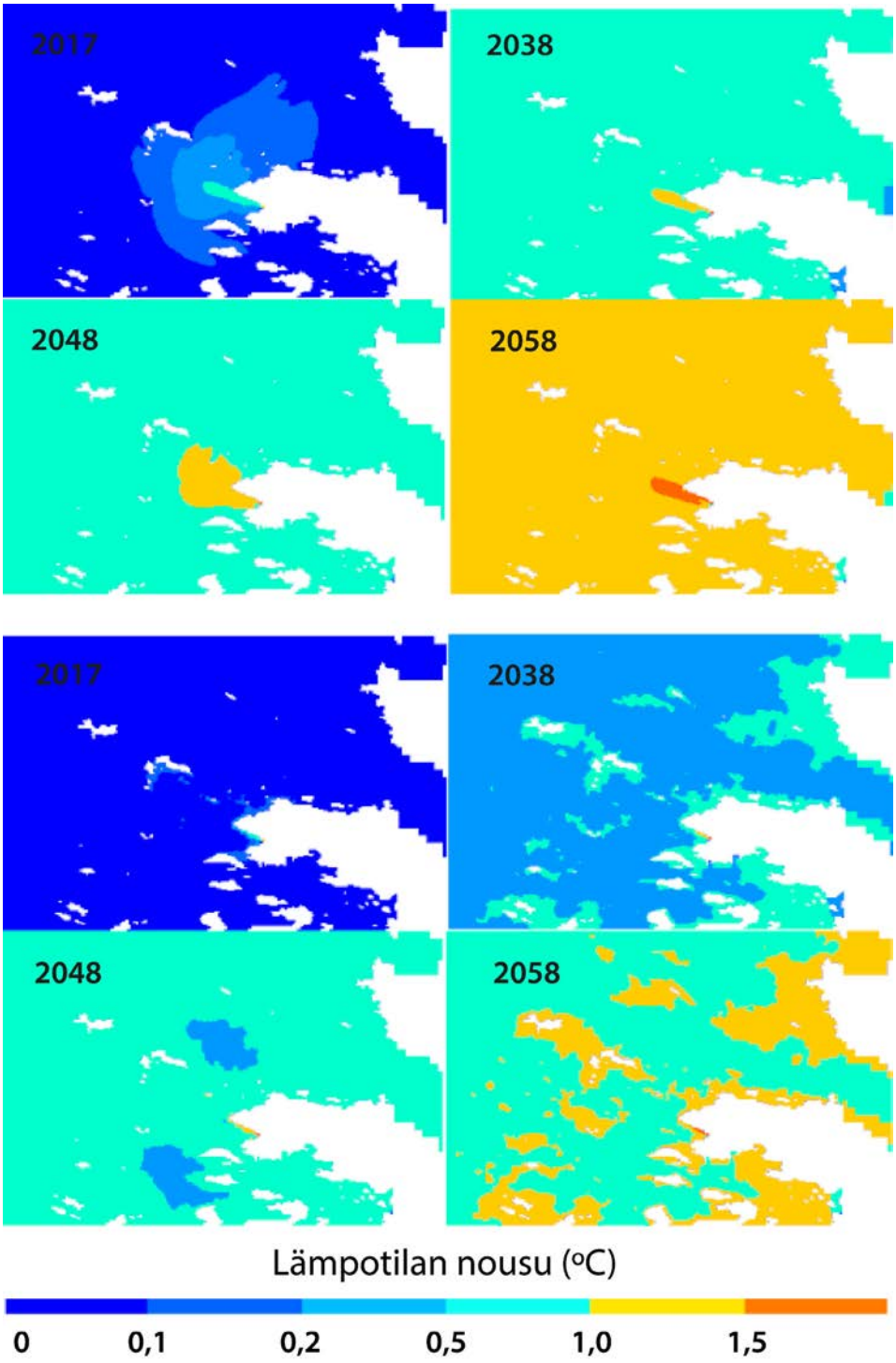


Tehonkorotuksen tapauksessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila on keskimäärin noin 11 °C meriveden luontaista lämpötilaa korkeampi ja jäähdytysveden aiheuttama lämpökuorma merialueelle on keskimäärin noin 109 000 TJ/v. Mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila nousee siten 1 °C verrattuna nykyiseen toimintaan tai käytön jatkamiseen (luku 6.8.3.1).

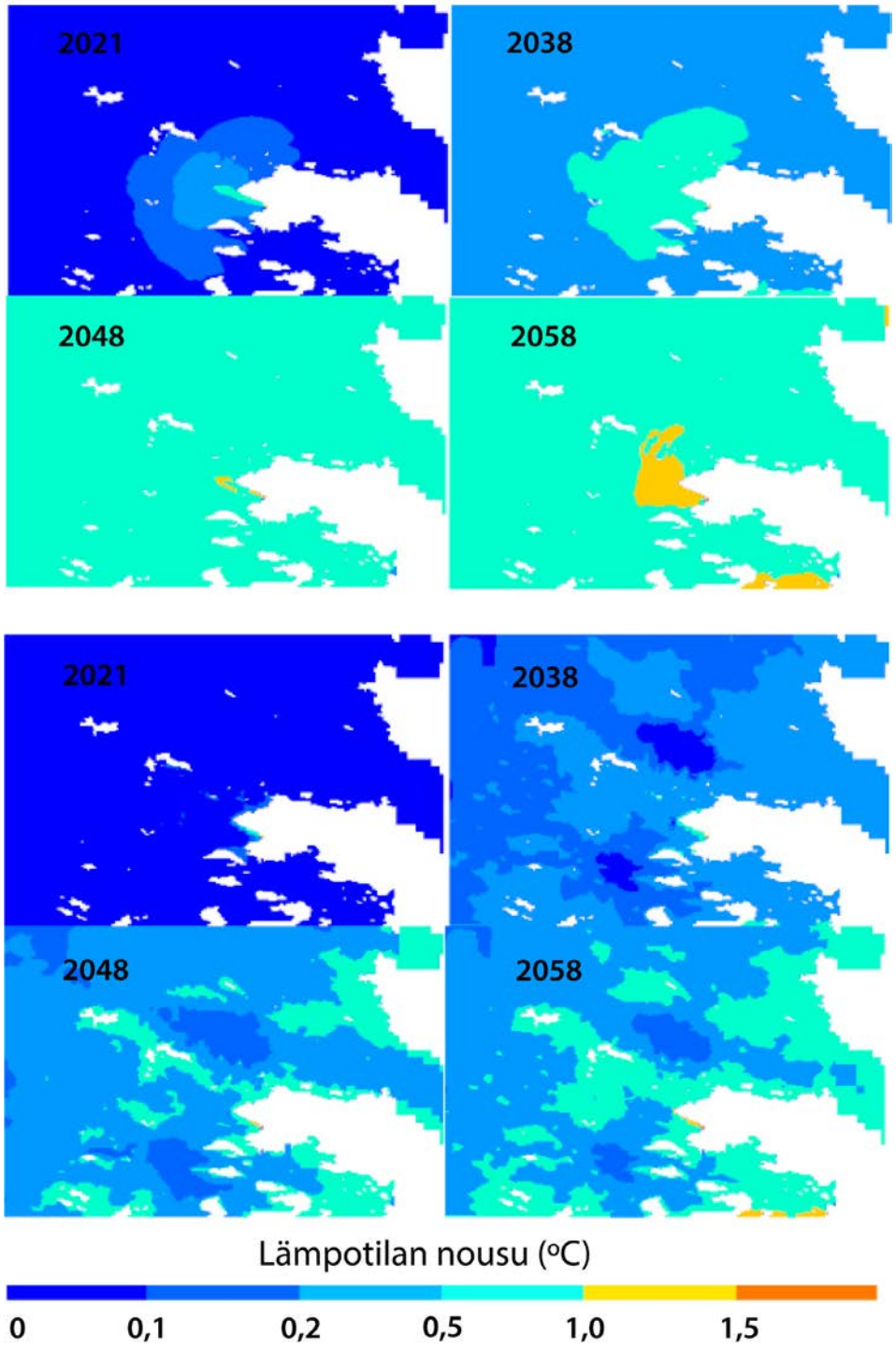
Vesistömallinnustulosten mukaan jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutuksen suuruus ja vaikutusalueen laajuus eivät tehonkorotuksen tapauksessa merkittävästi muutu verrattuna nykytilaan tai käytön jatkamiseen. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset kohdistuvat tehonkorotuksen toteutuessa Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumiin, kuten nykytilassakin (Kuva 46, Kuva 47). Tehonkorotuksen aiheuttama lämpökuormitus vaikuttaa lähinnä meriveden pintakerroksessa, sillä ympäristöään lämpimämpi ja kevyempi vesi pysyy luonnostaan pinnassa. Noin 2 km etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä tehonkorotus nostaa keskimääräisiä meriveden pintalämpötiloja 0,2 °C ja 3–4 km etäisyydellä 0,1 °C. Alle 0,5 °C lämpötilaeroja ei voida erottaa luontaisesta vaihtelusta. Lämpökuorman kulkeutuminen pintakerroksessa riippuu pääasiassa tuulitilanteesta. Avovesikaudella pintalämpötilan nousu on keskimäärin suurempaa viileinä kuukausina ja alhaisempaa kuumina kesinä (Kuva 46, Kuva 47, Kuva 48, Kuva 49). Pohjan läheisessä kerroksessa lämpötilan nousu on havaittavissa vain jäähdytysveden purkupisteen välittömässä läheisyydessä. Muualla merialueella alusveden lämpötilassa ei ole havaittavissa eroja verrattuna nykytilaan. Talvella avovesiaikana meriveden lämpötilannousu on suurempaa leutoina kuin kylminä talvina (Kuva 48, Kuva 49).

Vesistömallinnustulosten mukaan merialue, jolla voi kesällä esiintyä 30 °C tai 32 °C pintalämpötiloja, laajenee tehonkorotuksen tapauksessa verrattuna käytön jatkamiseen. Tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta vuoteen 2058 mennessä 30 °C pintalämpötiloja voi laajimmillaan esiintyä 8,0 km^2 ja 32 °C lämpötiloja 1,3 km^2 suuruisella merialueella purkuvirran vaikutusalueella.

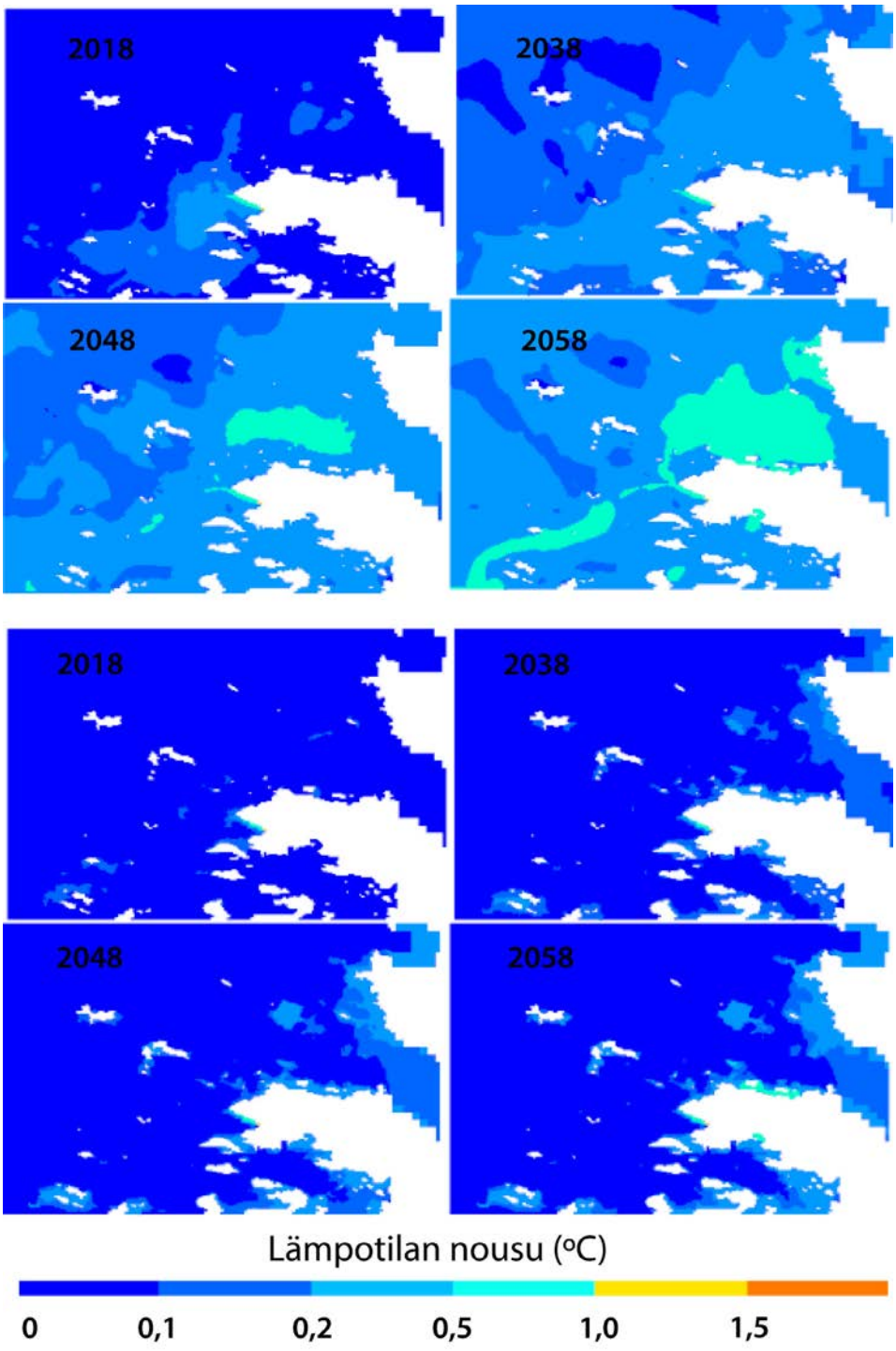
Laitosyksiköiden tehonkorotus voi ajoittain vähäisesti voimistaa meren lämpötilakerrostuneisuutta Iso Kaalonperän lahdella ja näin vähentää veden vaihtuvuutta pinta- ja pohjakerrosten välillä.



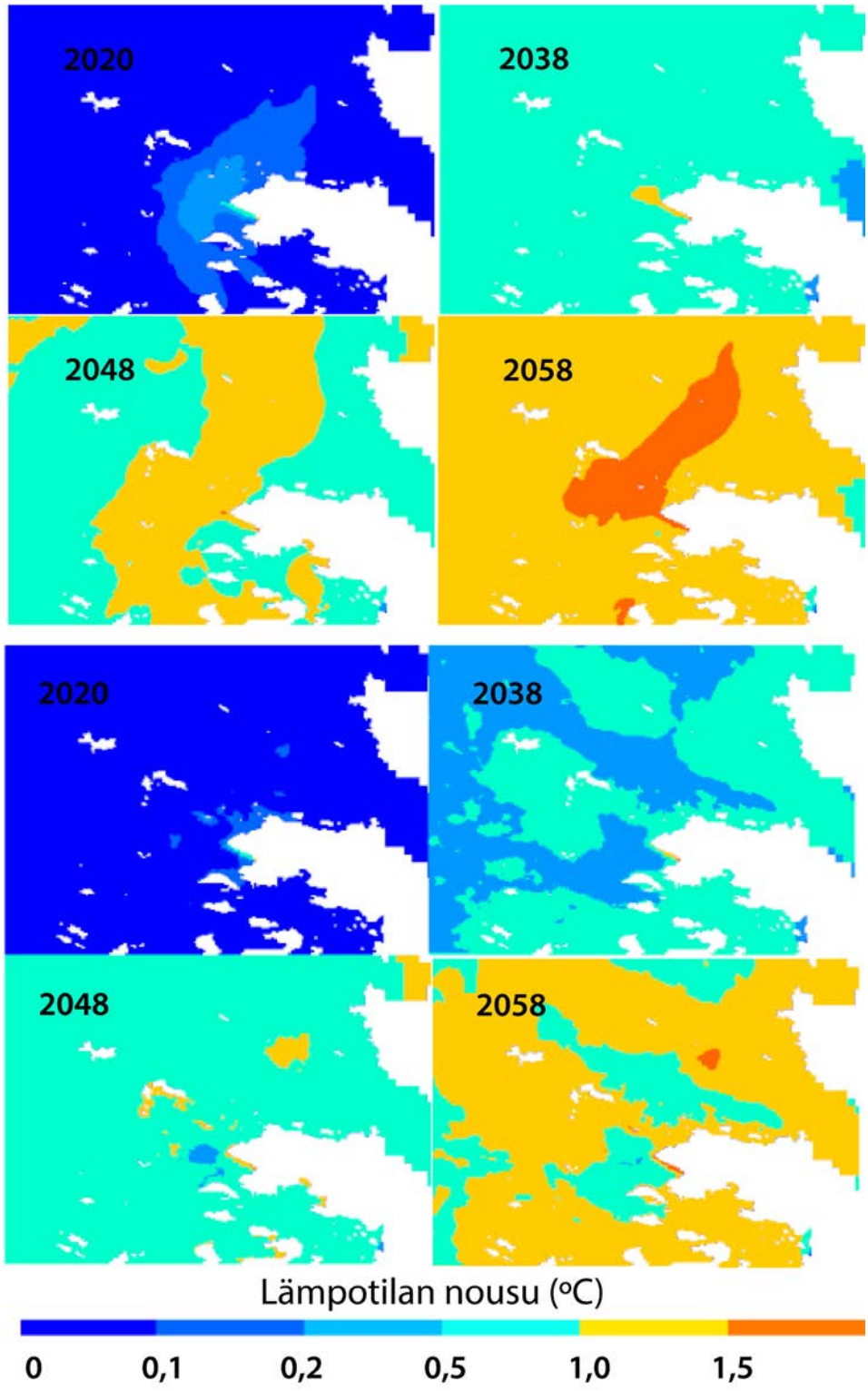
Kuva 46. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen, OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötiloihin viileänä kesänä pintakerroksessa (neljä ylimmäistä kuvaa) ja pohjanläheisessä kerroksessa (neljä alimmaista kuvaa). Vuosi 2017 kuvaa laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutuksia meriveden lämpötilaan verrattuna nykytilaan, vuodet 2038, 2048 ja 2058 huomioivat lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset.



Kuva 47. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen, OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötiloihin kuumana kesänä pintakerroksessa (neljä ylimmäistä kuvaa) ja pohjanläheisessä kerroksessa (neljä alimmaista kuvaa). Vuosi 2021 kuvaa laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutuksia meriveden lämpötilaan verrattuna nykytilaan, vuodet 2038, 2048 ja 2058 huomioivat lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset.



Kuva 48. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen, OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötiloihin kylmänä talvena pintakerroksessa (neljä ylimmäistä kuvaa) ja pohjanläheisessä kerroksessa (neljä alimmaista kuvaa). Vuosi 2018 kuvaa laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutuksia meriveden lämpötilaan verrattuna nykytilaan, vuodet 2038, 2048 ja 2058 huomioivat lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset.



Kuva 49. Mallinnettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytön jatkamisen, OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötiloihin leutona talvena pintakerroksessa (neljä ylimmäistä kuvaa) ja pohjanläheisessä kerroksessa (neljä alimmaista kuvaa). Vuosi 2020 kuvaa laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutuksia meriveden lämpötilaan verrattuna nykytilaan, vuodet 2038, 2048 ja 2058 huomioivat lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutukset.

Tehonkorotuksen vaikutuksesta mereen purettavan jäähdytysveden lämpötila nousee 1 °C, mutta lämpökuormituksen vaikutuksen suuruus tai vaikutusalueen laajuus merialueella eivät merkittävästi muutu nykytilaan tai käytön jatkamiseen verrattuna. Ilmastonmuutos tulee kuitenkin voimistamaan merialueen lämpenemistä. Mallinnustulosten perusteella ilmastonmuutoksella on Olkiluodon merialueen lämpötiloihin suurempi vaikutus kuin laitosyksiköiden tehonkorotuksella. Ilmastonmuutoksen vaikutukset vastaavat käytön jatkamisen kohdalla kuvattuja vaikutuksia (luku 6.8.3.1). Mallinnuksen mukaan vuoteen 2058 mennessä koko Olkiluodon merialueen pintalämpötilat nousevat keskimäärin noin 1–1,5 °C. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen aiheuttama muutos Olkiluodon lähimerialueen lämpötilaan ja kerrostuneisuusolosuhteisiin verrattuna nykytilaan arvioidaan suuruudeltaan vähäiseksi kielteiseksi, kun huomioon otetaan pidentynyt toiminta-aika.

Vaikutukset virtauksiin

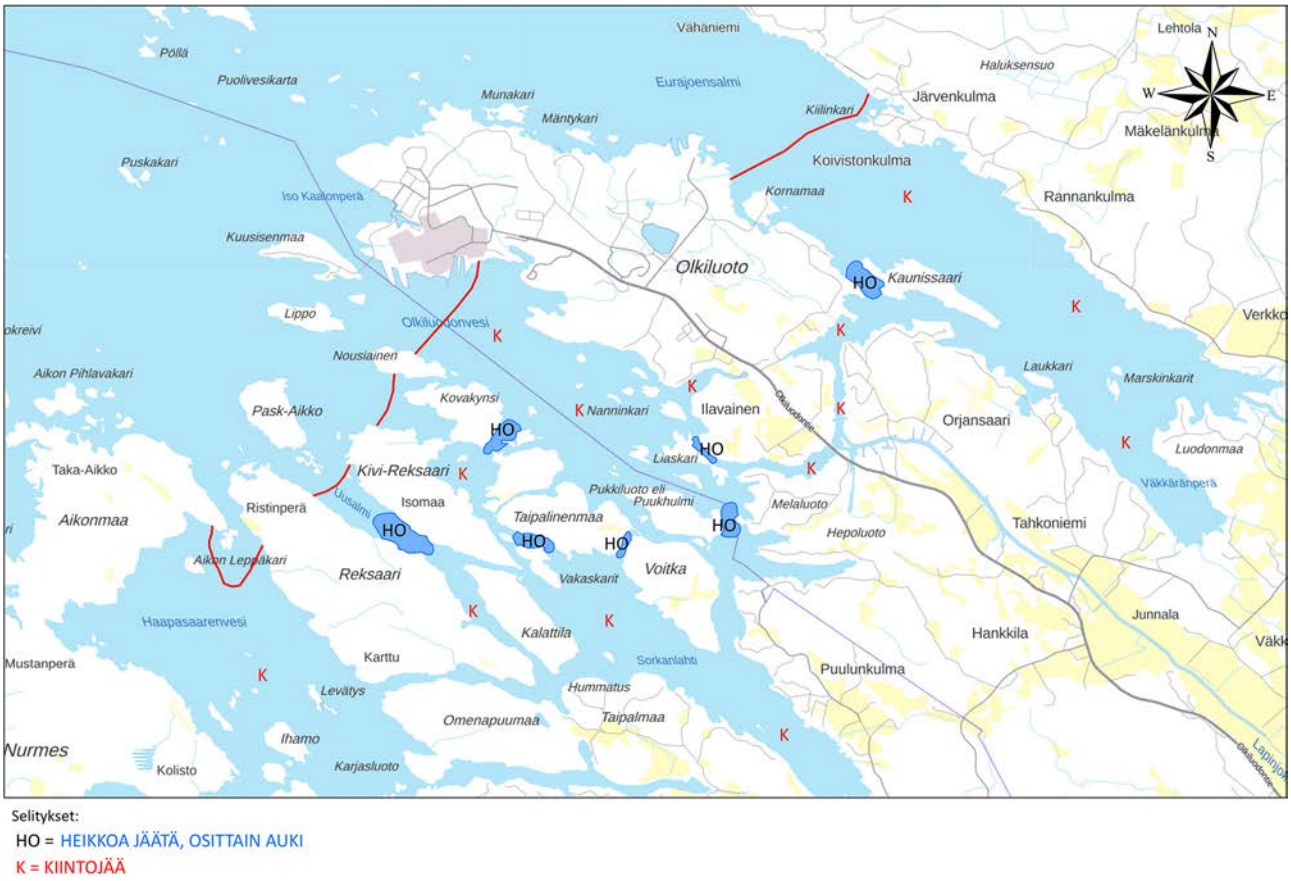
Tehonkorotuksen tapauksessa mereen laskettavan jäähdytysveden määrä pysyy samana kuin nykyisellä toiminnalla. Siten merialueen virtauksiin ei synny suoria muutoksia, mutta purkuveden lämpötilan nousu ja tiheysmuutokset aiheuttavat välillisiä vaikutuksia merialueen virtauksiin. Tiheyserojen tasaantuminen kestää hieman pidempään ja virtauksen kulkeutumisreitit lämpötilan tasoittumiseen muuttuvat.

Samansuuruinen lämpötilan muutos purkuvesissä aiheuttaa suuremman tiheysmuutoksen kesällä kuin talvella. Tästä syystä virtaukset muuttuvat kesällä enemmän. Suurimmat muutokset esiintyvät purkuvirran läheisyydessä ja olivat suuruusluokaltaan joitakin cm/s. Koska meriveden lämpötilamuutokset painottuvat pintakerroksiin, myös virtausmuutokset ovat päällysvedessä suurempia kuin pohjan läheisessä kerroksessa.

Kokonaisuudessaan tehonkorotus voi ajoittain vähäisesti voimistaa meren lämpötilakerrostuneisuutta Iso Kaalonperän lahdella ja näin ollen vähentää veden vaihtuvuutta pinta- ja pohjakerrosten välillä. Talvella lämpökuorma voi pienentää merialueen jääpeitettä ja mahdollistaa tuulen aiheuttamat virtaukset sulaneilla alueilla. Tehonkorotuksen aiheuttama muutos merialueen virtausolosuhteissa arvioidaan merkityksettömäksi, koska nämä muutokset ovat kuitenkin vähäisiä verrattuna eri vuosien väliseen luonnolliseen vaihteluun lämpö- ja jääolosuhteissa.

Vaikutukset jääolosuhteisiin

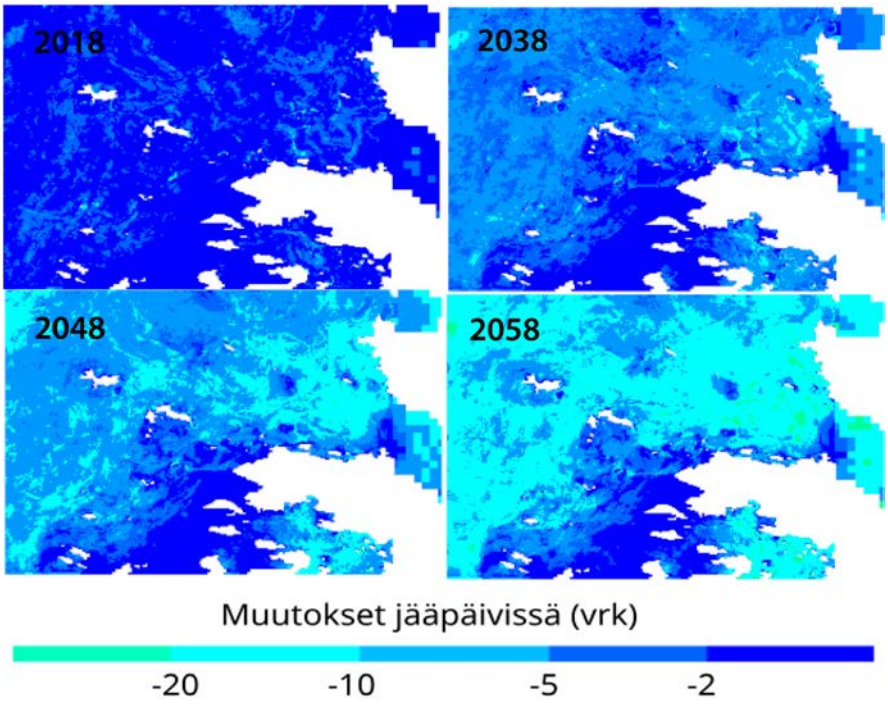
OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutuksia Olkiluodon lähimerialueen jääolosuhteisiin voidaan verrata OL3-laitosyksikön käyttöönoton vaikutuksiin. OL3 aloitti toimintansa maaliskuussa 2022 ja jäätilanneseurantaa tehtiin talvella 2022–2023 kahden viikon välein. OL3:n käyttöönoton myötä jäähdytysvedenottopuolella kiintojääalueella olevien heikkojen ja osittain auki olevien alueiden arvioitiin laajentuneen (Kuva 50). Jos tehonkorotus toteutetaan, voidaan olettaa, että nämä alueet tulevat pysymään pääosin sulana. Uuden laitosyksikön toiminnasta huolimatta talvella 2024 avovesialue oli jäähdytysveden purkupuolella pinta-alaltaan lähihistorian suppein. Siten voidaan todeta, että luontainen vuosien välinen vaihtelu vallitsevissa jääolosuhteissa on merkittävämpää, kuin laitosyksiköiden jäähdytysvedenoton tai -purun vaikutukset jääpeitteen laajuuteen. *(Teollisuuden Voima Oyj 2024c)*.



Kuva 50. Keskimääräinen jäätilanne talvella 2022–2023 ja muutokset jäätilanteessa verrattuna aikaisempiin vuosiin OL3-laitosyksikön käyttöönoton jälkeen (Teollisuuden Voima Oyj 2024c).

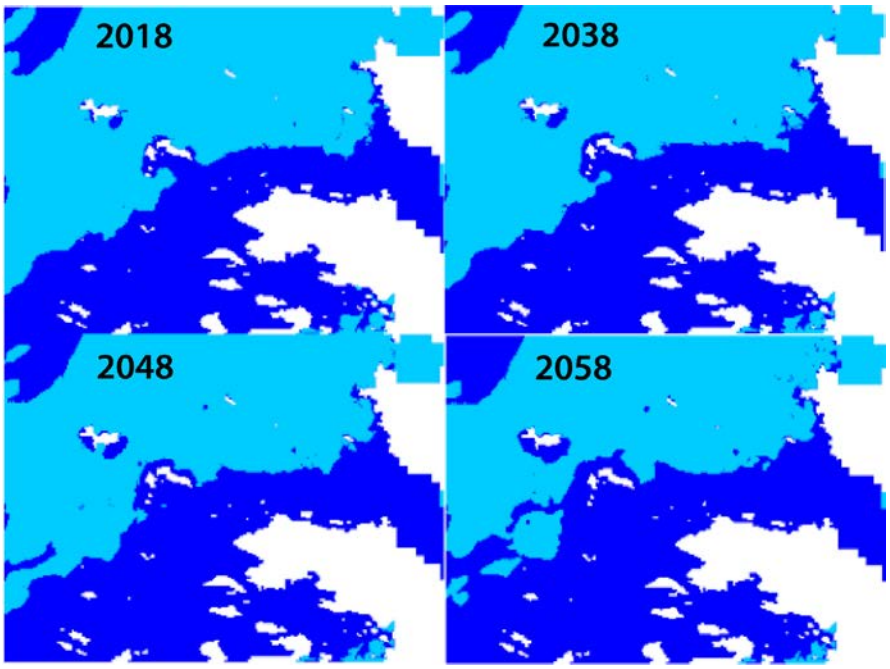
Vesistömallinnuksessa tehonkorotuksen aiheuttaman jäähdytysveden lämpötilannousun ja ilmastonmuutoksen vaikutusta merialueen jääpeitteeseen havainnollistettiin muutoksina jääpäivien määrässä. Mallinnustulosten perusteella tehonkorotus vaikuttaa jääpeitteeseen vain joitakin yksittäisiä päiviä, mitä ei voida erottaa vuosien välisestä luonnollisesta vaihtelusta. Tehonkorotuksen vaikutukset lyhentävät jääpeitteistä aikaa keskimäärin 2 vrk, mutta satunnaisten sääolojen takia paikoitellen voi esiintyä suurempiakin muutoksia.

Ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan jääpeitteeseen selvästi laitosyksiköiden tehonkorotusta enemmän. Tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta vuoteen 2058 mennessä Olkiluodon merialueen jääpeitteinen aika on lyhentynyt 2–3 viikkoa (Kuva 51). Toisin kuin lämpötilamuutokset, jotka leviävät tasaisesti poispäin jäähdytysvesien purkupaikasta, muutokset jääpäivissä ovat enemmän satunnaisia. Muutoksia jääpäiviin syntyy lähinnä tilanteissa, joissa jää on juuri muodostumassa tai sulamassa, joten myös vallitsevilla tuuliolosuhteilla on suuri merkitys jäätilanteeseen kyseisenä ajankohtana.



Kuva 51. Muutokset jääpäivissä laitosyksiköiden tehonkorotuksen (vuosi 2018) ja ilmastonmuutoksen (vuodet 2038, 2048 ja 2058) vaikutuksesta.

Merialueen virkistyskäytön kannalta jääpeitteen vahvuudella on merkitystä. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutuksia merialueen talviseen virkistyskäyttöön tarkasteltiin mallintamalla muutoksia yli 10 cm paksuisessa jääpeitteessä, jonka arvioitiin kantavan ihmisen. Mallinnustulosten mukaan tehonkorotuksella ja ilmastonmuutoksella oli vain vähäinen vaikutus jääpeitteen paksuuteen Olkiluodon lähimerialueella (Kuva 52). Kovalla pakkasjaksolla mereen johdettava jäähdytysvesi jäähtyy nopeasti, joten myös jää paksuuntuu nopeasti ja kantavaa jäätä muodostuu lähes samalla laajuudella kuin nykyisinkin. Kantavan jääalueen ajanjakso kuitenkin lyhenee samaan tapaan kuin jääpäivissäkin.



Kuva 52. Alueet, joilla mallinnuksen mukaan esiintyy yli 10 cm vahvaa jäätä nykytilassa ja ilmastonmuutoksen edetessä. Vuosi 2018 kuvaa jäätilannetta nykytilassa ja vuodet 2038, 2048 sekä 2058 huomioivat OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen sekä ilmastonmuutoksen vaikutukset. Vaaleansininen väri kuvastaa yli 10 cm paksua jääpeitettä, ja tummansininen alle 10 cm paksua jäätä tai sulaa aluetta.

Muutokset jääpeitteisessä ajassa voivat vaikuttaa merialueen virtauksiin, rehevöitymiseen sekä vieraslajien leviämiseen. Tehonkorotuksen vaikutukset muuttavat merialueen jääpeitteistä aikaa muutamia päiviä, kun ilmastonmuutoksen vaikutukset lasketaan viikoissa. Jäähdytysveden vaikutus on paikallinen, mutta ilmastonmuutoksen vaikutus näkyy koko merialueella. Jäähdytysveden lämpökuormituksen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista jääpeitteeseen liittyy paljon epävarmuutta, sillä vuosien välinen vaihtelu on jo nykytilassa suurta. Toiminnan pitkäkestoisuuden takia tehonkorotuksen vaikutukset merialueen jääolosuhteisiin arvioidaan suuruudeltaan vähäisiksi kielteisiksi.

Vaikutukset vedenlaatuun

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutukset vedenlaatuun vastaavat käytön jatkamisen vaikutuksia, jotka on kuvattu luvussa 6.8.3.1. Vedenlaatuun kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi, sillä mereen purettavien prosessijätevesien haitta-ainepitoisuudet ovat erittäin alhaisia. Jäähdytys- ja prosessijätevesien radioaktiivisuutta on käsitelty luvussa 6.16. Prosessijätevesien aiheuttama ravinnekuormitus on vähäistä. Olkiluodon talousjätevedet ohjataan Rauman kaupungin ja metsäteollisuuden jätevedenpuhdistamolle, joka purkaa vetensä mereen Rauman edustalle.

Vaikutukset kasviplanktoniin

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden prosessijätevesien aiheuttama ravinnekuormitus mereen on erittäin vähäistä (noin 5 kg fosforia ja 100 kg typpeä vuodessa) ja määrältään merkityksetöntä verrattuna jokivesien kuormitukseen. Tehonkorotuksen kasviplanktoniin kohdistuvat vaikutukset ovat epäsuoria ja aiheutuvat pääasiassa lämpökuormituksen vaikutuksesta. Pidentynyt kasvukausi ja kasvukauden korkeampi lämpötila voivat vähäisessä määrin lisätä kasviplanktonin tuotantoa, mikä ilmenee a-klorofyllipitoisuuden ja perustuotannon nousuna. Perustuotannon kasvu puolestaan voi heikentää merialueen näkösyvyyttä. Sinilevät todennäköisesti hyötyvät meriveden lämpenemisestä, sillä niiden lämpötilaoptimi on korkeampi kuin muiden lajiryhmien (*Kanoshina ym. 2003*). Sinilevien tuotanto ei myöskään ole yhtä riippuvaista veden ravinnepitoisuudesta, sillä ne kykenevät hyödyntämään ilmakehän typpeä. Ilmastonmuutoksen seurauksesta jäätalvien ennustetaan pitkällä aikavälillä lyhenevän, mikä myös pidentää osaltaan perustuottajien kasvukautta.



Rehevöitymisen ja korkean meriveden lämpötilan seurauksena biologinen hapenkulutus kasvaa ja orgaanisen aineksen hajotustoiminta lisääntyy, mikä voi johtaa hapen vähentymiseen merenpohjalla. Hapettomissa olosuhteissa sedimentistä liukenee veteen ravinteita, mikä voi aiheuttaa sisäistä kuormitusta ja voimistaa rehevöitymistä entisestään.

Olkiluodon merialueella, kuten koko Selkämerellä, on havaittu rehevöitymiskehitystä. Pitkällä aikavälillä kasviplanktoniin ja vesikasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointiin sisältyy epävarmuutta, sillä perustuotannon kehitys merialueella riippuu sekä ilmastonmuutosskenaarioiden että kuormitusta vähentävien toimenpiteiden toteutumisesta. Merialueen rehevöitymisen on ennustettu kiihtyvän ilmastonmuutoksen seurauksena *(HELCOM 2021a)*. Merialueelle tuleva kuormitus voi kuitenkin pitkällä aikavälillä mahdollisesti myös laskea, jos maatalouden toimenpiteet saadaan laajasti käyttöön. Tällä arvioidaan olevan positiivisia vaikutuksia merialueen tilaan, koska vähenevä ravinnemäärä hillitsee kasviplanktontuotantoa sekä vesikasvillisuuden runsastumista.

Vesistömallinnuksen mukaan jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset rajoittuvat Olkiluodon lähimerialueelle Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumiin, joten OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutusalueen laajuus ei muutu verrattuna nykytilaan. Ravinnekuormituksella ja ilmastonmuutoksella on jäähdytysvesien lämpökuormitusta suurempi vaikutus perustuotannon kehitykseen merialueella. Kuitenkin jäähdytysvesien lämpökuormitus voi edistää rehevöitymistä Olkiluodon lähimerialueella. Siten kasviplanktoniin ja vesikasvillisuuteen kohdistuvan muutoksen suuruus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset pohjaeläimiin

Tehonkorotuksen pohjaeläimistöön kohdistuvat vaikutukset ovat epäsuoria ja aiheutuvat mahdollisista muutoksista merialueen lämpötilassa ja veden kerrostuneisuudessa. Vesistömallinnuksen mukaan tehonkorotuksen aiheuttaman lämpökuormituksen vaikutukset ovat paikallisia ja näkyvät pääasiassa päällysvedessä. Pohjan läheisessä vesikerroksessa lämpötilan muutokset ovat vähäisiä. Siten tehonkorotuksen mahdolliset pohjaeläimistöön kohdistuvat vaikutukset ovat paikallisia ja keskittyvät jäähdytysvesien purkuvirran lähiympäristöön.

Pitkällä aikavälillä jäähdytysvesien lämpökuormitus, ilmastonmuutos ja merialueen ravinnekuormitus voivat yhteisvaikutteisesti heikentää merenpohjan happiolosuhteita. Syville pohjille voi muodostua happivajetta, jos voimakas kerrostuminen heikentää alusveden vaihtuvuutta ja rehevöitymisen myötä kasvava orgaanisen aineksen määrä lisää hapenkulutusta. Vain harvat pohjaeläinlajit sietävät vähähappisia olosuhteita, minkä seurauksena pohjaeläinyhteisöt yksinkertaistuvat ja yhteisöjen tila heikkenee. Toisaalta ilmastonmuutoksen vaikutukset pohjaeläimille voivat olla myös positiivisia riippuen ilmastoskenaarioiden ja merialueen hoitotoimenpiteiden toteutumisesta. Mikäli jääpeitteinen aika lyhenee tai jäätä ei muodostu merialueella lainkaan ilmastonmuutoksen seurauksena, merialueen sekoittumisolosuhteet saattavat parantua. Kun huomioon otetaan laitosyksiköiden pidentynyt toiminta-aika, arvioidaan vaikutukset Olkiluodon merialueen pohjaeläimistöön suuruudeltaan vähäiseksi kielteiseksi.

KPA-varaston jäähdytysvesivaikutukset

Tehonkorotuksen toteutuessa polttoaineen palaman nosto kasvattaa polttoainenippujen jälkilämmön tuottoa noin 10 %. Tämä nostaa KPA-varaston jälkilämmönpoistotarvetta vastaavalla määrällä. Merestä otettavaa ja sinne palautettavaa jäähdytysveden virtausmäärää kasvatetaan vastaavasti, jolloin mereen palautettavan jäähdytysveden lämpötila pysyy nykyisellään eli noin 7,6 °C meriveden luontaista lämpötilaa korkeampana.

Jos KPA-varastoa laajennetaan, nostaa tämä niin ikään otettavan ja purettavan jäähdytysveden määrää. Jos KPA-varastolle rakennettaisiin kolme uutta allasta, nostattaisi tämä lämpökuormitusta vielä noin 50 %. Merestä otettavaa ja sinne palautettavaa jäähdytysveden virtausmäärää kasvatetaan vastaamaan jäähdytystarvetta, jolloin mereen palautettavan veden lämpötila ei nouse nykyisestä.

Tehonkorotuksen ja varaston mahdollisen laajentamisen myötä KPA-varaston käyttämän jäähdytysveden määrä nousee nykyisestä, mutta määrä on edelleen vain murto-osan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttämästä jäähdytysveden määrästä. Jäähdytysveden määrän lisäys ei muuta KPA-varaston toiminnan vaikutusta merialueella verrattuna nykytilaan. Siten KPA-varaston jäähdytysvedenoton ja -purun vaikutukset merialueen lämpötilaan sekä kerrostuneisuuteen arvioidaan merkityksettömiksi.

Vaikutukset Eurajokeen ja Lapinjokeen

Laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutukset vastaavat käytön jatkamisen vaikutuksia, jotka on kuvattu edellä kohdassa 6.8.3.1. Tehonkorotuksella ei ole vaikutusta raakavedenottoon, joten vaikutukset Eurajokeen ja Lapinjokeen arvioidaan merkityksettömiksi.

6.8.3.3. Vaikutukset merialueen strategioihin ja politiikkaan

Vesienhoito ja merialueen ekologinen- ja kemiallinen tila

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vedenlaatuun ja vesiympäristöön (kasviplankton, vesikasvillisuus, pohjaeläimet) kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu luvuissa 6.8.3.1 ja 6.8.3.2. Olkiluodon edustan vesimuodostumien ekologinen ja kemiallinen tila on kuvattu yksityiskohtaisesti luvussa 6.8.2.10.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutukset kohdistuvat Rauman-Eurajoen saaristo ja Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumiin. Molempien vesimuodostumien ekologinen tila on arvioitu hyväksi ja kemiallinen tila hyvää huonommaksi (Taulukko 36).

Kuten koko Selkämerellä, myös Olkiluodon merialueella on havaittu viimeisten kymmenen vuoden aikana rehevöitymistä *(KVVY Tutkimus Oy 2022b & 2023a)*. Selkämeren rehevöitymisen on pitkällä aikavälillä ennustettu jatkuvan, mikäli merialueen ravinnekuormitusta ei pystytä hillitsemään *(Westberg ym. 2022)*. Merkittävin Olkiluodon merialueen vesimuodostumien tilaan vaikuttava tekijä on jokivesien tuoma ravinnekuormitus. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden lämpökuormituksen arvioidaan edistävän merialueen rehevöitymistä paikallisesti Olkiluodon lähimerialueella.

Pitkällä aikavälillä rehevöitymisen biologisiin ja fysikaalis-kemiallisiin laatutekijöihin kohdistuvien vaikutusten arviointi on haastavaa, sillä sekä ilmastonmuutoksen että ravinnekuormituksen pitkän ajan ennusteisiin liittyy paljon epävarmuutta. Lievää yhteisvaikutuksena muodostuvaa rehevöitymistä ja sen aiheuttamaa tilan heikkenemistä Iso Kaalonperän lahdella ei voida poissulkea, mutta rehevöitymisen kehitys pitkällä aikavälillä riippuu pääasiassa ilmastonmuutosskenaarioiden ja hajakuormituksen toimenpiteiden toteutumisesta. Kokonaisuudessaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen tai tehonkorotuksen ei arvioida heikentävän vaikutusalueen vesimuodostumien ekologista tai kemiallista tilaa verrattuna nykytilaan tai estävän hyvän tilan saavuttamista vesienhoidon neljännellä suunnittelukaudella (Taulukko 36).

Taulukko 36. Vesimuodostumien biologisten ja fysikaalis-kemiallisten laatutekijöiden tila vesienhoidon 3. suunnittelukaudella, sekä arvio siitä miten vesimuodostumien tila voi pitkällä aikavälillä kehittyä ja mikä on laitosyksiköiden käytön jatkamisen tai tehonnoston vaikutus ekologiseen tilaan.

Biologiset laatutekijät	Fysikaalis-kemialliset laatutekijät	Arvio mahdollisista kehityssuunnista
Rauman-Eurajoen saaristo (Ses), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella hyvä		
Biologisista tekijöistä kasviplanktonin ja pohjaeläinten tila hyvä, mutta makrofyyttien tila tyydyttävä tarkasteltaessa Fucus-vyöhykkeen kasvusyvyyttä. Klorofylli-a-pitoisuus lähellä hyvän ja tyydyttävän tilan raja-arvoa, joten merialueen rehevöitymisen hillitseminen tärkeää merialueen hyvän tilan säilyttämiseksi.	Kokonaisfosforipitoisuus hyvässä tilassa, ja kokonaistyppipitoisuus sekä näkösyvyys tyydyttävässä tilassa. Merialueen rehevöitymisen hillitseminen tärkeää merialueen hyvän tilan säilyttämiseksi.	Jäähdytysveden lämpökuormitus on muokannut vesimuodostuman lämpötilaa ja kerrostuneisuutta sekä edistänyt rehevöitymistä. Jokivesien ravinnekuormituksella on merkittävä vaikutus vesimuodostuman tilaan. Merialueen hyvän tilan säilyttämiseksi rehevöitymisen vaikutuksia on hillittävä. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät pitkällä aikavälilläkään heikennä ekologisten laatutekijöiden luokitusta tai vaaranna hyvässä tilassa pysymistä. Jäähdytysvesien lämpökuormitus voi yhteisvaikutuksena merialueen ravinnekuormituksen kanssa osaltaan edistää merialueen paikallista rehevöitymistä. Vesimuodostuman tilan kehitykseen vaikuttavat ilmastonmuutosskenaarioiden ja hajakuormituksen toimenpiteiden toteutuminen.
Luvian-Rauman avomeri (Seu), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella hyvä		
Kasviplankton ja klorofylli-a tyydyttävässä tilassa, mikä ilmentää rehevöitymistä. Klorofyllipitoisuutta pitäisi pudottaa vain 0,4 ug/l hyvän tilan saavuttamiseksi. Pohjaeläimet BBI-indeksin mukaan hyvässä tilassa.	Kokonaistyppipitoisuus ja näkösyvyys hyvässä tilassa. Kokonaisfosforipitoisuus tyydyttävä, mutta erittäin lähellä hyvän tilan raja-arvoa.	Jäähdytysveden lämpökuormituksella on vähäinen vaikutus vesimuodostuman lämpötilaan ja kerrostuneisuuteen. Vesimuodostuman tilaan vaikuttaa ennen kaikkea merialueen kokonaiskuormituksen kehitys. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät heikennä laatutekijöiden luokitusta tai vaaranna hyvässä tilassa pysymistä.
Olkiluodonvesi-Haapasaarenvesi (Ses), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella tyydyttävä		
Biologisista tekijöistä merialueen tilaan vaikuttavat korkea klorofyllipitoisuus ja kasviplanktonin tyydyttävä tila, jotka ilmentävät merialueen rehevöitymistä. Pohjaeläinten tila arvioitu hyväksi.	Kokonaisfosforipitoisuus hyvän ja tyydyttävän rajalla, kokonaistyppipitoisuus ja näkösyvyys tyydyttävässä tilassa.	Jäähdytysvedenotolla ja KPA-varaston lämpökuormituksella on vähäinen vaikutus vesimuodostuman tilaan. Vesimuodostumaan voi kohdistua välillisiä vaikutuksia merialueen rehevöitymisen ja jääolojen muuttumisen kautta. Ilmastonmuutoksen vaikutus meriveden lämpötilaan on matalilla rannikkoalueilla merkittävää. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät heikennä laatutekijöiden luokitusta tai estä vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista.
Eurajoensalmi (Ses), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella tyydyttävä		
Biologinen tila arvioitu välttäväksi 3. kaudella. Kasviplankton ja a-klorofyllipitoisuudet korkeat. Hyvän tilan saavuttamiseksi a-klorofyllipitoisuuden pitäisi laskea noin 3,5 ug/l, mikä ei toteudu jos ravinnekuormitus pysyy nykyisen kaltaisena. Pohjaeläinten tilaa ei arvioitu.	Fysikaalis-kemiallinen tila välttävä ja ilmentää jokivesien kuormituksen vaikutuksia. Kokonaistyppi ja -fosfori arvioitu tilaltaan välttäviksi ja näkösyvyys huonoksi. Kokonaistyppipitoisuuden pitäisi laskea 120 ug/l ja fosforin noin 7 ug/l hyvän tilan saavuttamiseksi, mikä olisi merkittävä lasku suhteessa vesienhoitokausien aikana havaittuihin pitoisuuksiin.	Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset eivät ulotu vesimuodostumaan. Eurajoen kuormituksella merkittävä vaikutus vesimuodostuman tilaan. Ekologisen tilan kehitykseen vaikuttavat ilmastonmuutosskenaarioiden ja maatalouden toimenpiteiden toteutuminen. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät heikennä laatutekijöiden luokkaa tai estä vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista.

Biologiset laatutekijät	Fysikaalis-kemialliset laatutekijät	Arvio mahdollisista kehityssuunnista
Eurajoen alaosa (Ssa), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella tyydyttävä		
Biologiset tekijät luokiteltu päällyslevien ja pohjaeläinten osalta hyvään tilaan.	Kokonaisfosforipitoisuus hyvä, tilaa kokonaistypen osalta ei arvioitu. Ravinteita hajakuormituksen valuma-alueelta.	Vesimuodostumaan kohdistuu vedenottoa, millä ei ole vaikutusta vesimuodostuman ekologiseen tai kemialliseen tilaluokkaan. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset eivät ulotu vesimuodostumaan. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät heikennä laatutekijöiden luokkaa tai estä vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista.
Lapinjoki (Kk), ekologinen tila vesienhoidon 3. kaudella tyydyttävä		
Biologiset tekijät luokiteltu päällyslevien ja pohjaeläinten osalta hyvään tilaan.	Fysikaalis-kemialliset osatekijät tyydyttävässä tilassa. Kokonaisfosfori luokiteltu tyydyttäväksi ja kokonaistyppi välttäväksi. Typpipitoisuutta vähennettävä lähes 1 000 µg/l hyvän tilan saavuttamiseksi. Valuma-alueelta tulevan hajakuormituksen vähentäminen oleellista hyvän tilan saavuttamiseksi. Useat padot ja voimalaitokset laskevat hydrologis-morfologista luokitusta.	Vesimuodostumaan kohdistuu vedenottoa, millä ei ole vaikutusta vesimuodostuman ekologiseen tai kemialliseen tilaluokkaan. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset eivät ulotu vesimuodostumaan. Hajakuormituksen toimenpiteiden toteutuminen tärkeässä roolissa hyvän tilan saavuttamiseksi. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät heikennä laatutekijöiden luokkaa tai estä vesimuodostuman hyvän tilan saavuttamista.

Merenhoitosuunnitelma



Käytön jatkamisen tai tehonkorotuksen mahdolliset meriympäristön hyvän tilan kuvaajiin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääasiassa jäähdytysvesien lämpökuormituksesta ja vieraslajien mahdollisesta leviämisestä.

Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelmassa vuosille 2022–2027 Selkämeren merkittävimmäksi ongelmaksi on määritetty liiallinen ravinnekuormitus ja rehevöityminen, joka vaarantaa niin luonnon monimuotoisuuden säilymisen kuin ravintoverkon toiminnan. Hanke ei lisää merialueen ravinnekuormitusta, mutta jäähdytysveden lämpökuormitus voi edistää merialueen rehevöitymistä paikallisesti, ja ilmastonmuutos voimistaa vaikutusta. Myös merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelmassa Olkiluodon ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien todetaan tehostavan kasviplanktonin ja vesikasvien tuotantoa, ja saattavan voimistaa rehevöitymistä. Lämpökuormituksen vaikutukset nähdään kuitenkin paikallisina, eikä lämpövaikutuksella arvioida olevan vaikutusta meren tilaan laajemmassa mittakaavassa *(Laamanen ym. 2021)*. Tehonkorotuksen tapauksessa kasviplanktonin määrän (a-klorofyllipitoisuus) lisäys on vesimuodostumatasolla erittäin alhainen. Jäähdytysvesien lämpökuormitus voi hyödyttää sinileviä, mutta vaikutus sinilevien massaesiintymisiin arvioidaan vähäiseksi, eikä sinilevien esiintymisen arvioida muuttuvan verrattuna nykytilaan.

Suomen merenhoitosuunnitelman 2022–2027 toimenpideohjelman tavoitteena haitallisten vieraslajien torjumiseksi on ehkäistä vieraslajien saapuminen tai hidastaa saapumisvauhtia. Koska vieraslajien poistaminen merestä on käytännössä mahdotonta, keskitytään haittojen ehkäisyssä uusien vieraslajien saapumisen estämiseen. Laivaliikenne on merkittävin merilajien saapumisväylä. Tärkeimpiä toimenpiteitä ovat EU:n vieraslajiasetus, laki vieraslajeista aiheutuvien riskien hallinnasta ja valtioneuvoston asetuksena hyväksytty kansallinen vieraslajiluettelo. Myös haitallisten vieraslajien torjuntaa koskevat hallintasuunnitelmat ovat keskeisiä vieraslajilainsäädännön toimeenpanoa ohjaavia työkaluja. Kansainvälisen merenkulkujärjestö IMO:n yleissopimus alusten painolastivesien ja sedimenttien valvonnasta ja käsittelystä astui voimaan kansainvälisesti vuonna 2017. Nykytoimenpiteiden katsotaan kokonaisuudessaan olevan riittäviä haitallisten vieraslajien saapumisen estämiseksi ja haittojen torjunnan edistämiseksi.

Merialueet, joilla veden lämpötila pysyy ympäri vuoden luonnontilaista lämpimämpänä, voivat toimia vieraslajeja vastaanottavina alueina. Lämpökuormitus voi edesauttaa vieraslajin sopeutumista uuteen elinympäristöön ja edistää lajin leviämistä. Olkiluodon merialueella esiintyvistä viimeaikaisista vieraslajeista kaspianpolyyppi *(Cordylophora caspia)*, valesinisimpukka *(Mytilopsis leucophaeata)* ja *Conopeum chesapeakensis* -sammaleläin voivat aiheuttaa haittaa muodostamalla kasvustoja voimalaitoksen merivesijärjestelmiin. Näistä erityisesti valesinisimpukka hyötyy lämpövaikutuksesta *(Laine ym. 2006)*. Mahdollisten uusien vieraslajien levittäytymisen ennustaminen on vaikeaa, joten vieraslajien osalta tilanteen arvioidaan pysyvän Olkiluodon merialueella nykyisen kaltaisena.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen tai tehonkorotus ei estä tai vaaranna meriympäristön hyvän tilan pitkäaikaisten tavoitteiden saavuttamista.

Itämeren suojeluohjelma HELCOM

Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus, eli ns. Helsingin sopimus velvoittaa sopimusmaita vähentämään kuormitusta kaikista päästölähteistä sekä suojelemaan meriluontoa ja sen monimuotoisuutta. Kuten vesien- ja merenhoitosuunnitelmissa, myös Itämeren suojelun toimenpideohjelman *(HELCOM 2021b)* tavoitteena on saavuttaa Itämeren hyvä tila.

Itämeren suojelukomission toimenpideohjelma listaa rehevöitymisen ja vieraslajit keskeisiksi Itämeren tilaan vaikuttaviksi paineiksi ja on suositellut hoitotavoitteita ihmisen toiminnasta peräisin olevan ravinnekuormituksen minimoimiseksi sekä vieraslajien leviämisen estämiseksi. Hankevaihtoehtojen vaikutuksia merialueen rehevöitymiseen ja vieraslajien leviämiseen on käsitelty edellä. Pintavesivaikutustenarvioinnin perusteella voitiin todeta, että hanke ei ole ristiriidassa vesien- ja merenhoidon tavoitteiden kanssa eikä heikennä vesimuodostumien Rauman-Eurajoen saaristo sekä Luvian-Rauman avomeri hyvää ekologista tilaa.

Käytön jatkamisella tai tehonkorotuksella ei ole ristiriitaa HELCOMin suojeluohjelman tavoitteisiin.

Merialuesuunnittelu

Merialuesuunnitelman tarkoituksena on edistää merialueen eri käyttömuotojen kestävää kehitystä ja kasvua, merialueen luonnonvarojen kestävää käyttöä sekä ympäristön hyvän tilan saavuttamista. Merialuesuunnitelmassa Olkiluodon merialue on merkitty erikoisalueeksi ja ympäröivien merialueiden suunnittelussa tulee huomioida ydinvoimalaitoksen suojavyöhyke. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen tai tehonkorotuksen ei arvioida aiheuttavan ristiriitaa eteläisen Selkämeren merialuesuunnitelman kanssa.

Käytön jatkaminen ja tehonkorotus ovat toteuttamiskelpoisia merialuesuunnittelun näkökulmasta.

6.8.3.4. Vaikutusten merkittävyys

Olkiluodon edustan merialueen herkkyys arvioitiin kohtalaiseksi. Merialueen sekoittumisolosuhteet ovat yleisesti hyvät, mutta merialueelle tulee ravinnekuormitusta jokivesien mukana, ja alueella on havaittavissa rehevöitymistä sekä ajoittaista merenpohjan vähähappisuutta.

Käytön jatkamisessa (VE1) OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminta ei muutu verrattuna nykyiseen toimintaan. Käytön jatkamisesta ei muodostu merialueen lämpötilaan tai kerrostuneisuusolosuhteisiin nykytilasta poikkeavaa vaikutusta, eikä käytön jatkaminen muuta merialueen ekologista tai kemiallista tilaa. Käytön jatkamisen tapauksessa jäähdytysvesien lämpökuormitus merialueella kuitenkin jatkuu. Lämpökuormitus voi yhdessä

merialueelle tulevan ravinnekuormituksen kanssa edistää rehevöitymistä paikallisesti. Ilmastonmuutoksen vaikutukset merialueen lämpenemiseen tulevat kuitenkin olemaan jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutuksia merkittävämmät. Kun huomioon otetaan laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet, arvioidaan vaikutusten suuruus vähäiseksi kielteiseksi. Mahdollisella KPA-varaston laajentamisella ei arvioida olevan nykytilasta poikkeavaa vaikutusta. Käytön jatkamisen pintavesiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi.

Tehonkorotuksen (VE2) vaikutuksesta mereen purettavan jäähdytysveden lämpötila nousee 1 °C nykytilanteeseen verrattuna. Noin 2 km etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä tehonkorotus nostaa keskimääräisiä meriveden pintalämpötiloja 0,2 °C ja 3–4 km etäisyydellä 0,1 °C. Lämpökuormituksen vaikutusalueen laajuus ei muutu verrattuna nykytilaan. Jäähdytysveden purkupisteen läheisyydessä tehonkorotus voi ajoittain vähäisesti voimistaa meren lämpötilakerrostuneisuutta ja näin ollen vähentää veden vaihtuvuutta pinta- ja pohjakerrosten välillä. Talvella tehonkorotus vaikuttaa jääpeitteiseen aikaan vain joitakin yksittäisiä päiviä, mitä ei voida erottaa vuosien välisestä vaihtelusta. Mallinnustulosten mukaan ilmastonmuutoksen vaikutukset Olkiluodon merialueen meriveden lämpötilaan, kerrostuneisuuteen sekä jääolosuhteisiin ovat selvästi jäähdytysvesien lämpökuormitusta suuremmat. Ilmastonmuutoksen ja merialueen ravinnekuormituksen yhteisvaikutuksesta jäähdytysvesien lämpökuormitus voi paikallisesti edistää merialueen rehevöitymistä, millä voi olla vaikutuksia Iso Kaalonperän lahden kasviplankton- ja pohjaeläinyhteisöihin. Pitkällä aikavälillä tehonkorotuksen ei kuitenkaan arvioida aiheuttavan muutosta vaikutusalueen vesimuodostumien ekologiseen tilaan. Merialueen tilan kehitykseen vaikuttavat oleellisesti ilmastonmuutosskenaarioiden ja hajakuormituksen toimenpiteiden toteutuminen. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen pintavesiin kohdistuvien vaikutusten suuruus arvioitiin vähäiseksi kielteiseksi, kun huomioon otetaan laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet. KPA-varaston jäähdytysveden määrän lisäyksellä ja mahdollisella laajentamisella ei arvioida olevan nykytilasta poikkeavaa vaikutusta. Tehonkorotuksen vaikutusten merkittävyys arvioidaan kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi. (Taulukko 37)

Taulukko 37. Vaikutusten merkittävyys: pintavedet.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Kohtalainen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Kohtalainen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.8.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Ydinvoimalaitosyksiköiden vaikutuksia Olkiluodon edustan meriveden laatuun ja merialueen biologiseen ympäristöön tarkkaillaan säännöllisesti, jotta merialueen tilassa tapahtuvista mahdollisista muutoksista saadaan ajankohtaista tietoa ja näihin voidaan tarvittaessa reagoida. Laitosyksiköiden ympäristöluvassa on annettu raja-arvoja mereen purettavaan jäähdytysveteen liittyen. Raja-arvot on asetettu siten, ettei voimalaitoksen toiminnasta muodostu merialueelle merkittävää haittaa. Ympäristöluvan mukaan jäähdytysvesien lämpökuormitus mereen saa olla enintään 205 000 TJ vuodessa ja tehonkorotuksenkin jälkeen lämpökuormitus jää selvästi alle raja-arvon.

Joulukuusta 2023 alkaen Olkiluodon talousjätevedet on johdettu jätevedenpuhdistamolle Raumalle. Jätevesien keskitetty käsittely suuremmassa yksikössä mahdollistaa jätevesien tehokkaamman puhdistamisen ja vähentää niistä aiheutuvaa vesistökuormitusta. Ravinnekuormituksen vähentäminen on avainasemassa Olkiluodon merialueen vesimuodostumien hyvän ekologisen tilan saavuttamiseksi. Merkittävin osa merialueen ravinnekuormituksesta tulee Eurajoesta. Vaikuttavimpiin toimenpiteisiin lukeutuvat joen valuma-alueella tehtävät toimenpiteet, esimerkiksi maatalouden ravinnekuormituksen vähentäminen.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden hyötysuhdetta on aiemmin parannettu, millä on ollut vähäinen myönteinen vaikutus lämpökuormaan. Hyötysuhdetta voidaan edelleen hiukan parantaa tulevien laiteuusintojen yhteydessä.

6.8.5. Epävarmuustekijät

Jäähdytysvesien vaikutusten arviointi perustuu mallinnukseen. Vesistömalli on kompromissi luonnon prosessien kuvausten, erotustarkkuuden ja mallin vaatiman laskenta-ajan välillä. Malliin on sisällytetty yleisimmät vesistömalleissa käytetyt virtauksiin, kulkeutumiseen ja sekoittumiseen vaikuttavat yhtälöt ja tarkimmalla mallialueella horisontaali erotustarkkuus oli 40 m. Erotustarkkuutta pienemmän mittakaavan prosesseja tai virtausten ja pitoisuuksien sisäistä jakaumaa ei mallissa pystytä kovin tarkkaan huomioimaan. Mallin yksinkertaistuksien lisäksi mallitulosten luotettavuuteen vaikuttavat mallin validoinnin syöttötietojen luotettavuus, kuten meteorologiset tiedot. Myös epätarkkuudet paikallisessa säätiedoissa lisäävät mallin epävarmuutta. Erilaisten simulointivuosien valinnalla varmistettiin, että mahdollinen tulevaisuuden säätila sijoittuisi näiden äärijaksojen väliin. Mallin jäälaskentaa on yksinkertaistettu siten, ettei siinä huomioida jään kulkeutumista, joten siitä aiheutuvia ilmiöitä mallilla ei voida selvittää. Simuloidut talven maksimijäänpaksuudet olivat samankaltaisia jäähavaintojen kanssa, mutta yleisesti jäätä syntyy mallissa liian suurelle alueelle.

Merialueelta oli kuitenkin saatavissa kattavasti tarkkailuaineistoja, joiden avulla mallin kelpoisuutta voitiin arvioida. Vertailun perusteella mallinnetut arvot vastaavat kohtalaisen hyvin merialueen mitattuja lämpötiloja.

Vesistövaikutuksia arvioitiin pitkällä aikajänteellä, koska käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen toteutuessa lämpövaikutus jatkuisi enintään vuoteen 2058. Mallinuksessa on käytetty voimakkaimman lämpenemisen ilmastonmuutosskenaariota eli tilannetta, jossa kasvihuonekaasupäästöjä ei rajoiteta lainkaan. Muodostuvien meriveden lämpötilojen osalta epävarmuus liittyy ilmastonmuutosskenaarioiden toteutumiseen ja eri skenaarioiden sisältämään epävarmuuteen. Ilmastonmuutoksen tarkkoja vaikutuksia on pitkällä aikavälillä vaikeaa ennustaa. Ilmastonmuutoksen myötä sadannan on arvioitu lisääntyvän, mikä voi laskea meriveden suolapitoisuutta. Myös keskimääräisen merenpinnan korkeuden on arvioitu nousevan, mutta Pohjanlahdella maankohoaminen voi kumota vedenkorkeuden nousun vaikutuksen. Lisääntyvä valunta voi myös lisätä maalta mereen huuhtoutuvan kiintoaineen määrää, mikä voi edistää merialueen rehevöitymistä.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutuksia on verrattu ilmastonmuutoksen vaikutuksiin. Mallinnukseen valittiin skenaario, jossa ilmastonmuutoksen vaikutukset merialueen lämpenemiseen korostuvat (SSP5-8.5). Mikäli laitosyksiköiden toiminnan vaikutuksia olisi verrattu vähemmän konservatiiviseen skenaarioon, laitoksen vaikutukset voisivat olla ilmastonmuutokseen verrattuna merkityksellisemmät, mutta kokonaisuudessaan meriveden lämpeneminen olisi selvästi vähäisempää.

Merialueen lämpötilaan, kasviplanktoniin, vesikasvillisuuteen ja pohjaeläimiin kohdistuvien vaikutusten arviointiin sisältyy epävarmuutta, sillä perustuotannon kehitys merialueella riippuu sekä ilmastonmuutosskenaarioiden että kuormitusta vähentävien toimenpiteiden toteutumisesta. Myöskään vieraslajien leviämistä merialueelle ei pystytä ennustamaan, joten vaikutusten arviointiin liittyy epävarmuutta.

6.9. Kalat ja kalastus

6.9.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvan vaikutuksen arvioinnissa on hyödynnetty Olkiluodon merialueella tehtyjä kalataloudellisia tarkkailuraportteja. Olkiluodon voimalaitoksen lähimerialueen kalastoa ja kalastusta on tarkkailtu 1980-luvulta lähtien. Viimeisimmät kalastoselvitykset Olkiluodon edustan merialueella on toteutettu vuosina 2020–2023 (kaupallinen kalastus, saaliskirjanpito ja vapaa-ajankalastus), 2022 (saaliskirjanpito, verkkokoekalastus sekä kalojen ikä- ja kasvumääritykset) ja 2023 (kaupallinen kalastus).

Vaikutusten arvioinnissa on lisäksi hyödynnetty jäähdytysveden tarkkailuja, joissa on selvitetty jäähdytysveden mukana voimalaitokselle kulkeutuvien kalojen ja kalanpoikasten määrää ja biomassaa. Kalojen poikastuotantoalueita Olkiluodon merialueella tarkasteltiin vedenalaisen meriluonnon inventointiohjelman (VELMU) aineistojen perusteella. Vaikutusten arvioinnissa hyödynnettiin myös voimalaitoksen välppeen eli jäähdytysvedestä talteen otettavan kiintoaineksen tutkimuksia sekä Olkiluodon merialueen fysikaalis-kemiallisia tarkkailututkimuksia. Lisäksi käytettiin ympäristöhallinnon julkisia aineistoja Selkämeren kalastosta ja kalataloudesta, sekä tieteellisiä julkaisuja lämpökuormituksen kalastovaikutuksista ja vieraslajien vaikutuksista myös muualla kuin hankealueella.

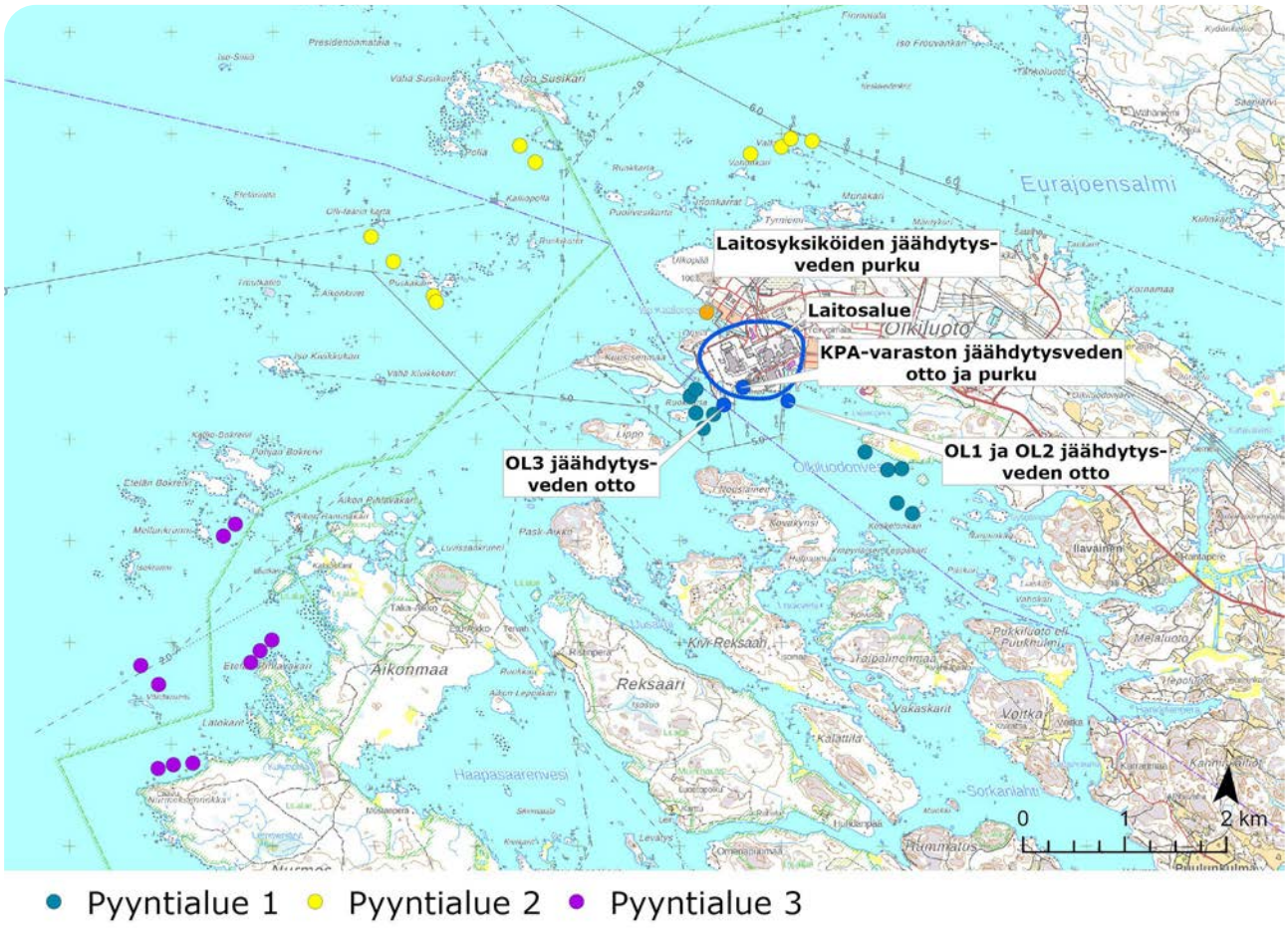
Kalastoon ja kalastukseen kohdistuvan vaikutuksen arvioinnissa on hyödynnetty vedenlaadun vaikutuksen arvioinnin tuloksia (ks. luku 6.8) mukaan lukien jäähdytysvesimallinnusta (Liite 5). Vedenlaatuun vaikuttavien toimintojen välilliset vaikutukset kalastoon ja kalastukseen on arvioitu asiantuntija-arvioina noin 10 km etäisyydellä laitosalueesta.

6.9.2. Nykytila

6.9.2.1. Kalasto

Olkiluodon edustan merialueen kalastoa ja kalastusta tarkkaillaan osana ydinvoimalaitoksen ympäristötarkkailua. Kalataloudellisina tarkkailumenetelminä käytetään verkkokoekalastusta, kalojen ikä- ja kasvumäärityksiä, saaliskirjanpitoa sekä kaupallisille ja vapaa-ajankalastajille kohdistettuja kalastustiedusteluja *(KVVY Tutkimus Oy 2022a & 2023b)*. Coastal-verkkokoekalastuksia on tehty kolmella eri pyyntialueella; jäähdytysveden ottoalueen ja KPA-varaston jäähdytysveden purkualueen lähistöllä (pyyntialue 1), OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien purkupaikan lähistöllä (pyyntialue 2) sekä vertailualueella, jolle ei kohdistu jäähdytysveden oton- tai purun vaikutuksia (pyyntialue 3) (Kuva 53). Verkkokoekalastukset on tehty samoilla alueilla vuosina 2010, 2014, 2018 ja 2022.

Vuoden 2022 saalislajistoon kuuluivat ahven, kiiski, kuha, särki, pasuri, salakka, lahna, seipi, silakka, hauki, siika, kolmipiikki, isotuulenkala, kuore, kivinilkka ja mustatäplätokko. Ahven on ollut biomassaltaan verkkokoekalastuksissa tarkkailuvuosina 2010, 2014, 2018 ja 2022 kaikkien pyyntialueiden runsain saalislaji. Vuonna 2022 toiseksi yleisin kalalaji oli särki. Tarkasteltaessa yksikkösaalista jäähdytysvesien purkualueella saatiin pyyntialueella 2 huomattavasti suuremmat särkisaaliit kuin pyyntialueilla 1 ja 3. Ahventen yksikkösaaliiden välillä ei ollut tilastollisesti merkitsevää eroa pyyntialueiden välillä, mutta petokaloiksi luokiteltavien yli 15 cm kokoisten ahventen osuus oli selkeästi pienempi vertailualueella kuin kahdella muulla alueella. *(KVVY Tutkimus Oy 2023b)*



Kuva 53. Verkkokoekalastusta on toteutettu kolmella eri pyyntialueella. Kuvassa on esitetty eri pyyntialueilla tehdyt Coastal-verkkokoekalastuksen verkkopaikat. (KVVY Tutkimus Oy 2022a & 2023b)

Vedenalaisen monimuotoisuuden inventointiohjelman (VELMU) karttapalvelussa esitettyjen mallinnusten perusteella Olkiluodon edustalla voimalaitoksen läheisyydessä sijaitsee ahvenen, kuoreen, silakan sekä tokkojen suotuisia ja erittäin suotuisia poikastuotantoalueita. Ahvenen ja kuoreen erittäin suotuisat poikastuotantoalueet sijaitsevat suojaisilla lahtialueilla ja tokkojen vaihtelevammin eri puolilla merialuetta. Olkiluodon edustan merialue on myös silakan suotuisaa poikastuotantoaluetta, mutta erittäin suotuisat poikastuotantoalueet sijaitsevat selkeästi ulompana rannikosta.

Olkiluodon pohjoispuolelle Eurajoensalmeen laskevan Eurajoen alaosassa ja keskijuoksulla on havaittu taimenen, lohen ja siian poikastuotantoalueita *(Ympäristöhallinto 2024b, Eurajoen vesiensuojeluyhdistys ry 2024)*. Eurajoen vaelluskalakantojen elvyttämiseksi alueelle on istutettu vaellussiikaa, meritaimenta ja -lohta *(Sähköinen istutustietojärjestelmä 2024)* ja joessa on toteutettu koskikunnostuksia sekä rakennettu kalateitä nousuesteiden kohdalle.

Jäähdytysveden mukana tulovesikanavista voimalaitokseen ajautuvien kalojen ja kalanpoikasten määrää on selvitetty keräämällä näytteitä kaikkien voimalaitosyksiköiden merivesilaitoksilta välppeen huuhtelukanavista *(Teollisuuden Voima 2024a)*. OL1- ja OL2-laitosyksiköissä kalanäytteiden keräämisessä käytetään sihtilevyä ja OL3-laitosyksikössä sihtilevykoria. Alle 1 cm kokoisten kalanpoikasten pyydystämiseen käytettiin vuonna 2023 planktonhaavia ja näytteitä otettiin OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden tulovesikanavista. OL1- ja OL2-laitosyksiköissä voimalaitokseen ajautuvien kalojen pituudet vaihtelivat 1,1–50,8 cm välillä. Pienimmät kaloista olivat tokkojen poikasia ja pisimmät aikuisia haukia. Tokkojen lisäksi näytteissä havaittiin silakan, piik-

kikalojen ja kuoreiden poikasia, mutta tyypillisesti yli 2 cm mittaisina. Vain harvat tulovesikanaviin ajautuvat kalanpoikaset olivat alle 2 cm. Alle 1 cm mittaisia poikasia ei havaittu myöskään erillisen poikasnäytteiden pyynnin yhteydessä. Siksi on mahdollista, että tulovesikanavassa on hyvin vähän kalojen pienille poikasille piilopaikoiksi ja ravinnon hankintaan soveltuvaa suojaista habitaattia, eivätkä kalat käytä jäähdytysvedenotto-aluetta kutualueena suojattomuuden ja vähäisen kasvillisuuden vuoksi. Toisaalta kanaviin ajautuvat alle 1 cm mittaiset poikaset voivat joutua muiden kalojen saaliiksi ennen kulkeutumista voimalaitoksen vedenottorakenteisiin, eikä niitä siksi havaita näytteistä.

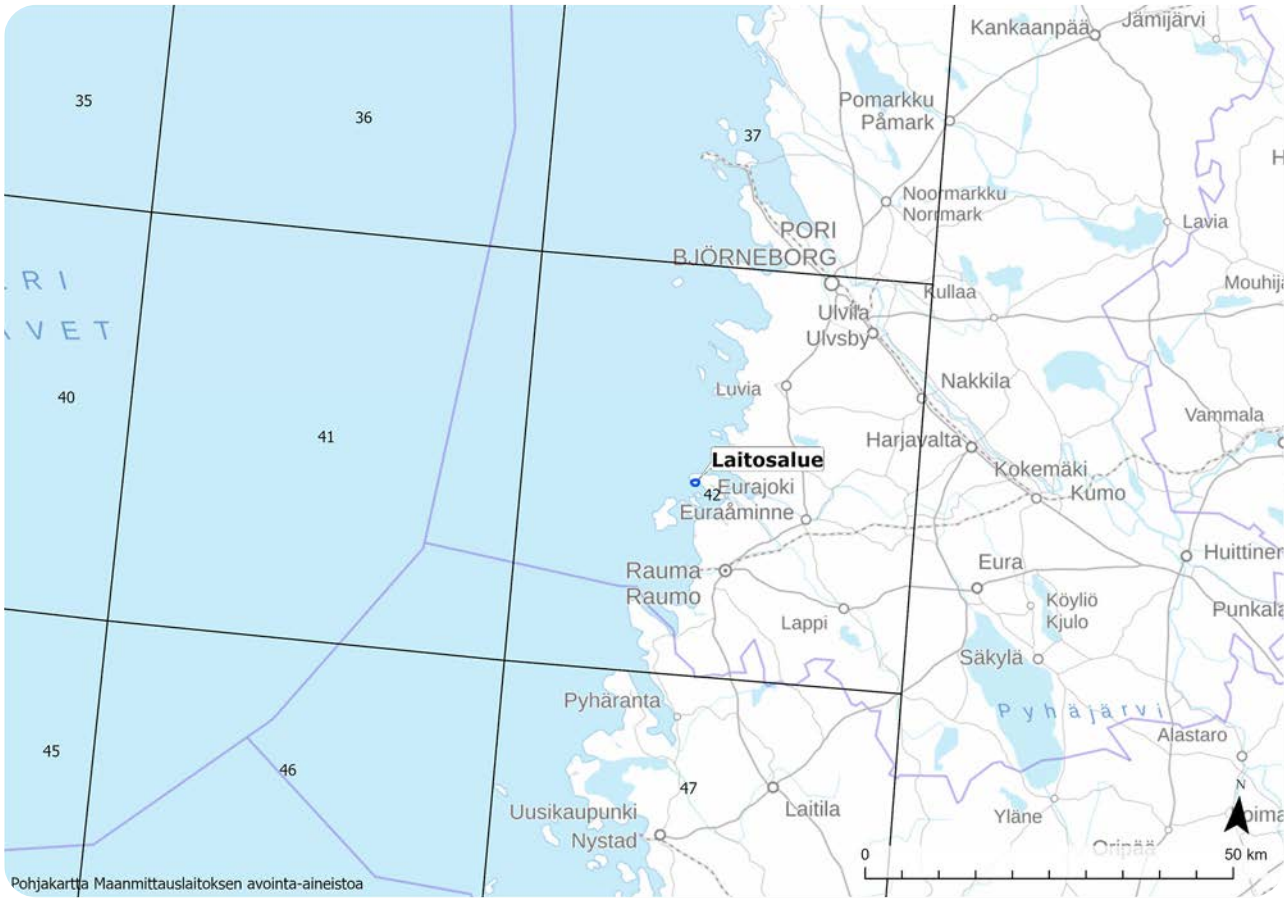
6.9.2.2. Kalastus

Vapaa-ajankalastajille kohdennetun kalastustiedustelun perusteella Olkiluodon edustalla kalasti 113 ruokakuntaa vuonna 2021. Näiden kokonaissaalis oli arviolta 16 250 kg, joka koostui pääasiassa ahvenesta (47 %) hauesta (14 %) ja siiasta (10 %). Muita ilmoitettuja saalislajeja olivat särki, lahna, säyne, silakka, made, taimen, lohi ja kuha. Ruokakuntakohtainen saalis oli 144 kg, mikä oli tarkkailuhistorian suurin. Vapaa-ajankalastajien mukaan kalastusta häirinneitä tekijöitä olivat merimetsojen ja hylkeiden liiallinen määrä, vesikasvillisuuden runsaus, pyydysten nopea likaantuminen ja veden samentuminen. *(KVVY Tutkimus Oy 2022a)*

Vuosina 2020 ja 2021 kalataloudellinen tarkkailu sisälsi Olkiluodon edustan merialueella kalastaneiden saaliskirjanpidon, vapaa-ajankalastajille suunnatun kalastustiedustelun ja alueella vuonna 2021 kalastaneen kaupallisen kalastajan haastattelun. Lisäksi neljä kalastajaa piti kirjaa käytetyistä pyydyksistä ja niiden määristä, pyynnin kestosta, pyyntialueesta ja saaliistaan. Valtaosa kalastuksesta tapahtui Olkiluodon voimalaitoksen käyttämien jäähdytysvesien ottoalueella (pyyntialue 1). Ahven oli kaikkina kirjanpitovuosina taloudellisesti tärkein ja lukumääräisesti runsain saalislaji (Taulukko 38). *(KVVY Tutkimus Oy 2022a)*

Saatujen saalistietojen perusteella Olkiluodon alueella on vuosien 2018–2022 aikana harjoitettu kaupallista kalastusta pääasiassa seisovilla pyydyksillä, kuten rysillä ja verkoilla. Mikäli alueella harjoitettaisiin troolikalastusta, olisi silakan ja kilohailin osuus saaliissa huomattavasti suurempi suhteessa esimerkiksi hauen, särjen, ahvenen ja siian saalismääriin. Saalistietojen perusteella siika on taloudellisesti merkittävä saaliskala alueella. Saaliissa esiintyy jonkin verran myös lohta sekä taimenta. *(Luonnonvarakeskus 2024c)*





Kuva 54. Olkiluodon edustan merialue sijoittuu ICES-pyyntiruudulle 42, jonka kaupallisen kalastuksen kokonaissaaliit vuosina 2018–2022 on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 38).

Taulukko 38. Suomen kaupallisen kalastuksen kokonaissaaliit ICES-pyyntiruudulta 42 vuosina 2018–2022 (1 000 kg). (Luonnonvarakeskus 2024c)

Vuosi	Yht.	Silakka	Kilohaili	Siika	Lohi	Taimen	Kuore	Lahna	Säyne	Särki	Hauki	Ahven	Kuha	Muu
2018	469	412	0	6	5	1	2	4	1	13	3	20	2	1
2019	320	267	0	7	5	1	1	4	1	12	4	17	1	0
2020	937	870	0	10	6	1	1	3	0	23	4	10	1	9
2021	366	313	0	9	5	1	3	4	1	13	3	12	1	2
2022	532	483	2	10	5	0	1	3	0	8	2	16	0	1

Olkiluodon edustan merialueella toimi vuonna 2023 yksi päätoiminen kaupallinen kalastaja, vastaavasti kuin vuosina 2021, 2019 ja 2017. Vuonna 2023 kaupallinen kalastus oli lähes ympärivuotista ja pyynti tapahtui rantarysillä, silakkaverkoilla ja solmuväliltään 30–60 mm verkoilla. Vuonna 2023 pyydysvuorokausia kertyi yhteensä 4 643 ja määrä oli selvästi vähäisempi verrattuna vuoteen 2021, jolloin pyydysvuorokausia oli 11 581. Vuonna 2023 65 % ajasta kalastettiin verkoilla ja myös suurin osa saaliista saatiin verkoilla. Vuoden 2023 kokonaissaalis oli yhteensä 6 960 kg ja hieman suurempi kuin kahta vuotta aiemmin, vaikka pyyntiponnistus olikin nyt merkittävästi pienempi. Yleisin saalislaji vuonna 2023 oli ahven, jota kalastaja sai yhteensä 3 390 kg. Muita merkittäviä saalislajeja vuonna 2023 olivat särki ja hauki. Silakkasaalis jäi alhaiseksi vähäisen pyynnin takia. Särki oli ammattikalastajan runsain saalislaji vuosina 2017, 2019 ja 2021. Huomionarvoista on sekin, että taimenia tai lohia ei ole kirjattu ammattikalastajan saaliiseen sitten vuoden 2009 tarkkailun. Olkiluodon

merialueen ammattikalastajan haastattelussa suurimpana haittana tuotiin esiin merimetsokanta. Myös veden sameus ja runsas vesikasvillisuus haittasivat paikoin kalastusta. Pyydysten likaantuminen on selvästi lisääntynyt verrattuna edellisiin vuosiin. Kalastushaitoista kysyttäessä esiin ei noussut seikkoja, jotka olisivat yksiselitteisesti yhdistettävissä voimalaitoksen vaikutuksiin. *(KVVY Tutkimus Oy 2022a & 2024b)*

6.9.2.3. Vaikutuskohteen herkkyys

Kalaston ja kalastuksen herkkyys vaikutuskohteena arvioitiin alueella esiintyvän kalaston, kalojen lisääntymisalueiden sijoittumisen perusteella suhteessa laitosalueeseen ja alueella harjoitettavaan kalastukseen. Alueella tavataan Itämerelle tyypillisiä kalalajeja, jotka eivät merkittävästi poikkea muualla esiintyvästä kalastosta. Voimalaitoksen läheisyydessä esiintyy yleisinä koko Suomen merialueella esiintyvien kalalajien kuten ahvenen, kuoreen, silakan sekä tokkojen suotuisia sekä erittäin suotuisia poikastuotantoalueita. Alueella ei ole tärkeitä kutualueita ja hankealueen kaupallisesti hyödynnettävien kalakantojen tila on kestävällä tasolla. Alueella on hieman kaupallista kalastusta ja jonkin verran vapaa-ajan kalastusta. Vaikutuskohteen herkkyyden arvioidaan olevan kohtalainen.

6.9.3. Ympäristövaikutukset

6.9.3.1. Käytön jatkaminen

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Mahdollisista rakentamistöistä ei muodostu vaikutuksia pintavesiin eikä siten myöskään kalastoon ja kalastukseen. Seuraavassa on kuvattu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen toiminnan aikaisia vaikutuksia.

Jäähdytysveden oton vaikutukset kalastolle ja kalastukselle

Laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden otosta aiheutuu pohjoiseen suuntautuva virtaus vedenottotunnelin suun läheisyyteen. Jäähdytysveden mukana OL1- ja OL2-laitosyksiköihin ajautui vuosien 2023-2024 aikana tehdyn tarkkailun perusteella yhteensä 15,4 ± 7,1 t kalaa vuodessa *(Teollisuuden Voima 2024a)*. Laitosyksiköihin ajautuneista kaloista 95 % painoi vähemmän tai yhtä paljon kuin 3 g. OL1-laitosyksikön merivesilaitokselle ajautuneista kaloista yksilömäärältään suurin osa oli alle tai tasan 3 g painoisia kolmipiikkejä, kymmenpiikkejä ja tokkoja. OL2-laitosyksikön yksilömäärästä taas suurin osa oli alle tai tasan 3 g painoisia kolmipiikkejä ja kymmenpiikkejä sekä kuoreen ja silakan poikasia. Molempiin laitosyksiköihin kulkeutuneesta kalasta valtaosa oli kolmipiikkiä, johon ei kohdenneta pyyntiä vapaa-ajankalastuksessa tai kaupallisessa kalastuksessa. Kolmipiikki, kuten muutkin laitosyksiköihin ajautuvat kalataloudellisesti hyödyntämättömät poikaset, ovat kuitenkin merkittävä osa ravintoverkkoa ja toimivat ravintona suuremmille petokaloille, jotka ovat haluttua saalista vapaa-ajankalastajille.

Kalojen ajautuminen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden merivesilaitoksille voi vaikuttaa jossain määrin vähentävästi jäähdytysveden ottoalueen virkistyskalastussaaliin määrään. Laitosyksiköihin ajautuvien kalanpoikasten poistuma voi vaikuttaa myös ajan myötä jossain määrin kielteisesti alueen poikastuotantoon. Vaikutus rajoittuu kuitenkin jäähdytysveden ottoalueen lähistölle Olkiluodonvedelle, sillä laitosyksiköihin ajautuvat poikaset ovat rajoittuneen uintikykynsä vuoksi käytännössä peräisin lähialueiden lisääntymisalueista. Kauempana vedenottoalueesta poikastuotantopotentiaalia säätelevät myös muut mekanismit kuin Olkiluodonveden alueelta tulevien rekryyttien määrä, kuten petokalojen ja kalastuksen aiheuttama saalistuspaine, ravinnon määrä sekä keskinäinen kilpailu. Kalojen ajautumisesta laitosyksiköihin voi kohdistua paikalliselle vapaa-ajankalastukselle haittaa vähentyneinä saalismäärinä, joskin vaikutuksen suuruuden määrittely on haastavaa. Saalismääriin vai-

kuttavat monet tekijät kuten sääolot, käytetyt pyyntimenetelmät sekä aiempien vuosien poikastuotanto, jossa ilmenee lajikohtaista vaihtelua myös ihmistoiminnasta riippumattomista syistä.

Vuosina 2010, 2014, 2018 ja 2022 toteutetuissa Coastal-verkkokoekalastuksissa vuosien yhteenlaskettujen verkkokohtaisten ahvensaaliiden keskiarvot olivat lähes samoja jäähdytysveden ottopuolella (40 kpl/verkko) kuin jäähdytysveden purkupuolella (40 kpl/verkko) ja suurempia kuin vertailualueella (28 kpl/verkko). Myös yli 15 cm pitkien petokoon ahventen koeverkkokohtaisten saalismäärien keskiarvo samoilta tutkimusvuosilta oli korkeampi jäähdytysveden ottopuolella (18 kpl/verkko) kuin jäähdytysveden purkualueella (15 kpl/verkko) tai vertailualueella (12 kpl/verkko) *(Ympäristöhallinto 2024b)*. Verkkokoekalastusten yksilösaalismääristä ei voida tehdä suoraa johtopäätöstä siitä, ettei jäähdytysveden otto vaikuttaisi vähentävästi alueen potentiaalisiin saalismääriin, sillä eri tutkimusalueiden kalastomäärä ja -rakenne voivat luontaisestikin erota toisistaan. Tulosten perusteella jäähdytysveden ottopuolen kalastusmahdollisuudet eivät kuitenkaan potentiaalisen saaliin puolesta ole huonompia kuin ympäröivällä merialueella.

Jäähdytysveden oton vaikutus kalastoon on nykyisessä toiminnassa paikallinen ja kokonaisuutena vähäinen, eikä sillä arvioida olevan merkitystä kaupalliselle kalastukselle. Paikalliselle vapaa-ajankalastukselle jäähdytysveden oton aiheuttama vähennys poikastuotantoon voi ilmentyä saalismäärien vähenemisenä, kun vertailukohtana käytetään laitosyksiköiden toimintaa edeltänyttä aikaa. Käytön jatkaminen ei aiheuta muutosta nykytilaan, mutta nykyinen kalamassaa vähentävä vaikutus jatkuu pidemmälle tulevaisuuteen. Jäähdytysveden otosta aiheutuva muutos Olkiluodonveden kalastoon ja kalastukseen arvioidaan vaikutuksen ajallisen pitenemisen vuoksi suuruudeltaan vähäiseksi kielteiseksi.

KPA-varaston mahdollisen laajentamisen tapauksessa KPA-varastolle otettavan jäähdytysveden määrä kasvaa noin 50 %, mikä myös voimistaa virtausta vedenottoputken suulla. Vesi virtaa KPA-varaston vedenottojärjestelmään reikäsihdin läpi, joten järjestelmään ei pääse ajautumaan kaloja. Näin ollen KPA-varaston vedenotosta ei kohdistu vaikutuksia kalastolle.

Jäähdytysveden purun vaikutukset kalastolle ja kalastukselle

Iso Kaalonperän lahdella, johon jäähdytysvedet puretaan, on nykytilassa havaittavissa rehevöitymistä (luku 6.8). Myös kalaston rakenne ilmentää reheviä olosuhteita, sillä lajisto on purkualueen lähistöllä selvästi särkikalavaltaisempi, ja petoahventen (≥ 15 cm) sekä muiden petokalojen osuus kalastossa on pienempi kuin jäähdytysveden ottoalueella *(Ympäristöhallinto 2024b)*. Toisaalta esimerkiksi hauen on havaittu esiintyvän runsaampana purkualueen läheisyydessä. Kalastoon kohdistuvat vaikutukset rajautuvat noin 3 km etäisyydelle purkualueesta Iso Susikarin, Pöllän ja Puskakarin itäpuoliselle alueelle. Vaikutusalueella harjoitettava kalastus on vähäistä. Vuonna 2021 Olkiluodon edustan merialueen ainoan kaupallisen kalastajan yksi pyyntialue sijaitsi Iso Susikarin ja Olkiluodon välisellä merialueella *(KVVY Tutkimus Oy 2022a)*.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen aikana jäähdytysvesi lämpenee prosessissa noin 10 °C, ja vedet puretaan takaisin mereen saaren Olkiluodon länsipuolelle Iso Kaalonperän lahteen kuten nykyisin. Laitosyksiköiden OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisesta ei muodostu merialueen lämpötilaan tai kerrostuneisuusolosuhteisiin nykytilasta poikkeavaa vaikutusta. Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ei muuta merialueen ekologista tai kemiallista tilaa. Voimalaitoksen jäähdytysveden haitta-ainepitoisuudet ovat erittäin alhaisia ja vastaavat luontaisia taustapitoisuuksia (ks. luku 6.8.2.6). Radioaktiivisten aineiden päästöjä on käsitelty luvussa 6.16. Prosessijätevesistä ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia kalastoon tai kalastukselle. Kalastovaikutukset, jotka ovat seurausta vedenlaadun, veden lämpötilan ja happiolojen muutoksista säilyvät samoina kuin nykyisin, mutta ilmastonmuutos voi voimistaa näitä vaikutuksia pitkällä aikavälillä.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisen aiheuttama ajallisesti pidentynyt lämpövaikutus yhdessä ilmastonmuutoksen tuoman lisävaikutuksen kanssa voi johtaa tilanteeseen, joka suosii lämpimään veteen sopeutuneita kalalajeja. Veden lämpötilan noususta hyötyvät viileämpiin ja happirikkaisiin vesiin tottuneiden syyskutuisten lohikalojen kuten siian ja taimenen kustannuksella kevät- ja kesäkutuiset kalalajit, kuten ahven, kuha ja särkikalat.

Veden kohonnut lämpötila nopeuttaa kalojen aineenvaihduntaa ja kasvattaa kalojen ravinnontarvetta. Yleisesti ottaen korkean lämpötilan oletetaan lisäävän kalan kasvua, mikäli muita kasvua rajoittavia tekijöitä ei esiinny *(Balkuvienė & Pernaravičiūtė 1994, Hakala ym. 2003, Marttila ym. 2005, Keskinen ym. 2011)*. Lämpötilan nousu voi myös lisätä kalojen stressitasoa, sillä loiset ja taudit yleistyvät lämpötilojen noustessa. Todennäköisesti jäähdytysveden purkualueen kalasto pysyy jatkossakin ympäröivää merialuetta särkikalavaltaisempana, ja ympäröivää merialuetta epäsuotuisampana elinympäristönä viileämpää vettä suosiville lohikaloille kuten taimenelle ja siialle.

Ilmastonmuutoksen voimistama vesistön lämpeneminen voi edesauttaa vieraslajien kuten mustatäplätokon leviämistä ja runsastumista merialueella. Olkiluodon edustan merialueen kalataloudellisessa tarkkailussa havaittiin mustatäplätokkoa ensimmäisen kerran vuonna 2018. Vuonna 2022 mustatäplätokkoja oli jäähdytysvesien purkualueella 2,8 % kokonaissaaliin yksilömäärästä, mikä oli hieman vähemmän kuin vertailualueella, jossa luku oli 5,5 % *(KVVY Tutkimus Oy 2023b)*. Mustatäplätokko kilpailee kotoperäisten lajien kanssa ja voi aiheuttaa muiden tokkolajien taantumista ja siten muutoksia kalaston rakenteessa. Mustatäplätokolla on laaja lämpötilojen sietokyky (-1–30 °C) *(Moskalkova 1996)*. Toisaalta mustatäplätokko voi toimia ravintona esimerkiksi kuhalle. Mustatäplätokko on jo levinnyt käytännössä koko Suomen rannikon laajuudelle Perämerta myöten, ja sitä voidaan pitää vakiintuneena vieraslajina. Mustatäplätokko todennäköisesti runsastuu entisestään koko Selkämeren rannikolla Olkiluodon ydinvoimalaitoksen toiminnasta riippumatta. On kuitenkin mahdollista, että lämpimän jäähdytysveden aiheuttama meriveden paikallinen lämpeneminen aiheuttaa myös mustatäplätokon paikallista runsastumista jäähdytysveden purkualueella. Jäähdytysveden purkualue voi toimia otollisena leviämisalueena myös muille vieraslajeille, mutta mahdollisten lajien leviämistä Olkiluodon merialueelle on vaikea ennustaa.

Kalastukselle ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien purun voidaan arvioida aiheuttavan vähäistä alueellista haittaa, kun petokalojen osuus saaliissa on ympäröivää merialuetta pienempi purkualueen lähistöllä. Mikäli käyttöä jatketaan, sama vaikutus kestää ajallisesti pidempään. Olkiluodon merialueen jäätilanne vaihtelee luonnollisesti paljon vuosien välillä. Leutoina talvina Olkiluodon merialue pysyy kokonaan sulana. Tyypillisinä talvina Olkiluodonvesi jäätyy jäähdytysvedenottokanavien ympäristöstä, mutta jäähdytysveden purkupuoli pysyy sulana. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisella ei arvioida olevan vaikutuksia Olkiluodon merialueen jääolosuhteisiin, vaan jääolosuhteiden arvioidaan pysyvän nykyisen kaltaisina (luku 6.8.2.5, 6.8.3.1). Talvien välisen suuren vaihtelevuuden arvioidaan säilyvän edelleen jääolojen luontaisena piirteenä. Siten myös talvikauden kalastusmahdollisuuksien arvioidaan säilyvän samalla tasolla kuin nykytilassa.

Käyttöä jatkettaessa laitosyksiköiden jäähdytysveden vaikutukset lähimerialueelle ja sitä kautta kaloihin ja kalastukseen säilyvät samanlaisina kuin nykyisin, mutta jatkuvat ajallisesti pidempään. Ilmastonmuutos voi voimistaa vaikutusalueelle kohdistuvan lämpökuorman vaikutuksia. Jäähdytysvesien purkualueen kalaston on nykytilassa havaittu olevan särkivaltaisempi kuin jäähdytysveden ottoalueen tai vertailualueen ja on oletettavissa, että ympäristöolot suosivat särkivaltaista kalastoa niin kauan kuin toiminta jatkuu. Nykyisten kalastoon kohdistuvien vaikutusten ajallisen keston pitenemisen vuoksi toiminnan aikaisten vaikutusten suuruus kalastoon ja kalastukselle arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Mahdollinen KPA-varaston laajennus lisää varastolta purettavan jäähdytysveden määrää. Purettavan veden lämpötila säilyy samana kuin nykyisin. Pintavesivaikutusten arvioinnin mukaan KPA-varaston jäähdytysveden

määrä on erittäin vähäinen verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköistä purettavaan jäähdytysvesimäärään, ja sen vaikutukset meriveden lämpötilaan ovat vähäisiä ja paikallisia. Vähäisellä jäähdytysveden määrän kasvulla ei arvioida olevan nykytilasta poikkeavia kalastoon kohdistuvia vaikutuksia.

6.9.3.2. Tehonkorotus

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Mahdollisista rakentamistöistä ei muodostu vaikutuksia pintavesiin eikä siten myöskään kalastoon ja kalastukseen. Seuraavassa on kuvattu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen toiminnan aikaisia vaikutuksia.

Jäähdytysveden oton vaikutukset kalastolle ja kalastukselle

Tehonkorotus ei muuta OL1- ja OL2-laitosyksiköiden merestä otettavan jäähdytysveden määrää verrattuna nykytilaan. Siten jäähdytysveden oton vaikutukset kalastoon ja kalastukseen pysyvät samankaltaisina kuin nykytilassa ja vastaavat käytön jatkamisen vaikutuksia, jotka on kuvattu luvussa 6.9.3.1. Kun huomioon otetaan toiminnan jatkumisen pitkäaikaisuus, arvioidaan vaikutusten suuruuden olevan vähäinen kielteinen.

Tehonkorotuksen tapauksessa KPA-varaston tarvitseman jäähdytysveden määrä lisääntyy 10 % ja mahdollisen varaston laajennuksen myötä jäähdytysveden tarve nousee 50 %. Tästä ei kuitenkaan muodostu vaikutuksia kalastoon, sillä kaloja ei pääse ajautumaan vedenottojärjestelmään.

Jäähdytysveden purun vaikutukset kalastolle ja kalastukselle

Tehonkorotuksessa laitosyksiköiltä mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila nousee noin 1 °C verrattuna nykyiseen toimintaan tai käytön jatkamiseen. Mereen johdettavan jäähdytysveden määrä pysyy samana kuin nykyisessä toiminnassa (38 m^3/s per laitosyksikkö). Vesistömallinnuksen mukaan tehonkorotus nostaa meriveden pintalämpötiloja keskimäärin 0,2 °C 2 km etäisyydellä ja 0,1 °C 3–4 km etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä. Lämpökuormituksen vaikutukset ovat siis paikallisia ja rajoittuvat purkuvirtauksen läheisyyteen. Alle 0,5 °C lämpötilamuutoksia ei käytännössä voida erottaa merialueen luontaisesta lämpötilan vaihtelusta.

Pintavesivaikutusarvion mukaan tehonkorotus voi voimistaa meren lämpötilakerrostuneisuutta kesäaikaan Olkiluodon lähimerialueella. Voimistuva kerrostuneisuus saattaa vähentää veden vaihtuvuutta pinta- ja pohjakerrosten välillä, mikä voi puolestaan vaikuttaa epäsuorasti kalastoon esimerkiksi alusveden happiolojen heikentymisen kautta. Tehonkorotuksen aiheuttaman lämpökuormituksen vaikutuksen suuruus ja vaikutusalueen laajuus eivät kuitenkaan merkittävästi muutu verrattuna nykytilaan, joten myös kalastoon kohdistuvat vaikutukset pysyvät nykyisen kaltaisina.

Jäähdytysvesien lämpökuormitus voi tehonkorotuksen tapauksessa edistää merialueen rehevöitymistä. Rehevöitymisen vaikutuksen suuruus ja vaikutusalueen laajuus pysyvät kuitenkin nykyisen kaltaisina, joten myös kalastoon ja kalastukseen kohdistuvat vaikutukset vastaavat nykytilassa havaittuja vaikutuksia. Jäähdytysvesien purkualueen kalaston on nykytilassa havaittu olevan särkivaltaisempi kuin ympäröivällä merialueella ja on oletettavissa, että ympäristöolot pysyvät suotuisina särkivaltaiselle kalastolle Iso Kaalonperän lahden alueella niin kauan kuin ydinvoimalaitoksen toiminta jatkuu. Vieraslaji mustatäplätokon arvioidaan runsastuvan edellisten vuosien tapaan myös Olkiluodon alueella ihmistoiminnasta riippumatta, mutta laitosyksiköiden tehonkorotus voi osaltaan helpottaa lajin leviämistä Olkiluodon edustalla.

Lämpimän jäähdytysveden vaikutus suosii yleisesti lämpimään veteen sopeutuneita kalalajeja, kuten särkikaloja ja kuhaa. Nykytilassa on jäähdytysveden purkualueelta havaittu koekalastusten yhteydessä *(Ympäristöhallinto 2024b)* särkikalojen runsastumista suurempien petokalojen kustannuksella, mikä vaikuttaa kielteisesti myös alueen kalastukseen. Voimistuva lämpökuormitus voi potentiaalisesti vaikuttaa kalastoon muuttamalla lajistoa edelleen särkikalavaltaisemmaksi, lisäämällä vieraslaji mustatäplätokon lisääntymismahdollisuuksia tai heikentää talvisia kalastusmahdollisuuksia lyhentämällä jääpeitteistä aikaa vaikutusalueella. Lämpimän purkuveden on arvioitu myös voivan aiheuttaa kaloille aineenvaihdunnan kuormituksesta sekä loisten ja tautien yleistymisestä johtuvia haittavaikutuksia. Kuitenkaan esimerkiksi Ruotsissa Forsmarkin ydinvoimalassa tehdyssä tutkimuksessa ei havaittu lisääntynyttä tautien tai loisten määrää paikallisissa kaloissa *(Sandström 1990)*.

Mallinnustulosten perusteella tehonkorotus vaikuttaa merialueen jääolosuhteisiin lyhentämällä jääpeitteistä aikaa keskimäärin 2 vrk, joka aiheuttaa pieniä kielteisiä vaikutuksia talvikalastusmahdollisuuksiin. Ilmastonmuutos puolestaan lyhentää jääpeitteistä aikaa useita viikkoja vuoteen 2058 mennessä.

Vesistömallinnuksen (Liite 5) mukaan ilmastonmuutoksella on selvästi suurempi vaikutus meriveden lämpötilannousuun kuin voimalaitoksen toiminnalla. Ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen yhteisvaikutukset lämpötila- ja kerrostuneisuusolosuhteisiin sekä jääolosuhteisiin on kuvattu luvussa 6.8.3.2. Jäähdytysveden purun aiheuttamien kalastoon ja kalastukseen kohdistuvien vaikutusten suuruus arvioidaan vähäisiksi kielteisiksi.

Tehonkorotuksen ja mahdollisen KPA-varaston laajennuksen tapauksessa mereen purettavan KPA-varaston jäähdytysveden lämpötila ei nouse nykyisestä, mutta vesimäärä lisääntyy. Määrä on kuitenkin erittäin vähäinen verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköistä purettavan jäähdytysveden määrään. KPA-varaston jäähdytysveden purkamisen vaikutukset ovat vähäisiä ja paikallisia, eikä jäähdytysveden määrän lisäyksellä arvioida olevan nykytilasta poikkeavaa vaikutusta kalastolle.

6.9.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Olkiluodon merialueen kalasto ja kalastus on arvioitu herkkyydeltään kohtalaiseksi, sillä vaikka alueella tavataan Itämerelle tyypillisiä kalalajeja, esiintyy voimalaitoksen läheisyydessä joidenkin lajien suotuisia tai erittäin suotuisia poikastuotantoalueita. Alueella on hieman kaupallista kalastusta ja jonkin verran vapaa-ajan kalastusta.

Käytön jatkamisessa (VE1) jäähdytysveden ottomäärä, mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila ja virtaama eivät muutu, eikä kalastoon ja kalastukseen siten kohdistu nykytilasta poikkeavia vaikutuksia. Myöskään KPA-varaston mahdollinen laajennus ei muuta kalastoon kohdistuvia vaikutuksia, koska jäähdytysveden määrän lisäys on vähäinen. Nykyiset vaikutukset lähimerialueelle, kuten jäähdytysveden lämpökuormituksen, jokien ravinnekuormituksen ja ilmastonmuutoksen yhdessä aiheuttama mahdollinen rehevöityneelle vesistölle ominainen lajiston särkikalavaltaistuminen jatkuu. Myös jäähdytysveden oton aiheuttama kalaston poistuma jatkuu lisäkäyttövuosien myötä. Nykyisten kalastoon kohdistuvien vaikutusten ajallisen keston pitenemisen vuoksi vaikutusten suuruus kalastoon ja kalastukselle arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Tehonkorotuksen (VE2) tapauksessa jäähdytysveden lämpökuormitus on nykyistä suurempaa, mutta veden lämpötilan nousu rajoittuu purkuvirtausten läheisyyteen, ja vaikutusalueen laajuus sekä vaikutuksen suuruus pysyvät nykyisen kaltaisina. Tehonkorotus ei lisää jäähdytysveden oton tarvetta, joten Olkiluodonveden puolella kalojen ajautuminen laitosyksiköihin aiheuttaa vastaavan vaikutuksen kuin käytön jatkamisessa (VE1). KPA-varaston jäähdytysveden määrän nousu on vähäinen, eikä siitä arvioida muodostuvan nykytilasta poikkeavia kalastoon kohdistuvia vaikutuksia. Tehonkorotuksen vaikutusten suuruus alueen kalastolle ja kalastukselle on arvioitu kokonaisuudessaan vähäiseksi kielteiseksi.

Molempien vaihtoehtojen osalta vaikutusten merkittävyys on arvioitu vähäiseksi kielteiseksi (Taulukko 39).

Taulukko 39. Vaikutusten merkittävyys: kalasto ja kalastus.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Kohtalainen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Kohtalainen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.9.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Kalastoon kohdistuvat vaikutukset ovat seurausta jäähdytysveden mereen johtamisen aiheuttamasta lämpökuormasta sekä jäähdytysveden oton aiheuttamista kalakuolemista. Pintavesivaikutusten lieventäminen on kuvattu luvussa 6.8.4. Rehevöitymisen vaikutuksia kalastoon ei voida käytännössä lieventää. Voimalaitoksen jäähdytysvesien kalastovaikutuksia kompensoidaan vuotuisella kalatalousmaksulla, joka käytetään mm. alueen kalaistutuksiin. Kalaston osalta vieraslaji mustatäplätokko tulee yleistymään Suomen merialueilla hankkeen toteuttamisesta riippumatta, eikä lajin leviämistä voida ehkäistä teknisillä ratkaisuilla. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutuksesta alueelle voi myös levitä muita vieraslajeja, joilla voi olla vaikutusta ravintoverkkoihin ja kalaston rakenteeseen. Suurempikokoisten kalojen päätymistä jäähdytysveden oton mukana laitosyksiköihin ehkäistään nykytilassa kanavista lähtevän tunnelin suun edessä sijaitsevan karkeavälpän (vapaaväli 100 mm) avulla, joka on pienin teknisesti käyttökelpoinen välppäkoko.

6.9.5. Epävarmuustekijät

Merialueen fysikaalisen ja kemiallisen tilan sekä vesieliöstön vaikutusarvioihin liittyvät epävarmuudet vaikuttavat myös kalaston vaikutusarvion luotettavuuteen. Arviointiin liittyy epävarmuutta myös ilmastonmuutoksen aiheuttamien vaikutusten epävarmuuden takia. Meriveden lämpötilan hankealueella arvioidaan nousevan ilmastonmuutoksen vuoksi, mutta nousun määrästä ei voida olla varmoja. Lisäksi esimerkiksi mustatäplätokon leviämisen aiheuttamiin ekosysteemivaikutuksiin liittyy epävarmuutta. Lajien väliset vuorovaikutusprosessit ovat monimutkaisia ja vaikeasti ennustettavia. Yleisesti ottaen kauempana (> 1 km) purkualueesta tapahtuvia muutoksia voi olla vaikeaa erottaa edes mittaamalla ilmastonmuutoksesta johtuvista muutoksista, ja myös niiden arviointi etukäteen on epävarmaa.

Myös arvioinnin pohjana käytettyihin kalastoselvityksiin kuten verkkokoekalastuksiin sisältyy epävarmuutta, ja sattuma voi vaikuttaa vuosittain havaittuihin saalismääriin. Arvio jäähdytysveden mukana OL1- ja OL2-laitosyksiköihin ajautuneiden kalojen massasta perustuu systemaattisen näytteenoton perusteella tehtyyn kokonaismassan arvioon ja sen 95 % luottamusväliin, joten tulos antaa lähinnä suuruusluokan laitosyksiköihin ajautuvasta kalamäärästä. Epävarmuustekijöistä huolimatta selvitykset ovat käyttökelpoisia vaikutusarvioinnin pohjaksi.

6.10. Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet

6.10.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutusten arvioinnissa on kuvattu alueen luonnonympäristön nykytila ja laadittu asiantuntija-arvio niistä vaikutuksista, joita hankkeella voi olla kasvillisuuteen, eläimistöön, luontotyyppeihin, uhanalaisiin ja huomion-arvoisiin lajeihin sekä Natura 2000 -alueisiin, luonnonsuojelualueisiin ja muihin luontokohteisiin. Vaikutuksia tarkasteltiin myös luonnon monimuotoisuuteen ja lajiston välisiin vuorovaikutussuhteisiin.

Kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin kohdistuvia vaikutuksia tarkasteltiin niin laajalta alueelta kuin vaikutusten arvioitiin yltävän. Vaikutusten arvioinnissa tarkasteltiin alueella tehtyjä selvityksiä, kuten biodiversiteettiselvitystä *(Ramboll 2014)* ja sen yhteydessä tehtyjä luontokartoituksia ja linnustolaskentojen tuloksia, sekä julkisista lähteistä saatavia aineistoja, joista tärkeimmät olivat Ympäristöhallinnon ja Suomen ympäristökeskuksen tietokannat sekä BirdLife-järjestön tiedot tärkeistä lintualueista (FINIBA- ja IBA-alueet) sekä muut selvitykset maakunnallisesti arvokkaiksi arvioiduista lintualueista. Lisäksi arvioinnissa on hyödynnetty mm. melun, pölyn, liikenteen sekä pintavesiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnin tuloksia mukaan lukien jäähdytysvesimallinnuksen tulokset (Liite 5).

Natura 2000 -verkoston kohteisiin kohdistuvien vaikutusten osalta on arvioitu, voiko lähimpien Natura-alueiden suojelun perusteena oleville luontoarvoille aiheutua merkittäviä vaikutuksia. Muiden luonnonsuojelualueiden ja luonnonsuojeluohjelmien kohteiden osalta on arvioitu, aiheutuuko kohteiden suojelutavoitteiden kannalta merkittäviä vaikutuksia. Natura 2000 -alueeseen ja suojelualueisiin kohdistuvia vaikutuksia arvioitiin hyödyntäen olemassa olevia tietoja suojelun perusteena olevista luontotyypeistä ja lajistosta sekä erityisesti pintavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tuloksia. Arvioinnin yhteydessä laadittiin selvitys luonnonsuojelulain (9/2023) 35 §:n mukaisen Natura-arvioinnin tarpeellisuudesta Rauman saariston Natura-alueelle (Liite 6).



6.10.2. Nykytila

6.10.2.1. Kasvillisuus ja eläimistö

Maaluontotyyppien ja -kasvillisuuden yleiskuvaus

Laitosalue sijaitsee noin 900 ha laajuisella Olkiluodon saarella, joka sijoittuu eteläboreaaliselle kasvillisuusvyöhykkeelle. Olkiluotoa ympäröivä merialue kuuluu Selkämeren saaristo- ja merialueeseen, jolle on tyypillistä rannikkoalueiden nopea maankohoaminen sekä selvä rantakasvillisuuden vyöhykkeisyys.

Osa Olkiluodon saaresta on ihmistoiminnan voimakkaasti muokkaamaa, mutta rakentamattomilla alueilla tavataan useita luontotyyppejä. Viimeisimmän koko Olkiluodon saaren kattavan biodiversiteettiselvityksen (Ramboll 2014) mukaan saaren metsistä noin 50 % on mustikkatyypin (MT) tuoreita kankaita, noin 20 % lehtomaisen käenkaali-mustikkatyypin (OMT) lehtomaisia kankaita ja 20 % puolukkatyypin (VT) kuivahkoja kankaita. Lisäksi saarella on pienempialaisesti kuivia kankaita (CT), kalliomaita ja lehtoja, jotka ovat pääasiassa tervaleppä- ja kuusivaltaisia, kosteita ja tuoreita rantalehtoja. Suurin osa saaren metsistä on intensiivisesti hoidettuja talousmetsiä. Saaren maa-alueiden huomionarvoiset metsäkohteet ovat Flutanperän tervaleppäluhta, Kornamaan vanha metsä sekä Liiklankarin suojelualue. Lisäksi saarella on pienialaisesti vähäpuustoista avosuota, joka on metsälain 10 §:n mukainen erityisen arvokas elinympäristö. Olkiluodolla vanhan metsän kuvioita tavataan nykyisin lähinnä vain Liiklankarin ja Kornamaan alueilla.

Liiklankarin suojelualueella tavataan uhanalaista kuulasammalta *(Archidium alternifolium)* ja aarnisammalta *(Schistostega pennata)*, mutta Tyrniemen alueelta tai lähiympäristöstä ei ole tehty havaintoja uhanalaisista lajeista *(Suomen Lajitietokeskus 2024)*.

Olkiluodon rantavyöhykkeen uhanalaisesta lajistosta tunnetaan erittäin uhanalainen (EN) pikkupunka *(Anagallis minima)* sekä vaarantunut (VU) nelilehtivesikuusi *(Hippuris tetraphylla)*, joka on luontodirektiivin liitteen IV(b) laji sekä Suomen kansainvälisten erityisvastuulajien joukossa. Olkiluodon alueella pikkupungan esiintymisalueita tunnetaan Liiklankarin suojelualueelta. Pikkupunkaa ja nelilehtivesikuusta on havaittu saarella viimeksi 30 vuotta sitten, vaikka niihin on kohdennettu inventointeja myös vuonna 2013 *(Ramboll 2014)*. Nelilehtivesikuusen suosimat rantaniityt sekä puoliavoimet matalat merenlahdet voivat kuitenkin yhä tarjota lajille kasvuympäristön.

Tehonkorotuksen suunnitellun akkuenergiavaraston sijaintipaikan läheisyydessä on nuorehkoa, alle 45 vuotta vanhaa mustikkatyypin tuoretta kangasmetsää *(Ramboll 2014, MVMI 2021)*, joka ei sovellu liito-oravan elinympäristöksi ennustekarttojen perusteella *(Luonnonvarakeskus 2024a)*. Corine Land Cover -maanpeiteaineiston *(Ympäristöhallinto 2018)* perusteella suunnitellun akkuenergiavaraston alueen välittömän ympäristön puusto on harvaa havupuuvaltaista aluetta kivennäismaalla (latvuspeittävyys 10–30 %). Kauempana varaston suunnitellusta sijaintipaikasta sijaitsee kalliomännikköä, lehtomaista kangasta sekä tuoretta keskiravinteista lehtoa *(Ramboll 2014)*. Suunnitellun akkuvaraston sijaintipaikan välitön ympäristö ei ole luonnontilaista ja paikalla on ihmisen muokkaamaa soramaata, jossa kasvaa sukkession alkuvaiheessa olevaa lehtipuuvaltaista taimikkoa ja heinikköä. Suunniteltu maakaapelireitti sijoittuu myös laitosalueelle ihmisen muokkaamaan ympäristöön.

Maa-alueiden eläimistö

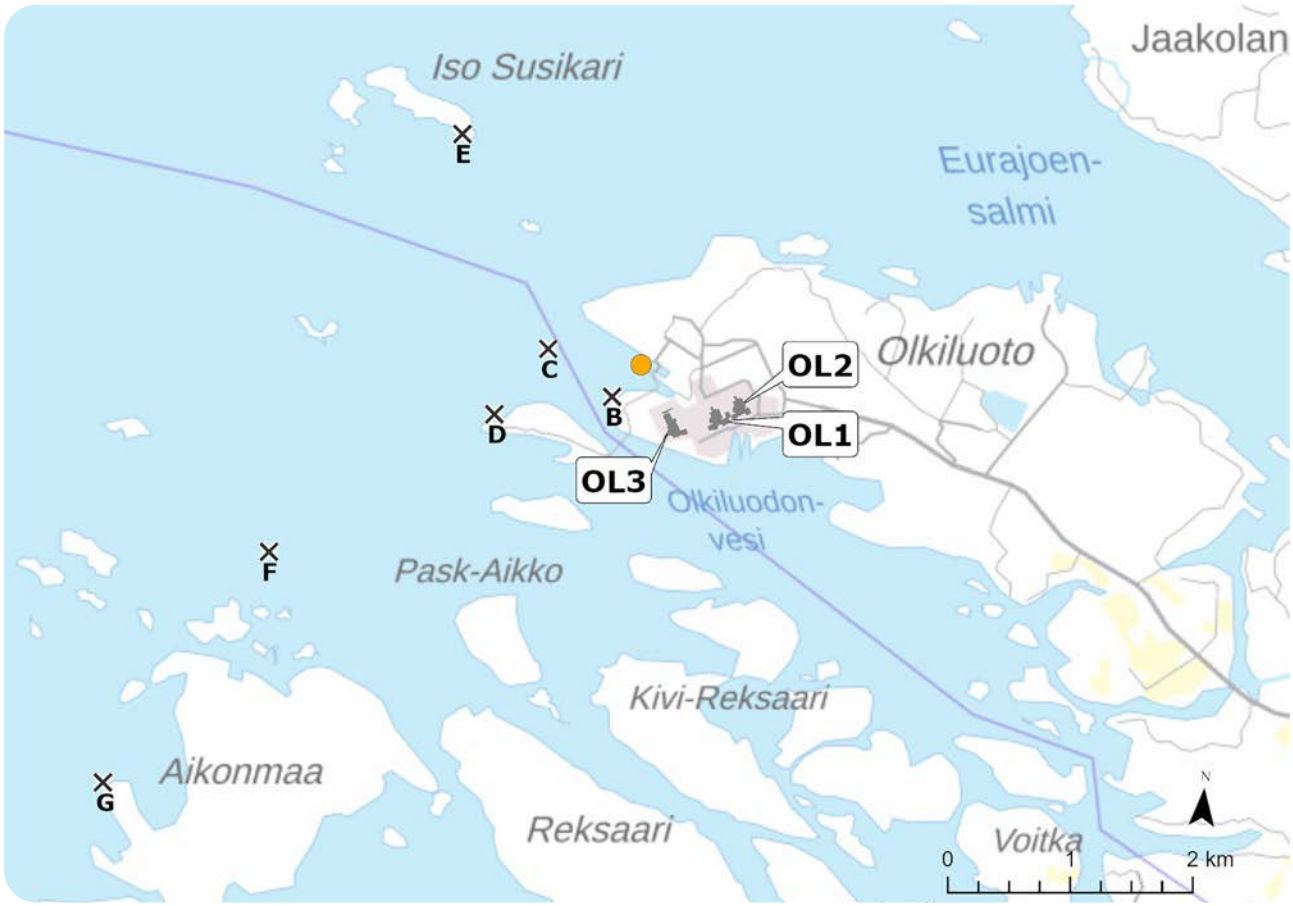
Olkiluodon alueella on suhteellisen vahva riistaeläinkanta, mutta ei juurikaan huomionarvoista nisäkäslajistoa. Liito-oravalle soveltuvia alueita on saarella vain vähän. Suomen lajitietokeskuksen (2024) tietokannassa ei ole ilmoitettuja havaintoja luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeista, kuten viitasammakosta, liito-oravasta tai lepakoista, laitosalueella tai sen lähiympäristössä Olkiluodon saaren länsiosissa.

Saaren kaakkoisosassa on viimeksi vuonna 1999 tehty havaintoja pikkuapollosta *(Parnassius mnemosyne)*, joka on luokiteltu vaaraantuneeksi (VU) ja kuuluu luontodirektiivin liitteen IV (a) lajeihin. Vuoden 2013 inventoinnin yhteydessä ei havaittu pikkuapolloa, mutta saarella havaittiin edelleen lajille suotuisia elinympäristöjä sekä lajin toukkien yksinomaan käyttämää ravintokasvia, pystykiurunkannusta *(Corydalis solida)* *(Ramboll 2014)*. Pikkuapollolle sopivia elinympäristöjä havaittiin Olkiluodon saaren itäosissa. Pikkuapollolle soveltuvaa ravintokasvia pystykiurunkannusta löytyi hankealueen nurmelta pysäköimisalueen vierestä ja suojelutoimenpiteenä aluetta ei niitetä *(Saralehto 2023)*. Soveltuvia elinympäristöjä ei sijoitu laitosalueelle tai sen lähiympäristöön.



Vesikasvillisuus

Olkiluodon lähimerialueen makrofyyttejä eli vesikasvillisuutta ja suurleviä on kartoitettu säännöllisesti voimalaitoksen toiminnan aikana, ja viimeisimmät linjasukellusmenetelmällä tehdyt kartoitukset on tehty vuosina 2016 ja 2022 *(Leinikki 2017 & 2022)*. Kartoituksia tehdään kuudella linjalla (B-G), joista linjat B, C ja D sijaitsevat jäähdytysveden purkuvirtauksen vaikutusalueella (Kuva 55). Jäähdytysveden purkukanavan suuta lähimpänä sijainnut seurantalinja jätettiin pois kartoituksista jo vuonna 2010, koska jäähdytysvesien aiheuttama voimakas virtaus vaikeutti kartoituksen tekemistä *(Laaksonen ja Oulasvirta 2010)*.



Kuva 55. Vesikasvillisuuden tutkimuslinjojen (B-G) ja jäähdytysveden purkupaikan sijainti Olkiluodon ympäristössä v. 2010, 2016 ja 2022 (Leinikki 2017 & 2022).

Olkiluodon ympäristön vesikasvillisuus vaihtelee sisäsaariston putkilokasvivaltaisista yhteisöistä ulkomeren makrolevävaltaisiin yhteisöihin *(Leinikki 2017 & 2022)*. Kartoitusten mukaan Olkiluodon edustalta tavataan ainakin 37 levä- tai kasvilajia, joista yleisimpinä tavataan litupilvilevää *(Ectocarpus siliculosus)* tai ruskolettilevää *(Pilayella littoralis)*, viherahdinpartaa *(Cladophora glomerata)*, punalaikkulevää *(Hildenbrandia rubra)*, tähkä-ärviää *(Myriophyllym spicatum)* ja hapsivitaa *(Stuckenia pectinata)*. Lisäksi Olkiluodon edustan merialueella esiintyy kaksi Suomen uhanalaisuusarvioinnissa silmälläpidettäväksi listattua lajia, rakkohauru *(Fucus vesiculosus)* sekä takkupunahuiska *(Rhodomela confervoides)* *(Hyvärinen ym. 2019)*.

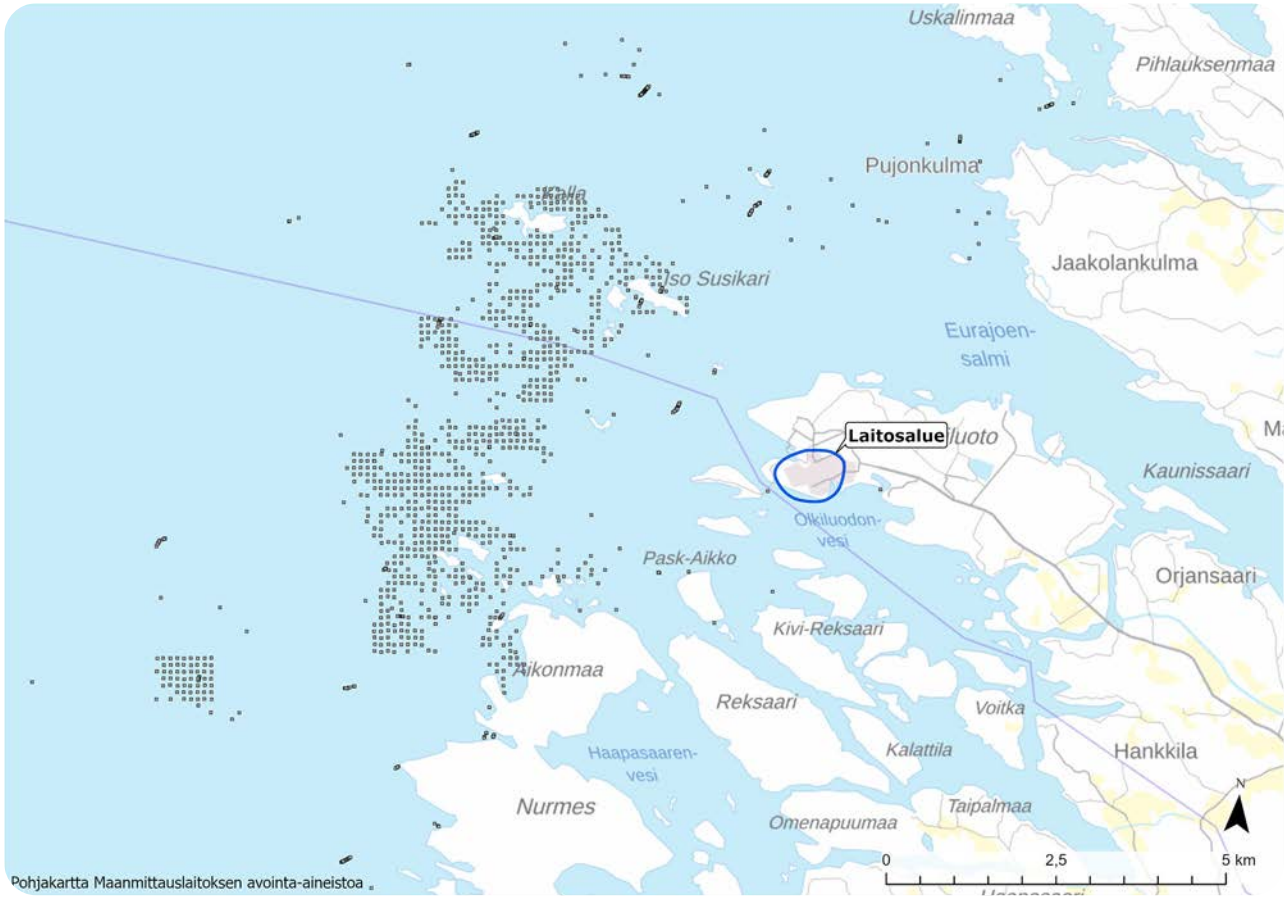
Vuonna 2022 tutkituilta linjoilta löytyi yhteensä 37 lajia. Lajimäärä oli sama kuin vuonna 2010, mutta suurempi kuin vuonna 2016 *(Leinikki 2022)*. Rehevöitymisen vaikutukset ovat nähtävissä vesikasvilinjoilla voimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutusalueella *(Leinikki 2017 & 2022)*. Suurimmat muutokset vesikasvillisuudessa havaittiin toistamiseen tutkimuslinjalla B, joka sijaitsee lähimpänä jäähdytysvesien purkupistettä. Vuonna 2010 linjan B valtalajina oli pyörösätkin *(Ranunculus circinatus)*, vuonna 2016 tähkä-ärviä *(Myriophyllum spicatum)* ja vuonna 2022 hapranäkinparta *(Chara globularis, Leinikki 2017, 2022)*. Hapranäkinparta on yleinen levä pehmeillä pohjilla 1–5 m syvyydessä ja sietää rehevämpiä olosuhteita kuin muut näkinpartaiset *(Guiry & Guiry 2023)*. Linjauksella B tapahtuneet valtalajin muutokset indikoivat mahdollista rehevöitymistä. Uloimpien tutkimuslinjojen rehevöityminen ei ollut lisääntynyt kuuden vuoden takaisesta tilanteesta *(Leinikki 2022)*.

Olkiluodon merialueella on havaittu 1960-luvulla nelilehtivesikuusta *(Hippuris tetraphylla)*. Laji on Suomen uhanalaisuusluokituksessa luokiteltu vaarantuneeksi (VU) (Hyvärinen ym. 2019) ja EU:n luontodirektiivissä se on liitteiden II ja IV (b) laji. Nelilehtivesikuusta on viimeksi inventoitu alueella vuonna 2014, jolloin havaintoja

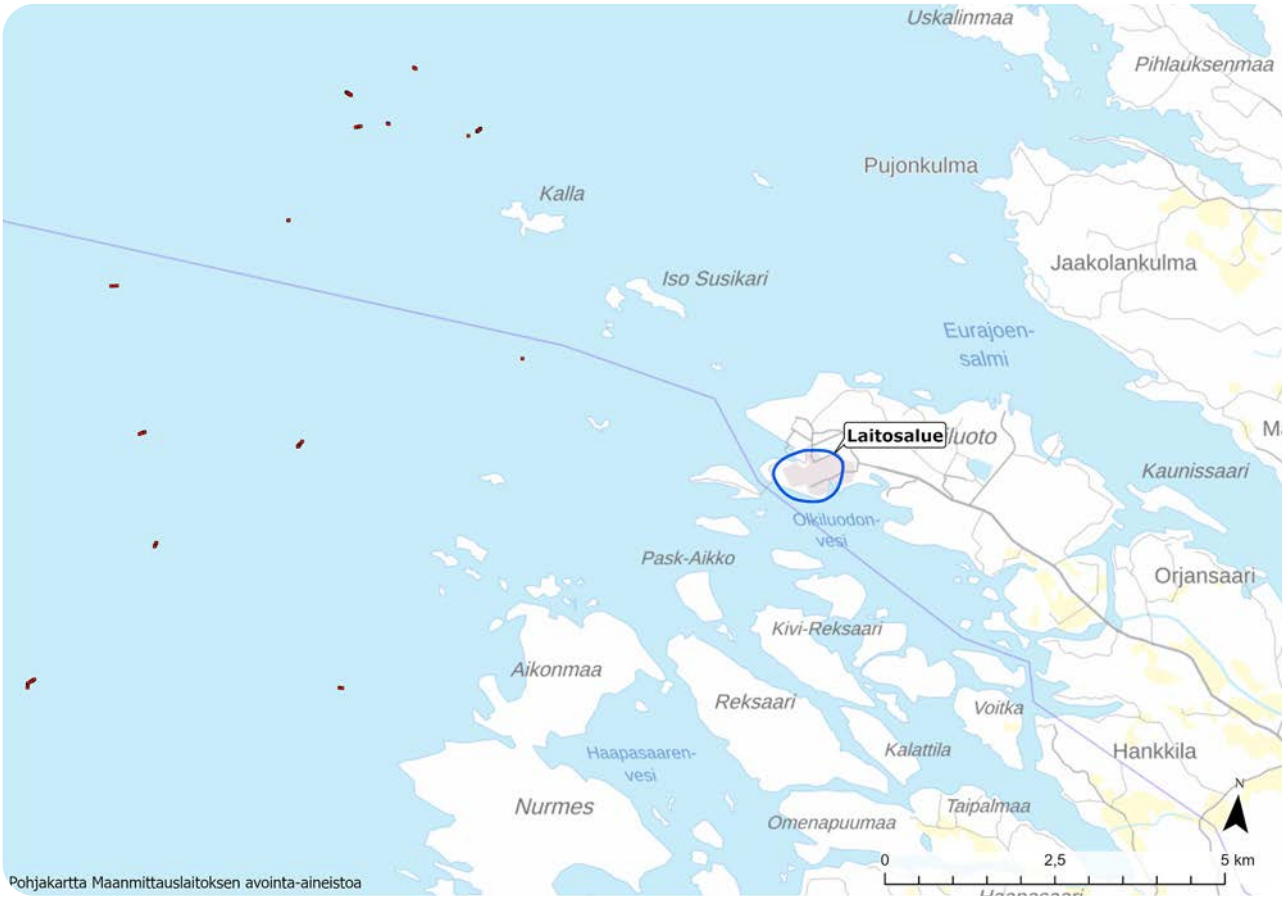
ei tehty *(Ramboll Finland 2014)*. Myöskään VELMU aineistojen perustella merialueella ei esiinny nelilehtivesikuusta.

VELMU-aineistojen perusteella rakkohaurua *(Fucus vesiculosus)* esiintyy erityisesti Kallan ja Susikarien ympäristössä ja siitä pitkälti etelään, ja takkupunahuiskaa taas hieman lännempänä (Kuva 56, Kuva 57). Rakkohaurua löytyi vuosina 2016 ja 2022 uloimmilta tutkimuslinjoilta D, F ja G. Linjoilla F ja G rakkohauruvyöhykkeen peittävyys ja kasvusyvyys ovat kasvaneet. Lisäksi linjalta B havaittiin molempina vuosina lajin irrallaan kasvavaa kääpiömuotoa, joka on erittäin harvinainen Suomen rannikolla ja sen esiintymiseen tulisi kiinnittää erityistä huomiota *(Leinikki 2017 & 2022)*. Vuonna 2022 takkupunahuiskaa löydettiin myös linjoilta C, F ja G, joilta sitä ei ole aiemmin havaittu.

Viimeisen viiden vuoden aikana irtonaisen sedimentin määrä on lisääntynyt varsinkin Iso Kaalonperän lahdella sijaitsevilla tutkimuslinjoilla, mikä saattaa viitata rehevöitymiseen. Sedimentin määrä kuitenkin vaihtelee paljon vuosittain riippuen mm. kasviplanktontuotannon ja jokien tuoman kiintoaineksen määrästä sekä virtausten aiheuttamasta sekoittumisesta *(Leinikki 2022)*. Uloimmilla tutkimuslinjoilla merialueen rehevöitymisen katsottiin pysyneen samalla tasolla kuin vuosina 2010 ja 2016 *(Leinikki 2017 & 2022)*.



Kuva 56. Haurujen (Fucus spp.) esiintyminen (mustat pisteet) Olkiluodon edustan merialueella. (Ympäristöhallinnon Velmu-karttapalvelu 2024)



Kuva 57. Takkupunahuiskan (Rhodomela confervoides) esiintyminen (punaiset pisteet) Olkiluodon edustan merialueella. (Ympäristöhallinnon Velmu-karttapalvelu 2024)

Merinisäkkäät

Selkämeri on sekä silmälläpidettäväksi luokitellun itämerennorpan *(Pusa hispida botnica)* että elinvoimaiseksi luokitellun harmaahylkeen eli hallin *(Halichoerus grypus)* esiintymisaluetta.

Itämerennorpan pääesiintymisalueet Suomen rannikolla ovat Perämeri, Saaristomeri ja Suomenlahti *(Kunnasranta 2018)*. Itämerennorppakantaa ei seurata säännöllisesti Selkämerellä. Laji tarvitsee lisääntyäkseen kiinteän jääpeitteen, joten Perämeri on itämerennorpan tärkeitä esiintymis- ja lisääntymisaluetta. Yksilöt voivat kuitenkin vaeltaa kesäisin ruuan perässä myös Selkämerelle.

Vuoden 2014 biodiversiteettikartoituksessa *(Ramboll 2014)* Olkiluodon merialueelta tehtiin yksi näköhavainto hallista. Myös Olkiluodon merialueen ammattikalastajan haastatteluissa hallihavainnot toistuvat säännöllisesti *(KVVY Tutkimus Oy 2024b)*. Halli on yksi Rauman saariston Natura-alueen suojeluperusteista lajeista. Luonnonvarakeskuksen vuoden 2023 laskentojen perusteella Selkämeren hallikanta oli Selkämeren hylkeidensuojelualueella 520 yksilöä ja Ruotsin puolella 563 yksilöä *(Luonnonvarakeskus 2024b)*. Halli voi jään lisäksi synnyttää poikasensa myös rannalle tai luodoille, joten hallikanta jakautuu tasaisesti Suomen rannikolle. Siten myös Olkiluodon lähimerialueella sijaitsevat ulkoluodot ovat potentiaalisia hallin lisääntymisalueita. Luonnonvarakeskuksen vuotuinen hallin kannanseuranta ei kuitenkaan kohdistu Olkiluodon lähimerialueelle, eikä alueelta ole ilmoitettu merkittäviä hallitiheyksiä. Olkiluodon merialueella ei sijaitse tunnettuja hallin karvanvaihto- tai levähdysluotoja *(Luonnonvarakeskus 2024b)*.

Linnusto

Olkiluodon pesimälinnustoa selvitettiin osana biodiversiteettiselvitystä vuonna 2013. Olkiluodon maalinnustoa selvitettiin linjalaskentamenetelmällä ja pienten saarten sekä lähimpien luotojen linnustoa kiertolaskentamenetelmällä. Linjalaskentareittejä oli yhteensä kuusi ja linjojen pituudet vaihtelivat noin kilometristä vajaaseen kahteen kilometriin. Kiertolaskentamenetelmässä laskettavan kohteen (luoto, saari, muu ranta-alue) läheltä ajettiin veneellä hitaasti edeten ja samalla lintuja laskettiin pääasiassa kiikareilla havainnoiden. Munakarille, Mäntykarille ja Tyrnikarille myös rantauduttiin ja Kornamaan vesi- ja rantalinnustoa kartoitettiin sen rantoja myöten kävellen. Olkiluodonjärvellä kartoitus suoritettiin kartoituslaskentaohjeita soveltaen *(Koskimies & Väisänen 1988)*.

Olkiluodon ja sitä ympäröivien vesialueiden pesimälinnusto on melko lajirikas ja runsas. Saaren ja sen edustan lajimääriltään ja paritiheydeltään rikkaimmat lintualueet sijaitsevat Olkiluodon luoteispuoleisilla luodoilla, Tyrniemenkarilla ja Tyrniemen ranta-alueilla. Olkiluodon saarella ei ole tiedossa erityisen arvokkaita linnustoalueita. Maalinnustossa esiintyy pääosin tavanomaista talousmetsien sekä rakennetun ympäristön lajistoa, joka sietää ihmistoiminnasta aiheutuvaa häiriötä *(Ramboll 2014)*.

Vuonna 2013 tehdyissä linnustoselvityksissä Olkiluodolla sekä sen lähisaarilla ja luodoilla havaittiin yhteensä 82 lintulajia, joista pesiviksi tulkittiin 80 lajia *(Ramboll 2014)*. Näistä noin neljännes on alueen lähiympäristössä pesiviä vesilintuja ja loput pääasiassa metsäympäristölle tyypillistä lajistoa. Huomionarvoisia eli uhanalaisia tai lintudirektiivin liitteen I lajeja tavattiin yhteensä 24. Lintujen uhanalaisuusarviota on päivitetty *(Hyvärinen ym. 2019)* selvitysajankohdan jälkeen, eivätkä raportissa mainitut tiedot pidä enää siltä osin paikkaansa. Esimerkiksi selvitysaikana vuonna 2013 Olkiluodon lähivesillä yleisenä pesineen haahkan (selvitysaikana arvioitu silmälläpidettäväksi NT) populaatio on taantunut voimakkaasti, ja laji arvioidaan nykyään valtakunnallisesti erittäin uhanalaiseksi (EN) *(Hyvärinen ym. 2019)*. Lintudirektiivin liitteen I lajeista alueella on havaittu selvityksissä valkoposkihanhi, pyy, teeri, mustakurkku-uikku, harmaahaikara, kurki, ruisrääkkä, kalatiira, lapintiira, huuhkaja, palokärki ja pikkulepinkäinen.



Lajistoltaan ja parimääriltään linnustollisesti merkittävimmät alueet sijoittuivat Olkiluodon luoteispuolelle pienille luodoille sekä Tyrniemenkarille ja Tyrniemen ranta-alueelle. Näillä alueilla esiintyy huomionarvoisia lintulajeja, joista tärkeimmät ovat pilkkasiipi (VU), selkälokki (EN), tukkasotka (EN) ja mustakurkku-uikku (EN) *(Ramboll 2014, Hyvärinen ym. 2019)*.

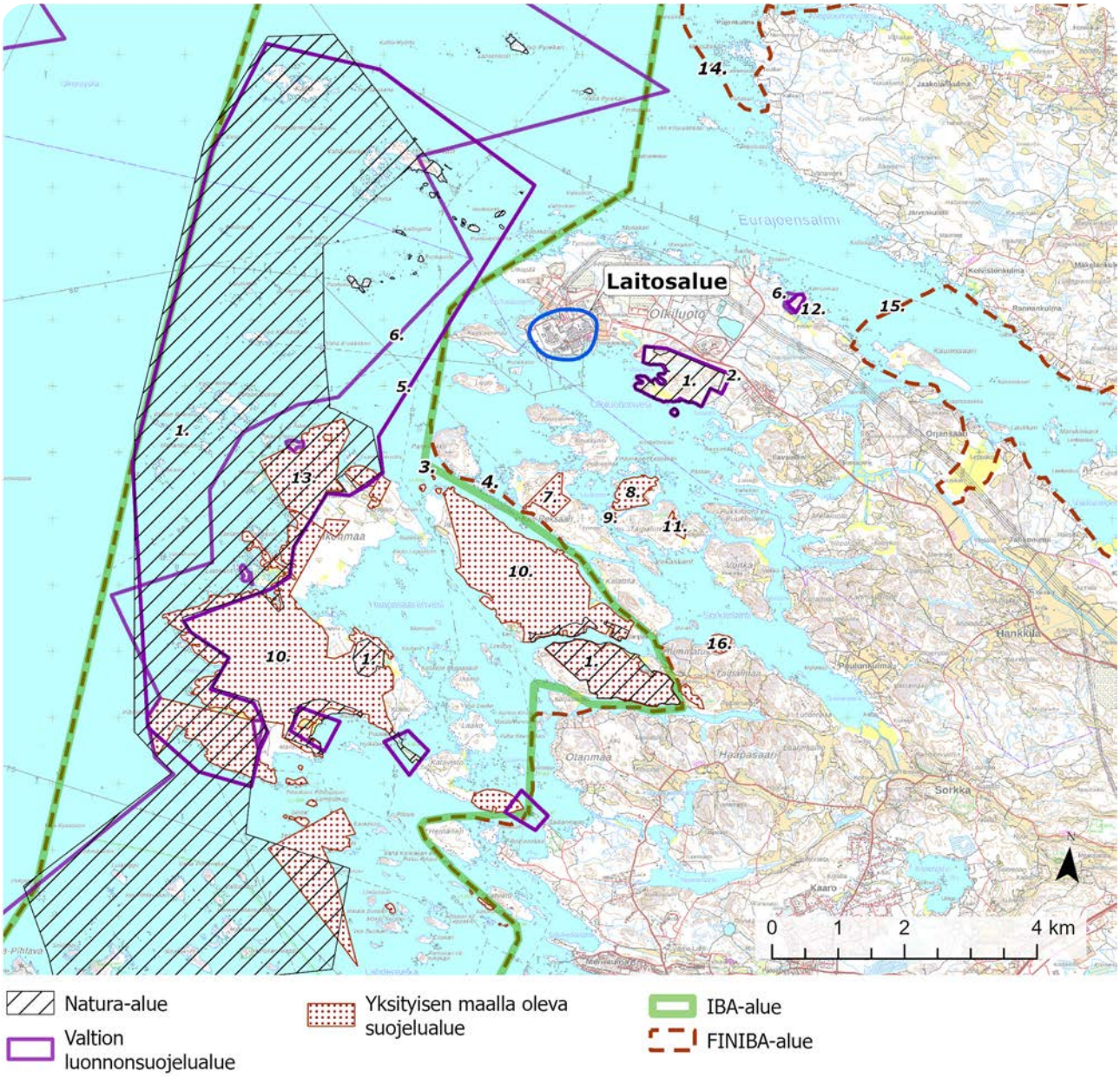
6.10.2.2. Suojelualueet

Olkiluodon saaren edustan luoteispuolella on saaristo- ja ulappa-alueita, joilla on yhtäaikaisesti useita suojelu- tai rauhoitusperusteita. Osin päällekkäin ovat Rauman saariston SAC-alue (FI0200073), Selkämeren kansallispuisto (KPU020037), Rauman-Luvian IBA-alue, Rauman-Luvian-Porin FINIBA-alue, Laukkarin luonnonsuojelualue (YSA024635) sekä Raumanmeren luonto- ja retkeilyalue (YSA236619). Osa Rauman saariston Natura-alueesta sijaitsee myös Rauman saariston rantojensuojeluohjelma-alueella (RSO020020). Osa Rauman saariston SAC-alueesta sijoittuu Olkiluodon saaren eteläosiin.

Laitosalueesta noin kilometrin verran kaakkoon sijaitsee lähin Natura-alue (FI0200073). Laitosalueesta noin 5 km säteellä sijaitsevat Natura-alueet, luonnonsuojelualueet, luonnonsuojeluohjelmien kohteet sekä muut valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 58) ja taulukossa (Taulukko 40).

Taulukko 40. Natura 2000 -alueet (vihreä väri), luonnonsuojelualueet (keltainen väri) ja muut valtakunnallisesti arvokkaat luontokohteet (valkoinen väri) noin 5 km etäisyydellä laitosalueesta.

Numero	Kuvaus	Alueita merellä (kyllä/ei)	Etäisyys laitosalueesta (km)
1.	Rauman saariston Natura-alue (FI0200073, SAC)	kyllä	1,2
2.	Liiklankarin suojelualue (VMA020001)	ei	1,2
3.	Rauman-Luvian saaristojen IBA-alue	kyllä	1,3
4.	Rauman–Luvian–Porin saariston FINIBA-alue	kyllä	1,3
5.	Rauman saariston rantojensuojeluohjelma-alue (RSO020020)	kyllä	1,4
6.	Selkämeren kansallispuisto (KPU020037)	kyllä	1,8
7.	Kääntentilan luonnonsuojelualue (YSA239598)	ei	2,1
8.	Ympyriäisen luonnonsuojelualue (YSA239819)	ei	2,4
9.	Vasikkakarin luonnonsuojelualue (YSA239926)	ei	2,8
10.	Raumanmeren luonto- ja retkeilyalue (YSA236619)	kyllä	3
11.	Mäntyrinteen luonnonsuojelualue (YSA206416)	ei	3,1
12.	Kornamaan vanhojen metsien suojeluohjelmakohde (AMO000093)	ei	3,6
13.	Laukkarin luonnonsuojelualue (YSA024635)	kyllä	3,7
14.	Kuivalahden FINIBA-alue	kyllä	4,4
15.	Eurajoen suiston FINIBA-alue	kyllä	5
16.	Vähämaan luonnonsuojelualue (YSA239599)	ei	5,1



Kuva 58. Viiden kilometrin etäisyydellä laitosalueesta sijaitsevat Natura-alueet, muut suojelualueet sekä IBA- ja FINIBA-alueet. Numeroidut kohteet on kuvattu seuraavassa taulukossa (Taulukko 40).

Rauman saariston Natura-alue

Olkiluodon saaren lähiympäristössä sijaitsee Natura-verkostoon kuuluva Rauman saariston SAC-alue (FI0200073), jolle on laadittu erillinen Natura tarvearviointi (Liite 6). Alueen pinta-ala on yhteensä 5 350 ha, mutta alue ei ole yhtenäinen, vaan se jakautuu useisiin kohteisiin, joista valtaosa on merialueella. Lähin Natura-alueen kohteista on 1,2 km päässä laitosalueesta. Ulkosaariston niityt ovat merkittäviä sekä maisema- että luontoarvoiltaan. Alue on arvokas kokonaisuus saaristomaisemaa, linnustoa ja kasvillisuutta. Alueella esiintyy monia valtakunnallisesti uhanalaisia lajeja.

Natura-alueella on yhteensä 15 suojelun perusteena olevaa luontotyyppiä, joista riutat (tarkemmin karit ja kalliorantojen levävyöhykkeelliset vedenalaiset osat) muodostavat pinta-alaltaan suurimman suojeluperusteisen

meriluontotyypin. Luontotyypin edustavuus Rauman saaristossa on hyvä. Edustavuudeksi kuvataan levävyöhykkeiden selkeyden ja rakkohaurun (Fucus vesiculosus, ent. rakkolevä) hyvinvointi *(Airaksinen & Karttunen 2001)*. Rakkohauruvyöhyke on poikkeuksellisen laaja Rauman saariston Natura-alueen ulkosaaristossa johtuen veden puhtaudesta, matalasta syvyydestä sekä pohjan laadusta. Natura-alueen piirin kuuluvat lähimmät potentiaaliset riuttakohteet sijaitsevat noin 3 km päässä laitosalueen luoteispuolella. Muut suojeluperusteiset luontotyypit ovat rannikon laguunit eli fladat, kluuvijärvet ja laguuninomaiset lahdet, joista viimeksi mainittu on erityisesti suojeltava luontotyyppi. Lähimmät Natura-alueeseen kuuluvat rannikon laguunit ovat Ison Susikarin ja Pöllän saarilla, jotka sijaitsevat noin 2,5 km laitosalueesta luoteeseen *(Suomen ympäristökeskus 2024b)*. Rauman saariston Natura-alueella on yksi suojeluperusteinen eläinlaji, harmaahylje eli halli (Halichoerus grypus).

Pohjoisosa Natura-alueesta kuuluu lisäksi rantojensuojeluohjelman (RSO020020) piiriin. Rantojensuojeluohjelman päämääränä on turvata monimuotoisia rantaluontotyyppejä ja säilyttää ohjelman ranta-alueet luonnonvaraisina ja rakentamattomina.

Valtion mailla olevat suojelualueet

Olkiluodon saarella sijaitseva Liiklankarin suojelualue (VMA020001) on laitosaluetta lähin suojelualue, joka kuuluu lisäksi vanhojen metsien suojeluohjelmaan (AMO020001). Se sijaitsee lähimmillään noin 1 km laitosalueesta itäkaakkoon. Suojelualueeseen ei kuulu vedenalaisia osia merellä.

Selkämeren kansallispuisto (KPU020037) on 912 km^2 laajuinen merialue, joka sijoittuu lähimmillään alle 2 km päähän laitosalueesta sen luoteispuolella. Lisäksi Olkiluodon saaren koillispuolella sijaitseva Kornamaan (AMO000093) vanhojen metsien suojelukohde on osa Selkämeren kansallispuistoa. Laki Selkämeren kansallispuistosta (326/2011) on laadittu kansallispuistoa perustettaessa *”Selkämeren aavan meren vedenalaisen luonnon, saaristojen ja luotojen, rannikon kosteikkojen sekä näihin liittyvien eliölajien suojelemiseksi ja niiden elinympäristöjen hoitamiseksi, luonnon- ja kulttuuriperinnön säilyttämiseksi…”*. Kansallispuistoa koskevat luonnonsuojelulain (9/2023) 49 §:n rauhoitussäännökset.

Yksityisten mailla olevat luonnonsuojelualueet

Olkiluodon saaren eteläpuolelle sijoittuu useita yksityisten mailla olevia luonnonsuojelualueita. Näistä lähimpänä, noin 2,4 km kaakkoon voimalaitosalueesta, on Ympyriäisen luonnonsuojelualue (YSA239819), joka sijaitsee Ympyriäisen saaressa. Lähes koko saari on suojeltu, mutta suojelualueella ei ole vedenalaisia osia. Vasikkakarin luonnonsuojelualue (YSA239926) sijaitsee aivan Ympyriäisen luonnonsuojelualueen lounaispuolella. Ympyriäisen kaakkoispuoleisella saarella on lisäksi Mäntyrinteen luonnonsuojelualue (YSA206416), joka sijaitsee kokonaan maalla. Kivi-Reksaaressa on Käänteentilan luonnonsuojelualue (YSA239598). Noin 5 km päässä Olkiluodosta on Vähämaan luonnonsuojelualue (YSA239599), jonka kaksi osaa sijaitsevat Taipalmaan niemen pohjois- ja lounaisosissa. Vähämaan luonnonsuojelualueesta osa sijaitsee meren rannassa, mutta siihen ei kuulu vedenalaisia osia.

Olkiluodon saaren lounaispuolella sijaitseva Laukkarin luonnonsuojelualue (YSA024635) sisältyy suurelta osin Rauman saariston Natura-alueeseen, ja osa alueesta on merellä. Laukkarin luonnonsuojelualueella on maankohoamisrannalle tyypillisiä kluuvijärviä ja fladoja, jotka ovat lähes luonnontilaisia. Suojelualue on perustettu suojelemaan luontotyyppiä (rannikon laguunit). Rauhoituspäätöksessä kaikenlainen maisemaa, kasvillisuutta tai eläimistöä tuhoava toiminta on kiellettyä.

Laitosalueen ympäristöön sijoittuu lisäksi vuonna 2016 perustettu Raumanmeren luonto- ja retkeilyalue (YSA236619), johon kuuluu useita Rauman edustan saaria. Alue on osin päällekkäinen Rauman saariston Natura-alueen kanssa, ja osa siitä on merialueella. Suojelualue on perustettu turvaamaan luontotyyppien ja lajien suotuisaa suojelua – alueella on rannikko- ja pienvesiluontotyyppejä. Alueella on kielletty kaikki toiminta, joka voi heikentää edellä mainittuja luontoarvoja.

Laitosalueen koillispuolella sijaitsee Talvitien luonnonsuojelualue (YSA257369), joka on perustettu vuonna 2022. Luonnonsuojelualue sijaitsee maalla, mutta siihen kuuluu jonkin verran rantaviivaa.

Linnustollisesti arvokkaat alueet

Laitosalueen lähietäisyydelle sijoittuu 27 371 ha laajuinen Rauman-Luvian saaristojen IBA-alue, joka sisältyy kokonaisuudessaan myös osaksi Rauman–Luvian–Porin saaristojen FINIBA-aluetta. IBA-alueen etäisyys laitosalueesta on lähimmillään noin 1,3 km. Alueen rooli on merkittävä saarilla ja luodoilla pesivälle merilinnustolle kuten lokeille ja kihuille. Lisäksi alueelle kerääntyy merkittäviä määriä levähtäviä muuttolintuja (mm. tukkasotka, lapasotka, mustalintu, räyskä).



Lisäksi laitosalueen läheisyyteen sijoittuvat FINIBA-alueisiin lukeutuvat Eurajoen suisto ja Kuivalahti. Eurajoen suiston monimuotoiselle, kosteikon, taajamien, peltojen ja rantalehtojen muodostamalle suistoalueelle kerääntyy muuttavia hanhia, joutsenia, kurkia sekä kahlaajia. Kuivalahti puolestaan on Eurajoen rannikolla sijaitseva monipuolinen rannikkoalue, joka vaihettuu nopeasti avomeren rantamatalikosta suojaisaksi merenlahdeksi sekä laajoiksi fladoiksi. Alueella levähtää muun muassa muuttavia joutsenia sekä pilkkasiipiä.

Arvokkaat meriluontoalueet

Olkiluodon saaren edustan luoteispuolella on myös 51,2 km^2 laajuinen, Suomen ekologisesti merkittäviin vedenalaisiin meriluontoalueisiin (EMMA) luokiteltu Rauman ulkosaariston alue, joka sijoittuu noin 1,5 km päähän voimala-alueesta *(Suomen ympäristökeskus 2024b)*. Rauman ulkosaaristo on arvokas saaristo- ja perinnemaisemakokonaisuus, jossa on rikas linnusto. Alueella esiintyy maannousemarantaa lehtoineen ja perinnebiotooppeineen sekä vanhoja aarnimetsiä *(Lappalainen ym. 2020)*. Rauman ulkosaariston EMMA-alue on kartoitettu hyvin. EMMA-luokituksen perusteena ovat punalevä- ja hauruyhteisöt, jotka ovat Rauman ulkosaaristossa runsaita ja hyvinvoivia *(Lappalainen ym. 2020)*. Punalevä- ja hauruyhteisöt-luontotyyppi on Suomen luontotyyppien uhanalaisuusarvioinnissa luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (EN) ja haura- ja hapsikkapohjat sekä avoimet näkinpartaispohjat arvioitiin silmälläpidettäviksi (NT) luontotyypeiksi *(Kontula & Raunio 2018)*.

Rauman ulkosaariston EMMA-alue on osin päällekkäinen Selkämeren kansallispuiston, Rauman saariston Natura-alueen ja Laukkarin luonnonsuojelualueen kanssa eli sen luonto on melko kattavasti suojelun piirissä. Selkämeren kansallispuisto on Suomen kansallispuistoverkossa erityisasemassa vedenalaisten luontotyyppien, kuten riuttojen ja särkkien, sekä niillä esiintyvien kalakantojen ja muiden eliölajien suojelun kannalta. Sitä pidetään yhtenä Itämeren merkittävimmistä suojelualueista vedenalaisen luonnon säilyttämisessä *(Hakala 2011)*.

6.10.2.3. Vaikutuskohteen herkkyys

Kasvillisuus ja eläimistö maalla

Olkiluodon saaren maa-alueille sijoittuvat vaikutusalueet ovat pitkälti ihmistoiminnan vaikutuksen piirissä, eikä niille sijoitu uhanalaisia lajeja, luontodirektiivin liitteen IV lajeja tai muita huomionarvoisia lajeja. Kasvillisuus ja eläimistö maalla arvioidaan siten herkkyydeltään vähäiseksi.

Suojelualueet, kasvillisuus ja eläimistö merellä

Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan suureksi, sillä jäähdytysvesien vaikutusalueella sijaitsee Natura 2000 -alue, jonka meri- ja rantavyöhykkeillä on herkkiä ja edustavia suojeluperusteisia luontotyyppejä. Lisäksi alueella tavataan huomionarvoista tai uhanalaista vedenalaista lajistoa. Alueelle sijoittuu ekologisesti merkittävä EMMA-alue, sekä kaksi yksityisten mailla olevaa suojelualuetta, joilla on alueita merellä. Vaikutusalueelle sijoittuu lisäksi linnustollisesti arvokkaita IBA- ja FINIBA-alueita. Arvokkaimmat kohteet sijoittuvat lähelle vaikutusalueen reunoja.

6.10.3. Ympäristövaikutukset



6.10.3.1. Käytön jatkaminen

Vaikutukset maalla

Käyttöiän jatkamisen vaatimat muutostyöt toteutetaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sisäpuolella. Lisäksi on mahdollista, että nykyistä KPA-varastoa laajennetaan. Varaston rakennustyöt toteutetaan nykyisen varaston välittömässä läheisyydessä, eikä niistä arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön, sillä KPA-varaston ympäristö on jo nykytilassa rakennettua teollisuusaluetta.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisella ei ole vaikutusta maa-alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön. Voimalaitoksen vaikutusalueella esiintyvän eläimistön voi arvioida tottuneen ihmisperäiseen häiriöön (esim. melu, ihmisten ja työkoneiden liikkuminen).

Vaikutukset merellä

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutukset merialueelle muodostuvat lämpimän jäähdytysveden johtamisesta mereen. Laitosyksiköiden vaikutus meriveden lämpötilaan on jatkunut vuodesta 1978, mahdollistaen ympäristön sopeutumisen tähän muutokseen. Käytön jatkamisessa voimalaitoksen jäähdytysveden lämpökuormituksen aiheuttamat vaikutukset pysyvät nykyisen kaltaisina, koska mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila ja virtaama eivät muutu. Olkiluodon lähimerialueella on ollut havaittavissa rehevöitymiskehitystä jäähdytysveden lämpökuormituksen ja jokivesien ravinnekuormituksen takia. Lämpökuormitus nostaa meriveden pintalämpötiloja Iso Kaalonperän lahdella ja voimistaa kerrostuneisuutta. Lisäksi kesäisin pohjan läheisessä vesikerroksessa on havaittu ajoittaista vähähappisuutta. Ilmastonmuutos voi pitkällä aikavälillä edelleen voimistaa merialueen lämpenemistä. Ilmastonmuutoksen suurimman lämpenemisskenaarion SSP5-8.5 (IPCC 2022) ja OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden yhteisvaikutuksesta Olkiluodon merialueen pintalämpötilat nousisivat noin 1–1,5 °C vuoteen 2058 mennessä (Liite 5).

Mahdollisen KPA-varaston laajennuksen tapauksessa KPA-varaston jäähdytysveden oton ja purun vaikutukset merialueella säilyvät edelleen hyvin vähäisinä ja paikallisina. KPA-varaston käyttämän jäähdytysveden määrä on murto-osa laitosyksiköiden käyttämästä jäähdytysvedestä.

Vaikutukset vesikasvillisuuteen

Lämpökuormituksen suorat vaikutukset vesikasvillisuuteen liittyvät lämpötilan fysiologisiin vaikutuksiin. Lajien välillä on suuria eroja siinä, mikä on niille optimaalinen lämpötila tai millaisia lämpötiloja ne sietävät ilman, että sillä on vaikutuksia kasvuun, lisääntymiseen tai selviytymiseen. Lämpötilan noustessa aineenvaihdunnan taso kohoaa ja kasvu nopeutuu tiettyyn pisteeseen asti, mutta sietokyvyn ylittyessä lämpötilan nousu voi jopa lisätä kuolleisuutta. Lajin sietokyky vaihteleville lämpötiloille heikkenee, mikäli siihen kohdistuu ympäristöstä useita yhtäaikaisia stressivaikutuksia *(Sumelius ym. 2024)*. Itämerellä matala suolapitoisuus heikentää jo ennestään useimpien lajien sietokykyä eli lisää niiden herkkyyttä ympäristön muutokselle. Tämä johtuu siitä, että vain harva laji on sopeutunut täydellisesti murtoveteen. Valtaosa Itämeren lajistosta on sopeutunut joko meriveteen tai makeaan veteen, jolloin vesi on niille jatkuvasti joko liian makeaa tai suolaista *(Ahlvik ym. 2021)*.

Käytön jatkamisen tapauksessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutus Olkiluodon merialueella jatkuu ja mahdollinen KPA-varaston laajentaminen lisää hyvin vähäisesti varastolta purettavan jäähdytysveden määrää. Purettavan jäähdytysveden lämpötila säilyy samana kuin nykyisin. Erityisesti yksivuotiset rihmalevät ja putkilokasvit voivat hyötyä lämmenneestä vedestä ja pidentyneestä kasvukaudesta, jolloin niiden määrät ja tiheydet kasvavat. Putkilokasveista hyötyvät erityisesti lämpökuormaa hyvin sietävät lajit, kuten hapsivita ja tähkä-ärviä. Rihmalevien runsastuminen voi vähentää muiden vesikasvien ja levien valonsaantia, ja siten aiheuttaa muiden vesikasvipopulaatioiden taantumista. Rehevöitymiselle ja korkeille lämpötiloille herkät vesikasvi- ja makrolevälajit, kuten rakkohauru, voivat puolestaan taantua jäähdytysveden purkuvirtauksen vaikutusalueella. Natura-tarveharkinnan ja vesistömallinnuksen mukaan jäähdytysveden lämpökuormituksella ei kuitenkaan olisi vaikutusta Rauman saariston Natura-alueen rakkohauruesiintymiin, sillä lämpökuormituksen vaikutusalue ei nykytilassa ulotu Natura-alueelle (Kuva 60, Liite 5 & Liite 6).

Runsastuneet päällyslevät voivat aiheuttaa rantojen ja vesikasvillisuuden limoittumista. Pidentyneen kasvukauden ja nousseen lämpötilan seurauksena biologinen hapenkulutus kasvaa ja lisääntyneen orgaanisen aineksen hajotustoiminta voi johtaa hapen kulumiseen pohjanläheisestä vesikerroksesta. Hapen vähentyminen pohjalla aiheuttaa ravinteiden liukenemista sedimentistä veteen eli sisäistä kuormitusta, mikä kiihdyttää rehevöitymistä. Lämpötilakerrostuneisuuden purkautumisen ja alusveden lämpenemisen myötä nopeutuva hajotustoiminta saattaa nopeuttaa kasvukauden ravinteiden kiertoa ja siten lisätä kasviplanktontuotantoa. Tämä voi näkyä veden samentumisena ja näkösyvyyden laskuna, millä voi olla vaikutuksia makrofyyttien esiintymissyvyyteen.

Olkiluodon merialueella, kuten muuallakin Selkämerellä, on havaittu rehevöitymistä, johon vaikuttaa merkittävästi jokivesien tuoma ravinnekuormitus. Pitkällä aikavälillä vesikasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arviointiin sisältyy epävarmuutta, sillä perustuotannon kehitys merialueella riippuu sekä ilmastonmuutosskenaarioiden että kuormitusta vähentävien toimenpiteiden toteutumisesta. Merialueen rehevöitymisen on ennustettu kiihtyvän ilmastonmuutoksen seurauksena *(HELCOM 2021a)*. Merialueelle tuleva kuormitus voi kuitenkin pitkällä aikavälillä mahdollisesti myös laskea, jos maatalouden toimenpiteet saadaan laajasti käyttöön. Tällä arvioidaan olevan positiivisia vaikutuksia merialueen tilaan, koska vähenevä ravinnemäärä hillitsee vesikasvillisuuden runsastumista.

Käyttöä jatkettaessa jäähdytysvesien nykyiset vaikutukset vesikasvillisuuteen eivät muutu laajuudeltaan tai voimakkuudeltaan. Ilmastonmuutos voimistaa nykyisiä vaikutuksia ja vaikutuksen kesto pidentyy. Kun huomioon otetaan laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet sekä ilmastonmuutoksen vaikutus, voi vesikasvillisuuden rehevöityminen lisääntyä. Käytön jatkamisen vaikutukset vesikasvillisuuteen arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset merinisäkkäisiin

Jääpeitteen heikkenemisellä voi olla vähäisiä vaikutuksia hallin tai itämerennorpan lisääntymiseen, sillä ne synnyttävät poikasensa jäälle. Halli voi kuitenkin synnyttää poikaset myös luodoille tai rannoille. Olkiluodon merialueelta ei kuitenkaan tunneta tärkeitä hallin karvanvaihtoluotoja tai lisääntymiseen käytettyjä ahtojääalueita, joten laajalla alueella liikkuvina eläiminä alueen merihylkeiden ei arvioida olevan riippuvaisia Olkiluodon edustan merialueesta. Itämerennorpan pääesiintymisalue on Perämerellä eikä lajin tiedetä lisääntyvän Olkiluodon merialueella. Olkiluodon edustan merialueella on jo nykyisellään erittäin vaihtelevat jääolosuhteet ja talvella sulana pysyviä alueita, eikä käytön jatkamisesta aiheudu merkittäviä muutoksia jääpeitteeseen, poissulkien ilmastonmuutoksen vaikutukset. Siten käytön jatkamisesta ei arvioida muodostuvan merihylkeisiin kohdistuvia vaikutuksia.

Vaikutukset linnustoon

Käytön jatkuessa linnustoon ei arvioida kohdistuvan nykyisestä poikkeavaa vaikutusta. Lämpökuormituksen jatkumisella voi olla joihinkin lajeihin sekä myönteisiä että kielteisiä vaikutuksia. Talviaikaisen sulan muodostuminen voi lisätä talvehtivien lintujen määrää ja parantaa joidenkin lajien selviytymistä. Toisaalta esimerkiksi runsastunut särkikalakanta saattaa kilpailla samasta pohjaeläinravinnosta joidenkin vesilintujen kuten telkän tai tukkasotkan kanssa *(Nummi ym. 2016)*. Vaikutuksen arvioidaan kuitenkin jäävän vähäiseksi. Toisaalta särkikalakantojen lisääntyminen saattaa parantaa joidenkin kalaa ravintonaan käyttävien lajien, kuten esimerkiksi isokoskelon, talvehtimista. Laitosyksiköiden jäähdytysveden lämpökuormituksen säilyessä samana, talviaikaisten sulavesivaikutusten ei kuitenkaan arvioida merkittävästi muuttuvan talvehtivien lintujen kannalta. Suurempi vaikutus jäätilanteeseen laajemmalla alueella todennäköisesti muodostuu ilmastonmuutoksen seurauksena.

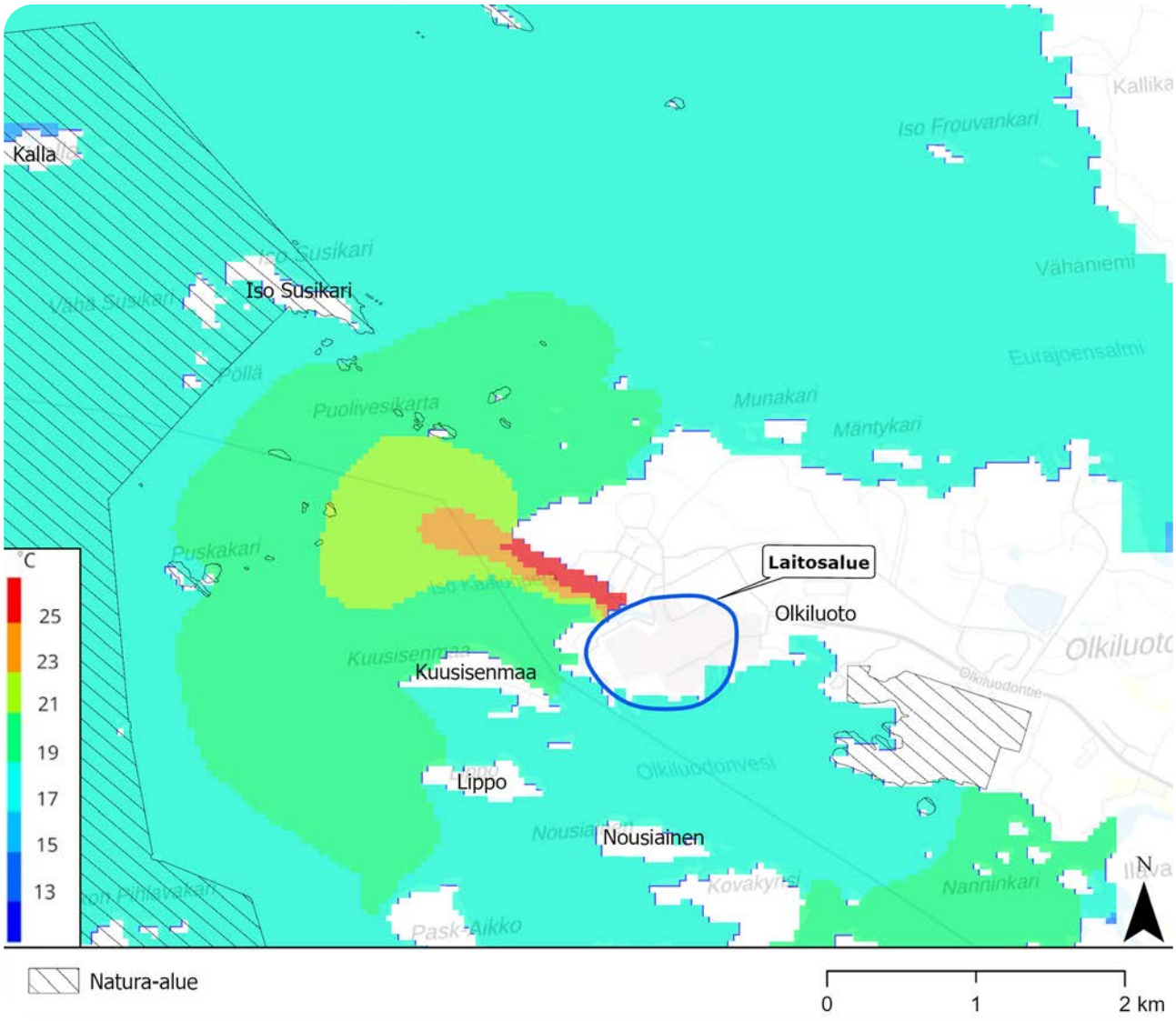
Vaikutukset Natura 2000 -alueisiin, suojelualueisiin ja EMMA-alueisiin

Hankkeen mahdollisia vaikutuksia Rauman saariston Natura-alueeseen on käsitelty tarkemmin Natura-tarveharkinnassa (Liite 6, Kuva 59, Kuva 60). Ilmastonmuutoksen suurimman lämpenemisskenaarion SSP5-8.5 *(IPCC 2022)* ja OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden yhteisvaikutuksesta Olkiluodon merialueen pintalämpötilat nousisivat noin 1–1,5 °C vuoteen 2058 mennessä.

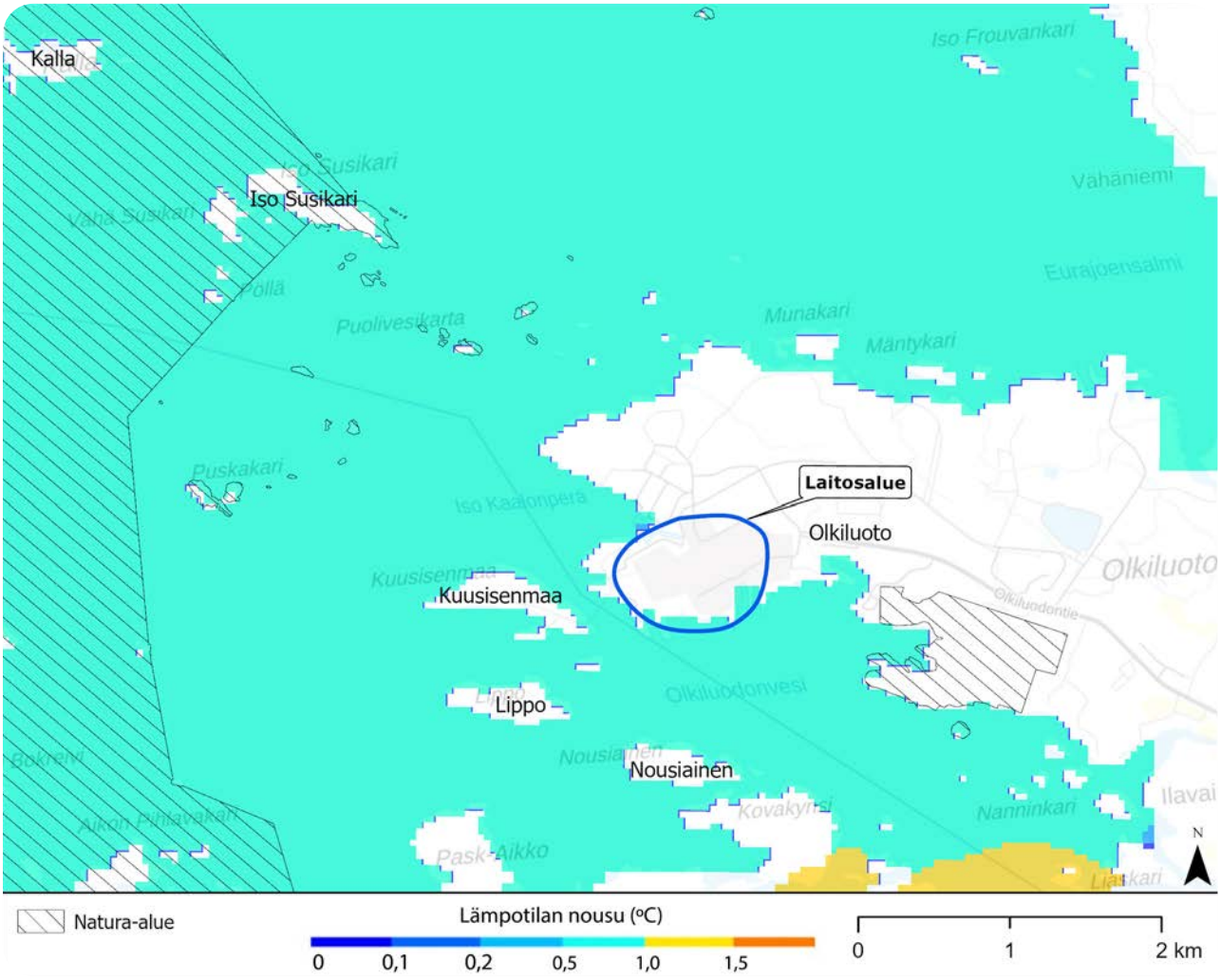
Tarveharkinnan johtopäätöksenä oli, että merkittävien vaikutusten mahdollisuus Natura-alueen suojeluperusteisiin luontotyyppeihin tai halliin voidaan sulkea pois käytön jatkamisen osalta. Yhteisvaikutus ilmastonmuutoksen kanssa luontotyyppeihin välillisesti rehevöitymisen kautta on korkeintaan vähäinen, ja siihen vaikuttaa hanketta enemmän ilmastonmuutos tai suunnitelmat maatalouden päästöjen hillitsemiseksi. Käytön jatkaminen ei aiheuta muutosta Natura 2000 -alueen tai muiden suojelualueiden nykytilaan. Koska käytön jatkaminen ei merkittävästi muuta pintavesien ekologista tilaa, myöskään valtion tai yksityisten mailla olevien suojelualueiden luonnonoloihin ei kohdistu vaikutuksia, jotka olisivat ristiriidassa niiden rauhoituspäätösten kanssa.

Käytön jatkaminen ei aiheuta muutosta Rauman ulkosaariston EMMA-alueella huomioitavien hauru- ja punaleväyhteisöjen elinvoimaisuuteen nykytilaan verrattuna. Vaikutukset pysyvät samana kuin aikaisemmin, ja yhteisöjen elinvoimaisuus saattaa hankkeen päätyttyä kasvaa lämpötilavaikutuksen pienentyessä. Tästä syystä rakkohauru- ja punaleväyhteisöihin ja näiden muodostamiin luontotyyppeihin ei arvioida kohdistuvan muutoksia nykytilaan verrattuna.

Natura 2000 -alueisiin, suojelualueisiin ja EMMA-alueisiin ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia käytön jatkamisesta, sillä nykyiset vaikutukset eivät muutu.



Kuva 59. Mallinnus Olkiluodon vesialueiden pintavesien lämpötilasta nykyisellä teholla. Kuvassa on lisäksi esitetty Rauman saariston Natura-alueen sijainti.



Kuva 60. Mallinnus laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista meriveden pintakerroksen lämpötiloihin vuonna 2058. Kuvassa on lisäksi esitetty Rauman saariston Natura-alueen sijainti.

6.10.3.2. Tehonkorotus

Vaikutukset maalla

Tehonkorotuksen vaatimat muutostyöt toteutetaan pääosin OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sisäpuolella. Lisäksi laitosalueelle rakennetaan uusi lisävesijärjestelmä sekä akkuenergiavarasto. Lisävesijärjestelmä sijoittuu laitosyksiköiden välittömään läheisyyteen jo rakennetulle alueelle. Suunnitellun akkuenergiavaraston alue sijoittuu laitosalueelta luoteeseen noin 500 m päähän OL3-laitosyksikön paikoitusalueen viereen, jonka läheisyydessä on nykyisellään pieni (10 000 m^2) kallioinen metsäalue ja hallirakennuksia. Akkuenergiavarastolle varattu alue on noin 1,2 ha. Rakentamisen yhteydessä taimikkoa ja heinikköä poistetaan alueelta, joka on valmiiksi ihmistoiminnan voimakkaan vaikutuksen piirissä.

Viimeisimmässä luontoselvityksessä *(Ramboll 2014)* saatujen tulosten mukaan sekä suunnitellun akkuenergiavaraston että maakaapelireitin kohdalle ei sijoitu merkittäviä luontoarvoja tai huomionarvoisia lajeja. Ympäristö on ihmisen muokkaamaa sorakenttää, jossa kasvaa nuoria lehtipuiden taimia sekä heinikkoa. Rakentamistöistä vaikutuksia ei kohdistuisi alueella mahdollisesti esiintyviin luontodirektiivin liitteen IV a lajeihin, kuten liito-oravaan, viitasammakkoon, lepakoihin tai saukkoihin, sillä rakentaminen ei kohdistu näille lajeille sopivaan

ympäristöön tai tunnetuille esiintymispaikoille. Pesimälinnuston osalta huomionarvoisia maa-alueita ei ole havaittu, joten vaikutukset alueen talousmetsille tyypilliselle lajistolle ovat vähäisiä. Maa-alueiden linnusto on tavanomaista ja parimäärältään runsasta päälajeinaan peippo ja pajulintu *(Ramboll 2014)*. Akkuenergiavaraston rakennustyöt voivat aiheuttaa väliaikaista melua. Lisäksi maakaapelin rakentaminen muokkaa maanpintaa, mutta sillä ei arvioida olevan vaikutuksia jo valmiiksi ihmisen muokkaaman ympäristön luontoarvoille.

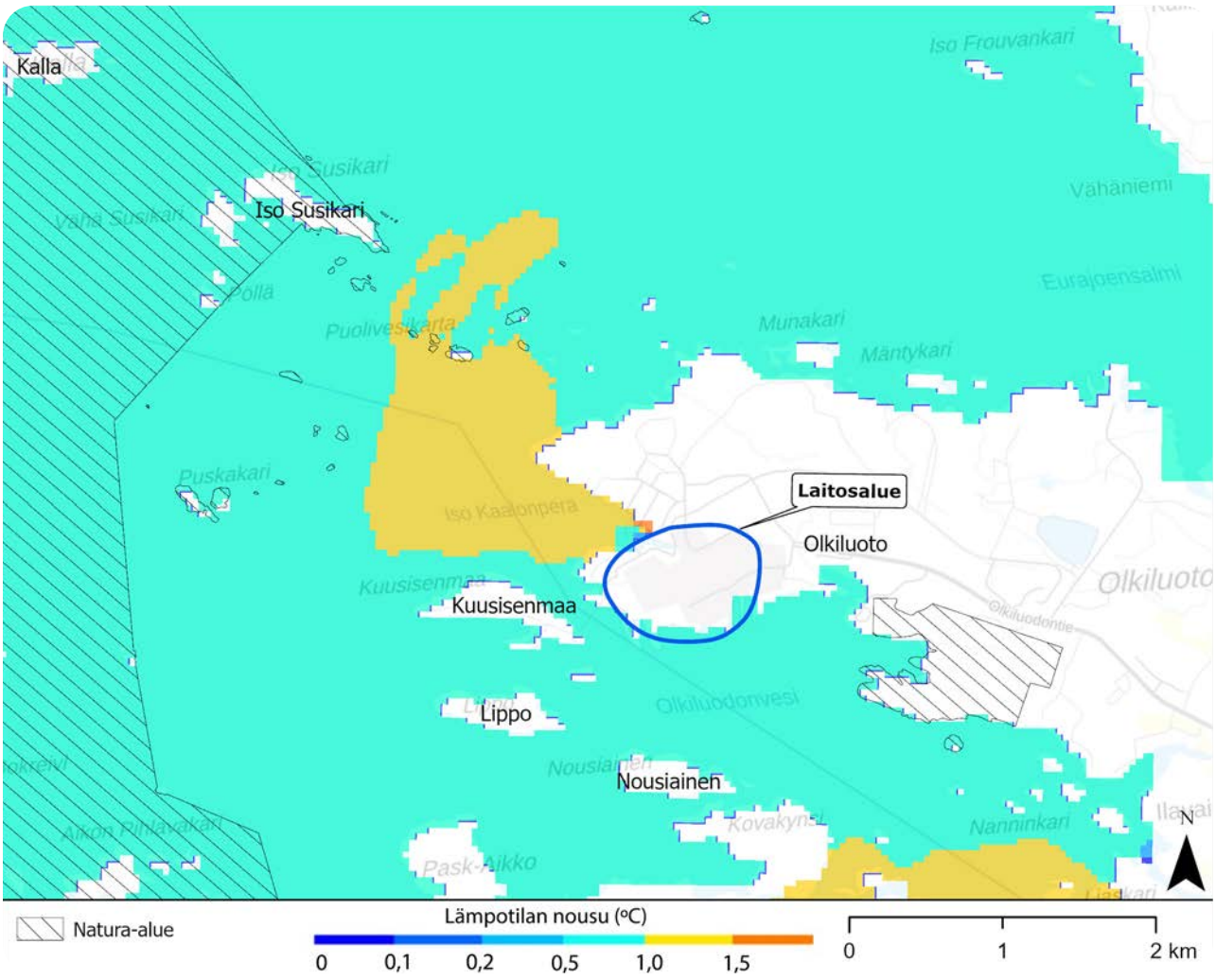
Lisäksi on mahdollista, että nykyistä KPA-varastoa laajennetaan. Rakennustyöt toteutetaan nykyisen varaston välittömässä läheisyydessä, eikä niistä arvioida aiheutuvan merkittäviä muutoksia alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön, sillä KPA-varaston ympäristö on jo rakennettua teollisuusaluetta.

Rakentamisen vaikutukset kasvillisuudelle, luontotyypeille ja eläimistölle maalla arvioidaan kokonaisuudessaan suuruudeltaan vähäiseksi kielteiseksi.

Laitosyksiköiden käytön jatkamisella korotetulla teholla ei ole vaikutusta maa-alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön. Voimalaitoksen vaikutusalueella esiintyvän eläimistön voi arvioida tottuneen ihmisperäiseen häiriöön (esim. melu, ihmisten ja työkoneiden liikkuminen).

Vaikutukset merellä

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamiseen korotetulla teholla liittyvät vaikutukset merialueeseen ovat samankaltaisia kuin käytön jatkamisessa on kuvattu (luku 6.9.3.1). Tehonkorotuksen tapauksessa mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila nousee nykyisestä 1 °C. Noin 2 km etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä tehonkorotus nostaa keskimääräisiä meriveden pintalämpötiloja keskimäärin 0,2 °C ja 3–4 km etäisyydellä 0,1 °C. Lämpökuormituksen vaikutukset ovat siis paikallisia ja rajoittuvat purkuvirtauksen läheisyyteen. Alle 0,5 °C lämpötilamuutoksia ei voida erottaa merialueen luontaisesta lämpötilan vaihtelusta. Kun ilmastonmuutoksen aiheuttaman lämpenemisen ottaa huomioon, Olkiluodon merialueen pintalämpötilat nousevat noin 1–1,5 °C vuoteen 2058 mennessä, eli saman verran kuin käytön jatkamisen tapauksessa (Kuva 61).



Kuva 61. Jäähdytysveden lämpötilannousu vuonna 2058 tehonkorotuksen tilanteessa ilmastonmuutos huomioituna Rauman saariston Natura-alueen läheisyydessä.

Mallinnustulosten perusteella tehonkorotus vaikuttaa kuitenkin jääpeitteeseen lyhentämällä jääpeitteistä aikaa keskimäärin 2 vrk verrattuna käytön jatkamiseen, mutta satunnaisten sääolojen takia paikoitellen voi esiintyä suurempiakin muutoksia. Tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta vuoteen 2058 mennessä merialueen jääpeitteinen aika lyhentyy 2–3 viikkoa eli ilmastonmuutos vaikuttaa tehonkorotusta enemmän. Vaikutukset vedenlaatuun ja sedimentteihin ovat pintavesivaikutusarvion mukaan merkityksettömiä. Ilmastonmuutoksen seurauksena Selkämeren rehevöitymisen on ennustettu kiihtyvän. Lämpötilannousun ja merialueen rehevöitymisen yhteisvaikutuksesta klorofyllipitoisuudet ja kasviplanktonbiomassa saattavat vähäisesti nousta Olkiluodon edustalla, mikä ilmenee näkösyvyyden heikkenemisenä. Myös sinilevät voivat hyötyä meriveden lämpenemisestä.

KPA-varaston käyttämän jäähdytysveden määrä kasvaa tehonkorotuksen myötä, minkä lisäksi KPA-varaston mahdollinen laajennus lisää tarvittavaa jäähdytysveden määrää. KPA-varastolta purettavan jäähdytysveden määrä ja sen vaikutukset merialueella ovat lisäyksen jälkeenkin merkityksettömän vähäisiä verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveteen.

Vaikutukset vesikasvillisuuteen

Makrofyytteihin eli vesikasvillisuuteen ja suurleviin kohdistuvat vaikutukset aiheutuvat pääasiassa jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutuksesta. Laitosyksiköiden aiheuttama ravinnekuormitus mereen on erittäin vähäinen.

Olkiluodon merialueella vuonna 2022 tehtyjen vesikasvikartoitusten perusteella rakkohaurua esiintyy tutkimuslinjoilla D, F ja G (Kuva 55), joista uloimmilla tutkimuslinjoilla rakkohaurun peittävyys ja kasvusyvyys ovat kasvaneet *(Leinikki 2017 & 2022)*. Rakkohauru voi siis tiettyyn pisteeseen asti hyötyä lämpökuormituksesta, mikä edistää sen kasvua. Rakkohaurun on todettu kokeellisissa tutkimuksissa sietävän lämpötilan nousua jopa 27 °C asti, mutta sen kasvu alkaa hidastua 24 °C lämpimämmässä vedessä *(Graiff ym. 2015a & 2015b)*. Vedenlaadun seurantapisteellä 505, joka sijaitsee vesikasvien tutkimuslinjan D läheisyydessä, korkein mitattu päällysveden lämpötila on ollut kesällä 21,5 °C. Vesistömallinnuksen mukaan tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta meriveden pintalämpötilan tällä pisteellä voi nousta vuoteen 2058 keskimäärin 1,5 °C. On siis mahdollista, että kuumina kesinä pintalämpötilat nousevat jäähdytysveden purkuvirtauksen vaikutusalueella rakkohaurulle kriittiseen 24 °C lämpötilaan ja sen kasvu heikkenee. Lämpötilavaikutuksen merkittävyyteen vaikuttavat oleellisesti rakkohaurun kasvusyvyys ja sekoittumisolosuhteet. Lisäksi runsas päällysleväkasvusto, veden samentuminen ja runsas orgaanisen aineksen sedimentoituminen heikentävät rakkohaurun kasvua. Natura-tarveharkinnan mukaan tehonkorotuksella ei olisi vaikutusta Rauman saariston Natura-alueella sijaitseviin rakkohauruesiintymiin, sillä jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutusalue ei ulotu Natura-alueelle eikä muutu nykytilaan verrattuna (Kuva 61, Liite 6).

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tehonkorotuksen vaikutusalueen laajuus ei muutu verrattuna nykytilaan. Merialueen ravinnekuormituksella ja ilmastonmuutoksella on jäähdytysvesien lämpökuormitusta suurempi vaikutus perustuotannon kehitykseen merialueella. Kuitenkin jäähdytysvesien lämpökuormitus voi edistää rehevöitymistä Olkiluodon lähimerialueella. Siten vesikasvillisuuteen kohdistuvan muutoksen suuruus arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Vaikutukset merinisäkkäisiin

Itämerennorppa tarvitsee lisääntyäkseen merijäätä, mutta lajin pääasiallinen lisääntymisalue sijaitsee Perämerellä. Halli voi synnyttää poikasensa jäälle, rannoille tai luodoille. Vaikka jääpeitteinen aika lyhenee tehon korotuksen tapauksessa muutamia päiviä, merihylkeisiin kohdistuvat vaikutukset pysyvät pääosin samana kuin käytön jatkamisessa, sillä vuosien välinen vaihtelu jääolosuhteissa on suurempaa kuin tehonkorotuksen vaikutus. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutusalueella ei tunneta halleille tärkeitä lisääntymispaikkoja. Halli voi potentiaalisesti käyttää Olkiluodon edustan ulkoluotoja lisääntymiseen, mutta jäähdytysveden lämpökuormituksella ei ole tähän vaikutusta. Näin ollen tehonkorotuksen ei arvioida muodostavan merinisäkkäisiin kohdistuvia vaikutuksia.

Vaikutukset linnustoon

Jääolosuhteiden heikkeneminen tehonkorotuksen tapauksessa voi helpottaa merilintujen talvehtimista ja ravinnonhankintaa. Tehonkorotuksen ei arvioida merkittävästi muuttavan merilintujen ravintonaan käyttämää pohjaeläimistöä tai kalastoa, joten linnustoon ei arvioida kohdistuvan välillisiä vaikutuksia ravintoverkkomuutosten kautta. Siten linnustoon ei arvioida kohdistuvan muutosta tehon korottamisesta.

Vaikutukset Natura 2000 -alueisiin, suojelualueisiin ja EMMA-alueisiin

Jäähdytysveden lämpökuormitus voi vaikuttaa suojelualueiden vedenalaisiin meriluontotyyppeihin tai vesikasvillisuuteen lisäämällä merialueen rehevöitymistä tai edistämällä rihmalevien kasvua, sillä kasviplanktonin ja vesikasvien kasvukausi pidentyy *(HELCOM 2021a)*. Lämpötilan nousu voi myös vaikuttaa jään muodostumiseen jäähdytysvesien vaikutusalueella. Vuosittain muodostuvalla merijäällä on tärkeä rooli Itämeren luontotyyppien muovaamisessa. Näihin kuuluvat erityisesti riutat ja merenrantaniityt. Myös jääolosuhteista riippuvaiseen lajistoon voi kohdistua vaikutuksia.

Tehonkorotuksesta kohdistuvat lämpötilamuutokset Rauman saariston Natura-alueelle ovat niin vähäisiä, etteivät ne juuri erotu meriveden lämpötilan luontaisesta vaihtelusta. Yhdessä ilmastonmuutoksen aiheuttaman merivesien lämpötilojen nousun kanssa tehonkorotus nostaa meriveden lämpötilaa noin 1–1,5 °C Rauman saariston Natura 2000 -alueen osissa. Näillä alueilla lämpötila nousee saman verran myös ilman tehonkorotusta. Tehonkorotuksen mahdollisia vaikutuksia Rauman saariston Natura-alueen suojeluperusteisiin on käsitelty tarkemmin Natura-tarveharkinnassa. Tarveharkinnan johtopäätös oli, että merkittävien vaikutusten mahdollisuus Natura-alueen suojeluperusteisiin luontotyyppeihin tai harmaahylkeeseen voidaan sulkea pois tehonkorotuksen osalta (Liite 6).

Raumanmeren luonto- ja retkeilyalueelle ei kohdistu vaikutusta jäähdytysvesistä, sillä sen mereiset osat sijaitsevat vaikutusalueen ulkopuolella. Laukkarin suojelualueen mereiset osat ovat puolestaan samoja kuin Natura 2000 -alueen. Siten korottamisen ei arvioida olevan ristiriidassa sen rauhoitusperusteiden kanssa merialueella.

Tehonkorotuksesta ei arvioida kohdistuvan vaikutuksia Natura 2000 -alueisiin suojelualueisiin tai EMMA-alueisiin.

6.10.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Kasvillisuus ja eläimistö maalla

Olkiluodon maa-alueilla sijaitsevan kasvillisuuden ja eläimistön herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä alueella ei esiinny uhanalaisia, luontodirektiivin liitteen IV tai muita huomionarvoisia lajeja. Vaikutusalueen luonto on tavanomaista ja ihmistoiminnan vaikutuksen alaista.

Käytön jatkamisen (VE1) tapauksessa mahdollinen KPA-varaston laajennukseen liittyvä lisärakentaminen kohdistuu olemassa olevan varaston yhteyteen laitosalueella, eikä rakentamisesta muodostu kasvillisuuteen tai eläimistöön kohdistuvia vaikutuksia. Käytön jatkamisella ei ole vaikutusta maa-alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön.

Tehonkorotuksen (VE2) vaatiman lisärakentamisen seurauksena alueelta joudutaan poistamaan taimikkoa ja heinikkoa. Rakennustöiden kasvillisuuteen ja eläimistöön maalla kohdistuvat vaikutukset arvioitiin vähäiseksi kielteiseksi, sillä maanmuokkaustyöt ovat pienimuotoisia ja vaikutukset kohdistuvat tavanomaiseen luontoon, joka on valmiiksi ihmistoiminnan voimakkaan vaikutuksen piirissä. Rakentamisen vaikutukset kasvillisuudelle, luontotyypeille ja eläimistölle maalla arvioidaan suuruudeltaan vähäiseksi kielteiseksi. KPA-varaston mahdollinen laajentaminen ei aiheuta vaikutuksia maa-alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön. Laitosyksiköiden käytön jatkamisella korotetulla teholla ei ole vaikutusta maa-alueen kasvillisuuteen tai eläimistöön. (Taulukko 41)

Taulukko 41. Vaikutusten merkittävyys: kasvillisuus ja eläimistö maalla

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

Kasvillisuus ja eläimistö merialueella sekä suojelualueet

Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan suureksi, sillä jäähdytysvesien vaikutusalueella sijaitsee Natura 2000 -alue, jonka meri- ja rantavyöhykkeillä on herkkiä ja edustavia suojeluperusteisia luontotyyppejä. Lisäksi alueella tavataan huomionarvoista tai uhanalaista vedenalaista lajistoa. Alueelle sijoittuu ekologisesti merkittävä EMMA-alue sekä kaksi yksityisten mailla olevaa suojelualuetta, joilla on alueita merellä. Vaikutusalueelle sijoittuu lisäksi linnustollisesti arvokkaita IBA- ja FINIBA-alueita. Arvokkaimmat kohteet sijoittuvat lähelle vaikutusalueen reunoja.

Käytön jatkamisen (VE1) tapauksessa jäähdytysvesien nykyiset vaikutukset vesikasvillisuuteen eivät muutu laajuudeltaan tai voimakkuudeltaan. Ilmastonmuutos voimistaa nykyisiä vaikutuksia ja vaikutuksen kesto pidentyy. Kun huomioon otetaan laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet sekä ilmastonmuutoksen vaikutus, voi vesikasvillisuuden rehevöityminen lisääntyä. Käytön jatkamisen vaikutukset vesikasvillisuuteen arvioitiin vähäiseksi kielteiseksi. Käytön jatkamisella ei arvioitu olevan vaikutuksia merinisäkkäisiin, linnustoon tai Natura 2000 -alueisiin, suojelualueisiin ja EMMA-alueisiin.

Tehonkorotuksen tapauksessa (VE2) jäähdytysveden vaikutusalueen laajuus ei muutu verrattuna nykytilaan. Merialueen ravinnekuormituksella ja ilmastonmuutoksella on jäähdytysvesien lämpökuormitusta suurempi vaikutus perustuotannon kehitykseen merialueella. Kuitenkin jäähdytysvesien lämpökuormitus voi edistää rehevöitymistä Olkiluodon lähimerialueella. Siten vesikasvillisuuteen kohdistuvan muutoksen suuruus arvioitiin vähäiseksi kielteiseksi. Tehonkorotuksesta ei arvioitu kohdistuvan vaikutuksia merinisäkkäisiin, linnustoon tai Natura 2000 -alueisiin, suojelualueisiin ja EMMA-alueisiin.

Kummankin vaihtoehdon kohdalla vaikutusten kokonaismerkittävyyttä lievennettiin asiantuntija-arvion perusteella kohtalaisesta vähäiseksi kielteiseksi, sillä tunnistetut vähäiset vaikutukset eivät kohdistu vaikutusalueen herkimpiin kohteisiin, vaan tavanomaiseen luontoon (Taulukko 42).

Taulukko 42. Vaikutusten merkittävyys: merialueen kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Suuri	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Suuri	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.10.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Vaikka meri- ja rantaluontoon kohdistuvat kielteiset vaikutukset on arvioitu vähäisiksi, on Olkiluodon alueella hyvä seurata erityisesti jäätilanteen ja rehevöitymisen kehitystä säännöllisesti seurantatutkimuksella. Jatkuvalla seurannalla voidaan tarkkailla hitaammin kehittyviä ympäristömuutoksia ja puuttua niihin tarvittaessa. Siten seuranta voi toimia lieventävänä toimenpiteenä erityisesti sellaisten luonnonarvojen osalta, joihin kohdistuvia vaikutuksia on vaikea ennustaa tarkasti (ks. epävarmuustekijät luvussa 6.8.5). Esimerkiksi rakkohauruyhteisöjen elinvoimaisuutta voidaan seurata videokuvauksilla tärkeimmillä esiintymisalueilla, kuten Kallan ja Susikarien ympäristössä. Lähialueilla pesivän ja talvehtivan linnuston tilaa voidaan seurata pesimä- ja talviaikaan toteutettavilla linnustoseurannoilla.

6.10.5. Epävarmuustekijät

Arviointiin lisää epävarmuutta ilmastonmuutos, joka aiheuttaa meriveden lämpötilan nousua yhdessä jäähdytysvesien kanssa. Lämpötilan nousun lisäämä rehevöityminen ja muutokset jääpeitteeseen aiheuttavat välillisiä ja vuosittain vaihtelevia vaikutuksia meriluontoon, joita on vaikea ennustaa tarkasti.

Jääpeitteen väheneminen voi lisätä vesilinnustolle soveltuvien talvehtimisalueiden määrää Olkiluodon lähivesillä ja rannikon varrella. Jääolosuhteiden vaikean ennustettavuuden vuoksi linnustoon kohdistuvien mahdollisten myönteisten ja haitallisten vaikutusten merkittävyyden arviointi on haastavaa. Tämän vuoksi mahdolliset positiiviset linnustovaikutukset on jätetty arvioinnissa vähemmälle huomiolle. Lisäksi on huomioitava, että alueen linnustossa on voinut tapahtua pieniä muutoksia edellisten selvitysten ajankohdan jälkeen. Maalinnuston osalta pesimälinnuston tilan ei kuitenkaan arvioida todennäköisesti parantuneen saaren jatkuvan ihmistoiminnan vuoksi, vaan tilan arvioidaan pääosin vastaavan selvityshetken mukaista tilannetta.

Lämpötilan nousun lisäämä rehevöityminen voi heikentää rakkohaurun kasvuolosuhteita ja lopulta vaikuttaa paitsi riuttojen rakkohauruyhteisöjen elinvoimaisuuteen, myös ajelehtivien rakkohaurujen muodostamien rantavallien kehitykseen ja jälleen maakasvillisuuteen. Monimutkaisten välillisten vaikutusten aiheuttamien epävarmuuksien vuoksi lieventävissä toimenpiteissä suositellaan pitkän aikavälin seurannan jatkamista, jotta hitaisiin prosesseihin voidaan puuttua, mikäli vaikutukset osoittautuvat ajan myötä arvioitua suuremmiksi.

6.11. Ihmisten elinolot ja viihtyvyys



6.11.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Sosiaalisten vaikutusten arvioinnissa tarkastellaan ihmiseen, yhteisöön tai yhteiskuntaan kohdistuvia mahdollisia vaikutuksia:

- asuin- ja elinympäristön viihtyisyyteen ja turvallisuuteen
- liikenteeseen ja liikkumiseen
- lähialueiden ulkoilu- ja virkistyskäyttöön
- yhteisöllisyyteen ja paikalliseen identiteettiin
- palveluihin ja elinkeinoelämään
- väestörakenteeseen
- aineellisen omaisuuden ja lähialueen kiinteistöjen käyttöön.

Sosiaaliset vaikutukset kytkeytyvät tiiviisti muihin vaikutuksiin (kuten aluetalous, melu, päästöt, liikenne ja maisema) joko välittömästi tai välillisesti. Lisäksi sosiaalisia vaikutuksia voi ilmetä esimerkiksi jo hankkeen suunnittelu- ja arviointivaiheessa muun muassa asukkaiden huolina, pelkoina, toiveina tai epävarmuutena tulevaisuudesta. Sosiaalisten vaikutusten arviointi on tehty asiantuntija-arviona, joka perustuu seuraaviin lähtötietoihin:

- muiden vaikutusarviointien tulokset
- TVO ja Posivan sidosryhmätutkimus Olkiluodosta ja ydinvoimasta
- YVA-ohjelmasta annetut sosiaalisten vaikutusten kannalta olennaiset lausunnot
- arviointimenettelyn aikana saatu muu palaute (mm. YVA-ohjelmavaiheen yleisötilaisuus ja YVA-selostusvaiheessa järjestetty seurantaryhmän kokous)
- väestö-, kartta- ja muut tilastoaineistot.

YVA-ohjelmasta ei saatu mielipiteitä yksityishenkilöiltä tai yhdistyksiltä. YVA-ohjelman valmistumisen jälkeen hanketta ja YVA-menettelyä koskeva kaikille avoin yleisötilaisuus järjestettiin 6.2.2024 Olkiluodon vierailukeskuksessa Eurajoella. Tilaisuuteen oli mahdollisuus osallistua myös etäyhteydellä. Paikan päällä yleisöä oli kolme henkilöä ja etäyhteydellä 20 henkilöä. Yleisö esitti tilaisuudessa mm. riskeihin ja turvallisuuteen sekä meriveden lämpötilan nousuun ja jäätilanteeseen liittyviä kysymyksiä.

Arviointimenettelyä varten perustettiin seurantaryhmä (ks. luku 4.5), jonka tarkoituksena oli edistää tiedonkulkua ja -vaihtoa hankkeesta vastaavan, viranomaisten ja alueen keskeisten sidosryhmien välillä YVA-selostusta laadittaessa. Seurantaryhmän kokous järjestettiin 23.4.2024. Kokouksessa keskusteltiin mm. toiminnan jatkumisesta alueella, laitosyksiköiden turvallisesta käytöstä ja riskien hallinnasta, alueen vesistöjen nykytilanteesta sekä hankkeen vesistövaikutuksista. Erityisesti nostettiin esiin paikallisen vuorovaikutuksen merkitys alueen kalastusosakaskuntien ja vesiensuojeluyhdistyksien sekä hankkeesta vastaavan välillä, jotta aluetta koskevaa tietoa voidaan vaihtaa myös tulevaisuudessa.

Yleisötilaisuudessa ja seurantaryhmässä esitetyt mahdolliset mielipiteet, palaute ja kommentit on pyritty huomioimaan tätä YVA-selostusta laadittaessa. Lisäksi saatu palaute on käyty läpi sosiaalisten vaikutusten arviointia varten, jotta hankkeeseen mahdollisesti liittyvät huolet tai odotukset on voitu ottaa huomioon.

Vaikutuksia ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen on arvioitu käyttäen apuna Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskus Stakesin laatimaa opasta *”Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioiminen” (Kauppinen & Nelimarkka 2007)* ja sosiaali- ja terveysministeriön ohjetta *”Ympäristövaikutusten arviointi, Ihmisiin kohdistuvat terveydelliset ja sosiaaliset vaikutukset” (Sosiaali- ja terveysministeriö 1999)*. Tarkastelussa on huomioitu vaikutusten ulottuminen noin 20 km säteellä, pääpainon ollen lähimmissä asuin- ja lomarakennuksissa, herkissä kohteissa sekä virkistysalueilla.

6.11.2. Nykytila

Eurajoen kirkonkylä sijaitsee noin 16 km päässä laitosalueesta itään. Vuonna 2017 Luviasta tuli kuntaliitoksen myötä osa Eurajokea. Tämän seurauksena Eurajoella on kaksi keskustaajamaa, Eurajoki ja Luvia. Luvian keskustaajama sijaitsee laitosalueelta noin 16 km koilliseen. Lähimmät kaupungit ovat Rauma (13 km etelään) ja Pori (32 km koilliseen). Lähimmät kyläkeskukset ovat Hankkila ja Linnamaa noin 6–8 km päässä laitosalueesta. Kuivalahden kyläkeskus sijaitsee Eurajoensalmen pohjoispuolella noin 9 km päässä laitosalueesta. Rauman puolella lähin kyläkeskus on Sorkka, noin 9 km voimalaitoksesta kaakkoon.

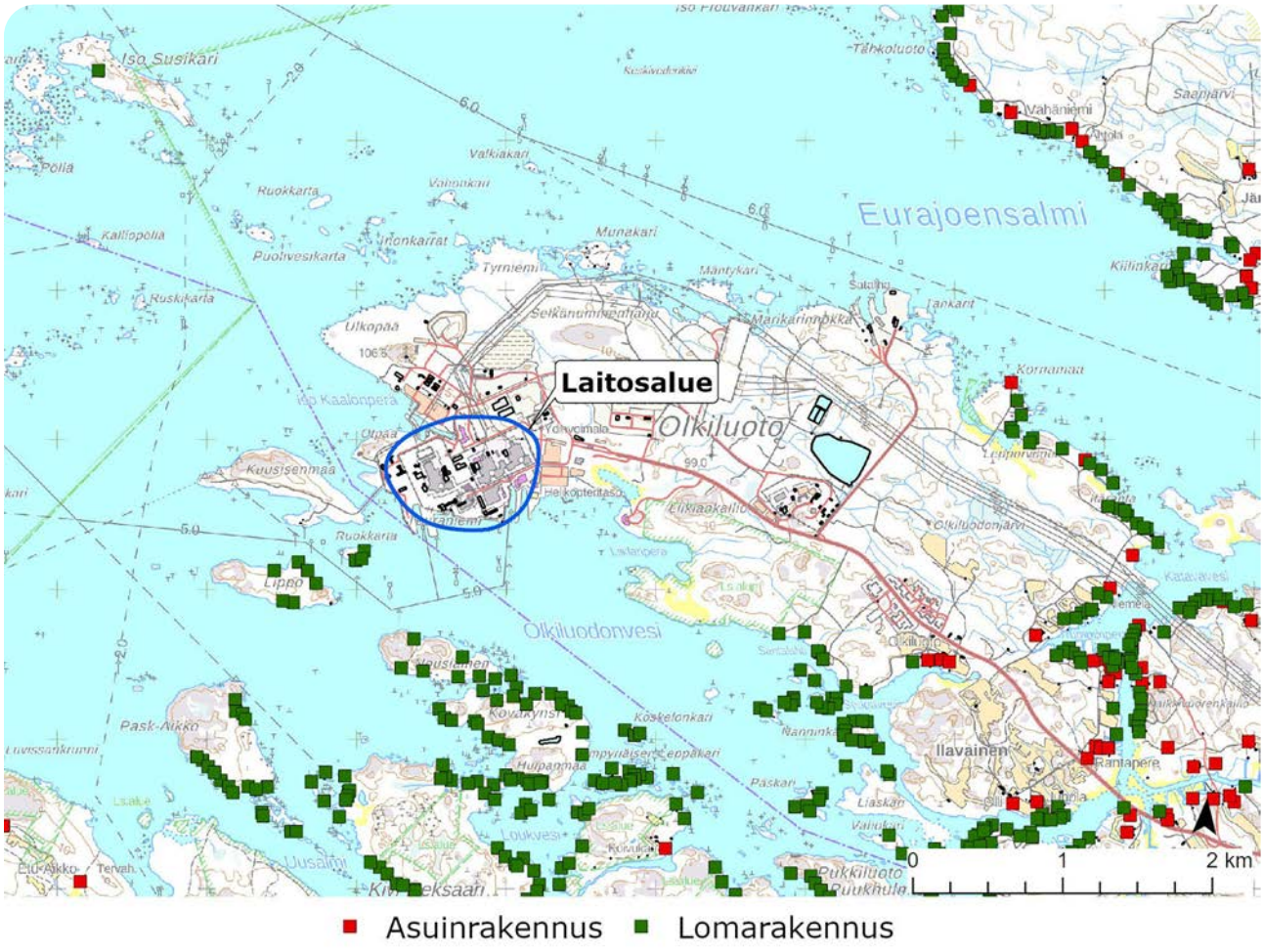
Ydinvoimalaitosta ympäröi 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäyttöön kohdistuvia rajoituksia *(STUK Y/2/2024)*. Suojavyöhykkeellä ei esimerkiksi saa sijaita kohteita, joissa käy tai on huomattavia ihmismääriä, kuten kouluja, sairaaloita, hoitolaitoksia, kauppoja tai muita kuin ydinvoimalaitokseen liittyviä merkittäviä työpaikka- ja majoitusalueita *(YVL A.2)*.

Laitosalueen lähimmät asuinrakennukset sijaitsevat noin 3 km etäisyydellä kaakossa Ilavaisen suunnalla. Vuonna 2023 5 km etäisyydellä laitosalueesta asui vakituisesti noin 50–60 henkilöä.

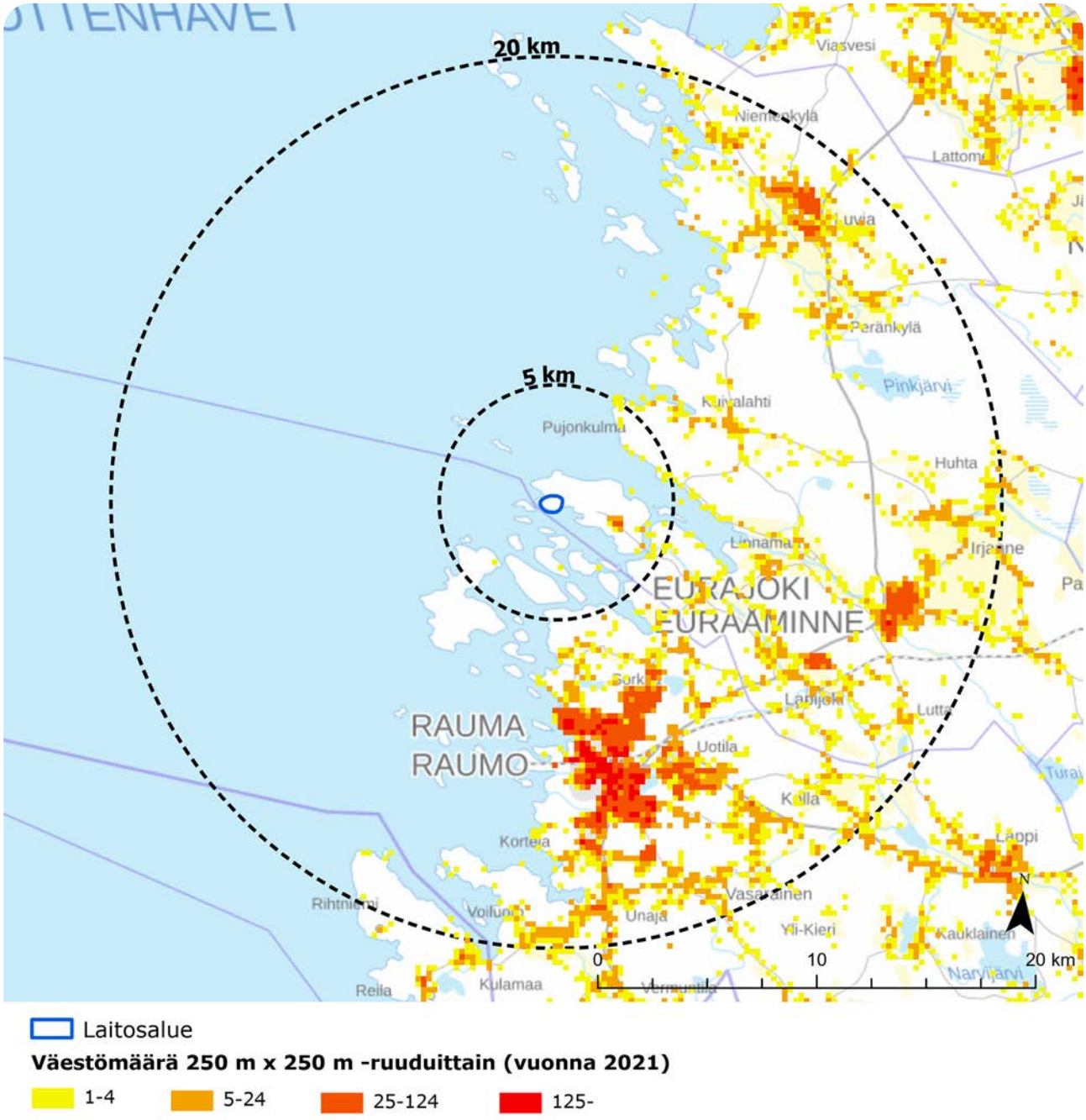
Olkiluodon läheisillä rannikkoalueilla ja saarilla on loma-asutusta. Lähimmät loma-asunnot sijaitsevat noin 0,5 km etäisyydellä voimalaitoksesta Ruokartan (Leppäkartan) saaressa laitosalueesta lounaaseen. Voimalaitoksesta 5 km etäisyydellä sijaitsee yhteensä noin 550 loma-asuntoa. Asuin- ja lomarakennukset on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 62) ja väestön jakautuminen 5 ja 20 km etäisyydellä laitosalueesta osoitettu kuvassa (Kuva 63).

Voimalaitosalueen läheisyydessä ei sijaitse herkkiä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja tai terveyspalveluita tai merkittäviä liikunta- ja virkistysreittejä. Noin 10 km etäisyydellä sijaitsee neljä alakoulua (Kuivalahden koulu, Linnamaan koulu, Lapijoen koulu ja Kaaron koulu).

Voimalaitosalueella on maankäyttöön ja liikkumiseen kohdistuvia rajoituksia. Voimalaitosalueella sijaitsee Olkiluodon vierailukeskus, jossa voi tutustua ydinvoimalaitoksen toimintaan ja sähköä uraanista -tiedenäyttelyyn. Keskuksessa vierailee vuosittain noin 15 000–18 000 tutustujaa. Vierailukeskuksen välittömässä läheisyydessä kulkee havaintopolku, jossa voi tutustua Olkiluodon luonnon erityispiirteisiin sekä alueella tehtäviin ympäristötutkimuksiin. Noin 1 km pituinen havaintopolku sivuaa Liiklankarin suojelualuetta. Voimalaitosalueen luoteispuolella sijaitseva Selkämeren kansallispuisto on lähimmillään noin 1,5 km etäisyydellä. Kansallispuistoon kuuluu myös osa Kornamaan länsireunasta, joka sijaitsee noin 2,9 km laitosalueesta itään. Noin 2,8 km laitosalueesta lounaaseen sijoittuu Rohela–Uussalmen retkeilyreitti ja noin 3,8 km päähän Vuorisolan retkeilyreitti. Noin 5 km laitosalueesta itään sijaitsee Kaunissaaren kulttuuripolku. Saaressa on myös laavuja ja nuotiopaikkoja. Kaunissaaren kohdalla, Eurajoensalmen vastakkaisella puolella sijaitsee Lahdenperän alue, jossa mm. uimaranta ja frisbeegolfrata. Alueella harjoitetaan vapaa-ajankalastusta, jota on käsitelty tarkemmin luvussa 6.9.



Kuva 62. Laitosalueen lähimmät asuin- ja lomarakennukset.



Kuva 63. Väestön jakautuminen 5 ja 20 km etäisyydellä laitosalueesta vuonna 2021.

Vuonna 2022 Eurajoen väkiluku oli 9 211 asukasta. Vuodesta 2021 väkiluku vähentyi noin 120 asukkaalla. *(Tilastokeskus 2024a)* Väkiluvun ennustetaan vähenevän myös tulevaisuudessa *(Tilastokeskus 2023)*. Eurajoen väestörakenteessa 15–64-vuotiaiden osuus oli 56,8 %, yli 64-vuotiaiden osuus 27,0 % ja alle 15-vuotiaiden osuus 16,2 % *(Tilastokeskus 2024a)*.

Eurajoen kunnan työttömyysprosentti on ollut usean vuoden ajan 4–6 %. Työttömien työntekijöiden osuus työvoimasta oli 6,6 % vuonna 2021. Vuonna 2020 työttömyysprosentti oli Satakunnassa keskimäärin 12,5 %. *(Eurajoki 2021)*

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen lisäksi Eurajoen kunnan teolliset toiminnot ovat keskittyneet Köykän, Kuusimäkelän ja Takilan alueille. Vuonna 2023 Eurajoen kunnan tuloveroprosentti on 5,36 % (*Verohallinto 2023*). Eurajoen avainlukuja on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 43).

Taulukko 43. Eurajoen tunnuslukuja 2021/2022. (Tilastokeskus 2024a)

Eurajoki	Tunnusluku
Taajama-aste, %, 2022	64,3
Väkiluku, 2022	9 211
Väkiluvun muutos edellisestä vuodesta, %, 2022	-1,3
Alle 15-vuotiaiden osuus väestöstä, %, 2022	16,2
15–64-vuotiaiden osuus väestöstä, %, 2022	56,8
Yli 64-vuotiaiden osuus väestöstä, %, 2022	27,0
Ruotsinkielisten osuus väestöstä, %, 2022	0,3
Ulkomaan kansalaisten osuus väestöstä, %, 2022	3,0
Syntyneiden enemmyys, henkilöä, 2022	-40
Kuntien välinen muuttovoitto/-tappio, henkilöä, 2022	-93
Perheiden lukumäärä, 2022	2 688
Asuntokuntien lukumäärä, 2022	4 096
Rivi- ja pientaloissa asuvien asuntokuntien osuus, %, 2022	93,8
Vuokra-asunnoissa asuvien asuntokuntien osuus, %, 2021	12,2
Vähintään toisen asteen tutkinnon suorittaneiden osuus 15 vuotta täyttäneistä, %, 2021	71,8
Korkea-asteen tutkinnon suorittaneiden osuus 15 vuotta täyttäneistä, %, 2021	27,9
Alueella asuvan työllisen työvoiman määrä, 2021	3 885
Asuinkunnassaan työssäkäyvien osuus, %, 2021	42,1
Työttömien osuus työvoimasta, %, 2021	6,6
Eläkeläisten osuus väestöstä, %, 2021	29,6
Taloudellinen huoltosuhde, 2021	140,3
Alueella olevien työpaikkojen lukumäärä, 2021	3 833
Alkutuotannon työpaikkojen osuus, %, 2021	4
Jalostuksen työpaikkojen osuus, %, 2021	49,6
Palvelujen työpaikkojen osuus, %, 2021	45,8
Työpaikkaomavaraisuus, 2021	98,7

Vaikutuskohteen herkkyyteen vaikuttaa alueen potentiaalisten haitankärsijöiden määrä sekä herkkien kohteiden, kuten koulujen, päiväkotien ja palvelutalojen sijoittuminen. Herkkyyttä lisää, mikäli alueella on harrastus- tai virkistyskäyttöarvoa tai maisemallisia arvoja, eikä vaihtoehtoisia alueita ole tarjolla. Altistuvien kohteiden lisäksi herkkyyteen vaikuttaa alueen nykyisten ympäristöhäiriöiden tilanne (esim. liikenne, melu) sekä ympäristön muutostila.

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla on maankäytön rajoituksia. Tällä suojavyöhykkeellä ei esimerkiksi saa sijaita kohteita, joissa käy tai on huomattavia ihmismääriä, kuten kouluja, sairaaloita, hoitolaitoksia tai kauppoja. Laitosalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse asuinra-

kennuksia, mutta loma-asuntoja sijaitsee jonkin verran läheisissä saarissa. Voimalaitosalueen läheisyydessä ei sijaitse herkkiä kohteita, kuten kouluja, päiväkoteja tai terveyspalveluita. Laitosalueella ei ole virkistyskäyttöä, mutta alueen läheisyydessä on muutamia virkistyskohteita. Voimalaitoksen rakenteet ovat sijainneet alueella pitkään ja sen rakentaminen on jo aiemmin muokannut Olkiluodon saarta ja sen ympäristöä. Nykyiset ympäristöhäiriöt ovat olleet vähäisiä ja alueen sopeutumiskyky on hyvä. Alueen nykytilan herkkyys arvioidaan vähäiseksi ihmisten elinolojen ja viihtyvyyden kannalta.

6.11.3. Ympäristövaikutukset



6.11.3.1. Käytön jatkaminen

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Käytön jatkamisen tarvitsemat ylläpito- ja muutostyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisäpuolella eikä niillä ole vaikutusta ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen esimerkiksi melun, ilmanlaadun, liikenteen, tärinän ja maiseman osalta.

Mahdolliseen KPA-varaston laajennukseen liittyvässä lisärakentamisessa kallioperää joudutaan louhimaan, jonka aikaisista porauksista ja räjäytyksistä voi aiheutua hetkellistä melua. Myös lievää tärinää voi aiheutua aivan rakennustöiden lähialueelle. Maarakentamisesta, rakennuksen lisärakentamisesta ja laiteasennuksista syntyy normaalia rakennustyössä aiheutuvaa lyhytkestoista melua. Rakentamisen aikana liikennemäärät eivät merkittävästi lisäänny, eikä tällä arvioida olevan merkittävää vaikutusta alueen teiden liikennemääriin ja liikenneturvallisuuteen. Liikenteen melu ja tärinävaikutus säilyy nykyisellään. KPA-varaston laajennukseen liittyvä lisärakentaminen voi vähäisissä määrin aiheuttaa paikallista pölyämistä, kun kallioperää louhitaan ja maan pintakerroksia muokataan rakennusalueella. Pölystä aiheutuvat vaikutukset ilmanlaatuun kohdistuvat rakennusalueen välittömään lähiympäristöön. Mahdollinen hetkellinen muutos nykytilanteeseen on hyvin paikallinen ja päättyy louhinta-, maanrakennus- ja rakennustöiden loputtua. Rakennustyöt eivät muuta merkittävästi alueelle kohdistuvia liikennemääriä ja siten pakokaasu- ja pölypäästöjen vaikutukset ilmanlaatuun eivät muutu.

Jos KPA-varastoa laajennetaan, alueella olevan varastorakennuksen koko hieman pitenee rakennuksen päädystä. Rakennuksen ulkonäkö tai sen korkeus ei muutu, eikä laajennus näin ollen vaikuta alueen maisemakuvaan. Maisemallisesti rakennuksen laajennus vaikuttaa vain alueen sisäiseen maisemakuvaan, jossa muutos ei ole merkityksellinen. KPA-varaston laajentamisesta ei muodostu rakentamisen aikaisia vaikutuksia maisemaan, sen arvotettuihin alueisiin tai kohteisiin eikä arkeologiseen kulttuuriperintöön.

Käytön aikaiset vaikutukset

Laitosyksiköiden käytön jatkamisen sosiaaliset vaikutukset muodostuvat pääosin kuten nykyisessä toiminnassa, mutta jatkuvat noin 10–20 vuotta voimassa olevan lupajakson päättymisen jälkeen.

Vaikutukset yhdyskuntarakenteeseen, maankäyttöön ja kaavoitukseen ovat nykyisen toiminnan kaltaisia, joskin vaikutukset arvioitiin vähäisiksi kielteisiksi, kun otetaan huomioon maankäyttöön kohdistuvien rajoitusten ajallinen jatkuminen. Muutoksia aineelliseen omaisuuden ja lähialueen kiinteistöjen käyttöön ei muodostu.

Voimalaitosalueen rakentaminen on 1970-luvulta lähtien muokannut Olkiluodon saarta ja sen ympäristöä, ja OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat olleet maisemassa näkyvä elementti useiden vuosikymmenten ajan. Alueella asuvat ja lomailevat ovat vuosien saatossa tottuneet voimalaitoksen näkymiseen maisemassa. Laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen vaikutukset maisemaan, sen arvoalueisiin ja -kohteisiin sekä arkeologiseen kulttuu-

riperintöön ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Käytön jatkamisesta ei aiheudu maisemallista muutosta, mutta laitosyksiköt erottuvat maisemasta lisäkäyttövuosien ajan, jonka vuoksi maisemavaikutusten merkittävyyden on arvioitu olevan enimmillään vähäinen kielteinen.

Nykyisen toiminnan liikennevaikutukset ovat suurimmillaan vuosihuoltojen aikaan. Yhden laitosyksikön vuosihuollon kesto on 1–8 viikkoa. Käytön jatkamisen tapauksessa voimalaitoksen liikennemäärät ja niiden vaikutus liikenneturvallisuuteen säilyvät samanlaisina. Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen vaikuttavien ilma- ja melupäästöjen sekä tärinävaikutusten arvioidaan pysyvän ennallaan. Asukkaiden mahdollisesti kokema haitta pysyy ennallaan.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvettä on purettu Iso Kaalonperän lahteen useiden vuosikymmenien ajan, mikä on voitu kokea lähialueella asuvien ja lomailevien ihmisten viihtyvyyteen vaikuttavana tekijänä. Pintavesiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnin mukaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysveden lämpökuormituksen aiheuttamat vaikutukset tulevat pysymään nykyisen kaltaisina, koska laitokselta mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila ja virtaama eivät tule muuttumaan. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen vaikutukset kohdistuvat Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Luvian-Rauman avomeri -vesimuodostumiin. Käyttöiän jatkamisen tapauksessa ilmastonmuutoksella on Olkiluodon jäähdytysvesien lämpökuormitusta merkittävämpi vaikutus merialueen lämpenemiseen. Lisäkäyttövuosien aikana ilmastonmuutoksen vaikutuksesta jääkannen laajuus voi Olkiluodon merialueella hieman pienentyä ja jää ohentua nykytilaan verrattuna, mikä voi haitata talvella muun muassa jäällä kulkemista. Toisaalta ilmastonmuutoksen seurauksena leutojen talvien on arvioitu yleistyvän, mikä voi vähentää merialueen käyttöä talvella jääkannen puuttumisen takia. Käytön jatkaminen ei muuta merialueen vedenlaatua tai meriveden lämpötilaa verrattuna nykytilaan. Voimalaitoksen toiminnasta ei muodostu juurikaan ravinnekuormitusta merialueelle, mutta jäähdytysveden aiheuttama lämpövaikutus saattaa vähäisessä määrin voimistaa rehevöitymistä pitkällä aikavälillä lähinnä Olkiluodon edustan merialueella. Ilmastonmuutoksella ja merialueen ravinnekuormituksella, mikä on peräisin lähinnä joista, on jäähdytysvesien lämpökuormitusta suurempi vaikutus merialueen rehevöitymiseen.

Kalastovaikutusten arvioinnin perusteella jäähdytysveden oton vaikutus kalastoon on paikallinen ja kokonaisuutena vähäinen, eikä sillä ole kalataloudellista merkitystä. Jäähdytysveden purkualueella, kun huomioon otetaan ilmastonmuutoksen vaikutus, voivat ympäristöolot suosia särkivaltaista kalastoa. Nykyisten kalastoon kohdistuvien haittavaikutusten ajallisen pitenemisen vuoksi toiminnan aikaiset kalastovaikutukset arvioidaan vähäiseksi kielteiseksi.

Voimalaitosalueella on maankäyttöön ja liikkumiseen kohdistuvia rajoituksia, jotka vaikuttavat alueen virkistyskäyttömahdollisuuksiin. Käytön jatkaminen ei muuta voimalaitosalueen tai sen läheisyydessä tapahtuvaa virkistyskäyttöä.

Aluetalousvaikutusten arvioinnin mukaan käytön jatkamisella olisi myönteisiä työllistäviä ja aluetaloudellisia vaikutuksia sekä Rauman seutukunnassa että laajemmin sen ulkopuolella (ks. luku 6.12.3.1).

Hankkeen YVA-ohjelmasta ei jätetty yhtään mielipidettä, mutta yleisötilaisuudessa sekä seurantaryhmässä tuotiin esiin huoli laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta meriveden lämpötilan nousuun ja jäätilanteeseen. Huolta herättivät erityisesti vaikutukset lähialueen kalastoon ja kalastukseen. Ydinvoimalaitoksen toimintaan liittyvät riskit voivat aiheuttaa huolta ydinenergian turvallisuudesta sekä lähialueella että laajemmin Suomen väestötasolla ja myös valtion rajojen ulkopuolella. Ydinturvallisuutta on kuvattu tarkemmin luvussa 2 ja vakavan reaktorionnettomuuden vaikutuksia luvussa 6.18.3 ja muita poikkeus- tai onnettomuustilanteita luvussa 6.18.4. Toiminnan jatkuessa huoli onnettomuusriskeistä jatkuu ja voi lisääntyä laitoksen ikääntyessä.

TVO:n ja Posivan teettämän, vuonna 2024 valmistuneen sidosryhmätutkimuksen mukaan sidosryhmien luottamus ydinvoimaan on vahvaa ja se on kasvanut aiemmista vuosista *(Prior Konsultointi Oy 2024)*. Suomalaisten suhtautuminen ydinvoimaan on myös yleisesti korkeammalla kuin aiemmin: 68 % suomalaisista suhtautuu ydinvoimaan myönteisesti *(Energiateollisuus ry 2023)*.

Käytön jatkamisen vaikutukset muodostuvat pääosin kuten voimalaitoksen nykyisessä toiminnassa. Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen vaikuttavia toimintoja ovat etenkin lämpimien jäähdytysvesien purun vaikutus vesistön virkistyskäyttöön, voimalaitosrakenteiden näkyminen maisemassa, toiminnan aiheuttamat lähialueiden käyttörajoitukset, liikenne voimalaitosalueelle johtavilla teillä sekä työllisyys- ja aluetalousvaikutukset, jotka heijastuvat myös väestörakenteeseen. Sosiaalisia vaikutuksia ovat myös käytön jatkamisen asukkaissa mahdollisesti aiheuttamat huolet ja odotukset sekä vaikutukset paikalliseen identiteettiin. Käytön jatkamisen sosiaalisten vaikutusten muutoksen suuruus arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi kielteisiksi, kun huomioon otetaan laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet.

6.11.3.2. Tehonkorotus

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Tehonkorotuksen vaatimien lisävesijärjestelmän ja akkuenergiavaraston sekä mahdollisen KPA-varaston laajentamisen rakennustyöt voivat vähäisissä määrin aiheuttaa paikallista ja hetkellistä melua, tärinää ja pölyämistä rakennusalueen välittömään lähiympäristöön, mutta ne eivät aiheuta laitosalueen ulkopuolelle viihtyvyyshaittaa. Lisärakennusten rakentamisaikana teiden liikennemäärät voivat hetkellisesti hieman nousta, mutta merkittävää muutosta kokonaisliikennemääriin tai liikenneturvallisuuteen ei aiheudu. Uudet lisärakennukset sijoittuvat voimalaitosalueelle, jonka ilme on muutenkin voimakkaasti teollinen, joten maisemavaikutus jää korkeintaan vähäiseksi kielteiseksi.

Käytön aikaiset vaikutukset

Tehonkorotushankkeen laitosyksiköiden käytön aikaiset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset ovat pääosin samankaltaisia kuin nykyisessä toiminnassa sekä käytön jatkamisen osalta on luvussa 6.11.3.1 kuvattu.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden jäähdytysvettä on purettu Iso Kaalonperän lahteen useiden vuosikymmenien ajan, mikä on voitu kokea lähialueella asuvien ja lomailevien ihmisten viihtyvyyteen vaikuttavana tekijänä. Tehonkorotuksen vaikutuksesta jäähdytysveden lämpötila nousee 1 °C nykyiseen toimintaan verrattuna. Vesistömallinnuksen mukaan jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset rajoittuvat Olkiluodon lähimerialueelle Rauman ja Eurajoen saaristo sekä Luvian–Rauman avomeri -vesimuodostumiin, joten tehonkorotuksen vaikutusalueen laajuus ei muutu verrattuna nykytilaan. Jäähdytysvesimallinnuksen perusteella ilmastonmuutoksella on selvästi suurempi vaikutus meriveden lämpötilannousuun kuin voimalaitoksen toiminnalla ja tehonkorotuksella. Talvella lämpökuorma heikentää jääpeitettä ja mahdollistaa tuulen aiheuttamat virtaukset sulaneilla alueilla. Tehonkorotuksen vaikutukset lyhentävät jääpeitteistä aikaa keskimäärin 2 vrk, mutta satunnaisten sääolojen takia paikoitellen voi esiintyä suurempiakin muutoksia. Muutokset ovat pieniä verrattuna eri vuosien väliseen vaihteluun. Voimalaitoksen toiminnasta ei muodostu juurikaan ravinnekuormitusta merialueelle, mutta jäähdytysveden aiheuttama lämpövaikutus saattaa vähäisessä määrin voimistaa rehevöitymistä pitkällä aikavälillä lähinnä Olkiluodon edustan merialueella. Rehevöityminen, mikä on peräisin lähinnä lähialueen jokien ravinnekuormituksesta, voi näkyä paikallisena veden samentumisena ja vesikasvillisuuden runsastumisena Iso Kaalonperän ympäristössä. Ilmastonmuutoksella ja lähialueen jokien ravinnekuormituksella on jäähdytysvesien lämpökuormitusta suurempi vaikutus merialueen rehevöitymiseen.

Lämpimän jäähdytysveden purkamisen jatkuessa alueen vesistöjen virkistyskäyttöarvo ja ranta-alueiden asuinviihtyvyys säilyy pääosin nykyisellään, mutta kun huomioon otetaan myös ilmastonmuutoksen mahdolliset vaikutukset, voi tilanne tulevaisuudessa hieman heikentyä erityisesti jääpeitteen osalta. Huonontuva jäätilanne voi heikentää mahdollisuuksia jäällä liikkumiseen ja talvikalastukseen. Kalastovaikutusten arvioinnin perusteella Olkiluodon lähimerialueella särkikalojen osuus kalastossa sekä pyydysten limoittuminen voi hieman lisääntyä tehonkorotuksen tapauksessa verrattuna nykytilaan.

Aluetalousvaikutusten arvioinnin mukaan tehonkorotuksella olisi myönteisiä työllistäviä ja aluetaloudellisia vaikutuksia sekä Rauman seutukunnassa että laajemmin sen ulkopuolella (ks. luku 6.12.3.2).

Tehonkorotuksen tapauksessa muut toiminnan aikaiset vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen, kuten voimalaitosrakenteiden näkyminen maisemassa, toiminnan aiheuttamat lähialueiden käyttörajoitukset sekä liikenne voimalaitosalueelle johtavilla teillä säilyvät nykyisellään. Sosiaalisia vaikutuksia ovat myös käytön jatkamisen asukkaissa mahdollisesti aiheuttamat huolet ja odotukset sekä vaikutukset paikalliseen identiteettiin. Vaikutusten muutoksen suuruus arvioidaan kokonaisuutena vähäisiksi kielteisiksi, kun huomioon otetaan laitosyksiköiden tehonkorotus sekä lisäkäyttövuodet.

6.11.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys ihmisten elinolojen ja viihtyvyyden osalta on arvioitu vähäiseksi, sillä ydinvoimalaitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla ei saa sijaita ns. herkkiä kohteita. Laitosalueen välittömässä läheisyydessä ei sijaitse asuinrakennuksia, mutta loma-asuntoja sijaitsee jonkin verran läheisissä saarissa. Voimalaitoksen rakenteet ovat sijainneet alueella pitkään ja niiden rakentaminen on jo aiemmin muokannut Olkiluodon saarta ja sen ympäristöä.

Käytön jatkamisen (VE1) ja tehonkorotuksen (VE2) vaikutusten muutoksen suuruus arvioidaan kokonaisuutena vähäiseksi kielteiseksi, koska toiminnan jatkuessa vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä noin 10–20 vuotta. Molemmissa vaihtoehdoissa toiminnan jatkuessa ihmisten mahdollinen huoli turvallisuusriskeistä jatkuu. Tehonkorotuksen osalta (VE2) lämpimän jäähdytysveden purkaminen yhdistettynä ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin voi vaikuttaa alueen vesistöjen virkistyskäyttöarvoon lähimerialueella. Muilta osin vaikutukset ja ihmisten kokemat haitat pysyvät pääosin nykyisen kaltaisina. Mahdollisesta lisärakentamisesta voi aiheutua hetkellisesti hieman lisähaittaa.

Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt käyttöaika, ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset arvioidaan olevan merkittävyydeltään vähäisiä kielteisiä (Taulukko 44).

Taulukko 44. Vaikutusten merkittävyys: elinolot ja viihtyvyys.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.11.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Yleisesti ydinenergiaan voi liittyä turvallisuuteen liittyviä huolia. Hyvällä tiedottamisella ja vuorovaikutuksella on mahdollista vähentää epävarmuutta ja perusteettomia huolia. TVO julkaisee Uutisia Olkiluodosta -lehteä,

viestii sähköisissä kanavissa ja keskustelee lähialueen asukkaiden kanssa muun muassa torikahveilla ja erilaisissa tapahtumissa.

Säätilanteesta riippuen purettavan jäähdytysveden lämpötilan nousua havaitaan noin 3–5 km etäisyydellä jäähdytysveden purkupaikasta. Lähialueiden asukkaita varoitetaan sula-alueesta lehti-ilmoituksilla ja jäävaroitustauluilla.

Toiminnan aikaisia haittoja voidaan osittain vähentää suunnittelulla ja haitallisten vaikutusten lieventämiskeinoja on tarkasteltu tarkemmin mm. melua, pölyä, tärinää, liikennettä, radioaktiivisten aineiden päästöjä ja säteilyä käsittelevissä vaikutusarviointiluvuissa.

6.11.5. Epävarmuustekijät

Elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvat vaikutukset ovat subjektiivisia ja sidoksissa sekä kohteeseen ja kokijaan että aikaan ja paikkaan. Vaikutusten arvioinnin aikana yksittäisten asukkaiden, toisin sanoen vaikutusten kohteiden, näkemyksiä ja ajatuksia joudutaan nostamaan yleisemmälle tasolle. Toisaalta vaikutusarviointia olisi mahdoton tehdä yksilökohtaisesti, joten jonkinasteinen tiedon yleistäminen on välttämätöntä. YVA-menettelystä saadun palautteen perusteella pyritään tunnistamaan olennaiset esim. asuinympäristön viihtyisyyteen, turvallisuuteen ja alueen virkistyskäyttöön kohdistuvat vaikutukset sekä asukkaiden ja alueella toimivien huolet tai toiveet näihin liittyen. Tässä YVA-menettelyssä YVA-ohjelmasta ei saatu mielipiteitä, mutta palautetta pyrittiin keräämään yleisötilaisuuden ja seurantaryhmän yhteydessä. Vähäinen mielipiteiden ja palautteen määrä voi kertoa siitä, ettei hanke aiheuta huolta erityisesti lähialueen asukkaissa. Jos hanke aiheuttaisi suuria huolia, ristiriitoja tai odotuksia, niistä olisi todennäköisesti saatu palautetta.

Epävarmuutta vaikutusten arviointiin tuo toiminnan jatkuminen pitkälle tulevaisuuteen. Epävarmuutta lisäävät esimerkiksi tulevaisuuden globaalit ilmiöt ja teknologiakehitys. Muiden vaikutusarviointien epävarmuudet voivat kertaantua sosiaalisten vaikutusten arviointiin niiltä osin kuin ne vaikuttavat ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen.

6.12. Aluetalous



6.12.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Lähtötietoina arvioinnissa käytettiin OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyistä toimintaa kuvaavia tietoja, eri vaihtoehdoista laadittuja suunnitelmia sekä aluetilinpidon ja kansantalouden tilinpidon viimeisimpiä tunnuslukuja.

Aluetaloudellisten vaikutusten arviointi perustui resurssivirtamalliin, joka kehitettiin SITRA:n toimeksiannosta Ramboll Finland Oy:n ja Luonnonvarakeskuksen yhteistyönä 2013–2015 (*Hokkanen ym.* 2015). Malli on kehitetty perustuen panos-tuotosmenetelmään ja se ilmaisee, miten raha- ja materiaalimääräiset resurssivirrat ohjautuvat alueen tuotantoon, toimialojen välillä välituotekäyttöön ja kulutukseen (yksityinen ja julkinen) sekä vientinä alueelta pois. Mallilla pystytään tarkastelemaan vaikutuksia paikallisella, alueellisella ja koko Suomen tasolla.

Mallinnuksessa tarkastelu kohdistui nykyisen sosioekonomisen ja aluetaloudellisen tilan kuvaamiseen sekä sen pohjalta toimialojen välisten vuorovaikutussuhteiden tunnistamiseen ja taloudellisten vaikutusten arviointiin. Mallinnuksessa huomioitiin paikallinen taso (Rauman seutukunta) aluetaso (Satakunta) ja valtakunnallinen taso (koko Suomi). Resurssivirtamallin tietoja päivitettiin ennen vaikutusten arviointia tuoreimmilla saatavilla olevilla tilastoilla aluetalouden ja elinkeinoelämän tilasta (mm. toimialakohtaiset työpaikat ja liike-

vaihto). Arvioinnissa on selvitetty hankkeen vaihtoehtojen toiminnasta syntyviä suoria vaikutuksia sekä tuotannon ja kulutuksen kerrannaisvaikutuksia työllisyyteen, kokonaistuotokseen, arvonlisäykseen ja verotuloihin. Näin tarkasteltuna aluetalousvaikutusten arvioinnissa otettiin huomioon myös toimintaan välillisesti liittyvät tuotantovaikutukset sekä muuttuneista palkansaajakorvauksista syntyvät kulutuksen muutokset ja niiden vaikutukset. Lisäksi on arvioitu millaisia suoria ja välillisiä vaikutuksia toiminnan jatkamisen ja tehonkorotuksen edellyttämät investoinnit saavat aikaan tilapäisesti.

Käytön jatkamisen vaikutuksen liikevaihtoon ja työvoimatarpeeseen oletettiin olevan saman verran kuin viimeisimpänä aluetilinpidon tilastointivuonna 2021. Käytön jatkamisen määrälliset vaikutukset arvioitiin alueellisesti summautuvina, jolloin koko Suomen vaikutukset saadaan laskemalla yhteen Rauman seutukunnan, muun Satakunnan ja muun Suomen vaikutukset.

Esitetyt mallinnuksen tulokset sisältävät sekä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden oman toiminnan seurauksena syntyvän sekä kerrannaisvaikutuksina muodostuvan liikevaihdon, arvonlisäyksen, vuotuiset investoinnit, tuotannon työvoimantarpeen sekä verot voimalaitosyksiköiden käytön ajalta. Laitosyksiköiden käytön jatkamisen aikaiset tulokset kuvaavat näin ollen kokonaisvaikutuksina toiminnasta seuraavia vaikutuksia, jotka häviäisivät, mikäli toiminta päätettäisiin. Tehonkorotuksen osalta mallinnuksessa on huomioitu sen edellyttämien lisäinvestointien vaikutukset. Mahdollinen tehonkorotus luo tilapäistä tarvetta uusille investoinneille, jotka ovat suuremmat kuin nykyiset keskimääräiset vuotuiset investoinnit. Käyttöiän jatkamisen ja tehonkorotuksen ei kuitenkaan arvioitu lisäävän työvoimatarvetta voimalaitoksen käyttöorganisaatioon, joskin osan nykyisestä henkilöstöstä odotetaan työskentelevän tilapäisesti tehonkorotuksen tapauksessa, mikäli se toteutetaan.

6.12.2. Nykytila

TVO:n ydinvoimalaitoksen rooli on merkittävä Rauman seudun elinvoiman ylläpitäjänä. Sen nykyinen toiminta ylläpitää ja lisää taloudellista aktiivisuutta niin paikallisesti, alueellisesti kuin koko Suomen tasolla. Paikallisella tasolla tarkoitetaan Rauman seutukuntaa, joka on Rauman ja lähikuntien muodostama talousalue Satakunnan maakunnassa. Rauman seutukuntaan kuuluvat Rauman kaupunki, Euran kunta, Eurajoen kunta ja Säkylän kunta. Alueellinen taso tarkoittaa Satakunnan maakuntaa.

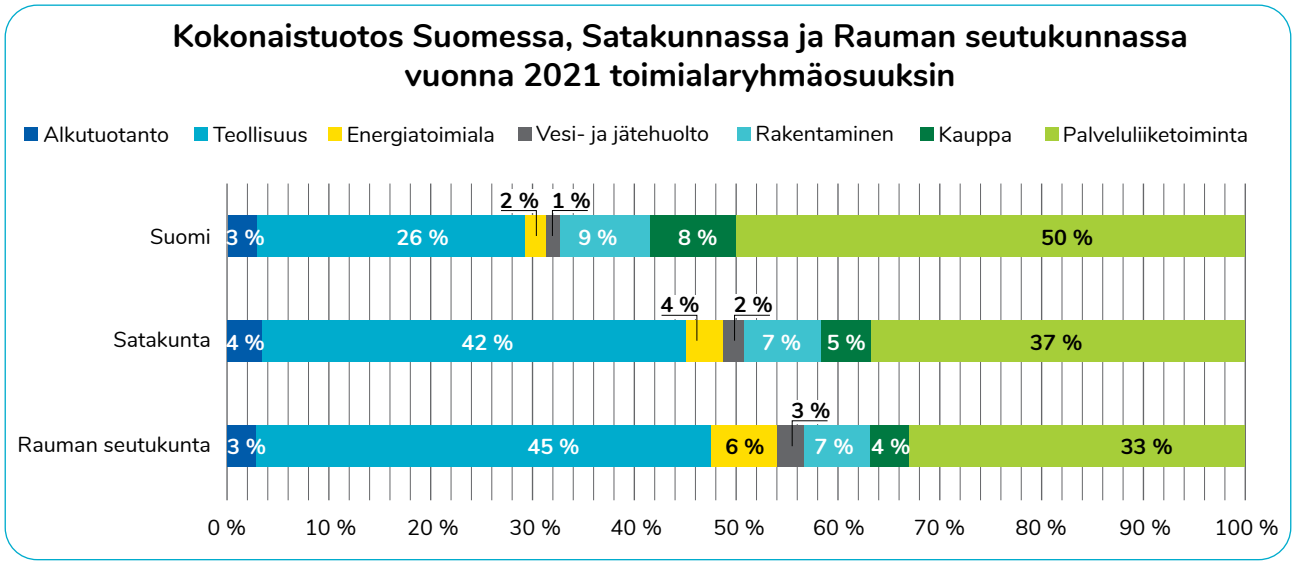
Tilastokeskuksen kansantalouden, aluetilinpidon ja yritystilastojen tietojen mukaan energiatoimialan *(TOL 35)* vaikutus alueen elinvoimaisuuteen ja taloudellisiin virtauksiin korostuu erityisesti Rauman seutukunnassa. Rauman seutukunnassa keskimäärin noin 19 % vuosittaisista investoinneista tapahtuu energiatoimialalla. Tämä on huomattavan suuri osuus verrattuna valtakunnalliseen tilanteeseen, jossa energiatoimialan osuus vuotuisista investoinneista on keskimäärin noin 4,6 %. *(Tilastokeskus 2024c)* Pääomaintensiivisen energiatoimialan rooli korostuu Rauman seutukunnassa myös muiden aluetalouden mittareiden, kuten liikevaihdon, arvonlisäyksen, palkansaajakorvausten ja työllisyyden valossa. Energiatoimialan osuus euromääräisistä taloudellisista indikaattoreista vaihtelee 6,0–19,0 % välillä, kun taas työpaikkojen osalta vastaava luku on noin 3,4 % (Taulukko 45, *Tilastokeskus 2024c*). Energiatoimialan työllistävä vaikutus on kuitenkin selkeästi suurempaa Rauman seutukunnassa kuin keskimäärin Suomessa ja maakuntatasolla Satakunnassa, joissa energiatoimialan osuus työllisyydestä on keskimäärin noin 0,5–1,5 %, riippuen tarkastellusta aluetasosta.

Taulukko 45. Energiatoimialan (TOL 35) keskimääräinen vuotuisten suorien vaikutusten osuus aluetalouksissa (5-vuoden keskiarvo) eri aluetasoilla. (Tilastokeskus 2024c)

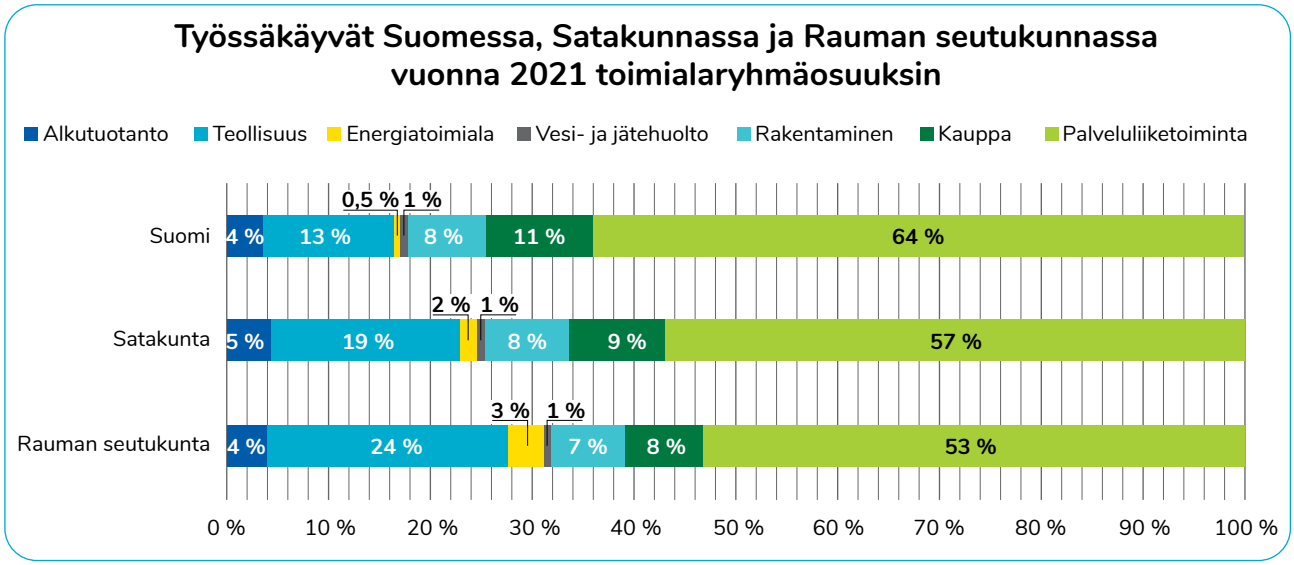
	Rauman seutukunta	Koko Satakunta	Muu Suomi
Investoinnit (€)	19,0 %	12,2 %	4,6 %
Liikevaihto (€)	7,0 %	4,1 %	2,2 %
Arvonlisäys (€)	6,4 %	4,1 %	2,2 %
Palkansaajakorvaukset (€)	6,0 %	2,7 %	0,8 %
Työllisyys (hlö)	3,4 %	1,5 %	0,5 %
Toimipaikat (kpl)	0,6 %	0,5 %	0,3 %

Satakunnan kokonaistuotos vuonna 2021 oli noin 17,9 miljardia euroa. Tuotoksesta noin 4 % syntyi alkutuotannossa, noin 42 % teollisuudessa, noin 7 % rakentamisen toimialalla ja 47 % muilla toimialoilla *(Tilastokeskus 2024c)*. Rauman seutukunnassa ja Satakunnassa teollisen toiminnan merkitys kokonaisuudessaan korostuu aluetaloudessa muuta Suomea enemmän (Kuva 64).

Satakunnan noin 100 000 työssäkäyvästä vuonna 2021 noin 74 % työskenteli yksityisellä sektorilla. Työssäkäyvistä kokonaisuudessaan noin 5 % työskenteli alkutuotannossa, noin 19 % teollisuudessa, noin 8 % rakentamisen toimialalla ja 57 % muilla toimialoilla *(Tilastokeskus 2024c)*. Työllisyys keskittyy selkeästi kokonaistuotosta vahvemmin palveluliiketoimintaan, johtuen toimialaryhmän työvoimaintensiivisyydestä. Rauman seutukunnassa ja Satakunnassa teollisen toiminnan merkitys työllisyydessä korostuu kokonaisuudessaan selkeästi muuta Satakuntaa enemmän (Kuva 65).



Kuva 64. Kokonaistuotos Suomessa, Satakunnassa and Rauman seutukunnassa vuonna 2021 toimialaryhmäosuuksin. (Tilastokeskus 2024c)



Kuva 65. Työssäkäyvät Suomessa, Satakunnassa ja Rauman seutukunnassa vuonna 2021 toimialaryhmäosuuksin. (Tilastokeskus 2024c)

Rauman seutukunnan työttömyysaste oli 8,4 % vuonna 2021. Pendelöinti oli merkittävää, sillä 33,9 % työvoimasta matkusti työn perässä asuinkuntansa ulkopuolelle. Tilastokeskuksen (2024) tunnuslukujen mukaan Rauman seutukunnassa itsessään oli kuitenkin noin 27 755 työpaikkaa vuonna 2021. Kaupan ja palveluelinkeinojen alalla työskenteli samana vuonna noin 61 % seutukunnan työvoimasta, mikä on selvästi alle koko maan keskiarvon (75 %). Yritystoimipaikkojen määrä vuonna 2021 oli 3 363. Alueen työllisyydestä jalostuselinkeinojen osuus oli 35 %, ylittäen koko maan keskiarvon (22 %). *(Tilastokeskus 2024c)* Yksi merkittävimmistä jalostusalalla toimivista työnantajista alueella on TVO, jonka henkilöstömäärä oli vuonna 2023 noin 1 000 henkilöä. TVO toiminta näkyy erityisesti Eurajoella sähkö-, kaasu- ja lämpöhuollon toimialalla, jonka työllisyyteen sen suora toiminta vaikuttaa merkittävästi kunnassa. (Taulukko 46)

Taulukko 46. Teollisuuden Voima Oyj:n toiminnan avainlukuja vuodelta 2023. Sisältää OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköt. (TVO 2024)

	Liikevaihto	Investoinnit	Taseen loppusumma	Henkilöstö keskimäärin	Sähkön toimitus
Toiminta vuonna 2023	873 M€	449 M€	7 714 M€	1 055 htv	24 633 GWh

Kokonaisuudessaan energiatoimialalla on keskeinen rooli Rauman seutukunnan taloudessa. Lisäksi energiatoimiala on huomattavasti suurempi Rauman seutukunnassa kuin keskimäärin Suomessa (Taulukko 45), joka on pitkälti seurausta TVO:n toiminnasta alueella. Toimialan vuotuiset investoinnit ovat alueella yli 4 kertaa suurempia ja toimialan työllistävä vaikutus on yli 6 kertaa suurempi kuin keskimäärin Suomessa. Energiatoimialan rooli alueen talouden tukipilarina korostuu sen suorien vaikutusten kautta. Lisäksi toiminnasta syntyy kerrannaisvaikutuksia, jotka heijastuvat sekä paikallisesti, alueellisesti että kansallisesti.

Aluetalouden osalta vaikutuskohteen herkkyyttä arvioitiin mm. alueen elinkeinorakenteen, työttömyyden, julkisen talouden, väestönkehityksen sekä taloudellisen huoltosuhteen avulla. Koko Suomen tasolla herkkyys arvioidaan vähäiseksi, mikä heijastaa monipuolista elinkeinorakennetta, alhaista työttömyyttä, kasvavaa väestökehitystä sekä monipuolisia julkisia ja yksityisiä palveluita. Alueellisella tasolla Satakunnassa herkkyys arvioitiin kohtalaiseksi, sillä alueella on mm. tasapainoinen elinkeinorakenne, vakaa kuntatalous, vakaa työllisyystilanne ja riittävä palveluntarjonta vähenevän väestön määrästä ja heikosta taloudellisesta huoltosuhteesta huolimatta. Paikallisella tasolla Rauman seutukunnassa herkkyys on suuri, sillä alueella on mm. melko yksi-

puolinen elinkeinorakenne, vähenevä väestön määrä, rajallinen palveluntarjonta sekä valtakunnallista keskiarvoa heikompi taloudellinen huoltosuhde, keskimääräistä aluetta paremmasta työllisyystilanteesta huolimatta.

6.12.3. Ympäristövaikutukset

6.12.3.1. Käytön jatkaminen

Mikäli KPA-varastoa laajennetaan, syntyy käytön jatkamisessa aluetaloudellisia vaikutuksia kahdessa eri vaiheessa: KPA-varaston laajennuksen vaatimien muutostöiden myötä sekä laitosyksiköiden käyttöiän pidentymisen kautta. KPA-varaston laajennuksen rakentamisen aikaiset vaikutukset aluetalouteen syntyisivät uuden väliaikaisen kysynnän seurauksena eri aluetasoilla. Vaikutukset ovat kuitenkin lyhytaikaisia, sillä rakentaminen kestää arviolta noin 2 vuotta.

Käytön jatkamisen tapauksessa vuoden 2038 jälkeen liikevaihtoa muodostuisi Suomessa kumulatiivisesti yhteensä noin 5,2–10,6 miljardia euroa ja työllisyysvaikutuksia syntyisi noin 22 400–44 900 henkilötyövuoden (htv) edestä riippuen jatketaanko käyttöä vuoteen 2048 vai 2058 (Taulukko 47) Vaikutukset kohdistuisivat pääosin samoille toimijoille kuin nykyisessä toiminnassa. Esimerkiksi työllisyysvaikutusten osalta olemassa olevat työpaikat säilyisivät jatkossakin vuoteen 2048 tai 2058 asti.

Taulukko 47. Käytön jatkaminen nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058 asti: aluetaloudelliset vaikutukset paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla. Esitetyt vaikutukset kuvaavat TVO:n toiminnasta seuraavia kokonaisvaikutuksia, sisältäen toiminnan suorat vaikutukset sekä toiminnasta aiheutuvat kerrannaisvaikutukset. Verot kuvaavat eri aluetasoilla muodostuvia veroja, eivät sitä minne muodostuvat verot tilitetään.

	Rauman seutukunta	Muu Satakunta	Muu Suomi
Kesto	**10 vuotta (v. 2038–2048)**		
Liikevaihto	3 383 M€	209 M€	1 707 M€
Arvonlisäys	1 529 M€	118 M€	806 M€
Työllisyys	7 080 htv	3 070 htv	12 277 htv
Uudet investoinnit	68 M€	59 M€	493 M€
Verot	1 367 M€	161 M€	452 M€
Kesto	**20 vuotta (v. 2038–2058)**		
Liikevaihto	6 765 M€	418 M€	3 413 M€
Arvonlisäys	3 059 M€	235 M€	1 612 M€
Työllisyys	14 161 htv	6 141 htv	24 553 htv
Uudet investoinnit	136 M€	118 M€	985 M€
Verot	2 735 M€	323 M€	905 M€

Vaikutusten suuruutta arvioitiin eri tasoilla: paikallisella (Rauman seutukunta), alueellisella (Satakunta) ja kansallisella (koko Suomi) tasolla. Näitä vaikutuksia kuvattiin suhteessa tuoreimpiin aluetilinpidon mukaisiin indikaattoritietoihin, mikä mahdollisti niiden merkittävyyden vertailun aluetalouden keskeisiin tunnuslukuihin, kuten liikevaihtoon, arvonlisäykseen, työllisyyteen, investointeihin ja verotukseen (Taulukko 48).

Käytön jatkamisesta seuraavien aluetalousvaikutusten havaittiin olevan varsin merkittäviä, erityisesti paikallisella tasolla. Toiminnan kumulatiivisten kokonaisvaikutusten nähtiin vastaavan kokonaisuudessaan noin 53,5–106,9 % osuutta Rauman seutukunnan nykyisestä vuosittaisesta kokonaistuotoksesta (liikevaihto) tar-

kasteluajanjaksosta riippuen. Keskimääräisten vuosittaisten vaikutusten arvioitiin pysyvän kutakuinkin nykyisen kaltaisina.

Taulukko 48. Käytön jatkaminen nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058 asti: aluetaloudellisten vaikutusten suuruus, joka on kuvattu aluetaloudellisten vaikutusten suhteena tuoreimpiin aluetilinpidon mukaisiin vuotuisiin tunnuslukuihin eri aluetasoilla. Esitetyt vaikutukset kuvaavat TVO:n toiminnasta seuraavia kokonaisvaikutuksia, sisältäen toiminnan suorat vaikutukset sekä toiminnasta aiheutuvat kerrannaisvaikutukset. Verot kuvaavat eri aluetasoilla muodostuvia veroja, eivät sitä minne muodostuvat verot tilitetään.

	Rauman seutukunta	Satakunta	Suomi
Kumulatiiviset vaikutukset koko tarkasteluajanjaksolta suhteessa tuoreimpaan aluetilinpidon vuoteen			
Kesto	**10 vuotta (v. 2038–2048)**		
Liikevaihto	53,5 %	1,2 %	0,4 %
Arvonlisäys	57,6 %	1,6 %	0,4 %
Työllisyys	21,1 %	3,1 %	0,5 %
Uudet investoinnit	14,0 %	4,2 %	0,8 %
Verot	121,4 %	5,1 %	0,4 %
Kesto	**20 vuotta (v. 2038–2058)**		
Liikevaihto	106,9 %	2,3 %	0,7 %
Arvonlisäys	115,3 %	3,2 %	0,7 %
Työllisyys	42,1 %	6,1 %	0,9 %
Uudet investoinnit	28,1 %	8,3 %	1,7 %
Verot	243,0 %	10,3 %	0,8 %

Seuraavan sivun kuvassa (Kuva 66) on havainnollistettu käytön jatkamisen aluetaloudellisia vaikutuksia sekä niiden ajallista toteutumista eri vaihtoehdoittain Rauman seutukunnassa. Kuvasta nähdään, että mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttö päättyy vuonna 2038, vähenee Rauman seutukunnan vuosittainen liikevaihto noin 338 miljoonalla eurolla toiminnan kokonaisvaikutusten häviämisen seurauksena. Jos käyttöä jatketaan vuoteen 2048 on kumulatiivinen vaikutus noin 3 383 miljoonaa euroa ja vuoteen 2058 saakka yhteensä noin 6 765 miljoonaa euroa.

Kokonaisvaikutusten seurauksena Rauman seutukuntaan muodostuisi käyttöiän pidentämisen seurauksena uutta arvonlisäystä kumulatiivisesti yhteensä 1 529–3 059 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 7 080–14 161 henkilötyövuoden edestä. Vaikutukset jakautuisivat pääosin tasaisesti vuosien välillä, sekä näkyisivät vuosittaisina piikkeinä suurempien huoltotöiden yhteydessä, kuten nykyisin. Toiminnan jatkaminen mahdollistaisi satojen suorien ja välillisten työpaikkojen säilymisen Satakunnassa sekä laajemmin Suomessa pitkälle tulevaisuuteen. Kokonaisvaikutuksina muualla Satakunnassa (Satakunta pl. Rauman seutukunta) muodostuisi uutta liikevaihtoa muille toimijoille yhteensä 209–418 miljoonan euron edestä, arvonlisäystä yhteensä 118–235 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 3 070–6 141 henkilötyövuoden edestä pidennetyn käyttöiän aikana. Muualla Suomessa (Suomi pl. Satakunta) uutta liikevaihtoa muodostuisi muille toimijoille yhteensä 1 707–3 413 miljoonan euron edestä, arvonlisäystä yhteensä 806–1 612 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 12 277–24 553 henkilötyövuoden edestä. Verotuloja kertyisi eri aluetasoilla yhteensä 1 981–3 962 miljoonan euron edestä, josta suurin osa tilitettäisiin valtiolle.

Vaikutusten suuruus arvioitiin Rauman seutukunnan tasolla olevan suuri myönteinen. Koko Satakunnan osalta vaikutusten suuruus jää vähäiseksi myönteiseksi kuten myös koko Suomen tasolla.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnan päättymisen jälkeen aluetalousvaikutuksia syntyy laitosyksiköiden käytöstäpoistovaiheessa. Tuotannon alas ajamisen seurauksena kokonaisvaikutukset tulevat vähenemään merkittävästi, mutta eivät täysin lakkaa, sillä todellisuudessa laitosyksiköiden käytöstäpoisto tullaan toteuttamaan asteittain, kuten luvussa 6.21 on kuvattu.



Kuva 66. Arvio työllisyyden ja liikevaihdon määrästä Rauman seutukunnassa ajanjaksolla 2010–2080. Ajanjakso 2010–2021 perustuu Tilastokeskuksen raportoimaan toteutuneeseen määrään. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutus liikevaihtoon oletettiin olevan saman verran kuin viimeisimpänä aluetilinpidon tilastointivuonna 2021. Käyttökauden päättymisen vaikutukset liikevaihtoon kuvaavat toiminnan kokonaisvaikutuksia perustuen mallinnuksen tuloksiin (kerrannaisvaikutukset) sekä TVO:n omaan toimintaan. Todellisuudessa tuotantolaitosten käytöstä poisto tullaan toteuttamaan asteittain, jolloin toiminnasta seuraavat vaikutukset eivät häviä kokonaisuudessaan.

6.12.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotuksen aluetaloudelliset vaikutukset syntyvät kahdessa eri vaiheessa: tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden myötä sekä laitosyksiköiden käyttöiän pidentymisen kautta. Käyttöiän jatkamisen seurauksena syntyvät muutokset vaikuttavat Suomessa lähinnä tuotetun energian määrään sekä sen myynnin seurauksena muodostuvaan liikevaihtoon ja siitä johdannaisiin taloudellisiin indikaattoreihin.

Tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden vaikutukset aluetalouteen syntyisivät uuden väliaikaisen kysynnän seurauksena eri aluetasoilla (Taulukko 49). Tehonkorotus voitaisiin todennäköisesti ottaa käyttöön aikaisintaan vuonna 2028, jolloin osa vaadituista muutostöistä toteutettaisiin tätä ennen ja osa sen yhteydessä ja jälkeen. Vaikutusten suuruutta arvioitiin eri tasoilla: paikallisella (Rauman seutukunta), alueellisella (muu Satakunta) ja kansallisella (muu Suomi) tasolla (Taulukko 50). Näitä vaikutuksia kuvattiin suhteessa tuoreimpiin aluetilinpidon mukaisiin indikaattoritietoihin, mikä mahdollisti niiden merkittävyyden vertailun aluetalouden keskeisiin tunnuslukuihin, kuten liikevaihtoon, arvonlisäykseen, työllisyyteen, investointeihin ja verotukseen.

Taulukko 49. Tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden aluetaloudelliset vaikutukset paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla. Esitetyt vaikutukset sisältävät tehonkorotuksesta seuraavat kerrannaisvaikutukset, sekä henkilöstön, joka tulee työskentelemään tehonkorotusprojektille sen toteuttamisen aikana.

	Rauman seutukunta	Muu Satakunta	Muu Suomi
Kesto	Arviolta noin 6 vuotta		
Liikevaihto	19 M€	13 M€	119 M€
Arvonlisäys	9 M€	6 M€	55 M€
Työllisyys	118 htv	83 htv	689 htv
Uudet investoinnit	2 M€	1 M€	12 M€
Verot	4 M€	3 M€	26 M€

Taulukko 50. Tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden aluetaloudellisten kumulatiivisten vaikutusten suuruus koko tarkasteluajanjaksolta, mikä on kuvattu aluetaloudellisten vaikutusten suhteena tuoreimpiin aluetilinpidon mukaisiin vuotuisiin tunnuslukuihin eri aluetasoilla. Esitetyt vaikutukset sisältävät tehonkorotuksesta seuraavat kerrannaisvaikutukset, sekä henkilöstön, joka tulee työskentelemään tehonkorotusprojektille sen toteuttamisen aikana.

	Rauman seutukunta	Satakunta	Suomi
Kesto	Kumulatiiviset vaikutukset koko tarkasteluajanjaksolta suhteessa tuoreimpaan aluetilinpidon vuoteen		
Liikevaihto	0,31 %	0,07 %	0,03 %
Arvonlisäys	0,34 %	0,09 %	0,03 %
Työllisyys	0,59 %	0,12 %	0,03 %
Uudet investoinnit	0,32 %	0,08 %	0,02 %
Verot	0,38 %	0,09 %	0,02 %

Mallinnuksen tuloksien perusteella havaittiin tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden seurauksena syntyvän selkeitä väliaikaisia vaikutuksia, jotka kohdistuisivat useille toimijoille eri aluetasoilla. Tehonkorotuksen kumulatiiviset kokonaisvaikutukset vastaisivat koko tarkasteluajanjakson ajalta noin 0,31 % osuutta Rauman seutukunnan nykyisistä vuosittaisesta kokonaistuotoksesta (liikevaihto) paikallisella tasolla, noin 0,07 % osuutta Satakunnan nykyisestä vuosittaisesta kokonaistuotoksesta (liikevaihto) alueellisella tasolla sekä noin 0,03 % osuutta Suomen nykyisestä vuosittaisesta kokonaistuotoksesta (liikevaihto) kansallisella tasolla. Osa tehonkorotuksen vaatimien muutostöiden vaikutuksista kohdistuisi samoille toimijoille kuin käytön aikaiset vaikutukset, mutta osa vaikutuksista kohdistuisi todennäköisesti toimijoille, jotka eivät kuulu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnan nykyisiin arvoketjuihin. Tehonkorotus ei kuitenkaan edellytä uusien työntekijöiden palkkaamista, vaan se voidaan toteuttaa yhtiön sisäisten resurssien uudelleenjärjestelyllä.

Tehonkorotuksen jälkeen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnasta syntyvä vuosittainen suora liikevaihto tulisi kasvamaan, mutta työllisyysvaikutusten on arvioitu pysyvän samoina kuin ennen tehonkorotusta. Toisin sanoen henkilöstö, joka työskentelee tehonkorotuksen ajan tehonkorotusprojektille, jatkaa muissa tehtävissä projektin toteuduttua, kuten ennen projektia. Oheinen taulukko (Taulukko 51, Taulukko 52) kuvaa tilannetta, jossa nykyistä toimintaa jatketaan korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 saakka huomioiden myös tilapäiset vaikutukset, joita tehonkorotuksesta seuraa.

Taulukko 51. Käytön jatkaminen korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 asti: aluetaloudelliset vaikutukset paikallisella, alueellisella ja kansallisella tasolla, sisältäen tehonkorotuksesta muodostuvat tilapäiset vaikutukset. Esitetyt vaikutukset kuvaavat TVO:n toiminnasta seuraavia kokonaisvaikutuksia, sisältäen toiminnan suorat vaikutukset sekä toiminnasta aiheutuvat kerrannaisvaikutukset. Verot kuvaavat eri aluetasoilla muodostuvia veroja, eivät sitä minne muodostuvat verot tilitetään.

	Rauman seutukunta	Muu Satakunta	Muu Suomi
Kesto		**10 vuotta (v. 2038–2048)**	
Liikevaihto	3 654 M€	222 M€	1 826 M€
Arvonlisäys	1 651 M€	124 M€	860 M€
Työllisyys	7 199 htv	3 153 htv	12 965 htv
Uudet investoinnit	70 M€	60 M€	505 M€
Verot	1 442 M€	164 M€	479 M€
Kesto		**20 vuotta (v. 2038–2058)**	
Liikevaihto	7 287 M€	431 M€	3 532 M€
Arvonlisäys	3 294 M€	242 M€	1 667 M€
Työllisyys	14 280 htv	6 224 htv	25 242 htv
Uudet investoinnit	138 M€	119 M€	997 M€
Verot	2 880 M€	326 M€	931 M€

Taulukko 52. Käytön jatkaminen korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 asti: aluetaloudellisten vaikutusten suuruus, sisältäen tehonkorotuksesta muodostuvat tilapäiset vaikutukset, joka on kuvattu aluetaloudellisten vaikutusten suhteena tuoreimpiin aluetilinpidon mukaisiin vuotuisiin tunnuslukuihin eri aluetasoilla. Esitetyt vaikutukset kuvaavat TVO:n toiminnasta seuraavia kokonaisvaikutuksia, sisältäen toiminnan suorat vaikutukset sekä toiminnasta aiheutuvat kerrannaisvaikutukset. Verot kuvaavat eri aluetasoilla muodostuvia veroja, eivät sitä minne muodostuvat verot tilitetään.

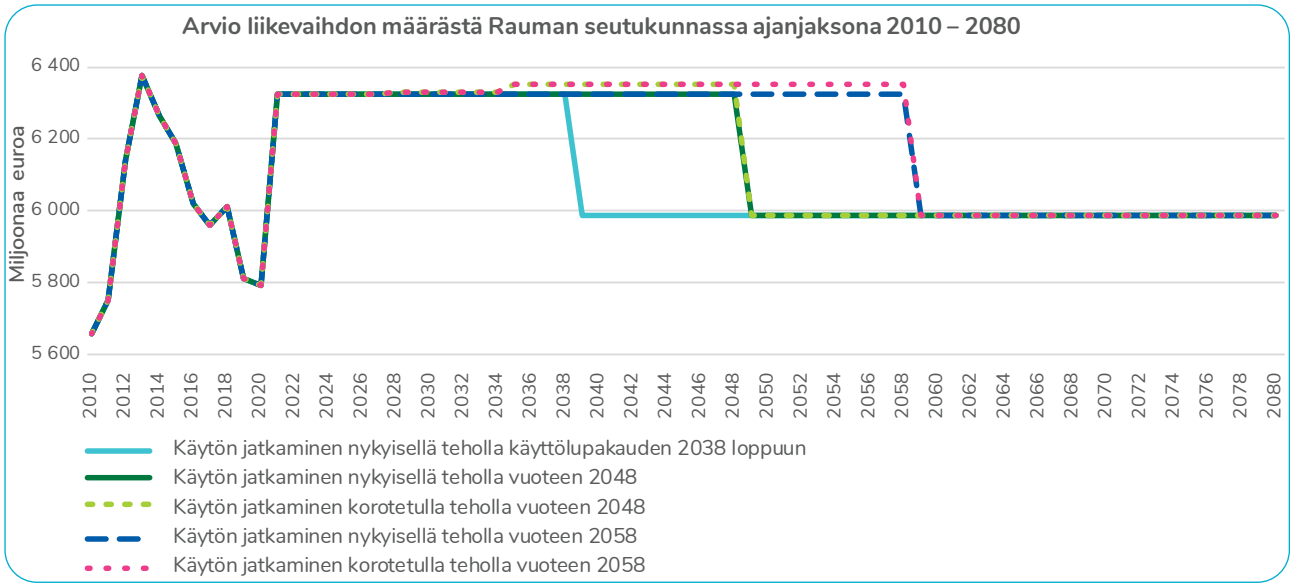
	Rauman seutukunta	Satakunta	Suomi
Kumulatiiviset vaikutukset koko tarkasteluajanjaksolta suhteessa tuoreimpaan aluetilinpidon vuoteen			
Kesto	**10 vuotta (v. 2038–2048)**		
Liikevaihto	57,8 %	1,2 %	0,4 %
Arvonlisäys	62,2 %	1,7 %	0,4 %
Työllisyys	21,4 %	3,2 %	0,5 %
Uudet investoinnit	14,4 %	4,2 %	0,9 %
Verot	128,1 %	5,2 %	0,4 %
Kesto	**20 vuotta (v. 2038–2058)**		
Liikevaihto	115,2 %	2,4 %	0,7 %
Arvonlisäys	124,2 %	3,3 %	0,8 %
Työllisyys	42,5 %	6,2 %	0,9 %
Uudet investoinnit	28,4 %	8,4 %	1,7 %
Verot	255,8 %	10,4 %	0,8 %

Oheisissa kuvissa (Kuva 67, Kuva 68) on havainnollistettu käytön jatkamisen korotetulla teholla aluetaloudellisia vaikutuksia sekä niiden ajallista toteutumista eri vaihtoehdoittain Rauman seutukunnassa. Kuvista on havaittavissa myös tilapäinen piikki tehonkorotuksen muutostöiden mukanaan tuomista tilapäisistä vaikutuksista.

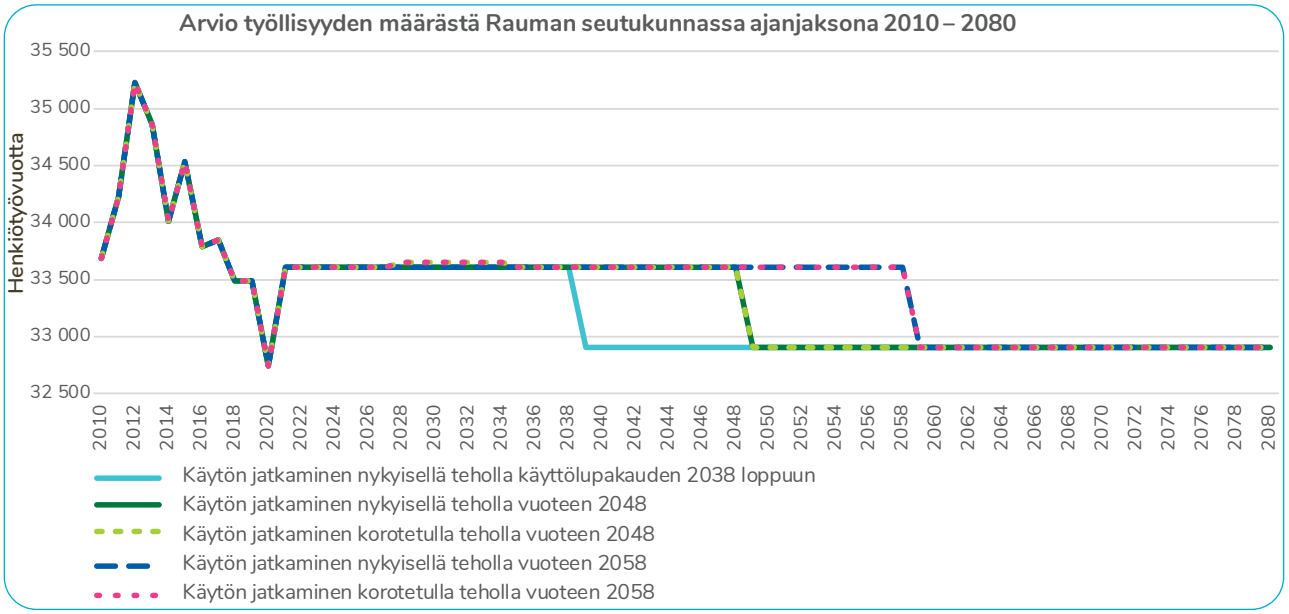
Kokonaisvaikutusten seurauksena Rauman seutukuntaan muodostuisi käyttöiän pidentämisen korotetulla teholla seurauksena yhteensä uutta arvonlisäystä kumulatiivisesti yhteensä 1 651–3 294 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 7 199–14 280 henkilötyövuoden edestä. Vaikutukset jakautuisivat pääosin tasaisesti vuosien välillä, sekä näkyisivät vuosittaisina piikkeinä tehonkorotuksen sekä suurempien huoltotöiden yhteydessä, kuten nykyisin. Toiminnan jatkaminen mahdollistaisi satojen suorien ja välillisten työpaikkojen säilymisen Satakunnassa sekä laajemmin Suomessa pitkälle tulevaisuuteen. Kokonaisvaikutuksina muualla Satakunnassa (Satakunta pl. Rauman seutukunta) muodostuisi uutta liikevaihtoa muille toimijoille yhteensä 222–431 miljoonan euron edestä, arvonlisäystä yhteensä 124–242 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 3 153–6 224 henkilötyövuoden edestä pidennetyn käyttöiän aikana. Muualla Suomessa (Suomi pl. Satakunta) uutta liikevaihtoa muodostuisi muille toimijoille yhteensä 1 826–3 532 miljoonan euron edestä, arvonlisäystä yhteensä 860–1 667 miljoonan euron edestä ja työvoimantarvetta yhteensä 12 965–25 242 henkilötyövuoden edestä. Verotuloja kertyisi eri aluetasoilla yhteensä 2 085–4 137 miljoonan euron edestä, josta suurin osa tilitettäisiin valtiolle.

Vaikutusten suuruus arvioitiin Rauman seutukunnan tasolla olevan suuri myönteinen. Koko Satakunnan osalta vaikutusten suuruus jää vähäiseksi myönteiseksi kuten myös koko Suomen tasolla.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnan päättymisen jälkeen aluetalousvaikutuksia syntyy laitosyksiköiden käytöstäpoistovaiheessa. Tuotannon alas ajamisen seurauksena kokonaisvaikutukset tulevat vähenemään merkittävästi, mutta eivät täysin lakkaa, sillä todellisuudessa laitosyksiköiden käytöstäpoisto tullaan toteuttamaan asteittain kuten luvussa 6.21 on kuvattu.



Kuva 67. Arvio liikevaihdon määrästä Rauman seutukunnassa ajanjaksolla 2010–2080. Ajanjakso 2010–2021 perustuu Tilastokeskuksen raportoimaan toteutuneeseen määrään. OL1- jaOL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutus liikevaihtoon oletettiin olevan saman verran kuin viimeisimpänä aluetilinpidon tilastointivuonna 2021. Käyttökauden päättymisen vaikutukset liikevaihtoon kuvaavat toiminnan kokonaisvaikutuksia perustuen mallinnuksen tuloksiin (kerrannaisvaikutukset) sekä TVO:n omaan toimintaan. Todellisuudessa tuotantolaitosten käytöstä poisto tullaan toteuttamaan asteittain, jolloin toiminnasta seuraavat vaikutukset eivät häviä kokonaisuudessaan. Tehonkorotuksen vaikutus tulevaan liikevaihtoon on huomioitu suoran liikevaihdon lisääntymisenä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnasta.



Kuva 68. Arvio työllisyyden määrästä Rauman seutukunnassa ajanjaksolla 2010–2080. Ajanjakso 2010–2021 perustuu Tilastokeskuksen raportoimaan toteutuneeseen määrään. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutus työllisyyteen oletettiin olevan saman verran kuin viimeisimpänä aluetilinpidon tilastointivuonna 2021. Tehonkorotuksen vaikutukset työllisyyteen perustuvat mallinnuksen tuloksiin, jolloin määrään on lisätty tehonkorotuksen aikaansaamat tilapäiset kerrannaisvaikutukset vuosille 2028–2034. Tehonkorotus ei muuta suoria työllisyysvaikutuksia, vaikka osa TVO:n henkilöstöstä työskentelee projektille tehonkorotuksen ajan. Käyttökauden päättymisen vaikutukset työllisyyteen kuvaavat toiminnan kokonaisvaikutuksia perustuen mallinnuksen tuloksiin (kerrannaisvaikutukset) sekä TVO:n omaan toimintaan. Todellisuudessa tuotantolaitosten käytöstä poisto tullaan toteuttamaan asteittain, jolloin toiminnasta seuraavat vaikutukset eivät häviä kokonaisuudessaan.

6.12.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Paikallinen taso (Rauman seutukunta)

Paikallisella tasolla Rauman seutukunnassa herkkyys arvioitiin suureksi, sillä alueella on mm. melko yksipuolinen elinkeinorakenne, vähenevä väestön määrä, rajallinen palveluntarjonta sekä valtakunnallista keskiarvoa heikompi taloudellinen huoltosuhde, keskimääräistä aluetta paremmasta työllisyystilanteesta huolimatta. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys Rauman seutukuntaan on arvioitu suureksi myönteiseksi, sillä laitosyksiköiden toiminnan lisäkäyttövuosien aikana kertyy merkittäviä suoria aluetaloudellisia vaikutuksia sekä kerrannaisvaikutuksia (Taulukko 53). Liikevaihtoa muodostuu kokonaisvaikutuksina alueella yhteensä yli 3 380 M€, arvonlisäystä yli 1 520 M€ ja työvoimantarvetta yli 7 080 htv. Arvioinnissa ei ole otettu huomioon laitosyksiköiden alas ajamisesta ja purkamisesta aiheutuvia vaikutuksia.

Taulukko 53. Vaikutusten merkittävyys: Aluetalous. Paikallinen taso (Rauman seutukunta).

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Suuri	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen
VE2	Suuri	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen

Aluetaso (Satakunta)

Alueellisella tasolla Satakunnassa herkkyys arvioitiin kohtalaiseksi, sillä alueella on mm. tasapainoinen elinkeinorakenne, vakaa kuntatalous, vakaa työllisyystilanne ja riittävä palveluntarjonta vähenevän väestön määrästä ja heikosta taloudellisesta huoltosuhteesta huolimatta. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys Satakuntaan on arvioitu vähäiseksi myönteiseksi, sillä laitosyksiköiden toiminnan lisäkäyttövuosien aikana maakuntaan kertyisi suuri määrä aluetaloudellisia vaikutuksia, mutta ne olisivat tarkastelualueen kokoon nähden pieniä (Taulukko 54). Liikevaihtoa muodostuu kokonaisvaikutuksina yhteensä koko Satakunnassa yli 3 590 M€, arvonlisäystä 1 640 M€ ja työvoimantarvetta yli 10 150 htv.

Taulukko 54. Vaikutusten merkittävyys: Aluetalous. Aluetaso (Satakunta).

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Kohtalainen	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen
VE2	Kohtalainen	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen

Valtakunnallinen taso (koko Suomi)

Koko Suomen tasolla herkkyys arvioidaan vähäiseksi, mikä heijastaa monipuolista elinkeinorakennetta, alhaista työttömyyttä, kasvavaa väestökehitystä sekä monipuolisia julkisia ja yksityisiä palveluita. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen vaihtoehdoissa vaikutusten merkittävyys koko Suomen tasolla on arvioitu vähäiseksi myönteiseksi, sillä laitosyksiköiden toiminnan lisäkäyttövuosien aikana kertyisi erittäin suuria aluetaloudellisia vaikutuksia, mutta ne olisivat Suomen talouden suureen kokoon nähden verrattain pieniä (Taulukko 55). Liikevaihtoa muodostuu kokonaisvaikutuksina yhteensä koko Suomessa yli 5 290 M€, arvonlisäystä 2 450 M€ ja työvoimantarvetta yli 22 420 htv.

Taulukko 55. Vaikutusten merkittävyys: Aluetalous. Koko Suomi.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen

6.12.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Haitallisia vaikutuksia muodostuu aluetalouteen, kun OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminta lakkaa ja samalla laitosyksiköiden ympärillä oleva taloudellinen toiminta päättyy. Tätä vaikutusta siirretään tulevaisuuteen jatkamalla käyttöä sen osalta esitettyjen vaihtoehtoisten suunnitelmien mukaisesti. Tämä ei kuitenkaan lievennä toiminnan alasajon ja käytöstä poistamisen vaikutuksia vaan siirtää niitä tulevaisuuteen. Kun OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat elinkaarensa päässä, käytöstä poiston aikana muodostuu myös taloudellisia vaikutuksia, mitkä tulevat aluetalouden näkökulmasta lieventämään haitallisia vaikutuksia ja siirtymä uuteen talouden tasapainoon. Käytöstäpoiston vaikutuksia on kuvattu yleisesti luvussa 6.21.

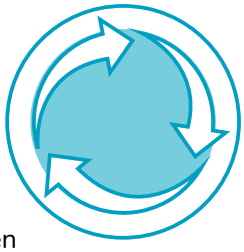
Toiminnan jatkamisen aikana aluetalouteen ja elinkeinoelämään kohdistuvat haitalliset vaikutukset ovat lähinnä työvoiman kohtaantoon liittyvät ongelmat. Kohtaanto-ongelmilla tarkoitetaan tilannetta, jossa avoimet työpaikat ja työnhakijat eivät kohtaa toisiaan, esimerkiksi koska työnhakijoiden osaaminen ei vastaa työnantajien tarpeita tai koska työpaikat ja työnhakijat sijaitsevat eri alueilla. Tämä voi erityisesti korostua alueella, jossa suuri työnantaja vaikuttaa merkittävästi työvoiman kysyntään ja tarjontaan. Lisäksi alueen työnantajien

näkökulmasta voi ilmetä mahdollinen työvoiman kallistuminen ja kilpailu työvoimasta alueellisen kysynnän kasvaessa, jos vaihtoehtoisia työvoimaresursseja ei löydy lähialueelta yhtä merkittävässä määrin. Sama ilmiö on havaittavissa tilapäisesti mahdollisen tehonkorotuksen aikana, kun tiettyjä työvoimaresursseja tarvitaan enemmän. Näitä haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää mm. ostopalveluin, hankkimalla niitä laajasti eri toimijoilta ja alueilta, jonka seurauksena työn tarjonnan ja kysynnän kohtaamisessa ei tule äkillisiä paikallisia muutoksia.

6.12.5. Epävarmuustekijät

Mallinnuksessa on arvioitu nykyisten suunnitelmien mukaisten tilanteiden toteutumista esitettyjen vaihtoehtojen mukaisesti, jolloin aluetalousvaikutusten realisoituminen on kiinni siitä, jatkuuko OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminta nykyisten suunnitelmien mukaisesti sekä onko toiminta tulevaisuudessa sellaista, kuin on ennustettu. Kerrannaisvaikutukset muodostuvat ostettavien tuotteiden ja palveluiden kautta, jolloin niiden hintataso vaikuttaa syntyviin kerrannaisvaikutuksiin. Tulevaisuudessa olisi hyvä toteuttaa aluetalousvaikutusten arviointi toteutuneiden toimien pohjalta säännöllisin määräajoin, jolloin arvioidut vaikutukset voidaan todentaa sekä tulevaisuuteen suuntautuvia skenaarioita ja suunnitelmia voidaan tarkentaa ajankohtaisella tiedolla.

6.13. Energiamarkkinat



6.13.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutuksia energiamarkkinoille ja sähkön saatavuuteen on arvioitu Suomen ja Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden tilastotietojen sekä ennusteiden ja selvitysten pohjalta ottaen huomioon Suomen tavoitteen hiilineutraalisuudesta vuoteen 2035 mennessä. Vaikutuksia energiamarkkinoihin on tarkasteltu hankkeen eri vaihtoehtojen aikataulu huomioiden. Käytetyt lähtötiedot on esitetty seuraavissa luvuissa tarkemmin.

6.13.2. Nykytila

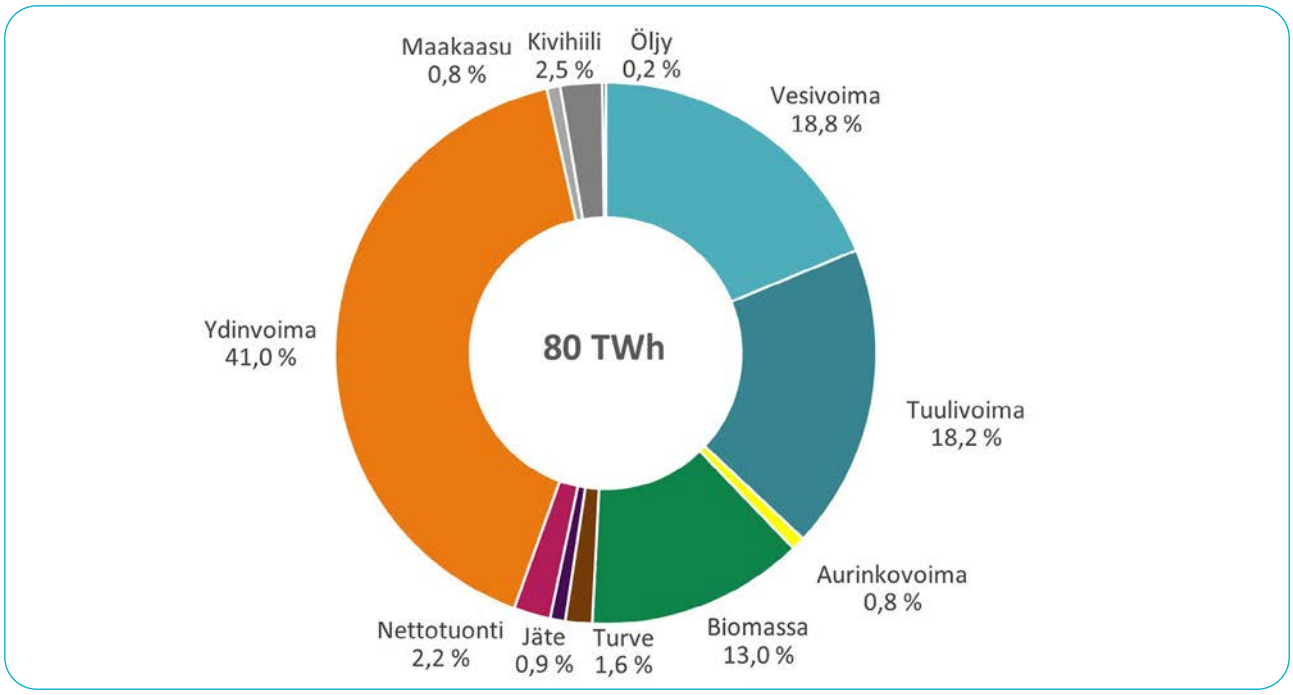
TVO:n Olkiluodon ydinvoimalaitoksen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sähköntuotanto oli yhteensä noin 14,3 TWh vuonna 2023. Lisäksi TVO tuottaa sähköä OL3-laitosyksiköllä, jonka kaupallinen sähköntuotanto alkoi toukokuussa 2023. Yhteensä TVO:n kolmen laitosyksikön sähköntuotanto on noin 25 TWh vuodessa.

Olkiluodon voimalaitos tuottaa sähköä Suomen, Ruotsin, Norjan ja Tanskan käsittäville pohjoismaisille sähkön tukkumarkkinoille. Vuonna 2022 sähkön nettotuotanto pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla oli yhteensä 427 TWh ja sähkönkulutus 373 TWh *(Energiateollisuus ry 2024, Energimyndigheten 2024, Statistisk sentralbyrå 2024, Danish Energy Agency 2024)*. Pohjoismaisilta markkinoilta käydään lisäksi sähkökauppaa muiden markkina-alueiden kanssa.

Suomen sähköntuotanto energialähteittäin ja nettotuonti vuonna 2023 on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 69) Suomen sähköntuotanto vuonna 2023 oli 78 TWh ja kokonaiskulutus 80 TWh. Sähköntuotanto on kohonnut merkittävästi energiakriisiä edeltäneestä tasosta. Vuodesta 2022 kasvua vuoteen 2023 oli 13 %. Samaan aikaa sähkönkulutus laski reilulla 2 %:lla. Tuotannon kasvu ja kulutuksen väheneminen johtivat siihen, että tuontisähkön tarve väheni merkittävästi. Vuonna 2023 nettotuonnin osuus sähkönkulutuksesta oli 2,2 %. Sähköntuotantoa ovat lisänneet tuulivoimaan tehdyt investoinnit ja Olkiluoto 3:n valmistuminen. Vuonna 2023 tuulivoiman tuotanto kasvoi 25 % ja ydinvoiman tuotanto kasvoi 35 % vuoteen 2022 verrattuna. Ydinvoimalla tuotettiin 32,7 TWh sähköä, joka vastasi 41 %:n osuutta sähkön kulutuksesta. Ennakkoarvion mukaan sähköntuotannon hiilidioksidipäästöt olivat 2,5 Mt CO_{2e} vuonna 2023. Päästöt laskivat noin 38 % verrattuna edelliseen vuoteen. *(Energiateollisuus ry 2024)*

Suomi on sähkön huippukulutustilanteissa tuontiriippuvainen. Esimerkiksi kylmänä talvipäivänä sähkönkulutushuipun on arvioitu olevan noin 14 300 MW, kun samana ajankohtana kotimaista markkinaehtoista tuotantokapasiteettia on arvioitu olevan käytettävissä yhteensä noin 12 800 MW. Kulutushuipun aikaisen kysynnän kattamiseksi Suomi tarvitsee noin 1 500 MW tuontisähköä. Siirtoyhteyksillä tuontikapasiteettia naapurimaista Suomeen on yhteensä noin 3 400 MW. *(Energiavirasto 2024)*

Vaikutuskohteen herkkyystaso määräytyy Suomen energiamarkkinoiden ja sähkön saatavuuden tämänhetkisen tilanteen perusteella, johon vaikuttaa mm. sähköntuotantokapasiteetti, sähkönkulutus sekä sähkön tuonti ja vienti. Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan vähäiseksi, sillä Suomen sähköntuotanto ja -kulutus ovat lähes samalla tasolla, ja tuontisähkön tarve vähentynyt. Suomi on kuitenkin sähkön huippukulutustilanteissa tuontiriippuvainen.



Kuva 69. Sähköntuotanto energialähteittäin ja nettotuonti vuonna 2023. (Energiateollisuus ry 2024)

6.13.3. Ympäristövaikutukset

6.13.3.1. Käytön jatkaminen

Suomessa nykyisen hallitusohjelman tavoitteena on saavuttaa hiilineutraalisuus vuonna 2035 ja hiilinegatiivisuus nopeasti sen jälkeen (Valtioneuvosto 2023). Sähköllä korvataan hiilidioksidipäästöjä aiheuttavaa fossiilisten poltto- ja raaka-aineiden käyttöä teollisuudessa, liikenteessä sekä lämmityksessä. Samalla saadaan parannettua energiatehokkuutta sähköisten prosessien hyvän hyötysuhteen ansioista. Sähkön suoran loppukäytön ohella sähköä voidaan käyttää myös synteettisten polttoaineiden ja teollisuuden raaka-aineiden valmistukseen ns. Power-to-X -tekniikalla tuottamalla vedestä vetyä elektrolyysin avulla. Näistä syistä johtuen sähkönkulutuksen arvioidaan kasvavan tulevaisuudessa selvästi sekä Suomessa että muissa Pohjoismaissa. TEM:n julkaisemien vähähiilitiekarttojen mukaan Suomen ilmastotavoitteet voisivat tarkoittaa 100 % kasvua teollisuuden sähkönkulutuksessa ja yli 50 %:n kasvua Suomen sähkönkulutuksessa vuoteen 2050 mennessä (*Työ- ja elinkeinoministeriö* 2020, Kuva 70).

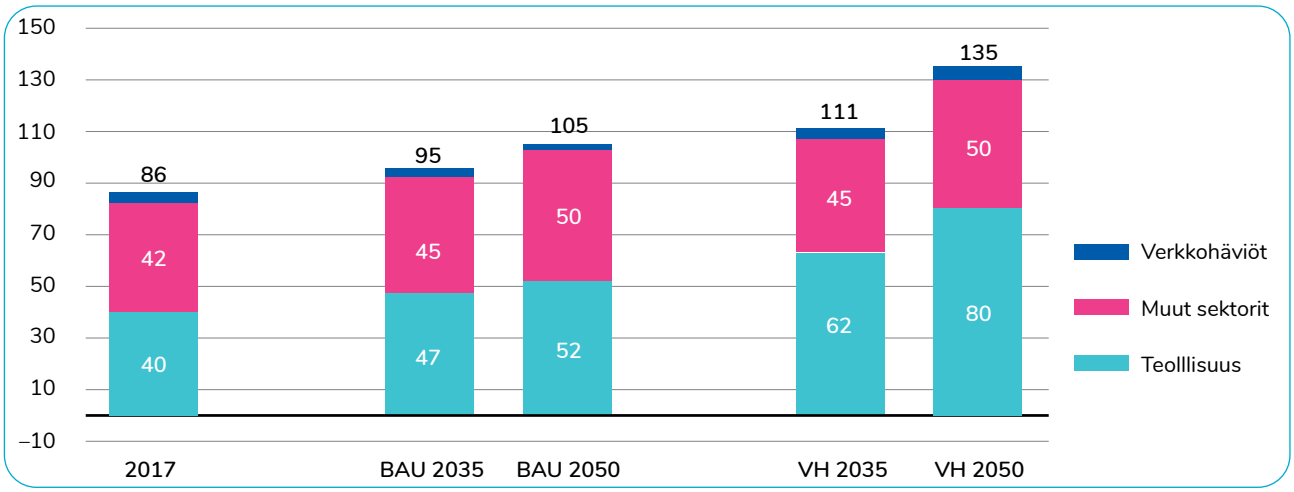
Pohjoismaisen sähkönkulutuksen arvioidaan myös kasvavan merkittävästi. Eurooppalaisten kantaverkkoyhtiöiden laatimissa skenaarioissa Pohjoismaiden sähkönkulutus olisi vuonna 2030 välillä 436–472 TWh ja vuonna 2040 välillä 468–558 TWh *(ENTSO-E & ENTSOG 2020)*.

Suomen sähköntuotannon huoltovarmuuden kannalta ydinvoimalla on keskeinen merkitys sääriippumattomasti käytettävissä olevan sähköntuotannon sekä ydinvoimalaitoksilla olevien polttoainevarastojen pohjalta. Tämä merkitys on edelleen korostumassa hiilivoimalaitosten poistuessa käytöstä hiilen energiakäytön kiellon astuessa voimaan toukokuussa 2029 sekä turpeen energiakäytön ja turvevarastojen pienentyessä ilmastotavoitteiden pohjalta.

Vesivoiman lisäämismahdollisuudet ovat Suomessa pieniä, eikä puupolttoaineita ole Suomessa saatavissa voimalaitoskäyttöön merkittävästi nykyistä enempää. Tuuli- ja aurinkovoiman tuotanto kasvaa, mutta niiden rajoitteina ovat sääriippuvuus ja aurinkovoiman pieni tuotanto talviaikana. Sähkön käytön kasvaessa sekä nykyiset että uudet ydinvoimalaitokset tukevat Suomen energiajärjestelmän toimitusvarmuutta ja vähentävät sähkön tuontitarvetta. Samalla ydinvoimalaitokset mahdollistavat myös sähkön vientiä korvaamaan fossiilista sähköntuotantoa ja siitä aiheutuvia hiilidioksidipäästöjä etenkin Baltian maissa ja Puolassa. Kun päästövähennystavoitteet nostavat päästökaupan kautta fossiilisen sähköntuotannon kustannuksia, Suomen lisääntyvä ydin- ja tuulivoimakapasiteetti antaa yhdessä pohjoismaisen joustavan vesivoimakapasiteetin kanssa edellytykset sekä lisääntyvälle sähkön käytölle Suomessa että sähkön viennille.

Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatkettaisi, täytyy poistuva hiilidioksidipäästötön sähköntuotannon osuus korvata joko uuden päästöttömän sähköntuotantokapasiteetin rakentamisella Suomeen tai tuontisähköllä. Uuden korvaavan sähköntuotantokapasiteetin rakentaminen aiheuttaisi lisäkustannuksia ja ympäristövaikutuksia. Fossiilisten polttoaineiden käyttö saattaisi lisääntyä myös Suomessa, mikä heikentäisi Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamista. Lisäksi tarvittaisiin lisäinvestointeja hiilidioksidin talteenottoon. Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden sähköntuotannon määrä korvattaisiin tuontisähköllä, heikentäisi se Suomen sähköntuotannon omavaraisuutta, kun tuontisähkön osuus kasvaisi. Lisäksi sähkön vientimahdollisuudet Suomesta pienenisivät, mikä vähentäisi vientituloja ja vaikeuttaisi fossiilisen sähköntuotannon vähentämistä etenkin Baltian maissa ja Puolassa. Myös koko EU:n tasolla ydinvoiman tuotannon väheneminen aiheuttaisi lisäkustannuksia EU:n päästövähennystavoitteiden saavuttamiseksi.

Näiden perusteella OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen muutoksen suuruuden voidaan arvioida olevan suuri myönteinen.



Kuva 70. Teollisuuden ja muiden sektoreiden sähkönkysyntä Energiateollisuuden tiekartan taustaselvityksen BAU ja VH-skenaarioissa (Työ- ja elinkeinoministeriö 2020).

6.13.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotuksen tapauksessa vaikutukset energiamarkkinoihin ja sähkön saatavuuteen ovat samanlaisia kuin käytön jatkamisen tapauksessa on kuvattu (luku 6.13.3.1). Tehonkorotuksessa sähköä kuitenkin tuotettaisiin 1,2 terawattituntia vuodessa (TWh/v) enemmän kuin käytön jatkamisessa, tuotannon ollen yhteensä noin 15,2 TWh/v. Näiden perusteella OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisessa korotetulla teholla muutoksen suuruuden voidaan arvioida olevan suuri myönteinen.

6.13.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä Suomen sähköntuotanto ja -kulutus ovat lähes samalla tasolla, ja tuontisähkön tarve vähentynyt. Suomi on kuitenkin sähkön huippukulutustilanteissa tuontiriippuvainen. Sekä käyttöiän jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa muutoksen suuruuden arvioitiin olevan suuri myönteinen, kun toimivien laitosyksiköiden käyttö ei pääty vielä vuoteen 2038 vaan niiden käyttöä jatketaan Suomen sähköntuotannossa vuoteen 2048 tai 2058 saakka. Vaikutusten merkittävyys on suuri myönteinen, koska tulevaisuudessa sähkön käytön kasvaessa laitosyksiköiden käytön jatkaminen tukee Suomen energiajärjestelmän toimitusvarmuutta ja vähentää sähkön tuontitarvetta (Taulukko 56). Ydinvoimalaitokset myös mahdollistavat sähkön vientiä korvaamaan fossiilista sähköntuotantoa.

Taulukko 56. Vaikutusten merkittävyys: Energiamarkkinat.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen
VE2	Vähäinen	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen

6.13.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Ydinvoimalaitosten käytön jatkamisessa sekä tehonkorotuksen tapauksessa vaikutuksen merkittävyys on arvioitu myönteiseksi ja tällöin haitallisia vaikutuksia ei synny.

6.13.5. Epävarmuustekijät

Vaikutusten arviointi on suuntaa antava arvio, sillä se perustuu mm. ennusteisiin sähkömarkkinoiden tulevasta kehityksestä. Ennusteisiin liittyy aina epävarmuutta. Epävarmuustekijät liittyvät arviointeihin ydinvoimalla tuotetun sähkön korvaamiseen muilla sähköntuotantomuodoilla tulevaisuudessa. Suomen energiamarkkinoiden ja huoltovarmuuden tarkempien tarkastelujen tekeminen on Suomen valtion tehtävä.

6.14. Luonnonvarojen hyödyntäminen

6.14.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu hankkeen luonnonvarojen hyödyntämisestä aiheutuvia vaikutuksia. Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa on tarkasteltu ydinvoimalaitoksen tarvitseman ydinpolttoaineen hankintaa. Vaikutusten arvioinnissa on kuvattu yleispiirteisellä tavalla ydinpolttoaineen saatavuutta, tuotantoketjua, kuljetuksia ja käyttöä perustuen voimalaitoksen ydinpolttoaineen hankintakäytäntöihin sekä ydinpolttoaineen tuottajien julkaisemiin tietoihin polttoaineen tuotantoketjun vaikutuksista. Lisäksi on esitetty arvio luonnonuraanin hyödyntämisestä käyttäen lähtöaineistona mm. arvioita uraanivarantojen tämänhetkisestä tilanteesta ja ennusteista (*OECD/NEA & IAEA 2023*). Lisäksi vaikutusten arvioinnissa on lyhyesti käsi-

telty mahdollisten lisärakennuksien rakentamiseen liittyviä vaikutuksia kuvaamalla mm. maa-aineisten hyötykäyttöä.

6.14.2. Nykytila

Voimalaitosalue on ollut nykyisessä käytössä 1970-luvun loppupuolelta saakka, joten alueella ei ole suoraa luonnonvarojen käyttöä. Voimalaitosalueen kallioperässä sijaitseva VLJ-luola on otettu käyttöön vuonna 1992. VLJ-luolan louhinnasta syntynyt kiviaines on hyödynnetty pääosin voimalaitosalueella.

Voimalaitoksessa käytettävä, uraanimalmista erilaisten kemiallisten ja mekaanisten vaiheiden kautta valmistettu ydinpolttoaine, hankitaan ydinpolttoainetoimittajalta (ks. luku 3.2.5). Ydinpolttoainekierto voi olla avoin tai suljettu. Suomessa sovelletaan avoimen polttoainekierron periaatetta, jossa käytetty ydinpolttoaine loppusijoitetaan kestäviin kapseleihin suljettuna syvälle kallioperään. Suljetussa polttoainekierrossa käytetty ydinpolttoaine jälleenkäsitellään. Jälleenkäsittelyssä käytetystä polttoaineesta erotetaan kemiallisesti uraani ja plutonium, jotka hyödynnetään uuden ydinpolttoaineen valmistuksessa. Jälleenkäsittelyn runsasaktiivinen jäte ja muu jäte loppusijoitetaan. Luonnonuraani on uusiutumaton luonnonvara ja tämänhetkisillä globaaleilla kulutustasoilla uraanivarojen on arvioitu riittävän avoimessa polttoainekierrossa yli 130 vuodeksi *(OECD/NEA & IAEA 2023)*.

Vaikutuskohteen herkkyystason on arvioitu olevan kohtalainen. Herkkyys määräytyy sen perusteella, onko hankealueella esteitä luonnonvarojen hyödyntämiselle. Voimalaitos rajoittaa alueen luonnonvarojen suoraa hyödyntämistä, mutta voimalaitoksen toimintaan kiinteästi liittyvää kalliorakentamista ja louhintaa voidaan alueella toteuttaa TVO:n toimesta. Voimalaitosalue on ollut nykyisessä käytössä 70-luvun loppupuolelta saakka, joten alueella ei ole luonnonvarojen käyttöä. Ydinpolttoaine hankitaan sen toimittajalta, eikä vaikutuskohteen herkkyyttä arvioida tämän YVA:n puitteissa.

6.14.3. Ympäristövaikutukset

6.14.3.1. Käytön jatkaminen

Käytön jatkaminen ei muuta voimalaitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle. Jos KPA-varastoa laajennetaan, rakennettavien altaiden tieltä poistetaan nykyiset maanpintakerrokset ja lisäksi kallioainesta joudutaan louhimaan. Louhittavat määrät ovat vähäisiä, eikä niillä ole vaikutusta alueen luonnonvarojen käyttöön. Louhittu kiviaines pyritään hyötykäyttämään voimalaitosalueella.

Käytön jatkamisen tapauksessa ydinpolttoaineen hankintaan kohdistuvat vaikutukset ovat samanlaisia kuin nykyisessä toiminnassa. Ympäristöön kohdistuu rasituksia kaivostoiminnasta, polttoaineen valmistusprosesseista ja kuljetuksista. Suurin osa ydinpolttoainekiertoon liittyvistä haittavaikutuksista aiheutuu kaivostoiminnasta. Seuraavassa on kuvattu pääpiirteittäin Olkiluodon voimalaitoksen ydinpolttoaineen hankintaketjua.

Olkiluodon voimalaitos käyttää polttoaineena uraanimalmista erilaisten kemiallisten ja mekaanisten vaiheiden kautta valmistettua fissiokelpoista ydinpolttoainetta. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuotuinen polttoainetarve on yhteensä noin 36 tU (muodossa UO_2). Tämän polttoainemäärän tuottamiseen tarvitaan raakauraania noin 260 tU (muodossa U_3O_8).

Saatavuus

Ydinvoimalaitoksen käyttämä polttoaine voidaan hankkia joko valmiina kokonaisuuksina, polttoainenippuina, tai ostamalla uraani ja jokainen polttoaineen valmistusketjun vaihe erikseen. Uraanimarkkinat ovat maailman-

laajuiset ja tällä hetkellä raakauraanin suurimpia tuottajamaita Kazakstan, Kanada, Namibia ja Australia. Valmistusketjun muut vaiheet (konversio, rikastus ja polttoainenippujen valmistus) ovat ostettavissa muun muassa Ruotsista, Saksasta, Ranskasta tai Yhdysvalloista.

Maailman ydinvoimalaitosten vuotuinen raakauraanitarve on nyt noin 67 000 tU, josta noin 75 % katetaan tällä hetkellä primäärituotannolla. Loput markkinoiden uraanin tarpeesta tyydytetään käyttämällä varastoja ja jälleenkäsittelemällä käytettyä ydinpolttoainetta *(OECD/NEA & IAEA 2023)*.

Uraanin yleisyydestä johtuen uraanivarat riittävät pitkälle tulevaisuuteen. Uraanivarojen riittävyys riippuu taloudellisesti kannattavan uraanituotannon kustannustasosta. Mitä kalliimpia vaihtoehtoiset energiamuodot ovat, sitä kalliimmalla uraanipolttoainetta kannattaa tuottaa ja sitä suuremmat käytettävissä olevat uraanivarat ovat. Uraanin maailmanlaajuisesti tunnistetut hyödynnettävissä olevat luonnonvarat olivat vuonna 2021 noin 6 100 000 tU. Lisäksi perinteisin menetelmin louhittavia, löytämättömiä varoja arvioidaan olevan noin 7 200 000 tU. Uraanin vuotuinen tuotantomäärä on tällä hetkellä noin 50 000 tU. Ydinvoimatuotantoon tarvittavan uraanimäärän on arvioitu kasvavan jopa 76 000 tU vuoteen 2030 mennessä ja jopa noin 90 000 tU vuoteen 2035 mennessä. Näillä kulutustasoilla uraanivarat riittävät noin 100–200 vuodeksi. Uusia menetelmiä uraanivarojen hyödyntämiseksi voidaan tulevaisuudessa ottaa käyttöön, mikäli uraanin hinta nousee. Esimerkiksi merivedessä on arvioitu olevan uraania yli 4 000 000 000 tU, mutta sen kustannustehokas hyödyntäminen ei ole nykyisin mahdollista. *(OECD/NEA & IAEA 2023)*

Primärituotannon tarvetta voidaan pienentää jälleenkäsittelyn laajamittaisella käyttöönotolla. Lisäksi tutkitaan vaihtoehtoisten polttoaineiden kuten toriumin käyttöä sekä uraani-238 isotooppia hyödyntäviä reaktoreita, joilla voitaisiin tulevaisuudessa korvata uraani-235 isotoopin käyttöä. Näillä toimenpiteillä riittävyys voidaan taata huomattavasti edellä esitettyä pidempään.

TVO hankkii OL1- ja OL2-laitosyksiköissä käytettävät polttoaine-elementit Saksasta, Espanjasta ja Ruotsista. Niissä oleva uraani on tuotettu muun muassa Kazakstanissa, Kanadassa, Namibiassa ja Australiassa. Hankintaketjun eri toimijat soveltavat toiminnassaan ISO 14001 -standardin mukaista tai vastaavaa ympäristöjärjestelmää, joka edellyttää yrityksiä selvittämään kaikki ympäristövaikutuksensa, sekä ympäristönsuojelun tason jatkuvaa parantamista. Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöikää jatketaan, polttoaineenhankintaa toteutetaan TVO:n vakiintuneiden hankintamenettelyjen mukaisesti.

Tuotantoketju

Ydinpolttoaineen tuotantoketju koostuu uraanin louhinnasta ja rikastuksesta, konversiosta, isotooppirikastuksesta ja polttoainenippujen valmistuksesta. Alla on kuvattu TVO:n polttoaineen tuotantoketju yleisellä tasolla.

Uraanin louhinta ja malmin rikastus

Uraania louhitaan maanalaisista kaivoksista, avolouhoksista sekä liuosuuton (uraani liuotetaan malmista kemiallisesti) avulla. Lisäksi uraania voidaan erottaa muiden kaivostuotteiden kuten kullan, kuparin tai fosfaatin louhinnan sivutuotteena. Kalliosta perinteisin menetelmin louhittu uraanimalmi murskataan ja jauhetaan, jonka jälkeen uraani erotetaan kiviaineksesta kemiallisella liuotusmenetelmällä erillisessä rikastamolaitoksessa. Tämän jälkeen uraani saostetaan, sakka erotetaan ja pestään sekä kuivataan. Tuloksena on uraanirikaste (U_3O_8, yellow cake), jonka uraanipitoisuus on 60–80 %.

Uraanikaivostoiminnalla on merkittävä osuus ydinpolttoaineen valmistusprosessiin liittyvistä ympäristövaikutuksista. Tämä johtuu siitä, että vaikka kaivostoiminnassa syntyvät radioaktiiviset jätteet ovat luonteeltaan matala-aktiivisia, niiden määrät ovat suhteellisen suuria. Uraanikaivostoiminnan erityispiirteenä on säteily-

vaikutusten huomioon ottaminen, mutta muuten se on osa normaalia kaivannaisteollisuutta. Uraanin louhintavaiheen merkittävimmät ympäristövaikutukset liittyvätkin säteilyaltistukseen sekä louhinnasta ja malminrikastuksesta syntyviin jätteisiin. Louhinnasta aiheutuu usein myös maisemahaittoja. Uraanikaivostoiminnan ympäristövaikutusten suuruus riippuu käytettävästä louhintamenetelmästä.

Uraanin louhinta- ja rikastusvaiheiden aikaiset säteilyannokset syntyvät pääasiassa kolmesta lähteestä: uraanimalmin ja -pölyn säteilystä malmia louhittaessa ja käsiteltäessä, uraanimalmista vapautuvan radonkaasun ja sen hajoamistuotteiden säteilystä sekä rikastusjätteen säteilystä. Itse uraanin lähettämä säteily on heikkoa alfasäteilyä, joka pysähtyy jo vaatteisiin tai ihoon. Suurimmat säteilyannokset tulevatkin uraanin radioaktiivisista hajoamistuotteista kuten radiumista ja radonista.

Uraanin hajoamistuotteista radon on kaasumainen aine, jota vapautuu ilmaan kaikkialla missä maaperässä on uraania. Radonin tiedetään altistavan keuhkosyövälle. Uraanikaivoksissa radonia vapautuu tavanomaista enemmän, sillä kaivoksissa uraanipitoisuus on suurempi kuin maa- ja kallioperässä keskimäärin *(Vuori ym. 2002)*. On kuitenkin huomattava, että radon ei ole pelkästään uraanikaivosten ongelma, vaan liittyy kaikkeen kaivostoimintaan, koska uraania on maaperässä aina jonkin verran. Avolouhoksissa radonin työntekijöille aiheuttama säteilyaltistuksen määrä on huomattavasti vähäisempi kuin maanalaisissa kaivoksissa. Maanalaisissa kaivoksissa säteilyaltistusta voidaan ratkaisevasti vähentää tehokkaalla ilmanvaihdolla. Louhintatekniikan kehittymisen ja toimintojen automatisoinnin myötä louhinnasta aiheutuvia haittoja on pystytty vähentämään. Lisäksi työntekijöiden säteilyaltistusta hallitaan paremmin työmenetelmien kehittämisen myötä ja säteilyaltistusta monitoroidaan kattavasti ja tehokkaasti *(OECD/NEA 2014)*.

Liuosuuttomenetelmässä maisemalliset ympäristöhaitat ovat pienempiä etenkin verrattuna avolouhokseen. Menetelmässä uraani liuotetaan suoraan maaperään ruiskutettavaan kemialliseen liuokseen, joka otetaan talteen pumppauskaivojen avulla. Uraani erotetaan kemiallisesti liuoksesta, jonka jälkeen uraanista valmistetaan uraanirikastetta ja liuos käytetään uuttamiseen uudelleen.

Uraanikaivostoiminnassa syntyvät jätteet koostuvat hienosta uraanipölystä, prosessivesistä sekä radioaktiivisesta maa- ja kiviaineksesta. Myös rikastusprosessissa syntyy kiinteitä ja nestemäisiä jätteitä, jotka sisältävät radioaktiivisen radiumin lisäksi myös muita haitallisia aineita, kuten arseenia ja raskasmetalleja.

Varastoitaessa uraanin louhinnassa ylijäänyttä maa- ja kiviainesta väliaikaisesti maan pinnalla on huolehdittava, että radioaktiivisia aineita sisältävät maa- ja kivikasat eivät pääse rapautumaan tai pölyämään. Kasat peitetäänkin useimmiten savikerroksella. Mikäli louhinta tapahtuu maan alla, kiinteä jäte pyritään sijoittamaan takaisin kaivoskuiluihin.

Malmin rikastuksessa syntynyt lieteaines sijoitetaan padottuihin varasto- ja haihdutusaltaisiin, jolloin kiintoaines laskeutuu altaan pohjalle ja siitä erottunut vesi voidaan johtaa pois. Radioaktiiviset aineet ja raskasmetallit erotetaan vedestä kemiallisesti saostamalla, minkä jälkeen vettä käytetään mahdollisuuksien mukaan uudelleen prosessivetenä. Haihdutusjätteet kerätään liejuna tai kiteisenä massana käsiteltäväksi ja loppusijoitettavaksi. Jätteiden käsittelyn ympäristöriskit liittyvät lähinnä lietealtaiden patojen pettämiseen, radioaktiivisten aineiden kulkeutumiseen pohjavesiin sekä maa- ja kiviainesten pölyämiseen.

Konversio ja isotooppirikastus

Kevytvesireaktorin toiminta perustuu ketjureaktioon, jonka ylläpitämiseen vaadittavat reaktorifysikaaliset ominaisuudet edellyttävät polttoaineen uraanin rikastusta 3–5 %:iin halkeamiskelpoisen isotoopin uraani-235 suhteen. Isotooppirikastusta varten raakauraani (U_3O_8) muutetaan kemiallisen konversion avulla luonnonuraaniksi (uraaniheksafluoridi, UF_6), joka on alhaisessa lämpötilassa suoraan kiinteästä olomuodosta kaasuuntuva

yhdiste. Konversiolaitoksilla käytetään samoja kemikaaleja kuin tavanomaisessa kemianteollisuudessa. Haitallisten kemikaalien, kuten esimerkiksi fluoriyhdisteiden, käyttö vaatii erityis- ja varotoimenpiteitä.

Isotooppirikastus perustuu eri uraani-isotooppien välisiin pieniin massaeroihin, jolloin isotooppi uraani-235 voidaan erottaa uraanin muista isotoopeista sentrifugimenetelmällä. Rikastuksen aikana uraanin kemiallinen muoto pysyy samana, UF_6. Uraani on konversio- ja väkevöintilaitoksissa eristettynä prosessilaitteistoissa eikä siitä aiheudu säteilyvaikutuksia työntekijöille tai ympäristöön. Jätevedet ja -kaasut käsitellään asianmukaisesti eikä niistä näin ollen aiheudu normaalitilanteissa merkittäviä vaikutuksia ympäristöön.

Polttoainenippujen valmistus

Polttoainepellettien valmistusta varten isotoopin uraani-235 suhteen väkevöity uraaniheksafluoridi (UF_6) muutetaan kemiallisen konversioprosessin avulla uraanidioksidijauheeksi (UO_2). Nykyaikaisilla polttoainetehtailla tämä konversioprosessi tapahtuu pääosin kuivaprosessina, jolloin prosessista aiheutuvat nestemäiset päästöt ovat alhaisemmat kuin perinteiseen märkäprosessiin perustuvassa konversiossa.

Uraanidioksidijauhe puristetaan polttoainepelleteiksi, jotka käsitellään uunissa korkeassa lämpötilassa keraamiseksi materiaaliksi. Tämän jälkeen polttoainepelletit hiotaan lopullisiin mittoihinsa ja asennetaan zirkoniumseoksesta valmistettujen suojakuoriputkien sisään. Putket paineistetaan polttoaineen lämmönsiirtoa parantavalla heliumilla ja suljetaan ilmatiiviisti. Valmiit polttoainesauvat kootaan polttoainetyypistä riippuen noin 100 sauvaa käsittäviksi polttoainenipuiksi, jotka varastoidaan kuljetusta varten.

Jokainen työvaihe tapahtuu yksityiskohtaiseen ohjeistukseen ja tiukkaan laadunvalvontaan perustuen. Työvaiheiden säteilyvaikutukset ovat vähäisiä, sillä säteilyn kannalta haitallisimpia uraanin hajoamistuotteita, kuten radiumia, radonia ja poloniumia, ei juurikaan ole rikastetun uraanin joukossa. Tuotantotilojen säteilytasoja ja uraanipölyn pitoisuutta seurataan jatkuvilla mittauksilla.

Kuljetukset

Polttoaineketjun eri vaiheiden väliset kuljetukset tapahtuvat valvottuina meri-, rautatie- ja maantiekuljetuksina erikoissäiliöitä sekä normaalia kuljetuskalustoa käyttäen. Suurin kuljetuskapasiteetti vaaditaan polttoaineketjun alkupäässä, sillä polttoaineen jalostusasteen kasvaessa siirrettävä materiaalimäärä pienenee.

Radioaktiivisten aineiden kuljetuspakkauksia ja kuljetuksia säätelevät Kansainvälisen Atomienergiajärjestön (IAEA) ohjeet sekä niiden pohjalta laaditut kansalliset määräykset. Uraanikuljetukset edellyttävät viranomaislupaa sekä niille pitää järjestää vartiointi ja valvonta asiattoman haltuunoton estämiseksi.

Kaikissa kuljetusvaiheissa kuljetuspakkaukset on suunniteltu ottaen huomioon kriittisyysturvallisuus, eli että lämpöä ja säteilyä tuottavan ketjureaktion syntyminen ei ole mahdollista. Tämä toteutetaan sekä suojausten avulla että mitoittamalla kuljetuspakkausten koko ja muoto sellaisiksi, että edes onnettomuustapauksissa ketjureaktiota ei käynnisty. Kuljetuspakkausten on kestettävä muun muassa kovat törmäykset ja tulipalot.

Nykyään on tyypillistä, että kuljetukset sisältyvät toimituskokonaisuuksiin. Raakauraani ostetaan toimitettuna konversiolaitokselle ja konvertoitu uraani (UF_6) toimitettuna rikastuslaitokselle. Rikastettu uraani (UF_6) ostetaan joko toimitettuna polttoainenippuja valmistavalle tehtaalle tai sitten rikastetun uraanin kuljetus sisältyy polttoaineen valmistussopimukseen kuten myös valmiiden polttoainenippujen kuljetus voimalaitokselle. Kuljetuksista ei aiheudu terveysvaikutuksia kuljetushenkilökunnalle tai kuljetusreittien varrella asuvalle väestölle, sillä kuljetettavat materiaalit eivät ole voimakkaasti säteileviä.

Olkiluotoon käyttöön tuleva ydinpolttoaine toimitetaan Suomeen laivakuljetuksin ja voimalaitokselle se kuljetetaan maanteitse. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vuotuinen polttoainetarve on noin 36 tU eli muutaman autokuorman verran. Olkiluodon voimalaitoksella tuoretta polttoainetta varastoidaan kuivavarastossa. Ydinpolttoaineen hallussapitolupa edellyttää vartiointia, jolla estetään sivullisten pääsy käsiksi ydinmateriaaliin.

Käyttö

Uraanin käyttäminen polttoaineena perustuu sen isotoopin uraani-235 atomiydinten halkeamisreaktioon eli fissioon. Fissioreaktiossa raskas atomi hajoaa vapaan neutronin osuessa siihen kahdeksi tai useammaksi kevyemmäksi atomiytimeksi, joita kutsutaan fissiotuotteiksi. Reaktiossa vapautuu lisäksi muutamia neutroneita sekä suuri määrä energiaa. Reaktiossa vapautuneet neutronit voivat aiheuttaa uusia fissioita, mikä mahdollistaa ketjureaktion syntymisen. Ketjureaktion hallintaan käytetään neutroneja kaappaavia alkuaineita, jotka kuluttavat ylimääräiset neutronit.

Fission lisäksi reaktorissa tapahtuu muita ydinreaktioita. Polttoaineen uraanista suurin osa on isotooppia uraani-238, joka ei fissioidu yhtä tehokkaasti kuin isotooppi uraani-235. Sopivalla energialla liikkuva neutroni saattaa absorboitua uraani-238 atomiytimeen. Neutronin muuttuessa protoniksi syntyy plutoniumia (Pu). Reaktorissa syntyy plutoniumin lisäksi myös muita transuraaneja eli uraania raskaampia alkuaineita. Osa transuraaneista, kuten plutonium-239, osallistuvat reaktorin energiantuotantoon.

Polttoaineen vaihtolatausseisokin yhteydessä reaktorista poistetaan suunnitellun käyttöikänsä saavuttaneet polttoaineniput, nykyisin noin neljännes polttoaineesta vuosittain, ja korvataan ne tuoreilla polttoainenipuilla. Lisäksi reaktoriin jäävien polttoainenippujen paikkoja vaihdetaan optimaalisen tehotiheyden saavuttamiseksi. Käytön aikana ydinpolttoaineeseen syntyvistä hajoamistuotteista ja transuraaneista johtuen käytetyn polttoaineen radioaktiivisuus on niin korkea, että sen käsittely ja säilyttäminen vaativat erityistoimenpiteitä.

Jo polttoainenippujen suunnittelussa huomioidaan myös varsinaisen käytön lisäksi niille käsittelystä ja kuljetuksesta aiheutuvat rasitukset, mukaan lukien pitkäaikaisvarastointiin ja loppusijoittamiseen liittyvät käsittelyvaiheet.

Muutoksen suuruus

Käytön jatkamisen tapauksessa hankittavan ydinpolttoaineen määrä säilyy samana vuositasolla (noin 260 tU raakauraania vuodessa), mutta kokonaismäärä kasvaa. Kokonaismäärän lisäyksen on arvioitu olevan noin 2 600 tU raakauraania vuoteen 2048 ja noin 5 200 tU vuoteen 2058.

Raakauraani luokitellaan uusiutumattomaksi luonnonvaraksi, jolloin sen käyttö vähentää luonnonvarojen esiintymiä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen tarvitsema raakauraanin määrä vuositasolla on noin 0,5 % uraanin nykyisestä vuotuisesta tuotantomäärästä. Mikäli laitosten käyttöä jatketaan 20 vuodella, lisäys laitosten raakauraanitarpeeseen olisi yhteensä arviolta noin 5 200 tU, mikä vastaa noin 0,1 % tällä hetkellä tunnetuista uraanivarannoista. Kun näiden lisäksi otetaan huomioon arviot vielä löytymättömistä uraanivarannoista, korkeammalla hinnalla hyödynnettävistä uraanivarannoista ja ennusteet uraanin globaalin kysynnän kasvusta, arvioidaan käytön jatkamisen vaikutuksen olevan hyvin vähäinen uraanivarantoihin.

Käytön jatkaminen ei muuta voimalaitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle.

6.14.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotuksen vaihtoehdossa ydinpolttoaineen hankintaketju ja siinä syntyvät vaikutukset ovat vastaavia kuin käytön jatkamisen yhdessä on kuvattu (luku 6.14.3.1). Tehonkorotuksen tapauksessa hankittavan ydinpolttoaineen määrä lisääntyy hieman vuositasolla (ollen noin 280 tU raakauraania vuodessa). Kokonaismäärän lisäyksen on arvioitu olevan noin 3 020 tU raakauraania vuoteen 2048 ja 5 820 tU vuoteen 2058. Nykyisiin globaaleihin uraanivarantoihin verrattuna lisäys raakauraanin hankintamäärään on hyvin vähäinen.

Tehonkorotus ei muuta voimalaitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle. Tehonkorotuksen tapauksessa rakennettavat lisärakennukset eivät muuta alueen luonnonvaroja, sillä rakennustyöt koskevat pääosin vain maan pintakerroksia. Syntyvä irtomaa-aines ja mahdollisen KPA-varaston laajennuksen louhinnasta syntyvä kiviaines hyödynnetään mahdollisuuksien mukaan voimalaitosalueella.

6.14.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Laitosalueen herkkyys luonnonvarojen hyödyntämisen osalta arvioitiin kohtalaiseksi, sillä alueella on rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle. Käytön jatkamisessa ja tehonkorotuksessa laitosalueeseen kohdistuvia vaikutuksia ei synny, sillä vaihtoehdot eivät muuta laitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle.

Ydinpolttoaineen hankinnan osalta vaikutuskohteen herkkyyttä ei voida määrittää tämän YVA:n puitteissa, sillä ydinpolttoaine hankitaan sen toimittajalta, joka vastaa tuotantonsa ympäristövaikutusten arvioinneista sijaintimaan lainsäädännön mukaisesti. Nykyisiin globaaleihin uraanivarantoihin verrattuna laitosyksiköiden käytön aikainen uraanin hankintamäärä on hyvin vähäinen, jonka perusteella arvioituna vaikutusten merkittävyys on enimmillään vähäinen kielteinen (Taulukko 57).

Taulukko 57. Vaikutusten merkittävyys: Luonnonvarojen hyödyntäminen.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1 ja VE2: voimalaitosalue	Kohtalainen	Ei muutosta	Ei vaikutusta
VE1 ja VE2: ydinpolttoaineen hankinta	Ei voida määrittää	Hyvin vähäinen	Vähäinen kielteinen

6.14.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Olkiluodon voimalaitoksen käyttämällä uraanilla ei arvioida olevan merkittäviä vaikutuksia uraanivarantoihin, mutta ydinpolttoaineen tuottaminen aiheuttaa ympäristövaikutuksia. TVO hankkii uraania ja ydinpolttoaineen valmistusketjuun liittyviä jalostuspalveluita ainoastaan yhtiön arviointiprosessin läpäisseiltä hyväksytyiltä toimittajilta. Toimittajien arvioinnin ja seurannan avulla halutaan varmistua toimittajan toimituskyvyn ja luotettavuuden ohella siitä, että vastuullisuuteen ja ympäristöön liittyvät asiat ovat kunnossa. Arviointien yhteydessä kiinnitetään huomiota muun muassa toimittajien ympäristö- ja laadunhallintajärjestelmien laatuun ja toimivuuteen. Lisäksi polttoainenippujen valmistusta valvotaan tekemällä säännöllisesti valmistusvalvontakäyntejä polttoainetehtailla, jolloin varmistetaan, että polttoaine täyttää sille asetetut turvallisuus- ja käytettävyysvaatimukset.

TVO:n mahdollisuudet vaikuttaa yhtiölle toimitettavan ydinpolttoaineen toimitusketjun eri toimijoiden menettelytapoihin liittyvät toimittajien valintaan sekä polttoainesopimuksissa sovittuihin velvoitteisiin. Kussakin maassa näitä toimintoja koskevat omat ympäristö- ja muut säädökset. TVO:n ympäristöpolitiikan mukaisesti

yhteistyössä toimittajien kanssa painotetaan ympäristöasioiden hallinnassa jatkuvan parantamisen ja avoimen vuorovaikutuksen periaatetta.

6.14.5. Epävarmuustekijät

Raakauraanin saatavuuden arviointi perustuu tuotannon ja käytön osalta lähivuosikymmenien ennusteisiin ja arvioihin sekä oletuksiin uraanin hinnasta. Pitkällä aikavälillä toisenlaista polttoainetta käyttäviä reaktorityyppejä ja jälleenkäsittelyn laajamittaista käyttöönottoa ei arvioinnissa ole huomioitu. Osa varantojen hyödyntämisestä vaatii uutta tekniikkaa. Nykyinen (04/2024) uraanin markkinahinta on noussut sellaiselle tasolle, että uusien kaivosprojektien ja malminetsinnän harjoittamisen arvioidaan olevan jälleen kannattavaa, mutta uusien kaivosten avaaminen kestää yleensä monia vuosia.

6.15. Jätteet ja niiden käsittely

6.15.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu käytön jatkamisen sekä tehonkorotuksen aikana syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten sekä tavanomaisten jätteiden määrää, laatua ja käsittelyä voimalaitosalueella. Jätteiden käsittelyyn liittyviä vaikutuksia on arvioitu jätteiden ominaisuuksien ja käsittelytekniikoiden perusteella. Arvioinnissa on otettu huomioon erityisesti radioaktiivisuutta sisältävien jätteiden mahdollisesti aiheuttamat säteilyannokset jätteitä käsittelevälle henkilökunnalle ja arvioitu, voiko jätteiden käsittelystä, varastoinnista ja loppusijoituksesta aiheutua vaikutuksia voimalaitosalueen ulkopuolelle.

Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja välivarastointi laitosalueella on kuvattu ja niiden ympäristövaikutukset on arvioitu mm. pohjautuen laitoksen toimintasuunnitelmiin. Käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja voimalaitokselta Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle on tarkasteltu perustuen Posivan kuljetusriski- ja toteutustapaselvitykseen *(Suolanen ym. 2004)* sekä ympäristövaikutusten arviointiin *(Posiva Oy 2008)*. Posiva on myöhemmin päivittänyt selvitykset ja yleisellä tasolla asia on kuvattu Posivan käyttölupahakemuksessa *(Posiva Oy 2021b)*. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituskonseptin pääperiaatteita ja pitkäaikaisturvallisuutta on tarkasteltu yleisesti perustuen Posivan julkaisuihin *(mm. Posiva Oy 2008, 2012 & 2021b)*.

6.15.2. Nykytila

Voimalaitoksen nykyisestä toiminnasta syntyviä jätteitä ja niiden käsittelyä on kuvattu luvuissa 3.2.6–3.2.9 käytetyn ydinpolttoaineen, hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen sekä tavanomaisen jätteen osalta. Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevan Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen toimintaa on kuvattu seuraavissa luvuissa.

Vaikutuskohteen herkkyystaso määräytyy alueen jätteiden käsittelyyn liittyvien toimintojen kapasiteetin riittävyyden perusteella. Voimalaitosalueella syntyville jätteille on olemassa ja käytössä toimivat jätehuoltomenetelmät. Mahdollinen varastointikapasiteetin kasvutarve on huomioitu alueen suunnitelmissa. Vaikutuskohteen herkkyys arvioitiin vähäiseksi.

6.15.3. Ympäristövaikutukset

6.15.3.1. Käytön jatkaminen

Käytetty ydinpolttoaine

Käytön jatkaminen ei lisää muodostuvan käytetyn ydinpolttoaineen määrää vuositasolla, mutta käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä kasvaa noin 380 tonnia 10 lisäkäyttövuoden aikana ja noin 760 tonnia 20 lisäkäyttövuoden aikana. Koko käyttöaikana syntyvä käytetyn ydinpolttoaineen määrä on nykyisessä toiminnassa noin 2 483 tU (v. 2038). Jos käyttöikää jatketaan vuoteen 2048 on käytetyn ydinpolttoaineen kokonaiskertymä yhteensä noin 2 861 tU ja vuoteen 2058 noin 3 240 tU.

Käsittely laitosalueella ja välivarastointi

Reaktorista poistamisen jälkeen käytettyä polttoainetta säilytetään muutamia vuosia veden alla reaktorirakennuksen vesialtaassa, jolloin sen aktiivisuus ja lämmöntuotto alenevat merkittävästi. Vesi toimii säteilysuojana ja jäähdyttää käytettyä polttoainetta. Tämän jälkeen käytetty polttoaine siirretään laitosalueella sijaitsevaan käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoon (KPA-varasto). Polttoaineen siirrot reaktorirakennuksen ja polttoainevaraston välillä tehdään erikoiskuljetussäiliön avulla, joka suojaa säteilyltä. KPA-varastossa polttoaineniput varastoidaan vesialtaissa useiden vuosikymmenien ajan, kunnes niiden aktiivisuus ja lämmöntuotto ovat riittävän alhaiset, jotta ne voidaan siirtää Posivan käytetyn polttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle.

Jos KPA-varastoa laajennetaan, rakennetaan nykyisten altaiden jatkoksi uusia altaita. Tämä vastaa käytännössä 2010-luvulla tehtyä KPA-varaston laajennusta, jossa KPA-varastolle lisättiin kolme uutta allasta. Rakennus- ja muutostyöt KPA-varastolla toteutetaan siten, että henkilöstön ja ympäristön säteilysuojelu otetaan huomioon kuten nykyisessä toiminnassa. Varastokapasiteetin kasvu ei myöskään vaikuta henkilöstön säteilyannoksiin toiminnan aikana.

Käyttöiän jatko ei vaikuta polttoaineen käsittelyyn reaktorista poistamisen jälkeen. Polttoainevarastoinnin turvallisuutta ylläpidetään samalla tavalla kuin voimalaitoksen käytön aikana, varmistamalla polttoaineen riittävä jäähdytys, alikriittisyys, säteilysuojaus ja turvaamalla polttoaineen eheys. Välivarastoinnin aikana käytetyn polttoaineen kuntoa seurataan säännöllisesti toteuttamalla mm. pitkäaikaisvarastoinnin kunnonvalvontaohjelmaa seurantaan valittujen nippujen osalta. Tarkoituksena on varmistaa, että käytetyn polttoaineen kunto säilyy pitkäaikaisvarastoinnissa riittävänä myös loppusijoituksen edellyttämän polttoaineen käsittelyn kannalta. Myös varastoaltaiden kemiallisella ympäristöllä on merkitystä mm. polttoaineen eheyden ylläpitämisessä. Varastoaltaiden veden kemiallista tilaa seurataan laitosyksiköiden turvallisuusteknisten käyttöehtojen mukaisesti. Sen lisäksi seurataan myös allasveden aktiivisuutta.

Käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärän kasvun vaikutus henkilökunnan säteilyannoksiin on merkityksetön verrattuna nykyiseen toimintaan. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja varastoinnin kaikissa vaiheissa huolehditaan, että ydinpolttoaine on alikriittisessä tilassa eli hallitsematonta fissioketjureaktiota ei tapahdu. Tämä varmistetaan mm. siirtosäiliöiden, varastotilojen ja käsittelylaitteiden osalta. Normaalitoiminnassa käytetyn ydinpolttoaineen käsittelystä ja välivarastoinnista aiheutuvat vaikutukset ympäristöön ovat erittäin vähäisiä voimalaitoksen päästöihin verrattuna eikä lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja välivarastoinnin, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv.



Siirrot kapselointilaitokselle

Käytetty ydinpolttoaine pakataan KPA-varastolla siirtosäiliöön sen ollessa veden alla, jolloin vallitsevat säteilytasot (enintään 0,03 millisievertiä tunnissa (mSv/h) eivät nouse pakkaamisen aikana. Pakkaamisesta ei myöskään aiheudu voimalaitoksen normaalikäytöstä poikkeavia säteily- tai päästövaikutuksia ympäristöön. Polttoaineen käsittely ja siirrot varastoaltaista siirtosäiliöön vastaavat voimalaitoksen nykyisiä polttoaineen käsittelymenetelmiä. Polttoaineniput valitaan siirtosäiliöön huomioiden niiden jälkilämmöntuotto, säteilyannosnopeus ja reaktiivisuus. Tällä varmistetaan, että loppusijoituskapselien sekä siirtosäiliön lämmöntuotto ja kriittisyysturvallisuus ovat vaaditulla tasolla ja että säteilyannosnopeus säiliön ulkopuolella pysyy asetetuissa rajoissa.

Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen kuljettaminen kapselointilaitokselle tapahtuu voimalaitosalueen sisäisinä siirtoina siirtosäiliöllä. Kun Posivan loppusijoitustoiminta alkaa, arvioidaan käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja olevan noin 12 kpl vuodessa (1 siirtosäiliö kerrallaan). Käytetyn ydinpolttoaineen siirroille on haettava STUK:n hyväksyntä. STUK tarkastaa ja hyväksyy siirtosuunnitelman, siirtosäiliön rakenteen, turvajärjestelyt ja onnettomuuksiin varautumisen. Käytetyn ydinpolttoaineen siirtoa Olkiluodossa seuraa tarvittava saattuehenkilöstö, kuten turvahenkilöt.

Kapselointi ja loppusijoitus

Posiva Oy vastaa omistajiensa TVO:n Olkiluodon ja Fortumin Loviisan voimalaitoksilla syntyvän käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta Olkiluodossa. Vuonna 2021 Posiva haki käyttölupaa yhteensä 6 500 tU, johon sisältyy sekä OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden sekä LO1- ja LO2-laitosyksiköiden käytetty ydinpolttoaine. Posiva tulee luvittamaan loppusijoituslaitoksensa kapasiteetin vastaamaan omistajiensa ydinvoimalaitosten tarpeita. Posiva on aiemmin toteuttanut YVA-menettelyn 12 000 tU:lle käytettyä ydinpolttoainetta, johon si-

sältyivät lisäksi suunnitteilla olleet OL4- ja LO3-laitosyksiköt (*Posiva 2008*). Posivan ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella vaikutukset ympäristöön eivät merkittävästi kasva, vaikka polttoainetta loppusijoitetaan enemmän.

Nykyisen suunnitelman mukaisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitus Posivalla on tarkoitus aloittaa 2020-luvulla, jolloin TVO:n KPA-varaston kapasiteetti on riittävä ottamaan vastaan OL1- ja OL2-laitosyksiköistä tulevan käytetyn polttoaineen käytön jatkamisen tapauksessa. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi jostain syystä merkittävästi, tulee KPA-varaston varastointikapasiteettia nostaa.

Käytetty ydinpolttoaine vastaanotetaan kapselointilaitokseen, jossa käytetty ydinpolttoaine suljetaan turvallisesti loppusijoituskapseleihin. Kapselointilaitos on kytketty maanalaiseen loppusijoituslaitokseen kapselihissillä, jolla kapselit kuljetetaan alas loppusijoitustasolle, noin 430 m syvyyteen maanalaiselle vastaanottoasemalle. Sieltä ne siirretään siirto- ja asennusajoneuvolla loppusijoitustunneleihin. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuus perustuu loppusijoitusjärjestelmään, joka perustuu moniesteperiaatteeseen. Siinä radioaktiiviset aineet ovat useiden toisiaan tukevien, mutta toisistaan mahdollisimman riippumattomien vapautumisesteiden sisällä siten, että yhden vapautumisesteen pettäminen ei vaaranna eristyksen toimivuutta. Teknisiä vapautumisesteitä ovat polttoaineen olomuoto, loppusijoituskapseli, puskuribentoniitti ja tunnelien täyttö. Luonnollisena vapautumisesteenä toimii peruskallio. Loppusijoitusratkaisussa käytetty ydinpolttoaine pakataan vesitiiviisiin, kestäviin loppusijoituskapseleihin, joiden sisäosa on valurautaa ja ulkokuori kuparia. Kapselit sijoitetaan noin 430 m syvyydelle kallioon, jossa ne ovat erillään ihmisistä ja jossa ne säilyvät ilman huolenpitoa tiiviinä niin kauan kuin niiden sisällöstä voisi olla olennaista haittaa elolliselle luonnolle. Geologisen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden suunnitteluperusteina käytetään ydin- ja säteilyturvallisuuskriteerien lisäksi arvioita erilaisista luonnossa tapahtuvista muutoksista. Pitkäaikaisturvallisuusperustelussa on esimerkiksi analysoitu, miten loppusijoitusratkaisu kestää maanjäristykset, tulevaisuuden jääkaudet aina miljoonaan vuoteen asti sekä mannerjään aiheuttaman rasituksen. Pitkäaikaisturvallisuusperustelussa käsitellään myös loppusijoitusratkaisun käyttäytymiseen sekä erilaisten mahdollisten tapahtumien ja kehityskulkujen arviointiin liittyviä epävarmuuksia. Riskejä arvioitaessa otetaan huomioon tapahtumien todennäköisyys.



Posiva on tehnyt pitkäjänteistä työtä käytetyn polttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden arvioimiseksi jo useiden vuosikymmenten ajan. Posivan pitkäaikaisturvallisuusperustelu saa suuren osan lähtötiedoistaan loppusijoituspaikan paikankuvauksesta, joka perustuu kaikkiin niihin tutkimuksiin, joissa Olkiluodon aluetta ja kallioperää on tutkittu ydinjätteen loppusijoituksen näkökulmasta 1980-luvulta lähtien. Vuonna 2004 aloitettiin maanalaisen tutkimustilan rakentaminen, jonka myötä maanalaiset tutkimukset ovat tulleet yhä tärkeämmiksi tietolähteiksi. Lisäksi maanpäällisillä tutkimuksilla on saatu kattava kuva koko loppusijoituspaikan ominaisuuksista ja prosesseista. Paikankuvaukseen sisältyvät mm. loppusijoituspaikan geologian, hydrologian, hydrogeologian, hydrogeokemian sekä kalliomekaniikan kuvaukset mukaan lukien arviot niiden kehittymisestä tulevaisuudessa.

Posiva on tarkastellut käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuutta sekä rakentamislupavaiheen että käyttölupavaiheen aikana laatimalla pitkäaikaisturvallisuuden turvallisuusperustelun. Turvallisuusperustelut on toimitettu STUK:lle hyväksyttäväksi hakemuksen yhteydessä. Luvan myöntämiseksi tarvitaan STUK:n hyväksyvä päätös myös turvallisuusperustelusta. Posivan pitkäaikaisturvallisuusperustelun raporttikokonaisuudessa kuvataan mm. suunnitteluperusteet, loppusijoitusjärjestelmän alkutila, loppusijoituslaitokseen sijoitettavan matala- ja keskiaktiivisen jätteen tila, teknisten vapautumisesteiden toimintakykyanalyysi, skenaarioiden muodostaminen, radionuklidien vapautuminen ja kulkeutuminen, laskentamallit ja niiden lähtötiedot sekä täydentäviä tarkasteluja. Näiden pohjalta esitetään yhteenveto päätuloksista ja johtopäätöksistä, arvio viranomaismääräysten täyttymisestä sekä arvio käytetyn polttoaineen loppusijoituksen pitkäaikaisturvallisuuden ja turvallisuusarvioinnin luotettavuudesta.

Pitkäaikaisturvallisuusperustelun mukaan todennäköisinä pidettävien kehityskulkujen seurauksena aiheutuvat vuotuiset säteilyannokset eniten altistuvillekin henkilöille jäävät seuraavien kymmenen tuhannen vuoden aikana selvästi alle ydinenergia-asetuksessa annetun rajan ja muiden ihmisten saamat annokset jäävät merkityksettömän pieniksi. Tämän jälkeen todennäköisinä pidettävistä kehityskuluista johtuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioidaan enimmilläänkin jäävän alle tuhannesosaan STUK:n asettamista enimmäisarvoista. Tämän lisäksi tyypillisten säteilyannosten perusteella arvioituna loppusijoituspaikan nykyisenkaltaisen eliöstön säteilyaltistus jää selvästi kansainvälisissä hankkeissa ehdotettua viitearvoa pienemmäksi. Aiheutuvat säteilyannokset ja radioaktiivisten aineiden vapautumisnopeudet on arvioitu ottaen huomioon mahdolliset satunnaiset poikkeamat loppusijoitusjärjestelmältä vaadituista toimintakykyvaatimuksista samoin kuin arvioinnissa käytettyjen laskentamallien ja lähtötietojen epävarmuudet.

Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnassa syntyy hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivista jätettä yhteensä noin 50 m^3 vuodessa. Käytön jatkaminen ei muuta syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden määriä vuositasolla, mutta niiden kokonaismäärät kasvavat. Voimassa olevien käyttölupien loppuun mennessä muodostuvaksi kokonaismääräksi on arvioitu noin 8 250 m^3. Mikäli käyttöä jatketaan 10 vuodella vuoteen 2048 asti, tulee syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden kokonaismäärä olemaan noin 8 750 m^3. Mikäli käyttöä jatketaan 20 vuodella vuoteen 2058 asti, määrä tulee olemaan noin 9 250 m^3. VLJ-luolan kapasiteetti on yhteensä 15 500 m^3.

Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiiviselle jätteelle on olemassa olevat käsittelytavat sekä varastointi- ja loppusijoituspaikat. Käyttöiän jatkamisen tapauksessa jätehuoltomenetelmät säilyvät pääosin samoina. VLJ-luolan olemassa olevan tilan optimoimiseksi TVO on selvittänyt erillisen hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitushankkeen toteutusta Olkiluotoon, joka nykyisten aikataulujen mukaan on alkamassa 2020-luvulla. VLJ-luolan ja maaperäloppusijoitushankkeen kokonaiskapasiteetin arvioidaan riittävän käytön jatkamisen tuoman lisämäärän loppusijoittamiseen.



Jätehuoltoon liittyvät toimenpiteet kuuluvat voimalaitoksen normaaliin toimintaan ja aiheuttavat vain pienen osan henkilöstön säteilyannoksesta. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelyn eri vaiheet, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Ydinjätelaitoksen normaalin käytön vuosiannoksen raja-arvo on 0,01 mSv. Normaalitoiminnassa hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden käsittelystä ei synny radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön riippumatta syntyvän tai laitosalueella varastoitavan jätteen määrästä. Loppusijoituksessa huolehditaan siitä, että jätepakkaukset ovat ehjiä ja hyväkuntoisia eikä niiden pinnalla saa olla irtoavaa kontaminaatiota. Tällöin normaalitoiminnassa radioaktiivisia aineita ei vapaudu jätepakkausten ulkopuolelle eivätkä loppusijoitustiloihin kertyvät vedet voi kontaminoitua radioaktiivisista aineista. Loppusijoituksen periaatteena on pitää jätteiden sisältämät radioaktiiviset aineet elollisesta luonnosta erillään siten, että ympäristön turvallisuus ei vaarannu missään vaiheessa.

Valvonnasta vapautettavat ja tavanomaiset jätteet

Ydinvoimalaitoksen valvonta-alueella syntyy erilaisia huoltojätteitä (mm. eristemateriaali, vanhat työvaatteet, koneiden ja laitteiden osat sekä käytetyt työkalut ja pakkausmateriaali), jotka voivat sisältää pieniä määriä radioaktiivisuutta. Huoltojätteen aktiivisuus analysoidaan useilla peräkkäisillä mittauksilla. Mikäli jäte-erän aktiivisuus on tarpeeksi matala, se voidaan vapauttaa valvonnasta ydinenergialain 27 c § mukaan. Valvonnasta vapautetuista materiaaleista väestön yksilöille tai jätteitä käsitteleville työntekijöille aiheutuvan vuosiannoksen rajoitus on 0,01 mSv ja lisäksi valvonnasta vapautetusta jätteestä aiheutuva säteilyaltistus tulee muutoinkin pitää niin vähäisenä kuin käytännön toimin on mahdollista. Valvonnasta vapautettu jäte voidaan jatkokäsitellä kuten tavanomainen teollisuusjäte. Nykyisessä toiminnassa valvonnasta vapautettavaa huoltojätettä ei ole

syntynyt OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä vuoden 2018 jälkeen lainkaan, koska hyvin matala-aktiivisen jätteen kerääminen ja varastointi on aloitettu vuonna 2019. Vuonna 2023 valvonnasta vapautettiin kuitenkin metallia ja sekaromua kierrätykseen noin 29 t. Valvonnasta vapautettavien jätteiden määrän ei odoteta lisääntyvän vuositasolla merkittävästi tulevaisuudessa.

Voimalaitoksen käyttöiän jatkaminen ei juurikaan muuta tavanomaisen jätteen määrää vuositasolla. Jätemäärissä voi olla vaihtelua vuosittain muutenkin riippuen esimerkiksi voimalaitosalueella tehtävistä rakennus-, huolto- ja kunnossapitotöistä. Myös tavanomaisten jätteiden käsittely jatkuu nykyisten menetelmien mukaisena. Kaikki syntyvät jätteet lajitellaan ja ne ohjataan ensisijaisesti materiaalihyötykäyttöön ja toissijaisesti energiahyötykäyttöön. Syntyvistä jätteistä vuonna 2023 hyödynnettiin materiaalina 64 % ja 30 % energiana. Kaatopaikkajätettä ei ole viime vuosina syntynyt ollenkaan.

Syntyvien jätteiden määrät pidetään mahdollisimman pieninä ja materiaalihyödyntämiseen menevän jätteen osuutta pyritään kasvattamaan. Tavoitteena on, että materiaalina hyödynnetään 60 % syntyvästä jätteestä vuoteen 2030 mennessä. Jakeittain lajitellut jätteet toimitetaan käsiteltäväksi, hyödynnettäväksi tai loppusijoitettavaksi jätelainsäädännön ja ympäristölupapäätösten edellyttämällä tavalla. Vaarallisia jätteitä säilytetään asianmukaisesti ja ne toimitetaan vaarallisten jätteiden käsittelylaitokselle.

Voimalaitosalueella toteutettavasta tavanomaisten jätteiden käsittelystä ei aiheudu ympäristövaikutuksia. Vaikutukset syntyvät pääasiassa jätteen kuljetuksista sekä jätteiden jatkokäsittelystä vastaavien toimijoiden prosesseista.

Muutoksen suuruus

Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja välivarastoinnin sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelyn eri vaiheet, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Ydinjätelaitoksen normaalin käytön vuosiannoksen raja-arvo on 0,01 mSv. Käytetyn ydinpolttoaineen tai hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelystä aiheutuvat henkilökunnan säteilyannokset ovat hyvin pieniä ja alittavat ydinvoimalaitoksen normaalikäytölle asetetut raja-arvot. Jätteiden kokonaismäärä kasvaa lisäkäyttövuosien myötä, mutta niille on olemassa tai suunnitteilla olevat käsittelymenetelmät. Muutoksen suuruuden arvioidaan olevan käytön jatkon osalta enimmillään vähäinen kielteinen.

6.15.3.2. Tehonkorotus

Käytetty ydinpolttoaine

Tehonkorotuksen yhteydessä toteutetaan polttoaineteknisiä muutoksia, jotka liittyvät mm. reaktorista poistettavan polttoaineen rikastusasteen sekä palaman nostoon. Polttoaineen valmistajan toteuttaman rikastusasteen nostossa polttoaineen sisältämän fissiilin uraanin määrää kasvatetaan. Tällöin laitoksella käytettävästä polttoaineesta otettavan lämpötehon määrää voidaan kasvattaa 10 %:lla. Muutosten ansiosta vuosittain poistettavien polttoainenippujen lukumäärä pysyy nykyisellä tasolla. Polttoaineen palaman nosto kasvattaa polttoainenippujen jälkilämmön tuottoa noin 10 %.

Reaktorista poistamisen jälkeen polttoainenippuja säilytetään reaktorirakennuksen polttoaineiden varastointialtaissa, kunnes ne voidaan siirtää KPA-varastolle. Kohonnut jälkilämpö kasvattaa KPA-varaston jälkilämmönpoistotarvetta vastaavalla määrällä. Merestä otettavaa ja sinne palautettavaa jäähdytysveden virtausmäärää kasvatetaan tarvittaessa, jolloin mereen palautettavan veden lämpötila ei nouse nykyisestä. Kun polttoainenippujen jälkilämpöteho on laskenut riittävälle tasolle, ne voidaan siirtää Posivan kapselointi- ja lop-

pusijoituslaitokselle. Kasvaneella jälkilämpöteholla ei ole vaikutusta Posivan polttoaineen käsittelyyn, koska Posivan loppusijoituksen lämpölaskelmissa on huomioitu tehonkorotuksen jälkeistäkin suurempi polttoaineen lämmöntuotto ja loppusijoitus voidaan suorittaa tämänhetkisten suunnitelmien mukaisesti.

Käytetyn ydinpolttoaineen vuosikertymä pysyy samana kuin nykyisessä toiminnassa, mutta kokonaismäärä kasvaa lisäkäyttövuosien myötä. Käytetyn polttoaineen käsittely laitosalueella, välivarastointi, siirrot kapselointilaitokselle sekä kapselointi ja loppusijoitus toteutetaan kuten luvussa 6.15.3.1 on kuvattu ja vaikutukset säilyvät samankaltaisina.

Hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte sekä valvonnasta vapautettavat ja tavanomaiset jätteet

Jätteiden määrät vuositasolla pysyvät samansuuruisina kuin nykyisessä toiminnassa, mutta kokonaismäärät kasvavat lisäkäyttövuosien myötä. Jätteiden käsittelymenetelmät, varastointi, kuljetus ja loppusijoitus toteutetaan kuten luvussa 6.15.3.1 on kuvattu ja vaikutukset säilyvät samanlaisina.

Muutoksen suuruus

Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen käsittelyn ja välivarastoinnin sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelyn eri vaiheet, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Ydinjätelaitoksen normaalin käytön vuosiannoksen raja-arvo on 0,01 mSv. Käytetyn ydinpolttoaineen tai hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen käsittelystä aiheutuvat henkilökunnan säteilyannokset ovat hyvin pieniä ja alittavat ydinvoimalaitoksen normaalikäytölle asetetut raja-arvot. Jätteiden kokonaismäärä kasvaa lisäkäyttövuosien myötä, mutta niille on olemassa tai suunnitteilla olevat käsittelymenetelmät. Muutoksen suuruuden arvioidaan olevan käytön jatkon osalta enimmillään vähäinen kielteinen.

6.15.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä voimalaitosalueella syntyville jätteille on olemassa ja käytössä toimivat jätehuoltomenetelmät. Mahdollinen varastointikapasiteetin kasvutarve on huomioitu alueen suunnitelmissa.

Vaikutusten merkittävyys on vähäinen kielteinen, koska lisäkäyttövuosien myötä käsiteltävä käytetyn ydinpolttoaineen ja hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen määrä kasvaa ja jätehuoltotoimenpiteistä aiheutuva säteilyaltistus käsittelyhenkilökunnalle jatkuu. Jätteen kokonaismäärän kasvu ei kuitenkaan merkittävästi lisää henkilökunnan säteilyannoksia nykyiseen toimintaan verrattuna. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen jätehuollon eri vaiheet, väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Normaalitoiminnassa jätehuoltotoimenpiteistä syntyvät vaikutukset ovat erittäin vähäisiä eikä lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä. (Taulukko 58)

Taulukko 58. Vaikutusten merkittävyys: Jätteet ja niiden käsittely.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.15.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Radioaktiivisten jätteiden osalta haitallisia vaikutuksia voidaan lieventää esimerkiksi minimoimalla jätemäärää, tarkoituksenmukaisilla säteilysuojelutoimenpiteillä sekä toimivilla ja turvallisilla käsittely- ja loppusijoitusmenetelmillä. Näitä hyödynnetään jo nykyisessä toiminnassa, ja TVO:lla on käytössä esimerkiksi voimalaitosjätehuollon käsikirja, joka sisältää menetelmät ja ohjeet radioaktiivisen jätteen käsittelyyn, varastointiin ja loppusijoitukseen. Voimalaitoksen jätehuollosta järjestetään työntekijöille koulutuksia erillisten koulutusvaatimusten ja perehdytysohjelmien mukaisesti.

Kaikki tavanomaiset jätteet käsitellään voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, eikä jätemateriaaleista aiheudu haittaa tai vaaraa ympäristölle tai ihmisille. Jätteiden kerääminen ja kuljetus tapahtuu suunnitellusti. Tavanomaisten jätteiden osalta jätemateriaalit ohjataan jätteenkäsittelijöille, joilla on lupa käsitellä kyseisiä jätteitä. Tällöin jätehuoltotoimijat vastaavat, että haitalliset vaikutukset ovat mahdollisimman vähäiset.

6.15.5. Epävarmuustekijät

Pitkällä aikavälillä syntyviin jätemääriin voi tulla muutoksia tai lisäyksiä esimerkiksi huoltotoimenpiteistä johtuen. VLJ-luolan ja KPA-varaston kapasiteetin riittävyyttä tarkastellaan todellisten syntyvien jätemäärien mukaan ennakoivasti.

6.16. Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteilyaltistus

6.16.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Työntekijöiden säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutuksia on arvioitu perustuen voimalaitoksen toteutuneisiin radioaktiivisten aineiden päästöihin ja työntekijöiden saamiin säteilyannoksiin.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden normaalitoiminnan päästöjen perusteella on arvioitu laskennallisesti päästöistä aiheutuva säteilyannos ympäristön asukkaille. Laskennalliset säteilyannokset on esitetty vuosittain laadittavassa ympäristön säteilyturvallisuuden vuosiraportissa. Nykyisen toiminnan radioaktiiviset päästöt ilmaan ja vesistöön sekä niistä ympäristön asukkaille aiheutuneet laskennalliset säteilyannokset on esitetty ja niitä on verrattu asetettuihin päästörajoihin ja annosrajoituksiin.Vaikutusten tarkastelualueena käytettiin ympäristön säteilytarkkailua (noin 10 km laitosalueesta) sekä säteilyannoslaskentaa (100 km laitosalueesta).

Radioaktiivisten jätteiden käsittelystä ja loppusijoituksesta aiheutuvia henkilökunnan säteilyannoksia sekä radioaktiivisia päästöjä ja niiden vaikutuksia on kuvattu tarkemmin luvussa 6.15.

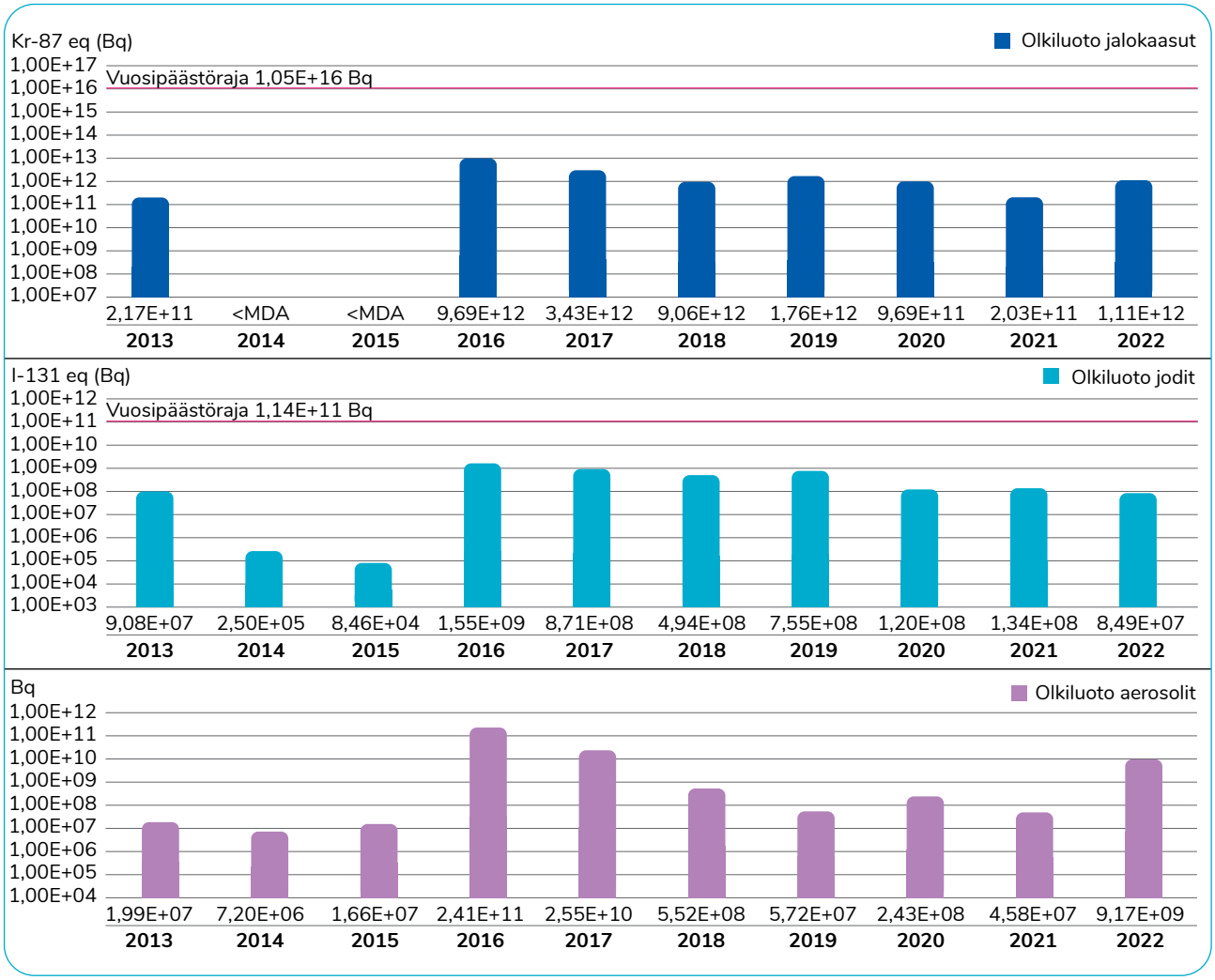
6.16.2. Nykytila

6.16.2.1. Radioaktiivisten aineiden päästöt

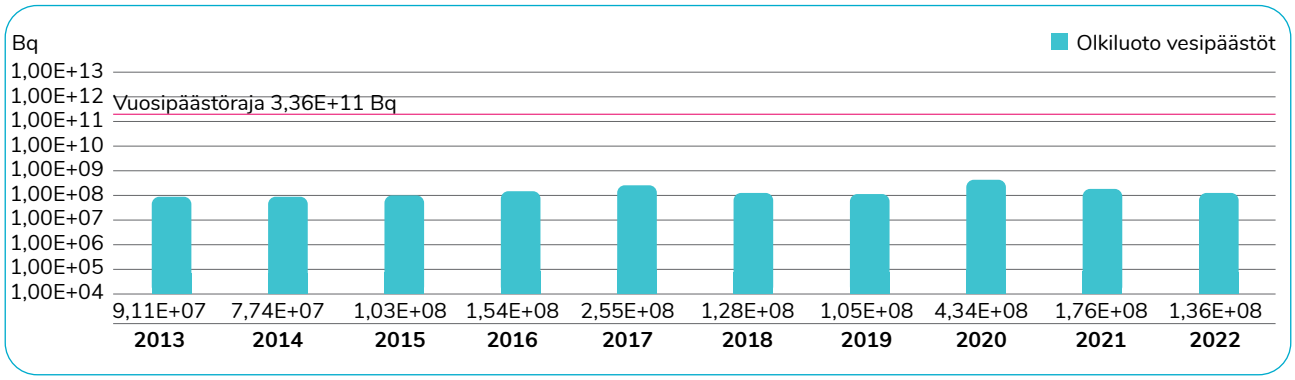
Olkiluodon ydinvoimalaitoksen käytön aikana syntyy pieniä määriä radioaktiivisia aineita, jotka voidaan päästää hallitusti ilmaan ja mereen noudattaen lainsäädännön, toimintaa koskevien lupien ja määräysten ehtoja. Päästöt mitataan huolellisesti STUK:n hyväksymin menetelmin ja varmistetaan, että ne alittavat selvästi asetetut raja-arvot. Päästötiedot raportoidaan STUK:lle neljännesvuosittain ja ne esitetään vuosittain ympäristön säteilyturvallisuuden vuosiraportissa.

Olkiluodon voimalaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan ja mereen ovat jääneet hyvin vähäisiksi niille asetetuista päästörajoista (Kuva 71 ja Kuva 72). Vuonna 2022 Olkiluodon voimalaitoksen jalokaasujen päästö ilmakehään oli 0,0106 % ja jodipäästö (Olkiluodossa päästöraja asetettu I-131:lle) 0,0744 % niille asetetuista päästörajoista. Tritiumpäästö mereen oli noin 2,85 % ja fissio- ja aktivoitumistuotteiden päästö mereen noin 0,0404 % niille asetetuista päästörajoista. *(STUK 2023)*

Tyypillisiä Olkiluodon voimalaitoksesta peräisin olevia voimalaitoksen lähiympäristössä havaittavia radionuklideja ovat H-3, Mn-54, Co-58 ja Co-60. Kaikki ympäristövalvonnassa havaittavat radionuklidit eivät ole peräisin ydinvoimalaitoksista. Ympäristössä on myös luonnon radioaktiivisuutta sekä keinotekoisia radionuklideja, kuten H-3, Sr-90 ja Cs-137, jotka ovat peräisin 1950- ja 1960-lukujen ydinasekokeista sekä erityisesti vuonna 1986 tapahtuneesta Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudesta. Laskennallisesti suurimmat eniten altistuvan väestöryhmän edustavalle henkilölle annosta aiheuttavat nuklidit ovat ilmapäästöissä C-14 ja vesipäästöissä Co-60 tai Cs-137. *(STUK 2023 & 2024e)*



Kuva 71. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästörajat ja toteutuneet vuotuiset radioaktiiviset päästöt ilmaan jalokaasujen, jodin ja aerosolien osalta vuosilta 2013–2022. Aerosoleille tai muille päästölajeille ei ole määritelty erillistä päästörajaa. (STUK 2024e)



Kuva 72. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen vuosipäästöraja ja toteutuneet vuotuiset radioaktiiviset päästöt vesistöön vuosilta 2013–2022. (STUK 2024e)

6.16.2.2. Säteilyaltistus

Olkiluodon ydinvoimalaitosten säteilyturvallisuuden tarkkailun tavoitteena on varmistaa, että niin työntekijöille kuin ympäristön asukkaille ydinlaitoksen käytöstä aiheutuva kokonaissäteilyaltistus pidetään niin pienenä kuin käytännössä mahdollista.

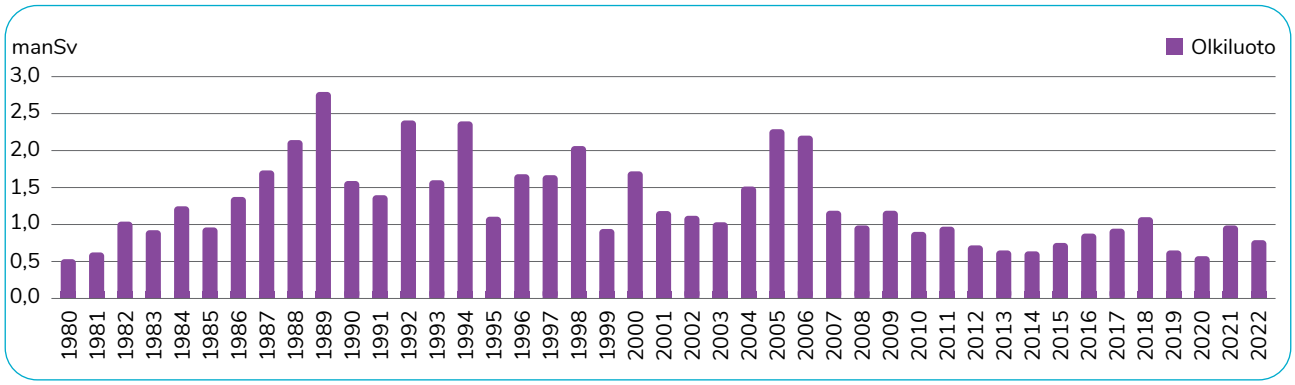
Työntekijöiden säteilyaltistus

Olkiluodon ydinvoimalaitoksella seurataan työntekijöiden henkilökohtaisia säteilyannoksia sekä työntekijöiden kollektiivista (yhteenlaskettua) säteilyannosta. Säteilyaltistustiedot viedään kuukausittain STUK:n ylläpitämään annosrekisteriin ja tulokset esitetään vuosittain voimalaitoksen vuosiraportissa.

Säteilytyöstä työntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa ylittää arvoa 20 mSv vuodessa (Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä, 1034/2018). Säteilyaltistus pidetään yksilötasolla selvästi annosrajojen alapuolella. Lisäksi TVO on asettanut ALARA-toimenpideohjelmassa ohjeen YVL C.1 mukaisen matalamman henkilökohtaisen annosrajoituksen sekä ohjeen YVL C.2 mukaisen kollektiivisen säteilyannoksen annosrajoituksen.

Työntekijöiden säteilyannokset syntyvät pääasiassa vuosihuoltojen aikana, jolloin työntekijät tekevät töitä avattujen prosessijärjestelmien ja radioaktiivisten komponenttien läheisyydessä. Vuosihuollon pituus ja sen aikana tehtävien säteilysuojelullisesti merkittävien huoltotöiden laajuus vaikuttavat työntekijöiden yhteenlasketun annoksen suuruuteen kyseisenä vuonna.

Vuosina 2002–2022 Olkiluodon ydinvoimalaitoksen työntekijän suurin vuosittainen annos on ollut 6,47–12,95 mSv ja kaikkien säteilytyöntekijöiden keskimääräinen annos on ollut 0,72–1,54 mSv. Seuraavassa kuvassa (Kuva 73) on esitetty Olkiluodon ydinvoimalaitoksen työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset voimalaitoksen käytön aloittamisesta alkaen. OL3-laitosyksiköllä ei ollut vuosihuoltoa vielä vuonna 2022, minkä vuoksi sen osuus Olkiluodon säteilyannoksista oli vielä vuonna 2022 alle 1 %. *(STUK 2024e)*



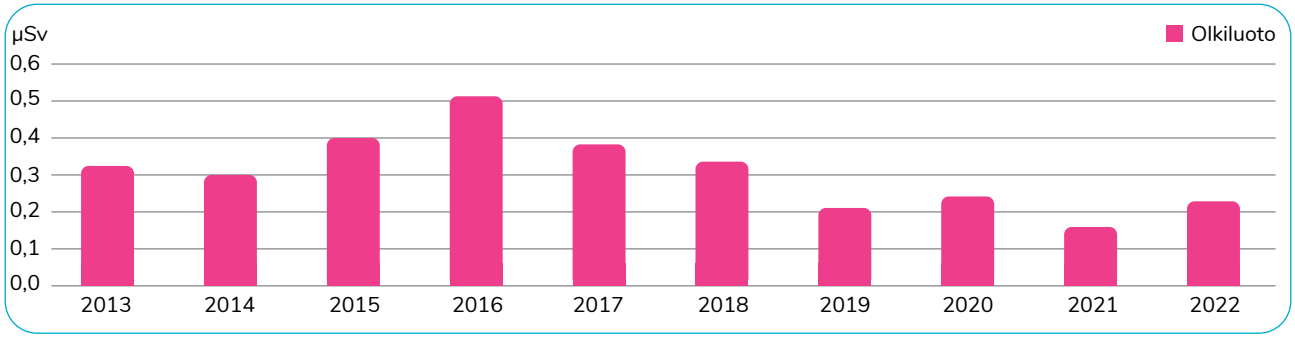
Kuva 73. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen työntekijöiden kollektiiviset (yhteenlasketut) säteilyannokset vuosilta 1980–2022. (STUK 2024e)

Ympäristön väestön säteilyaltistus

Ydinvoimalaitosten päästöt laimentuvat tehokkaasti voimalaitoksen ympärillä olevaan valtavaan ilma- ja vesimäärään eli ilmakehään ja mereen. Sen seurauksena ydinvoimalaitosten ympäristöön kertyy radioaktiivisia aineita vain erittäin pieninä pitoisuuksina, joita voidaan havaita ainoastaan herkillä mittausmenetelmillä. Normaalikäytön päästömäärät ovat niin pienet, että niistä aiheutuvaa väestön säteilyannosta on mahdotonta mitata. Tämän vuoksi väestön säteilyannokset määritetään laskennallisesti.

Ympäristön asukkaiden säteilyaltistusta arvioidaan vuosittain Olkiluodon ydinvoimalaitoksen päästötietojen ja ympäristönäytteiden sekä meteorologisten mittausten perusteella. Suomessa ydinvoimalaitosten normaalista käytöstä yksittäiselle ympäristön asukkaalle aiheutuvan säteilyannoksen rajoitukseksi on valtioneuvosto asettanut 0,1 mSv vuodessa. *(STUK 2024g)* Tämä on noin kuudeskymmenesosa keskimääräisestä säteilyannoksesta 5,9 mSv, jonka suomalaiset saavat eri lähteistä vuoden aikana *(STUK 2024b & 2024g)*.

Vuosina 2013–2022 ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos Olkiluodossa on ollut hyvin pieni, ollen alle 1 % ydinenergia-asetuksessa (161/1988) asetetusta rajasta 0,1 mSv, mikä vastaa 100 mikrosievertiä (µSv) (Kuva 74, *STUK 2023 & 2024e*).



Kuva 74. Ympäristön altistuneimman henkilön laskennallinen annos Olkiluodossa vuosina 2013–2022. (STUK 2024e)

6.16.2.3. Ympäristön säteilyvalvonta

Ympäristön säteilyvalvontaohjelman (2023–2027) tarkoituksena on seurata ja selvittää ydinlaitoksen ympäristöstä ihmiselle mahdollisesti aiheutuva säteilyrasitus. Mittaustulosten perusteella pyritään saamaan selville kriittiset radionuklidit, niiden leviämistiet, sekä niistä kriittiselle ryhmälle aiheutuvat annokset. Ympäristön säteilyvalvontaohjelman puitteissa mitataan ympäristön säteilytasoa kiinteillä mittareilla, ympäristöstä kerätään maa, ilma-, talousvesi-, merivesi-, kaatopaikan valumavesi-, pohjavesi-, kasvi- ym. näytteitä ja tehdään kokokehomittauksia ympäristön asukkaille. *(Kalliomaa & Sojakka 2022)*

Vuonna 2023 Olkiluodon voimalaitoksen maa- ja meriympäristöstä kerättiin ja analysoitiin yhteensä noin 410 näytettä. Näytteistä noin 130 oli STUK:n valvontanäytteitä ja loput olivat osa TVO:n omaa valvontaohjelmaa. *(STUK 2024g)* Olkiluodon voimalaitokselta peräisin olevia nuklideja havaitaan harvoin ja havaitut pitoisuudet ovat hyvin pieniä. Vuonna 2023 maaympäristöstä kerätyissä näytteissä havaittiin pääasiassa Tšernobylin ydinonnettomuudesta peräisin olevaa laskeumaa. Ihmisen ravintoon kuuluvista kasveista, maidosta ja lihasta ei ole löydetty Olkiluodon voimalaitoksen päästöistä aiheutuvia nuklideja. Vesiympäristön näytteistä havaitut pitoisuudet ovat olleet pieniä ja havaintoja on tehty lähinnä pohjaan sedimentoituvasta aineksesta ja indikaattoriorganismeista, jotka keräävät aktiivisuutta tehokkaasti, mutta eivät kuulu ihmisen ravintoon. Kaloissa ei ole havaittu voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita.

Ympäristössä havaittujen radioaktiivisten aineiden määrät olivat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ympäristön eikä ihmisten säteilyaltistukseen. Voimalaitoksien ympäristön asukkaissa ei mittausten perusteella havaittu voimalaitoksilta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Radioaktiivisten aineiden määrät vastaavat viime vuosina laitoksen ympäristöstä havaittuja määriä sekä noudattavat pidemmän aikavälin laskevaa trendiä, johon vaikuttaa voimalaitoksen päästöjen hallinnan kehittyminen. *(STUK 2024g)*

STUK:n ympäristön säteilyvalvontaohjelman puitteissa ydinvoimalaitoksen ympäristön asukkaille järjestetään kerran vuodessa mahdollisuus osallistua mittaukseen, jossa selvitetään ihmiskehoon kertyneiden radioaktiivisten aineiden määrä. Postitse lähetettävä kutsukirje lähetetään ensisijaisesti henkilöille, joilla on mittauksen järjestämisvuotena asuinosoite 5 km säteellä voimalaitoksesta.

6.16.2.4. Vaikutuskohteen herkkyys

Vaikutuskohteen herkkyystaso määräytyy yksittäiselle ympäristön asukkaalle normaalikäytöstä aiheutuvan säteilyannoksen perusteella. Suomessa ydinvoimalaitosten normaalista käytöstä väestön yksilön saama vuosiannoksen rajoitus on 0,1 mSv vuodessa (161/1988). Viime vuosina Olkiluodon ydinvoimalaitoksen aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut selvästi alle prosentin annosrajoituksesta. Vaikutuskohteen herkkyys arvioidaan vähäiseksi.

6.16.3. Ympäristövaikutukset

6.16.3.1. Käytön jatkaminen

Jos KPA-varastoa laajennetaan, rakennus- ja muutostyöt toteutetaan siten, että henkilöstön ja ympäristön säteilysuojelu otetaan huomioon kuten nykyisessä toiminnassa. Varastokapasiteetin kasvu ei vaikuta henkilöstön säteilyannoksiin.

Ydinvoimalaitoksessa syntyy sen käytön aikana radioaktiivisia aineita, joiden säteily voi vaikuttaa ihmisen terveyteen. Ympäristöön päästettävien radioaktiivisten aineiden määrää rajoitetaan tehokkaasti suodattamalla ja viivästämällä päästöjä siten, että niiden säteilyvaikutus ympäristössä on hyvin pieni verrattuna luonnossa

normaalisti olevien radioaktiivisten aineiden vaikutukseen. Laitoksen työntekijöiden säteilyannokset syntyvät pääasiassa laitosyksiköiden vuosihuoltojen aikana, jolloin työntekijät tekevät töitä aktiivisten komponenttien ja avattujen järjestelmien läheisyydessä.

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on ollut erittäin vähäinen määrä polttoainevuotoja, mikä osoittaa, että polttoaine on korkealaatuista ja sitä käytetään turvallisesti. Tämä edesauttaa omalta osaltaan merkittävästi sekä henkilöstön säteilyannoksien että radioaktiivisten aineiden päästöjen ja niistä aiheutuvien väestön säteilyannosten pitämistä niin pieninä kuin mahdollista.

Olkiluodon voimalaitoksella seurataan tekniikan kehittymistä sekä tehdään kontaminaatiotasojen, säteilytasojen, päästömäärien ja säteilyannosten pienentämiseen tähtääviä kehitystoimenpiteitä jatkuvan parantamisen periaatteen mukaisesti. Lisäksi TVO pyrkii aktiivisesti kehittämään toimintaa henkilöstön säteilyannoksia ja päästöjä ympäristöön vähentävään suuntaan. Näin toimitaan myös tulevaisuudessa, jos käyttöikää jatketaan. Voimalaitoksen käytön aikana on jo toteutettu lukuisia parannuksia, joiden avulla sekä henkilöstön että ympäristön säteilyannokset ovat vähentyneet. Kehitystoimenpiteiden toteuttamiskelpoisuuden arvioinnissa huomioidaan erityisesti ALARA- ja BAT-periaatteet. ALARA-toimenpideohjelmassa käsitellään lyhyen ja pitkän aikavälin tavoitteet, joilla tähdätään optimoimaan työntekijöiden säteilyannokset ja minimoimaan ympäristöpäästöt ja siten ympäristön asukkaiden säteilyannokset.

Henkilöstön säteilyannokset, radioaktiivisten aineiden päästöt ja niistä aiheutuvat väestön säteilyannokset pyritään myös käyttöikää jatkettaessa pitämään niin pieninä kuin mahdollista. Kehitystoimenpiteitä kontaminaatiotasojen, säteilytasojen, päästömäärien ja säteilyannosten pienentämiseksi tullaan toteuttamaan jatkossakin. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden normaalin käytön aikaisten henkilökunnan säteilyannosten arvioidaan jäävän edelleen selvästi alle asetettujen annosrajojen. Lisäksi normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen ympäristöön arvioidaankin pysyvän edelleen vähäisinä ja alittavan niille asetetut päästörajat myös tulevaisuudessa. Päästöjen pysyessä nykyisellä tasolla päästöjen vaikutus ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen ja ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan pysyvän hyvin vähäisinä kuten nykytilanteessa.

Kun huomioon otetaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden lisäkäyttövuodet, arvioidaan vaikutuksien olevan myös käyttöikää jatkettaessa nykyisen kaltaisia, mutta muutoksen suuruuden olevan vähäinen kielteinen ajanjakson pidentymisen seurauksena.

6.16.3.2. Tehonkorotus

Jos KPA-varastoa laajennetaan, rakennus- ja muutostyöt toteutetaan siten, että henkilöstön ja ympäristön säteilysuojelu otetaan huomioon kuten nykyisessä toiminnassa. Varastokapasiteetin kasvu ei vaikuta henkilöstön säteilyannoksiin.

Tehonkorotuksen tapauksessa säteilysuojelutoimintaa sekä radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamista jatketaan ja kehitetään kuten nykyisin. Vuosittaiset radioaktiivisten aineiden päästöt ilmaan tai vesistöön eivät merkittävästi muutu tehonkorotuksen seurauksena, vaan ne säilyvät edelleen niille asetettujen päästörajojen alapuolella. Päästöjen vaikutus ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen ja ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan myös pysyvän hyvin vähäisinä kuten nykytilanteessa.

Tehonkorotuksen yhteydessä toteutetaan polttoaineteknisiä muutoksia, jotka liittyvät mm. reaktorista poistettavan polttoaineen palaman nostoon 10 %:lla sekä polttoaineen rikastusasteen kasvattamiseen. Näiden ansiosta vuosittain poistettavien polttoainenippujen lukumäärä pysyy nykyisellä tasolla. Tehonkorotus kasvattaa juuri reaktorista poistettujen nippujen jälkilämpötehoa.

Reaktorin lämpötehon nostaminen nykyisestä 2 500 MW:sta 2 750 MW:iin vaikuttaa laitosyksiköiden radioaktiivisten aineiden aktiivisuusinventaareihin. Lämpötehon korottaminen vaikuttaa nuklidien syntymisnopeuteen, jolloin lyhytikäisten nuklidien tasapainopitoisuus nousee suunnilleen samassa suhteessa. Polttoaineen poistopalama taas vaikuttaa pitkäikäisempien nuklidien määrään palamamuutoksen suhteessa.

Annosnopeudet nousevat todennäköisesti muun muassa höyryputkien ympäristössä, nestemäisen jätteen linjoissa ja primääripiirin linjojen sekä laitteiden ympäristössä. Toteutunut säteilytaso varmennetaan tehonkorotuksen jälkeen huonetilamittauksilla. Ympäristön laskennallisiin normaalikäytön säteilyannoksiin ei ole odotettavissa suuria muutoksia ja ne tulevat pysymään ydinenergia-asetuksessa määrättyjen raja-arvojen alla.

Tehonkorotuksen tapauksessa muutoksen suuruuden arvioidaan olevan vähäinen kielteinen toiminnan ajanjakson pidentymisen seurauksena.

6.16.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutuskohteen herkkyys arvioitiin vähäiseksi, sillä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut selvästi alle prosentin valtioneuvoston asettamasta annosrajoituksesta, joka on 0,1 mSv vuodessa. Sekä käytön jatkamisen (VE1) että tehonkorotuksen (VE2) tapauksessa normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön arvioidaan pysyvän edelleen vähäisinä ja alittavan niille asetetut päästörajat myös tulevaisuudessa. Päästöjen vaikutus ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen ja ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan pysyvän hyvin vähäisinä kuten nykytilanteessa, mutta vaikutus jatkuu lisäkäyttövuosien myötä. Vaikutusten merkittävyyden arvioidaan olevan enimmillään vähäinen kielteinen. (Taulukko 59)

Taulukko 59. Vaikutusten merkittävyys: radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteilyaltistus.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
VE2	Vähäinen	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen

6.16.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittamista ilmaan ja vesistöön on kuvattu tarkemmin luvussa 6.16.3.1 sekä säteilyyn liittyviä suojelutoimia luvussa 3.2.1.

6.16.5. Epävarmuustekijät

Vaikutusten arviointi perustuu voimalaitoksen nykyiseen toimintaan, josta aiheutuvia päästöjä seurataan, mitataan ja raportoidaan viranomaisohjeistusten mukaisesti. Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa päästömäärät tai säteilyaltistus eivät muutu, joten niiden vaikutukset on arvioitu nykyisen toiminnan perusteella. Suunnittelun edetessä tiedot tulevat tarkentumaan.

6.17. Ihmisten terveys

6.17.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

6.17.1.1. Arviointimenetelmät

Terveysvaikutusten arvioinnin tarkoitus on selvittää todennäköisiä välillisiä ja välittömiä terveyshaittoja, joita käytön jatkaminen ja tehonkorotus voivat aiheuttaa. Terveyshaitta on määritelty terveydensuojelulaissa (763/1994) ihmisessä todettavana sairautena, muuna terveydenhäiriönä tai sellaisena tekijänä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä. Merkittävien terveysvaikutusten yleisiä tunnistamisperusteita ovat:

- vakavuusaste (kuolema, vamma, epidemian uhka, sairaus, taudin oireet, unihäiriöt)
- vaihtelu ajan mukaan (tunti-, vuorokausi- ja vuodenaikavaihtelu)
- kesto (pysyvä, vuosia, kuukausia)
- kohdistuminen erityisryhmiin (lapset, vanhukset, sairaat, eri altisteille herkistyneet yksilöt)
- altistustapa (ihon kautta, hengitettynä, nieltynä, aistinelinten kautta)
- altistuvien ihmisten lukumäärä (yksi henkilö – koko vaikutusalueen väestö).

Joistakin hankkeista voi myös aiheutua lieviä ja/tai tilapäisiä vaikutuksia ihmisille sekä heidän elinympäristöönsä. Tällaisia ovat esimerkiksi melun ja hajun aiheuttamat viihtyvyyshaitat, joita ei kuitenkaan pidetä terveyshaittoina.

Terveysvaikutukset voivat olla suoria tai epäsuoria. Suoralle terveyshaitalle altistumisessa vaikutustienä voi olla mm. iho, ruoansulatus, hengityselimet, aistinelimet, verenkiertoelimet, luusto ja lihakset sekä sisäelimet ja hermosto. Epäsuoralle terveyshaitalle altistumisessa vaikutustienä voi olla mm. hengitysilma, talousvesi, elintarvikkeet, asumisolosuhteet, työolosuhteet, liikkuminen, lepo ja virkistyminen sekä harrastustoiminta. Näin ymmärrettynä terveys on hyvin laaja käsite.



Tavanomaisia terveysvaikutuksia arvioitiin perustuen pääosin melu-, tärinä- ja ilmanlaatuvaikutusten arvioinnin tuloksiin. Vaikutusten suuruutta verrattiin tunnettuihin raja- ja ohjearvoihin sekä muihin tunnuslukuihin. Tutkimuksiin perustuvat raja- ja ohjearvot määrittävät altistumis- ja pitoisuusrajan terveydellisten haittojen ehkäisemiseksi. Raja- ja ohjearvojen ylittäminen todennäköisesti aiheuttaa osalle altistuvista terveysvaikutuksia, kun taas niiden alittuessa vaikutuksia ei todennäköisesti aiheudu. Tarkastelussa huomioitiin vaikutusten ulottuminen pääasiassa lähimpiin asutuksiin ja lomarakennuksiin. Terveyteen liittyviä vaikutuksia arvioitiin asiantuntija-arviona noin 20 km säteellä.

Radioaktiivisten aineiden päästöjä ja säteilyä on kuvattu luvussa 6.16. Tässä luvussa kuvataan tiivistetysti edellä mainitun luvun pohjalta aiheutuvaa teoreettista säteilyaltistusta ja sen terveysvaikutuksia. Vaikutusten arvioinnissa on tarkasteltu normaalitoiminnasta aiheutuvaa säteilyannostusta vertaamalla sitä väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvoon (0,1 mSv). Mahdolliset onnettomuus- ja poikkeustilanteet sekä niistä aiheutuvat haitat on arvioitu erikseen luvuissa 6.18.3 ja 6.18.4.1.

6.17.1.2. Taustatietoa terveysvaikutuksista

Melu

Melulle altistuminen voi vaikuttaa ihmisten terveyteen tai viihtyvyyteen. Koetun melun häiritsevyyteen vaikuttavat vastaanottajan ominaisuudet: ikä, sukupuoli, sairastuvuus tai muu herkkyys. Häiritseväksi koettu melu voi aiheuttaa negatiivisia terveysvaikutuksia. Ympäristömelu on ilmansaasteiden ohella yksi Euroopan suurimpia ympäristöongelmia, koska se on stressitekijä, eikä sen vaikutustapoja vielä tarkkaan tunneta. Melualtistuksen tiedetään kuitenkin aiheuttavan fysiologista stressiä, joka on yhdistetty muun muassa sydän- ja verenkiertoelimistön sairauksien riskitekijöihin sekä unihäiriöihin. Stressireaktio on usein tiedostamaton, mutta sitä voi vahvistaa tietoinen kokemus melun kiusallisuudesta.

Valtioneuvoston päätöksen (993/1992) mukaan melun painotettu keskiäänitaso (LA_{eq}) saa olla asuinalueella päivällä 55 dB (klo 7–22) ja yöllä (klo 22–7) 50 dB. Loma-asumisen osalta vastaavat keskiäänitasot ovat päivällä 45 dB ja yöllä 40 dB. Asuinalueiden ohjearvoja pidetään terveysperusteisina, koska niillä altistus on jatkuvaa. Loma-asutusalueiden matalammat ohjearvot perustuvat virkistyskäyttöhaittoihin ja odotuksiin loma-asutusalueen äänimaisemasta.

Tärinä

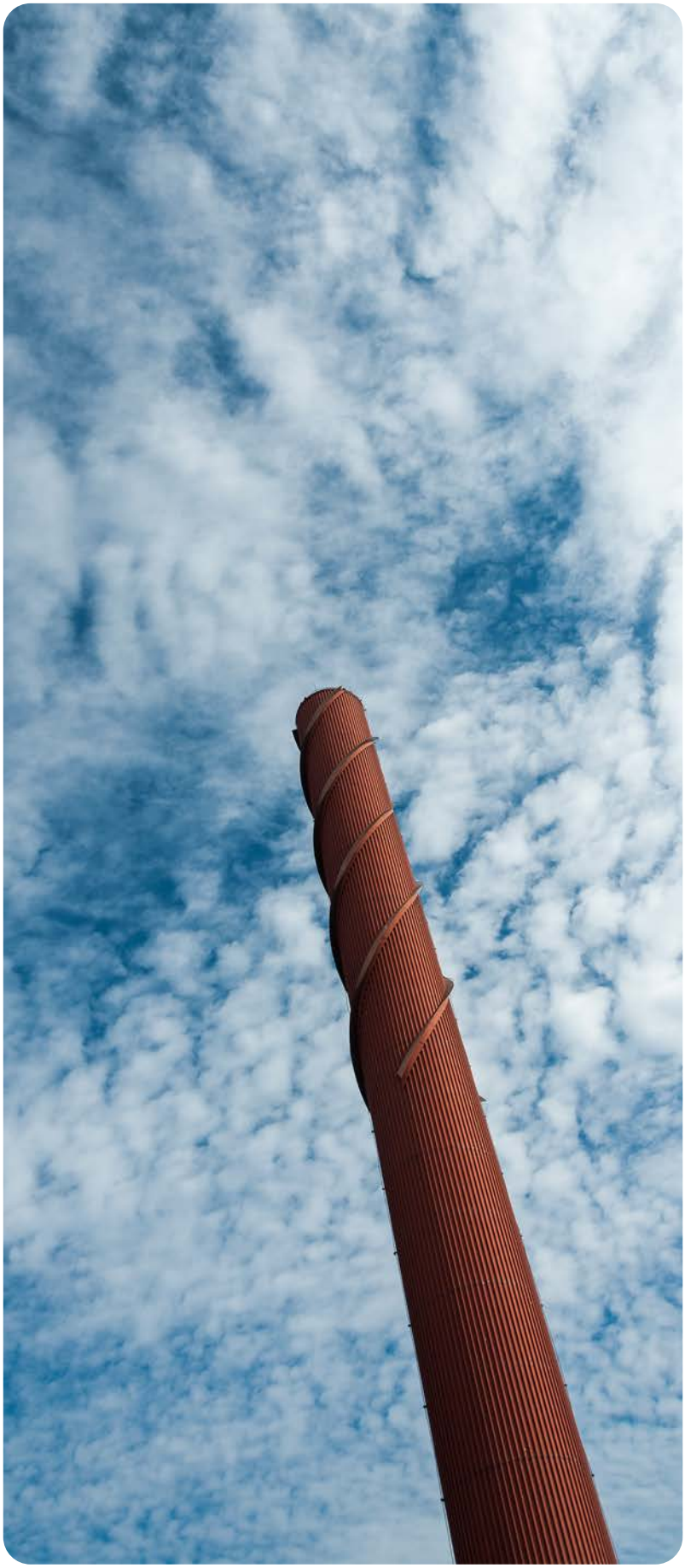
Ihmisen kokemaan tärinän häiritsevyyteen vaikuttavat pelkän tärinän suuruuden lisäksi olosuhteet, joissa tärinää havaitaan. Tärinä esimerkiksi häiritsee ihmisiä enemmän yöaikaan. Tähän vaikuttaa paitsi vuorokauden aika, myös se, että levossa ja vaakatasossa maatessa tärinä havaitaan helpommin. Tärinän kanssa koettava yhtäaikainen melu saattaa aiheuttaa yhteisvaikutuksen, jossa tärinä koetaan suurempana kuin jos melua ei kuuluisi. Lisäksi tärinä voi aiheuttaa vaikutuksia ympäröivässä rakennuksessa, kuten tavaroiden heiluminen, ikkunoiden heliseminen jne., mikä lisää asukkaiden häiriintymisen kokemusta merkittävästi.

Tärinän kokemus on yksilöllistä. Osa ihmisistä kokee jo havaintokynnyksen ylittävän tärinän voimakkaan epämiellyttävänä, kun taas osa ihmisistä ei häiriinny tottumisen seurauksena merkittävästäkään värähtelystä. Tärinä koetaan helposti haitalliseksi erityisesti silloin, kun myös tärinälähteestä aiheutuva melu koetaan haitalliseksi.

Ilmanlaatu

Ilmassa leviävät hiukkaset ovat sekoitus ominaisuuksiltaan erilaisia ja eri kokoisia hiukkasia, joiden alkuperä on lukuisista erilaisista päästölähteistä. Ilmansaasteina leviäviä hiukkasia ja/tai kaasumaisia yhdisteitä päätyy ihmisen toiminnasta ilmaan mm. teollisuuden prosesseista, liikenteestä ja puun pienpoltosta. Suomessa ilman pienhiukkasista jopa yli puolet on peräisin kaukokulkeumasta. Kaikkein pienimmät, ultrapienet ja nanokokoiset hiukkaset taas rajoittuvat pääasiassa lähelle niiden lähdettä, kuten polttoprosessia. Ilmanlaadulle annetut hengitettävien hiukkasten raja-arvot on annettu valtioneuvoston asetuksessa VNa 79/2017.

Ilmanlaadun muutokset vaikuttavat pääasiassa hengitys- ja verenkiertoelimistöön, mutta voivat myös olla edesauttamassa useiden eri sairauksien syntyä tai niiden pahenemista. Hiukkasten osalta terveyshaittojen syntyyn vaikuttavat niiden pitoisuus, fysikaaliset ja kemialliset ominaisuudet sekä niiden koko. Hiukkasten pitoisuus ilmassa, kuten myös niiden haitallisuus vaihtelevat vuodenajoittain. Hiukkasten pääasiallinen vaikutusmekanismi elimistössä on tulehdus. Pitkäaikaisen pienhiukkasaltistuksen tiedetään lisäävän riskiä sairastua sydän- ja hengityselimistön sairauksiin sekä keuhkosyöpään. Pienhiukkasilla on osoitettu olevan yhteyksiä useiden muiden sairauksien syntyyn, kuten astman puhkeamiseen, mutta myös hermostollisiin sairauksiin. Näiden lisäksi on arvioitu, että hiukkasaltistuksen yhteisvaikutus esimerkiksi melun kanssa voi lisätä uusien sairauksien synnyn riskiä. Ilmansaasteille herkimpiä väestöryhmiä ovat lapset, vanhukset sekä entuudestaan hengitys- tai verenkiertoelimistön sairauksia sairastavat.



Säteily

Ionisoiva säteily voi vahingoittaa elävien solujen perimää. Soluvaurion kannalta merkitystä on sillä, saako ihminen säteilyannoksen pitkän vai lyhyen ajan kuluessa.

Suomalaisten keskimääräinen vuosittainen säteilyannos on noin 5,9 mSv, josta noin 4 mSv aiheutuu sisäilman radonista ja noin 1,1 mSv muusta luonnon taustasäteilystä. Lääketieteellisistä tutkimuksista aiheutuva säteilyannos on keskimäärin 0,76 mSv luokkaa. Taulukossa (Taulukko 60) on esitetty esimerkkejä suomalaisen vuotuisista säteilyannoksista sekä lääketieteellisen kuvantamisen aiheuttamista annoksista verrattuna Olkiluodon ydinvoimalaitoksen normaalitoiminnasta aiheutuvaan ympäristön asukkaan vuotuiseen säteilyannokseen.

Taulukko 60. Esimerkkejä säteilyannoksista (STUK 2020a & 2020b).

Säteilyannos	Kuvaus
0,0002 mSv	Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä yksilölle aiheutuva vuotuinen efektiivinen säteilyannos voimalaitoksen käytöstä johtuen.
0,01 mSv	Keskimääräinen hammasröntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva efektiivinen annos.
0,01 mSv	Suomalaisen keskimääräinen Tšernobylin ja ydinasekokeiden laskeuman aiheuttama efektiivinen annos vuodessa. Fukushiman onnettomuuden vaikutus Suomessa on merkityksettömän pieni.
0,1 mSv	Keskimääräinen keuhkojen röntgenkuvauksesta potilaalle aiheutuva efektiivinen annos.
0,3 mSv	Suomalaisen keskimääräinen luonnon nuklidien aiheuttama sisäisen säteilyn annos vuodessa.
0,45 mSv	Suomalaisen keskimääräinen ulkoisen (maaperä ja rakennusmateriaalit) taustasäteilyn aiheuttama efektiivinen annos vuodessa (arvot vaihtelevat paikkakunnittain välillä 0,17–1,00 mSv).
0,76 mSv	Suomalaisen keskimääräinen efektiivinen vuotuinen annos säteilyn lääketieteellisestä käytöstä (röntgen-tutkimuksista aiheutuu keskimäärin noin 0,72 mSv annos ja isotooppitutkimuksista noin 0,04 mSv).
1,1 mSv	Suomalaisen keskimääräinen efektiivinen annos luonnon taustasäteilystä (ei sisällä radonista aiheutuvaa annosta).
4,0 mSv	Suomalaisen keskimääräinen efektiivinen annos asunnoissa olevan radonin aiheuttamana vuodessa (vaihtelee välillä 2–100 mSv riippuen asuinpaikasta ja asuntotyypistä).
5,9 mSv	Suomalaisen keskimääräinen efektiivinen säteilyannos vuodessa.

Pienten säteilyannosten aiheuttamaa syöpäriskiä ei käytännössä voi havaita väestössä, koska syöpä on niin tavallinen tauti. Säteilyn mahdollisesti aiheuttama pieni lisäys hukkuu tilastollisesti luonnolliseen vaihteluun. Esimerkiksi Tšernobylin laskeuma, jonka kokonaisannos suomalaiselle on 80 vuoden aikana keskimäärin 2 mSv, saattaa arvion mukaan aiheuttaa tuona aikana joitakin syöpäkuolemia Suomessa. Samana aikana miljoona ihmistä kuolee kuitenkin syöpään muista syistä. *(STUK 2024c)*

Ionisoivan säteilyn haittavaikutukset voivat johtua joko kehon sisällä olevien radioaktiivisten aineiden aiheuttamasta sisäisestä annoksesta tai ulkoisesta annoksesta ja ne voidaan jakaa edelleen kahteen ryhmään. Suorat vaikutukset, eli deterministiset vaikutukset, ovat varmoja haittavaikutuksia, jotka johtuvat laajasta solutuhosta. Satunnaiset vaikutukset, eli stokastiset vaikutukset, ovat tilastollisia haittavaikutuksia, jotka johtuvat satunnaisesta geneettisestä muutoksesta yhdessä tai useammassa solussa. Satunnaiset haittavaikutukset voidaan mieltää pitkäaikaisvaikutuksina.

Säteilyn suorat vaikutukset

Suorat vaikutukset ovat varmoja haittavaikutuksia, jotka liittyvät hyvin suuriin äkillisiin säteilyn kerta-annoksiin. Suoria säteilyn haittavaikutuksia ovat esimerkiksi säteilysairaudet, säteilyn aiheuttamat palovammat, har-

maakaihi silmässä tai sikiövaurio. Satunnaiset pitkäaikaiset vaikutukset voivat periaatteessa saada alkunsa pienestäkin säteilyaltistuksesta.

Suorat vaikutukset liittyvät hyvin suuriin äkillisiin säteilyn kerta-annoksiin ja vaikutukset ilmaantuvat yleisesti lyhyen ajan sisällä. Pienillä säteilyannoksilla säteilyhaittaa ei esiinny, mutta tietyn tason ylittyessä haitta on varma (Taulukko 61). Säteilyhaitan vakavuus nousee säteilyannoksen kasvaessa ja on tyypillistä, että haitta voidaan yhdistää tiettyyn altistukseen. *(STUK 2009)* Säteilyaltistuksen seuraus riippuu monesta asiasta. Seuraukset ovat esimerkiksi erilaisia koko kehon altistuksessa tai jonkin yksittäisen elimen altistuksessa. Kokokehoaltistuksessa suorien haittavaikutuksen kynnysarvo on luokkaa 0,5 Sv, kun taas esimerkiksi ihon tapauksessa kynnysarvo voi olla kertaluokkaa suurempi. *(STUK 2009)*

Säteilysairaus on henkeä uhkaava tila, joka johtuu äkillisestä suuresta koko kehon altistuksesta ionisoivalle säteilylle. Tällaisia tapauksia ei ole tapahtunut Suomessa, mutta esimerkiksi Tšernobylin ydinvoimalaitosonnettomuudessa osa voimalaitosalueella työskennelleistä henkilöistä sairastui säteilysairauteen. *(STUK 2009)*

Taulukko 61. Suorien vaikutusten säteilyannoksen kynnysarvoja. Esitettyä arvoa pienemmillä säteilyannoksilla säteilyn haittavaikutus ei ilmene (STUK 2009 & 2019a).

Kokokehoannos	
0,5 Sv	Verenkuvan muutos muutaman päivän sisällä
1,0 Sv	Pahoinvointia muutaman tunnin sisällä
4,0 Sv	Hengenvaarallinen annos, henkilö voidaan pelastaa hyvällä hoidolla
10,0 Sv	Kuolema, henkilöä ei voida enää pelastaa
Paikallinen ihoannos	
6,0 Sv	Punoitus muutaman tunnin sisällä
15,0 Sv	Rakkuloita -> haavaumia parin viikon kuluttua
20,0 Sv	Kuolio
Sikiöannos	
0,1 Sv	Vaikutusta aivojen toimintaan, lievästi alentunut älykkyys, pienipäisyys
0,5 Sv	Vakava henkinen jälkeenjääneisyys
1,0 Sv	Muu kehitysvamma

Säteilyn satunnaiset vaikutukset

Satunnaiset vaikutukset ovat tilastollisia haittavaikutuksia ja niille on tyypillistä, että säteilyannoksen kasvaessa haittavaikutuksen riski kasvaa. Säteilyn satunnaisia haittavaikutuksia ovat esimerkiksi erilaiset syövät sekä perinnölliset muutokset.

Satunnaiset pitkäaikaiset vaikutukset voivat periaatteessa saada alkunsa pienestäkin säteilyaltistuksesta. Satunnaisille vaikutuksille ei siis ole kynnysarvoa. Haitan vakavuus ei myöskään kasva annoksen mukana toisin kuin säteilyn suorissa vaikutuksissa. Tyypillistä satunnaisille vaikutuksille on, että ne tulevat yleensä ilmi vasta useita vuosia altistuksesta ja että säteilyhaittaa on erittäin hankalaa tai mahdotonta yhdistää tiettyyn altistukseen. Annosnopeudella on myös paljon pienempi vaikutus satunnaisen säteilyn haittavaikutusten riskiin kuin suorilla vaikutuksilla. *(STUK 2009)*

Säteilyn satunnaisia haittavaikutuksia ovat esimerkiksi erilaiset syövät sekä perinnölliset muutokset. Yksilötasolla säteilyn aiheuttamaa syöpäriskin lisääntymistä on yleensä vaikea havaita. Haittaa arvioidaankin väestön (kollektiivisen) säteilyannoksen avulla, vaikka sairauden lisääntyminen olisikin näkymätön erilaisissa tilastoissa. Merkittävin aineisto säteilyn satunnaisten vaikutusten arviointiin perustuu Hiroshiman ja Nagasakin ydinpommitusten selviytyjiin. Lisäksi aineistoa on saatu mm. lääketieteellisen säteilyn käytön yhteydessä altistuneilta, ammatissaan säteilylle altistuneilta sekä normaalia suuremmille ympäristön säteilyannoksille altistuneilta. *(STUK 2009, UNSCEAR 2000)*

Satunnaisille vaikutuksille tyypillistä on, että säteilyannoksen kasvaessa syövän todennäköisyys kasvaa. Pienillä säteilyannoksilla yksilön riski saada säteilyannoksesta johtuva syöpä on kuitenkin pieni. *(STUK 2009 & 2024e)* Syövän kehittymiseen voi kulua hyvinkin pitkä aika eikä esimerkiksi ilmaantuva syöpä ole välttämättä seurausta mahdollisesta säteilyaltistuksesta, vaan saattaa johtua myös muista syistä tapahtuvista solunjakautumisen virheistä, jotka yleistyvät elimistön ikääntyessä. Vanhoilla ihmisillä syöpä on yksi yleisistä kuolinsyistä.

Säteilyn aiheuttamat riskit ja haittavaikutukset ovat kuitenkin erilaiset lapsille ja aikuisille. Esimerkiksi Tšernobylin onnettomuuden jälkivuosina lähialueiden lasten kilpirauhassyöpien ilmaantuvuus kasvoi selvästi. *(STUK 2009)* Kansainvälisen säteilysuojelukomission ICRP:n mukaan 1 Sv säteilyannos nostaa keskimäärin syöpään sairastumisen riskiä noin 5,5 %, mutta aikuisille riski on noin 4,1 %. Perinnöllisten vaikutusten osalta koko väestön sairastumisriski 1 Sv säteilyannoksella kasvaa 0,2 % ja aikuisilla 0,1 %. *(ICPR 2007)*

6.17.2. Nykytila

Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) ylläpitämän suomalaisten terveyden ja hyvinvoinnin tietokanta Sotkanet.fi:n sairastavuusindeksi on laadittu sairastavuuden alueellisen vaihtelun ja yksittäisten alueiden sairastavuuden muutosten mittariksi. Tietokannassa on otettu huomioon mm. seitsemän eri sairausryhmää, kuten suomalaisille yleiset sydän- ja verisuonisairaudet sekä tuki- ja liikuntaelinsairaudet, tapaturmat ja dementia. Indeksin arvo on sitä suurempi, mitä yleisempää sairastavuus alueella on.

Eurajoen ikävakioitu sairastavuusindeksi oli vuonna 2021 81,5, mikä on alhaisempi, kun muun maan keskiarvoa edustava lukuarvo 100. Näin ollen Eurajoen sairastuvuus on ollut selvästi vähäisempää kuin muualla maassa keskimäärin. Vastaavasti Satakunnan hyvinvointialueella ikävakioitu sairastuvuus on ollut suurempaa (96,6) vuonna 2021. Eurajoella koko maan keskimääräistä ikävakioitua sairastuvuusindeksiä korkeampia lukuarvoja vuonna 2021 on aivoverisuonitaudeissa (105,1) ja syöpätaudeissa (106,2). Satakunnan alueella vastaavasti syöpätauteja esiintyi hivenen vähemmän (98,9). *(THL 2024)*

Säteilyturvakeskuksen ympäristön säteilyvalvontaohjelman puitteissa ydinvoimalaitoksen ympäristön asukkaille järjestetään kerran vuodessa mahdollisuus osallistua mittaukseen, jossa selvitetään ihmiskehoon kertyneiden radioaktiivisten aineiden määrä. Postitse lähetettävä kutsukirje lähetetään ensisijaisesti henkilöille, joilla on mittauksen järjestämisvuotena asuinosoite 5 km säteellä ydinvoimalaitoksesta. Lisäksi kutsuttavien joukkoa täydennetään otannalla henkilöistä, joiden asuinosoite sijaitsee 5–7 km säteellä ydinvoimalaitoksesta. Ydinvoimalaitoksen ympäristön asukkaiden kehon sisältämät gammasäteilevät radionuklidit määritetään suoralla gammaspektrometrisellä mittauksella kehon ulkopuolelta.

Olkiluodon voimalaitoksen ympäristön asukkaissa ei mittauksissa havaittu voimalaitoksilta peräisin olevia radioaktiivisia aineita vuonna 2023. Myöskään aikaisempien vuosien kokokehomittauksista ei ole havaittu voimalaitokselta peräisin olevia radioaktiivisia aineita. Olkiluodon voimalaitoksen ympäristön säteilyvalvontaa on käsitelty luvussa 8.1.2. Olkiluodon voimalaitoksen ympäristöstä havaittujen voimalaitoksen käytöstä peräisin olevien radioaktiivisten aineiden määrät ovat niin pieniä, että niillä ei ole merkitystä ympäristön eikä ihmis-

ten säteilyaltistukseen. Päästöjen perusteella laskettu säteilyannos ympäristön eniten altistuneelle yksilölle Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristössä vuonna 2023 oli alle 1 % ydinenergia-asetuksessa (161/1988) asetetusta rajoituksesta, joka on 0,1 mSv. *(STUK 2024g)*

Vaikutusalueen herkkyystaso määräytyy asuin- ja elinympäristön ominaisuuksien, kuten alueen asutuksen, palvelujen, väestörakenteen ja ympäristön palautuvuuden tai sopeutumiskyvyn mukaan. Herkkyystasoon vaikuttavat esimerkiksi herkkien kohteiden sijainti, asukkaiden määrä sekä ihmisiin nykyisellään kohdistuvat haitat.

Ydinvoimalaitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla ei esimerkiksi saa sijaita kohteita, joissa käy tai on huomattavia ihmismääriä, kuten kouluja, sairaaloita, hoitolaitoksia tai kauppoja. Tällä alueella ei sijaitse myöskään muita herkkiä kohteita kuten kouluja tai päiväkoteja. Alle 3 km etäisyydellä voimalaitoksesta ei ole vakituista asutusta. Alle 5 km etäisyydellä voimalaitoksesta asuu ympärivuotisesti noin 50–60 henkilöä. Voimalaitosalueen ympäristössä noin 5 km säteellä on jonkin verran vapaa-ajan asutusta. Olkiluodon alueella ei ole merkittävää ilmanlaatua heikentävää toimintaa. Ympäristön altistuneimman henkilön voimalaitoksen toiminnasta aiheutuva laskennallinen annos Olkiluodossa on pysynyt selkeästi alle 1 % ydinenergia-asetuksessa (161/1988) asetetusta rajasta 0,1 mSv. Olkiluodon voimalaitoksen ympäristön asukkaissa ei mittauksissa havaittu voimalaitoksilta peräisin olevia radioaktiivisia aineita vuonna 2023. Vaikutusalueen herkkyystaso on arvioitu vähäiseksi.

6.17.3. Ympäristövaikutukset

6.17.3.1. Käytön jatkaminen

Käytön jatkamisen tapauksessa tavanomaiset terveysvaikutukset liittyvät pääasiassa voimalaitoksen toiminnasta ja liikenteestä syntyviin melu- ja ilmapäästöihin sekä tärinään. Toiminnan jatkuessa nykyisellään tavanomaisille terveysvaikutuksille altistuminen on vähäistä kuten nykyisin. Vaikutuksille altistuminen rajautuu pääasiassa voimalaitosalueelle ja sinne johtavien teiden läheisyyteen. Meluvaikutusarvioinnin mukaan voimalaitoksen lähistöllä olevien loma-asutusten ympäristössä ympäristöluvan mukaiset raja-arvot pääasiassa alittuvat, eikä melun arvioida aiheuttavan terveyshaittoja. Tärinävaikutuksia aiheutuu pääasiassa liikenteestä kuljetusreittien välittömään läheisyyteen, eikä niillä arvioida olevan terveyshaittoja. Ilmapäästöt (typenoksidi-, rikkidioksidi- ja hiukkaspäästöt) pysyvät ennallaan ja ne muodostuvat pääasiassa varalämpökattiloiden, varavoimadieselien ja liikenteen päästöistä. Vaikutukset ilmanlaatuun jäävät vähäisiksi, jolloin niistä aiheutuvat terveyshaitat ovat vähäisiä. Toiminnasta ei synny terveydelle haitallisia vaikutuksia pohjaveteen, koska laitosalueen läheisyydessä ei sijaitse luokiteltuja pohjavesialueita, vedenottamoita tai yksityisiä talousvesikaivoja.

Olkiluodon voimalaitoksen ympäristössä havaittavat radioaktiiviset aineet ovat pääosin peräisin luonnosta tai kulkeutuvat muualta ja ovat vain vähäisessä määrin peräisin ydinvoimalaitokselta. Käytön jatkamisen tapauksessa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten päästöjen vaikutuksen ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan edelleen olevan hyvin vähäinen kuten nykytilanteessakin (ks. luku 6.16.2.1). Suomessa ydinvoimalaitosten aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut alle prosentin valtioneuvoston asettamasta annosrajoituksesta, joka on 0,1 mSv vuodessa *(STUK 2024b)*.

Voimalaitoksen käytön jatkamisella ei arvioida olevan muutosta toiminnasta nykyisin aiheutuviin terveyshaittoihin, mutta vaikutusten kesto jatkuu laitosyksiköiden voimassa olevien käyttölupien jälkeen 10–20 vuotta.

6.17.3.2. Tehonkorotus

Tehonkorotuksen tapauksessa terveysvaikutukset ovat hyvin vähäisiä ja vastaavanlaisia kuten käytön jatkamisen osalta on kuvattu (luku 6.17.3.1). Tehonkorotuksen vaatima lisärakentaminen voi aiheuttaa lyhytkestoisia pölymäisiä päästöjä ilmaan maan pintakerrosten muokkauksen yhteydessä. Maaperästä peräisin olevat hiukkaspäästöt ovat pääasiassa suurempia kuin pienhiukkaset (halkaisija suurempi kuin 2,5 µm) ja niille altistuminen tapahtuu pääsääntöisesti päästölähteen läheisyydessä. Rakennustöistä voi syntyä melua maarakentamisen, rakennuksen pystyttämisen ja laiteasennusten yhteydessä, mutta melupäästö päättyy rakennusvaiheen loputtua. Liikennemäärien muutoksen jäädessä vähäiseksi, myöskään liikenneperäinen melu ei muutu nykytilanteeseen verrattuna. Rakentamistöillä ei arvioida olevan terveydellistä haittaa ympäristön asukkaille.

6.17.3.3. Vaikutusten merkittävyys

Vaikutusalueen herkkyystaso on arvioitu vähäiseksi, sillä ydinvoimalaitosalueen ympärillä on 5 km etäisyydelle ulottuva suojavyöhyke, jolla ei saa sijaita ns. herkkiä kohteita. Käytön jatkamisen (VE1) ja tehonkorotuksen (VE2) aikana syntyy mm. melua, tärinää, pakokaasupäästöjä ja pölyä kuten laitosyksiköiden nykyisessä toiminnassa. Voimalaitosalueella tapahtuvista toiminnoista ei arvioida olevan terveydellistä haittaa lähialueen asukkaille. Tieliikenteestä aiheutuvat pakokaasupäästöt ja pöly rajoittuvat tieverkon läheisyyteen, joiden osalta tavanomaisille terveyshaitoille altistuminen on vähäistä. Normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutuksen ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan edelleen olevan hyvin vähäinen kuten nykyisin. Käytön jatkamisella tai tehonkorotuksella ei arvioida olevan vaikutusta laitoksen nykyiseen toimintaan ja siitä aiheutuviin terveyteen kohdistuviin vaikutuksiin (Taulukko 62).

Taulukko 62. Vaikutusten merkittävyys: ihmisten terveys.

Vaihtoehto	Vaikutuskohteen herkkyys	Muutoksen suuruus	Vaikutuksen merkittävyys
VE1	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta
VE2	Vähäinen	Ei muutosta	Ei vaikutusta

6.17.4. Haitallisten vaikutusten lieventäminen

Terveyshaittojen kohdalla haitallisten vaikutusten ehkäisy ja lieventäminen perustuvat pitkälti altistumisen vähentämiseen. Terveyshaittojen ehkäisemiseen ja lieventämiseen soveltuvia keinoja on käsitelty niitä koskevien vaikutusarviointien yhteydessä. Altistumisen vähentämisen lisäksi on syytä kiinnittää huomiota lähialueiden asukkaiden mahdollisiin kielteisiin kokemuksiin terveysvaikutuksista, vaikka ohjearvojen ylittymistä ei tapahtuisikaan. Kielteisiä kokemuksia voidaan vähentää avoimella ja oikea-aikaisella tiedottamisella alueen tapahtumista sekä vastaamalla mahdollisiin lähialueiden asukkaiden kysymyksiin.

6.17.5. Epävarmuustekijät

Terveysvaikutusten arvioinnin epävarmuustekijät liittyvät pääosin vaikutusarviointiosioissa kuvattuihin epävarmuustekijöihin. Lisäksi terveysvaikutusten arviointiin epävarmuutta tuovat yksilöiden väliset erot.

6.18. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet

6.18.1. Häiriö- ja onnettomuustilanteiden luokittelu ja niitä koskevat vaatimukset

6.18.1.1. Ydinenergia-asetuksen mukainen luokitus

Ydinenergia-asetus (12.2.1988/161) ja valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä (1034/2018) asettavat ydinlaitosten normaalin käytön, häiriö- ja onnettomuustilanteiden sekä käytöstäpoiston säteilyannosten raja-arvot. Säteilytyöntekijän sekä väestön ja siihen rinnastuvan työntekijän annosrajat, väestön yksilön vuosiannoksen rajoitukset erilaisten ydinlaitosten normaalista käytöstä ja käytöstäpoistosta sekä häiriö- ja onnettomuustilanteiden vuosiannosrajoitukset on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 63). Raja-arvo vakavan reaktorionnettomuuden päästölle on määritetty ydinenergia-asetuksessa (161/1988 22 b §) siten, että päästöstä ei saa seurata tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille eikä pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoituksille. Pitkäaikaisvaikutusten rajoittamiseksi ulkoilmaan vapautuvan cesium-137-päästön raja-arvo on 100 terabecquereliä (TBq).

Taulukko 63. Väestön yksilön ja työntekijän säteilyn vuosiannoksen rajoituksia (Ydinenergia-asetus 12.2.1988/161, 22 b § ja 22 d § ja Valtioneuvoston asetus ionisoivasta säteilystä 1034/2018, 13 § ja 14 §).

Säteilyannos	Kuvaus
0,01 mSv	Valvonnasta vapautettu ydinjäte
0,01 mSv	Ydinlaitoksen suunnitelman mukainen käytöstäpoistaminen
0,01 mSv	Ydinjätelaitoksen normaali käyttö
0,1 mSv	Ydinjätteen loppusijoituslaitos sulkemisen jälkeen
0,1 mSv	Ydinvoimalaitoksen normaali käyttö (DBC 1) ja ydinlaitoksen käyttöhäiriö (DBC 2)
1 mSv	Väestön ja siihen rinnastuvan työntekijän efektiivinen vuosiannosraja
1 mSv	Luokan 1 oletettu onnettomuus (DBC 3)
5 mSv	Luokan 2 oletettu onnettomuus (DBC 4)
20 mSv	Oletetun onnettomuuden laajennus (DEC)
20 mSv	Säteilytyöntekijän efektiivinen vuosiannosraja

Ydinenergia-asetuksen (161/1988) mukaan ydinlaitoksen häiriö- ja onnettomuustilanteet on luokiteltu odotettavissa oleviin käyttöhäiriöihin, oletettuihin onnettomuuksiin, oletettujen onnettomuuksien laajennuksiin sekä vakaviin onnettomuuksiin. Häiriö- ja onnettomuustilanteet on huomioitu ydinlaitoksen suunnittelussa, turvallisuustoimintoja toteuttavissa järjestelmissä ja rakenteissa sekä laitoksen ohjeissa ja organisaation toiminnassa.

Yllä on kuvattu tapahtumaluokkakohtaiset säteilyannosten hyväksymiskriteerit sekä vakavan reaktorionnettomuuden päästöraja. Muita hyväksymiskriteerejä esitetään STUK:n YVL-ohjeissa, esimerkiksi millä vikaoletuksilla suunnittelussa on tapahtumaan varauduttava, mihin turvallisuusluokkaan järjestelmät on suunniteltava. Lisäksi ohjeissa annetaan rajoja fyysisille parametreille kuten paineelle ja lämpötilalle. Hyväksymiskriteerien täyttyminen on osoitettava analyyseilla.

Häiriö- ja onnettomuusluokittelu on alun perin kehitetty ydinreaktorilla varustetulle ydinlaitokselle, mutta myöhemmin sitä on laajennettu koskemaan myös muita ydinlaitoksia. Näin ollen luokittelussa ja kuvauksissa näkyy vahvasti painottuminen ydinreaktoreihin.


A02


2215

Odotettavissa oleva käyttöhäiriö

Odotettavissa olevat käyttöhäiriöt ovat tapahtumia, joiden voidaan olettaa esiintyvän kerran tai useammin sadan käyttövuoden aikana.

Oletettu onnettomuus

Oletetut onnettomuudet ovat tapahtumia, joita käytetään pääturvallisuusjärjestelmien suunnittelussa ja mitoituksessa. Näissä tapahtumissa turvallisuusjärjestelmien on pysäytettävä ydinpolttoaineessa tapahtuva lämpöä tuottava ketjureaktio, estettävä ydinpolttoaineen vaurioituminen ja rajoitettava ympäristöön pääsevän radioaktiivisuuden määrää. Luokan 1 oletetun onnettomuuden oletetaan esiintyvän harvemmin kuin kerran sataa reaktorin käyttövuotta kohden. Luokan 2 oletetun onnettomuuden oletetaan esiintyvän harvemmin kuin kerran tuhatta reaktorin käyttövuotta kohden.

Oletetun onnettomuuden laajennus

Oletettujen onnettomuuksien laajennus kattaa tilanteet, joissa käyttöhäiriön tai onnettomuuden alkutapahtumaan liittyy turvallisuusjärjestelmissä esiintyvä yhteisvika (Luokka A), tapahtuman aikana esiintyy monimutkainen vikayhdistelmä (Luokka B) tai alkutapahtumana on harvinainen ulkoinen tapahtuma (Luokka C). Voimalaitoksen edellytetään selviävän tällaisesta tilanteesta ilman vakavia polttoainevaurioita.

Vakava onnettomuus

Vakavassa onnettomuudessa huomattava osa reaktorissa olevasta tai varastoitavasta käytetystä polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. Tämän seurauksena polttoaineen sisältämistä radioaktiivisista aineista vapautuu merkittävä määrä suojarakennukseen tai käytetyn polttoaineen varastorakennukseen.

6.18.1.2. Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES

International Nuclear and Radiological Event Scale (INES) on erilaisten tapahtumien luokitteluun käytettävä asteikko, joka kuvaa radioaktiivisen materiaalin päästön ja säteilyaltistuksen vakavuutta. Asteikkoa käytetään myös tapahtumiin, joilla ei ole päästö- tai säteilyaltistusseurauksia, mutta joissa järjestelyt eivät toimineet suunnitellusti.

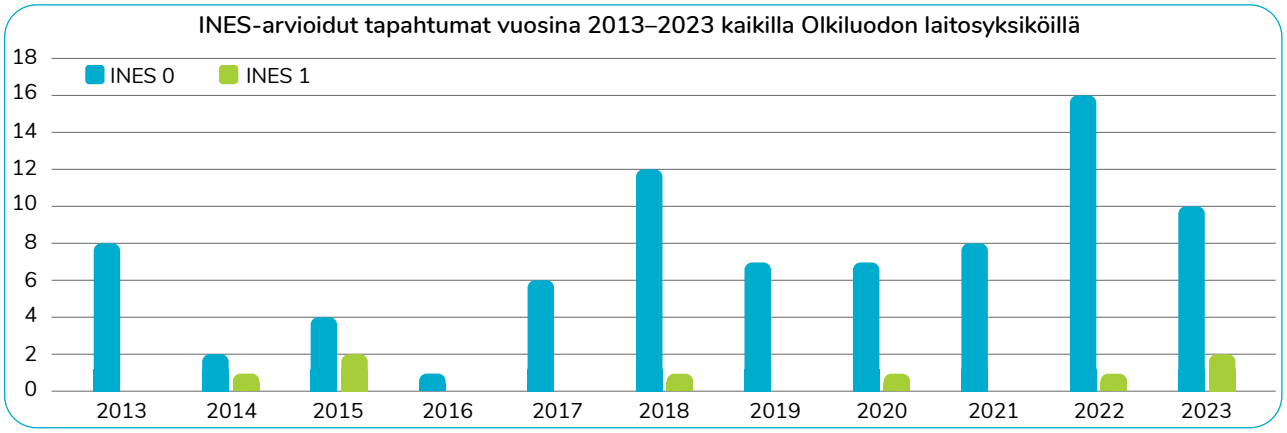
INES-asteikko on kehitetty ydinlaitostapahtumien turvallisuusmerkityksen havainnollistamiseksi ja tapahtumista tiedottamisen tueksi. INES-luokka määritetään kansainvälisen atomienergiajärjestön IAEA:n julkaisun mukaisesti (IAEA 2008) turvallisuuden heikkenemisen tai ympäristöön, voimalaitosalueeseen tai henkilöstöön kohdistuneiden säteilyvaikutusten perusteella. Luokkaa määritettäessä tarkastellaan kaikkia tapahtuman tai onnettomuuden seurauksia erikseen. Jos INES-luokka voidaan määritellä useamman kuin yhden seurausvaikutuksen perusteella, vakavin seurausvaikutus määrää lopullisen INES-luokan. Häiriö- tai onnettomuustilanteessa luvanhaltija esittää ehdotuksen INES-luokasta STUK:n päätettäväksi.

Ne ydinlaitostapahtumat, joilla on merkitystä ydin- tai säteilyturvallisuuden kannalta, luokitellaan INES-asteikolla kahdeksaan luokkaan kuvassa (Kuva 75) esitetyllä tavalla. INES-luokkaan 0 kuuluvat poikkeukselliset tapahtumat, joissa turvallisuusmerkitys on vähäinen. INES-luokkiin 1–3 kuuluvat turvallisuutta heikentäneet tapahtumat, joissa väestönsuojelutoimenpiteet eivät ole tarpeen. INES-luokkiin 4–7 kuuluvat onnettomuudet, joihin liittyy valmiustoimintaa ja väestönsuojelutoimia.



Kuva 75. INES-asteikko ja tapahtumien lajittelu. (STUK 2024d)

Suomessa käytössä olevan tapahtumaluokittelun mukaiset tapahtumat jakautuvat INES-luokkiin siten, että odotettavissa olevat käyttöhäiriöt kuuluvat luokkiin 0–3, oletetut onnettomuudet ja oletettujen onnettomuuksien laajennukset luokkaan 3 tai 4 ja vakava onnettomuus luokkiin 5–7. Suomen ydinvoimalaitoksilla sattuneet tapahtumat on luokiteltu INES-luokkiin 0, 1 ja 2. (*STUK 2024c*) Olkiluodon voimalaitoksen INES-tapahtumien määrät vuodesta 2013 alkaen on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 76).



Kuva 76. INES-arvioitujen tapahtumien lukumäärä luokissa INES 0 ja INES 1 kaikilla Olkiluodon voimalaitosyksiköillä vuosina 2013–2023.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 64) esitetään kuvaus INES-luokista ja luetellaan esimerkkejä tapahtumista. Ennen vuotta 2004 sattuneita tapahtumia esitellään kattavasti Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan luvussa 6 *(STUK 2004)*.

Taulukko 64. Kuvaus INES-luokista ja esimerkkejä tapahtumista.

INES-luokitus	Selite	Kuvaus
INES 0	Poikkeuksellinen tapahtuma, jonka turvallisuusmerkitys on kuitenkin niin vähäinen, että sitä ei voida sijoittaa varsinaiselle asteikolle.	INES 0 -luokkaan kuuluvat tapahtumat, joiden turvallisuusmerkitys on niin vähäinen, ettei niitä voida sijoittaa varsinaiselle asteikolle. Luokkaan kuuluu esimerkiksi reaktorin nopea pysäytys (pikasulku). Luokan tapahtumissa kaikki järjestelmät toimivat suunnitellulla tavalla. Olkiluodon voimalaitoksella INES 0 -luokan tapahtumia ovat olleet erilaiset inhimilliset virheet ja yksittäiset laiteviat. Esimerkkejä ovat koestuksien, määräaikaistarkastusten ja ennakkohuoltojen myöhästyminen, poikkeamat korjausten sallituista aikarajoista, poikkeamat järjestelmien vaaditusta tilasta ja käyttövirheet.
INES 1	Poikkeuksellinen turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	INES 1 -luokan tapahtumat eivät vaaranna turvallisuutta, mutta laitostilanne tai toiminta poikkeaa olennaisesti normaalista. Syynä poikkeamaan voi olla esimerkiksi laitevika, käyttövirhe tai puutteelliset menettelytavat. Olkiluodon voimalaitoksella INES 1 -luokan tapahtumat ovat liittyneet esimerkiksi siihen, että jotkin laitteet eivät olisi olleet käytettävissä tarvetilanteessa laitevian tai puutteellisten toimintatapojen seurauksena.
INES 2	Merkittävä turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	INES 2 -luokan tapahtumaan liittyy merkittävä puute turvallisuuteen vaikuttavissa tekijöissä, mutta turvallisuus on edelleen varmistettu mahdollisesta lisäviasta huolimatta. Luokkaan kuuluvat myös tapahtumat, joissa työntekijän annosraja ylittyy tai merkittävä määrä radioaktiivisuutta pääsee voimalaitoksella sellaisille alueille, joihin sen ei ole suunniteltu pääsevän. INES 2 -luokkaan kuuluvia tapahtumia on Olkiluodon voimalaitoksella ollut 3 kappaletta, joiden kuvaukset esitetään alla. Tarkemmat kuvaukset esitetään Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarjan luvussa 6.6 (STUK 2004). Vuonna 1985 OL2:lla todettiin reaktorin ylipainesuojausjärjestelmän puhallusventtiilien ohjausventtiilien yhteisvika. Viat aiheutuivat kyseisiin ohjausventtiileihin kertyneistä epäpuhtauksista, jotka estivät magneettimäntien liikkeen. Juuttumiseen vaikuttivat käyttöolosuhteisiin sopimaton nikkelipinnoite ja grafiittipohjainen voiteluaine. Vuonna 1989 OL1:llä havaittiin pikasulkujärjestelmän vajaatoiminta primaaripiirissä olleen teräsjauhon vaikutuksesta. 15 säätösauvan ulosvedossa oli ongelmia reaktorin pikasulkua seuranneen käynnistyksen yhteydessä. Säätösauvakoneistojen tarkastuksissa ja myöhemmin tehdyissä analyyseissä takertelun syyksi osoittautui teräsjauho, joka koostumukseltaan vastasi metallipintojen puhdistuksessa käytettävää puhallushiekkaa. Jauheen todellista alkuperää ei saatu varmuudella selville. Jauhetta saatiin tapahtumaa seuranneiden puhdistustöiden yhteydessä kerättyä talteen yhteensä kolme litraa. Olkiluoto 2 menetti 1991 yhteydet ulkoisiin sähköverkkoihin sähköjärjestelmien mittamuuntajan tulipalon ja siitä seuranneen 6 kV sähkökiskossa tapahtuneen oikosulun takia. Tulipalo saatiin sammumaan noin tunnissa, mutta siitä aiheutuneiden laitehäiriöiden seurauksena yhteydet ulkoisiin 400 kV ja 110 kV sähköverkkoihin menetettiin noin 7,5 tunnin ajaksi. Tämä aikana turvallisuuden kannalta tärkeiden järjestelmien sähkönsyöttö tapahtui neljän dieselgeneraattorin avulla.

INES-luokitus	Selite	Kuvaus
INES 3	Vakava turvallisuuteen vaikuttava tapahtuma	INES 3 -luokan tapahtumassa radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön ylittävät viranomaisten hyväksymät normaalin käytön päästörajat ja aiheuttavat eniten altistuvalle voimalaitoksen lähialueella asuvalle henkilölle alle yhden mSv säteilyannoksen. Voimalaitoksen ulkopuolella suojautumistoimenpiteet eivät ole tarpeen. Tapahtuma voi olla myös työntekijän säteilyannosrajan merkittävä ylitys, joka johtaa terveysvaikutuksiin tai vakava aktiivisuuden leviäminen laitoksen sisällä. Luokkaan kuuluvat myös tapahtumat, joissa yksittäinen turvallisuusjärjestelmän lisävika saattaisi johtaa onnettomuuteen tai tarvittava turvallisuusjärjestelmä olisi toimintakyvytön estämään onnettomuuden häiriötilanteen seurauksena. Alla esitetään esimerkkejä INES 3 -luokkaan kuuluvista tapahtumista. Vandellosin ydinvoimalaitoksella Espanjassa oli vuonna 1989 tulipalo. Useat turvallisuutta varmentavat järjestelmät vioittuivat tulipalossa, minkä perusteella tapahtuma kuuluu luokkaan 3. Paksin ydinvoimalaitoksella Unkarissa suoritettiin vuosihuollossa polttoainenippujen puhdistusta erillisessä, tarkoitusta varten suunnitellussa puhdistuslaitteistossa, syvän vesialtaan pohjalla. Laitteiston suunnitteluvirheen vuoksi jäähdytyskierto häiriintyi ja puhdistettava 30 polttoainenipun erä pääsi ylikuumentumaan ja vaurioitumaan. Vaurion vuoksi radioaktiivisia jalokaasuja ja hyvin pieni määrä jodia vapautui reaktorihalliin. Päästöt ympäristöön ja henkilöstön säteilyannokset jäivät kuitenkin vähäisiksi.
INES 4	Laitosonnettomuus	INES 4 -luokan onnettomuudessa ympäristössä asuvalle eniten altistuvalle yksilölle aiheutuu radioaktiivisen päästön seurauksena yli yhden mSv suuruusluokkaa oleva säteilyannos. Onnettomuudessa polttoainevauriot johtuvat reaktorisydämen osittaisesta rikkoutumisesta tai sulamisesta. Voimalaitoksen ulkopuolella väestön suojaustoimenpiteisiin ei yleensä ole tarvetta lukuun ottamatta paikallista elintarvikkeiden valvontaa. Luokkaan luokitellaan myös tapahtumat, joissa yksi tai useampi voimalaitoksen työntekijä saa säteilyannoksen, joka todennäköisesti johtaa nopeasti kuolemaan. Seuraavassa kappaleessa esitetään esimerkkejä INES 4 -luokkaan kuuluvista tapahtumista. Windscalen (nykyinen Sellafield) jälleenkäsittelylaitoksella Isossa-Britanniassa laitoksen tiloihin vapautui vuonna 1973 radioaktiivisia aineita prosessisäiliössä tapahtuneen, lämpöä tuottaneen kemiallisen reaktion seurauksena. Laitoksen sisäisten vaikutusten perusteella onnettomuus kuuluu luokkaan 4. Saint Laurentin kaasujäähdytteisellä ydinvoimalaitoksella Ranskassa vuonna 1980 reaktorirakenteista irronnut metallilevy tukki kahden polttoainenipun jäähdytysvirtauksen. Tästä oli seurauksena vakavia polttoainevaurioita, mutta radioaktiivisten aineiden päästöjä ympäristöön ei tapahtunut. Laitoksen sisäisten vaikutusten perusteella onnettomuus kuuluu luokkaan 4. Buenos Airesissa Argentiinassa tapahtui vuonna 1983 RA-2-tutkimusreaktorissa tehon äkillinen lyhytaikainen nousu (kriittisyysonnettomuus). Onnettomuus aiheutti 3–4 m päässä työskennelleen ohjaajan kuoleman. Japanissa Tokaimuran ydinpolttoainetehtaan uraaniastiassa vuonna 1999 sattui kriittisyysonnettomuus, jossa kolme työntekijää altistui merkittävästi säteilylle. Kaksi heistä kuoli myöhemmin säteilyaltistuksensa vuoksi. Säteilyannosten perusteella kummatkin onnettomuudet kuuluvat luokkaan 4.
INES 5	Ympäristölle vaaraa aiheuttava onnettomuus	INES 5 -luokan onnettomuudessa ympäristöön vapautuu pienehkö osuus ydinvoimalaitoksen sisältämistä radioaktiivisista aineista. Päästö aiheuttaisi suojelutoimenpiteiden osittaisen käynnistämisen. Luokkaan luokitellaan myös onnettomuudet, joissa ydinlaitos vaurioituu vakavasti ilman, että merkittäviä määriä radioaktiivisia aineita vapautuu ympäristöön. INES 5 -luokkaan kuuluu Yhdysvalloissa Three Mile Islandin voimalaitoksella vuonna 1979 tapahtunut onnettomuus, jossa laitosyksikön reaktorisydän suli, mutta radioaktiiviset päästöt ympäristöön jäivät vähäisiksi.

INES-luokitus	Selite	Kuvaus
INES 6	Vakava onnettomuus	INES 6 -luokan onnettomuudessa ympäristöön vapautuu suuri määrä radioaktiivisia aineita. Tällainen päästö johtaa todennäköisesti ympäristön suojelutoimenpiteiden laajamittaiseen käynnistämiseen, jotta lähialueella vältyttäisiin vakavilta terveyshaitoilta ja kauempana vähennettäisiin väestölle aiheutuvia säteilyannoksia. Tsheljabinsk-65 nimellä tunnetulla jälleenkäsittelylaitoksella, lähellä Kyshtymin kaupunkia Neuvostoliitossa (nykyinen Venäjä) tapahtui vuonna 1957 korkea-aktiivista nestemäistä jätettä sisältäneen säiliön räjähdys, joka johti radioaktiivisten aineiden päästöön. Terveyshaittoja rajoitettiin vastatoimenpiteillä, kuten evakuoimalla alueen väestöä. Ympäristövaikutusten perusteella onnettomuus kuuluu luokkaan 6.
INES 7	Erittäin vakava onnettomuus	INES 7 -luokan onnettomuudessa merkittävä osa ydinvoimalaitoksen tai muun ydinlaitoksen radioaktiivisista aineista vapautuu ympäristöön. Onnettomuuden erittäin suurelle päästölle on tyypillistä, että se sisältää sekä lyhyt- että pitkäikäisiä fissiotuotteita. Tällainen päästö saattaa aiheuttaa laajoilla alueilla välittömiä suoria terveyshaittoja, myöhäisvaikutuksia sekä pitkäaikaisia ympäristövaikutuksia. Vakavien terveyshaittojen välttämiseksi käynnistetään laajamittaiset väestönsuojelutoimet. Alla esitetään INES 7 -luokkaan kuuluvat tapahtumat. Japanin historian suurin maanjäristys 11.3.2011 ja sitä seurannut tsunami vaurioittivat pahoin Japanin itärannikolla sijaitsevaa Fukushima Daiichin ydinvoimalaitosta, minkä seurauksena kolmen laitosyksikön reaktorisydämet sulivat. Laitokselta vapautui ilmaan ja mereen radioaktiivisia aineita. Onnettomuus on luokiteltu ympäristövaikutusten perusteella luokkaan 7. Tšernobylin ydinvoimalaitoksen reaktori Neuvostoliitossa (nykyinen Ukraina) tuhoutui räjähdyksenomaisesti vuonna 1986. Reaktorin täydellinen rikkoutuminen aiheutti suuren radioaktiivisten aineiden päästön ja kymmeniä onnettomuuden hallintaan osallistuneita henkilöitä kuoli onnettomuudessa saamiinsa säteilyannoksiin. Ympäristövaikutusten perusteella onnettomuus kuuluu luokkaan 7.

6.18.2. Toiminnan turvallisuus

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä ja käytetyn polttoaineen välivarastolla (KPA-varasto) on toimintoja, joilla ydinturvallisuus pyritään takaamaan luotettavasti. Näiden toimintojen tarkoituksena on hallita ketjureaktiota ja polttoaineen reaktiivisuutta, turvata polttoaineen jäähdytys ja eheys sekä pidättää radioaktiiviset aineet laitoksen sisällä. OL1- ja OL2-laitosyksiköillä ja KPA-varastolla turvallisuustaso määräytyy niiden teknisistä toimintaperiaatteista ja ratkaisuista, yhdessä niitä käyttävän organisaation asiantuntemuksen ja turvallisuutta korostavan asenteen kanssa.

6.18.2.1. Turvallisuustoiminnot ja -periaatteet

Ydinturvallisuuden perusperiaate on, että radioaktiiviset aineet eivät saa päästä ympäristöön. Päästöjen estämiseksi turvallisuus varmistetaan moninkertaisesti. OL1- ja OL2-laitosyksiköt on varustettu moninkertaisilla ja eri periaatteilla toimivilla turvallisuusjärjestelmillä, joiden avulla häiriötilanteet havaitaan ja saadaan nopeasti hallintaan. Perustana on monitasoinen syvyyssuuntainen turvallisuusajattelu. Kaikki turvallisuuden kannalta merkitykselliset toiminnot varmistetaan useilla rinnakkaisilla järjestelmillä ja laitteilla, ja kaikkien laitteiden ja toimintojen suunnittelussa sovelletaan korkeita laatuvaatimuksia ja riittäviä turvallisuusmarginaaleja.

Turvallisuusajattelun lähtökohtana on, että käyttäjän virheet tai useatkaan laiteviat eivät yksinään voi aiheuttaa vakavaa onnettomuutta. Tärkeimpien turvallisuustoimintojen järjestelmien on pystyttävä toimimaan, vaikka mikä tahansa järjestelmän yksittäinen laite olisi toimintakyvytön ja vaikka mikä tahansa turvallisuustoimintoon vaikuttava laite olisi samanaikaisesti poissa käytöstä korjauksen tai huollon vuoksi.

Polttoaineen radioaktiivisuuden aiheuttaman vaaran minimoimiseksi muodostetaan useiden sisäkkäisten suojavyöhykkeiden kokonaisuus. Radioaktiivisuuden ensimmäisenä vapautumisesteenä on itse uraanidioksidista tehty polttoainetabletti, joka pidättää itsessään syntyneitä halkeamistuotteita. Toisena suojamuurina toimii polttoainesauvojen kuorena käytetty metalliputki ja kolmantena reaktorin paineastia. Neljäs este on reaktoria ympäröivä kaasutiivis suojarakennus, ja ulommaisena vapautumisesteenä on massiivinen reaktorirakennus.

6.18.2.2. Turvallisuustoimintoja toteuttavat järjestelmät

Yksittäisvikaantumisen varalle OL1- ja OL2-laitosyksiköiden turvallisuusjärjestelmät on jaettu neljään rinnakkaiseen osajärjestelmään (A, B, C ja D). Nämä järjestelmät sijaitsevat fyysisesti eri huoneissa, hyllyissä ja kaapeissa. Tätä samaa periaatetta sovelletaan myös sähkönsyöttö- ja sähkönsäätöjärjestelmiin. Niitä alueita, joissa on eri osajärjestelmien laitteita, ilmastoidaan ja jäähdytetään erillisillä ilmastointijärjestelmillä.

Reaktorisydämellä on kaksi erillistä hätäjäähdytysjärjestelmää – apusyöttövesijärjestelmä ja reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä. Apusyöttövesijärjestelmä on korkeapaineinen hätäjäähdytysjärjestelmä. Sen kapasiteetti riittää pitämään reaktorisydämen veden peitossa minkä tahansa reaktoripaineastian pohjaan liitetyn putken murtumisonnettomuudessa.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä toimii matalassa paineessa. Sen kapasiteetti riittää pitämään reaktorisydän veden peitossa suuressa reaktorisydämen yläpuolisessa putkikatkossa.

Molemmat järjestelmät niihin liittyvine apujärjestelmineen on jaettu neljään riippumattomaan osajärjestelmään. Näistä kahden kapasiteetti riittää jäähdytteenmenetystilanteessa. Järjestely mahdollistaa myös sen, että osajärjestelmien laitteita on helppo testata ja korjata ilman että laitosyksiköiden käyttöä joudutaan rajoittamaan.

Kussakin osajärjestelmässä ovat muun muassa erilliset pumput ja venttiilit, ja virransyöttö niihin tulee vastaavasti erotetuista varadieselgeneraattoreista. Apusyöttövesijärjestelmä saa veden erityisistä varastoaltaista. Kutakin osajärjestelmää varten on erillinen allas.

Reaktorisydämen ruiskutusjärjestelmä saa veden suojarakennuksen lauhdutusaltaasta. Tämän altaan vesi jäähdytetään suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmällä, jota vuorostaan jäähdytetään välipiirin kautta merivedellä. Lauhdutusaltaan lämmönsitomiskapasiteetti riittää jälkilämmön poistoon useita tunteja reaktorin alasajon jälkeen ilman suojarakennuksen ulkopuolista jäähdytystä.

Näiden lisäksi on rakennettu höyrykäyttöinen korkeapaineinen lisävesijärjestelmä, jota voidaan käyttää laitoksen täydellisen vaihtosähkön menetystilanteessa. Kyseinen järjestelmä saa käyttövoimansa reaktorin höyrystä eikä tarvitse ulkopuolista energiaa. Järjestelmä on suunniteltu toimimaan kapasiteetilla, joka riittää jäähdyttämään reaktorisydämen kunnes reaktoripaineastian paine on laskenut tasolle, jolla voidaan aloittaa matalapaineinen lisävedensyöttö.

6.18.2.3. Valmiustoiminta

Valmiustilanteisiin on Olkiluodossa varauduttu valmiusjärjestelyin, joilla tarkoitetaan varautumista ennakkoon onnettomuuksiin tai turvallisuutta heikentäviin tapahtumiin ydinvoimalaitoksessa tai sen alueella. Olkiluodossa valmiusjärjestelyjen toteuttamisesta huolehtii TVO:n henkilökunnasta nimetty valmiusorganisaatio valmiussuunnitelman mukaisesti. Henkilöstöä koulutetaan vuosittain valmiussuunnitelman mukaisiin tehtäviin.



TVO:n vastuualueen ulkopuolella pelastustoiminnasta huolehtii ensisijaisesti Satakunnan pelastuslaitos Lounais-Suomen aluehallintoviraston ja muiden yhteistyöviranomaisten tukemana. Valmius- ja pelastustoimintaan osallistuu aina myös STUK erityisviranomaisena.

Valmiustilanteet luokitellaan vakavuuden ja hallittavuuden perusteella. Valmiussuunnitelman mukainen valmiuspäällikkö, eli kyseisen laitosyksikön valvomossa oleva vuoropäällikkö, käynnistää toiminnan valmiustilanteessa.

Varautumistilanteessa ydinvoimalaitoksen turvallisuus halutaan varmistaa, kun turvallisuus on heikentynyt tai uhkaa heiketä tai tilanne on epäselvä. Varautumistilanteesta ja siihen johtaneista syistä ilmoitetaan nopeasti STUK:lle ja alueen hätäkeskukselle, joka ilmoittaa siitä pelastusviranomaisille.

Laitoshätätilanteessa ydinvoimalaitoksen turvallisuus on heikentynyt merkittävästi. Laitoshätätilanteessa on välittömästi hälytettävä TVO:n valmiusorganisaatio, STUK ja alueen hätäkeskus, joka hälyttää pelastusviranomaiset.

Yleishätätilanteessa on olemassa vaara sellaisista radioaktiivisten aineiden päästöistä, jotka edellyttävät suojelutoimenpiteitä ydinvoimalaitoksen ympäristössä. Yleishätätilanteessa on välittömästi hälytettävä TVO:n valmiusorganisaatio, STUK ja alueen hätäkeskus, joka hälyttää pelastusviranomaiset.

6.18.2.4. Turvajärjestelyt

Turvajärjestelyt ovat tärkeä osa säteilyturvallisuutta, jota kuitenkin yleensä käsitellään omana osa-alueenaan sen erilaisen luonteen takia. Turvajärjestelyillä tarkoitetaan varautumista ennakkoon ydinlaitokseen tai sen

toimintaan kohdistuvan lainvastaisen toiminnan uhkaan, kuten esimerkiksi sabotaasiin tai ydinmateriaalin luvattomaan poisvientiin. Turvajärjestelyillä suojataan laitoksen normaalia häiriötöntä käyttöä, laitoksen järjestelmiä ja laitoksella toimivaa henkilöstöä. Kyberturvallisuus on tärkeä osa turvajärjestelyjä.

Olkiluodon voimalaitoksella on erillinen turvaorganisaatio. Turvajärjestelyitä koskevat suunnitelmat ja ohjeet on laadittu yhteistyössä asianomaisen poliisiviranomaisen kanssa ja ne on sovitettu yhteen viranomaisten laatimien pelastus-, valmius- ja erityistilannesuunnitelmien kanssa. Turvajärjestelyitä ja niitä koskevia suunnitelmia sekä ohjeita ylläpidetään ja kehitetään jatkuvasti, ja toimintaa harjoitellaan säännöllisesti viranomaistahojen kanssa sekä omissa harjoituksissa että myös osana valmiusharjoituksia. Turvajärjestelyt on suunniteltu syvyyssuuntaisen puolustuksen periaatteiden mukaisesti perustuen sisäkkäisiin turvajärjestelyvyöhykkeisiin.

6.18.2.5. Turvallisuuden arviointi ja jatkuva parantaminen

Ydinvoimalaitoksen turvallisuutta ja sen turvallisuusjärjestelmien teknisiä ratkaisuja tulee arvioida ja perustella analyyttisesti sekä tarvittaessa kokeellisesti STUK:n määräyksen Y/1/2018 mukaisesti. Asetettujen hyväksymiskriteerien täyttyminen todennetaan häiriö- ja onnettomuusanalyyseillä. Muita analyyttisia menetelmiä ovat muun muassa vika- ja vaikutusanalyysit, lujuusanalyysit sekä todennäköisyysperusteinen riskianalyysi, Probabilistic Risk Assessment (PRA). PRAta käytetään laajasti laitosyksiköiden riskitason määrittämiseksi ja turvallisuuteen liittyvien riskien hallintaan tähtäävän päätöksenteon tukena esimerkiksi arvioitaessa mahdollisuuksia ja tarpeita tehdä turvallisuutta parantavia toimenpiteitä.

Määräaikainen turvallisuusarvio on määräajoin tehtävä laaja arviointi, jossa arvioidaan sekä luvanhaltijan toimintaa että laitoksen tekniikkaa. Määräaikaisen turvallisuusarvion sisällölliset vaatimukset on kuvattu STUK:n YVL-ohjeessa A.1 *”Ydinenergian käytön turvallisuusvalvonta”, sekä lisäksi kansainvälisen atomienergiajärjestön (International Atomic Energy Agency, IAEA) asiakirjassa SSG-25 ”Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants” (IAEA 2013)*, jossa kerrotaan tarkemmin arvioinnin tavoitteista, menetelmistä ja sisällöstä.

YVL-ohjeet ja niiden vaatimukset ovat sellaisenaan voimassa vain uusille ydinlaitoksille. Jo käytössä olevia ydinlaitoksia, kuten Olkiluodon laitosyksiköitä, koskien STUK tekee jokaiselle YVL-ohjeelle täytäntöönpanopäätöksen siitä, miten ja missä laajuudessa ohjeen vaatimuksia sovelletaan. Näiden täytäntöönpanopäätösten perusteella OL1- ja OL2-laitosyksiköt täyttävät ydinenergialain mukaiset turvallisuusvaatimukset ja kansalliset viranomaisvaatimukset siten, kun niitä sovelletaan ydinenergialain 7 a § mukaisesti. STUK toimittaa työ- ja elinkeinoministeriöön turvallisuusarvion osana mahdollista uusien käyttölupien hakemista. Turvallisuusarvio perustuu luvanhakijan toimittamaan määräaikaiseen turvallisuusarvioon, muihin toimitettuihin asiakirjoihin sekä STUK:n omaan näkemykseen.

Kansallisten viranomaisvaatimusten lisäksi Olkiluodon voimalaitoksen toiminnassa huomioidaan myös kansainväliset periaatteet ja ohjeet, kuten Kansainvälisen atomienergiajärjestön (IAEA) julkaisemat ohjeet ja suositukset, sekä maailman ydinvoimalaitosten käyttäjien liiton *(World Association of Nuclear Operators, WANO)* suositukset. IAEA ja WANO tekevät Olkiluodon voimalaitokselle säännöllisiä arviointeja ja lisäksi ne keräävät ja jakavat eri laitosten käyttökokemuksia. Sekä muiden laitosten käyttökokemuksia että laitokselle tehtyjen arviointien tuloksia käytetään turvallisuuden ja toiminnan kehittämiseksi sekä parantamiseksi. Tämän lisäksi Olkiluodon voimalaitoksella on aktiivista tiedonvaihtoa yksittäisten voimalaitosten kanssa laitoksen turvallisuuden ja käytön parantamiseksi.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön aikana on toteutettu lukuisia turvallisuutta parantavia hankkeita ja voimalaitos on merkittävästi turvallisempi kuin aikoinaan käynnistyessään, jolloin se jo vastasi sen aikaista vaatimustasoa. Todennäköisyysperusteisen riskianalyysin (PRA) avulla on tunnistettu järjestelmällisesti laitosyksiköiden riskitekijöitä. Riskitekijöiden pienentämiseksi laitosyksiköillä on toteutettu useita muutostöitä

sekä parannettu erilaisten häiriö- ja onnettomuustilanteiden hallintaa lähes koko käyttöiän ajan. Fukushiman onnettomuuden jälkeen laitosyksiköillä toteutettiin useita ydinturvallisuutta parantavia muutostöitä, joilla varauduttiin epätodennäköisiin luonnonilmiöihin ja sähkönsyötön häiriöihin. Niistä ydinturvallisuuden kannalta merkittäviä muutostöitä olivat uusien järjestelmien rakentaminen, joilla voidaan pumpata vettä reaktoriin täydellisen vaihtosähkön menetyksen yhteydessä, apusyöttövesijärjestelmän toimintavarmuuden parantaminen lisäämällä järjestelmään merivesijäähdytyksestä riippumaton jäähdytys sekä vaihtoehtoisen jäädytyksen lisääminen käytetyn polttoaineen altaisiin. Lisäksi laitosyksiköillä on tehty useita maanjäristyskestävyyden parantamiseen liittyviä muutostöitä sekä modernisoitu ikääntyviä järjestelmiä ja laitteita.

TVO:lla ei ole tiedossa muutoksia laitoksen lainsäädäntöön, kansainvälisiin velvoitteisiin tai käyttöön liittyen, jotka vaikuttaisivat merkittävästi luvanhaltijan edellytyksiin käytön jatkamiseen turvallisesti ja vaatimusten edellyttämällä tavalla.



6.18.3. Vakava reaktorionnettomuus

Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan tilannetta, jossa huomattava osa reaktorin polttoaineesta vaurioituu. Vakavaan reaktorionnettomuuteen voitaisiin päätyä, jos reaktorin turvallisuusjärjestelmät eivät onnettomuustilanteessa toimisi. OL1- ja OL2-laitosyksiköille on asennettu vakavan reaktorionnettomuuden hallintajärjestelmät, joilla yhdessä onnettomuuden hallintaan liittyvän ohjeistuksen kanssa varmistetaan suojarakennuksen tiiveys ja estetään sen rikkoutuminen.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alkuperäiset turvallisuusjärjestelmät on mitoitettu nykyistä tapahtumaluokkaa DBC4 vastaavien niin sanottujen suunnittelun perusonnettomuuksien perusteella. Näihin on kuulunut muun muassa syöttövesi- tai päähöyrylinjan päittäinen giljotiinikatkos. Tällainen putkivuoto on toiminut myös suoja-

rakennuksen mitoittavana kriteerinä. Polttoaineen sulamiseen johtavat tapahtumat on otettu huomioon vasta myöhemmin. Vakaviin onnettomuuksiin varautumiseksi laitoksille on tehty muutoksia eri projekteissa vuosien mittaan. Vakavien onnettomuuksien hallinta perustuu laitoksen rakenteellisiin ominaisuuksiin ja vakavien onnettomuuksien varalta suunniteltuihin järjestelmiin ja ohjeisiin. Uusin vakavia onnettomuuksia ehkäisevä muutos oli reaktorin korkeapaineisen lisävesijärjestelmän ja reaktorin matalapaineisen lisävesijärjestelmän rakentaminen OL1- ja OL2-laitosyksiköille.

Ydinvoimalaitoksen onnettomuustilanteessa ympäristöön voi päästä terveydelle haitallisia radioaktiivisia aineita. Tässä luvussa tarkastellaan vakavaa reaktorionnettomuutta, jossa ympäristöön pääsevien radioaktiivisten aineiden määrä on merkittävä. Vakavalla reaktorionnettomuudella tarkoitetaan onnettomuutta, jossa huomattava osa reaktorissa olevasta polttoaineesta menettää alkuperäisen rakenteensa. Lievempiä tapauksia käsitellään luvussa 6.18.4.1. Vakava reaktorionnettomuus on ydinvoimalaitoksella erittäin epätodennäköinen äärimmäinen tapahtuma, jonka toteutuminen edellyttäisi useita vikoja laitoksen järjestelmissä ja ongelmia laitoksen ohjaamisessa. Laitoksen suunnittelussa ja toiminnassa on varauduttu erilaisiin häiriö- ja onnettomuustilanteisiin, mukaan lukien vakava reaktorionnettomuus, jotta niiden seuraukset voidaan pitää mahdollisimman pieninä.

6.18.3.1. Lähtötiedot ja arviointimenetelmät

Vakavan reaktorionnettomuuden arvio pohjautuu oletukseen, jossa ympäristöön vapautuu ydinenergia-asetuksen 161/1988 22 b § mukaisesti vakavan onnettomuuden raja-arvoa vastaava määrä radioaktiivisia aineita. Päästö sisältää 100 terabecquereliä (TBq) cesium-137 (Cs-137) -nuklidia sekä lisäksi myös muita radionuklideja samassa suhteessa kuin niitä cesium-137:ään nähden oletetaan onnettomuudessa vapautuvan. Tarkasteltu kuvitteellinen vakava reaktorionnettomuus vastaa päästössä vapautuvan aktiivisuuden perusteella kansainvälisellä ydinlaitostapahtumien ja ydinonnettomuuksien luokitusasteikolla INES 6 -luokan onnettomuutta. Onnettomuuspäästön leviämisen vaikutuksia on tarkasteltu 1 000 km etäisyydelle OL1- ja OL2-laitosyksiköistä.

Mallinnustuloksia verrataan STUK:n valmiusohjeessa VAL 1 *(STUK 2024h)* esitettyihin väestönsuojelullisiin toimenpiderajoihin koskien evakuointia ja sisälle suojautumista. Lisäksi on arvioitu kuvitteellisen vakavan reaktorionnettomuuden aiheuttaman radioaktiivisen laskeuman ja säteilyannoksien vaikutuksia. Yleisellä tasolla on käsitelty onnettomuuden jälkihoitoa sekä sosiaalisia ja sosioekonomisia vaikutuksia.

Päästö- ja annosrajat

Ydinenergia-asetuksen (161/1988 22 b §) mukaan ydinvoimalaitoksen vakavasta onnettomuudesta aiheutuvasta radioaktiivisten aineiden päästöstä ei saa seurata tarvetta väestön laajoille suojautumistoimenpiteille eikä pitkäaikaisille laajojen maa- ja vesialueiden käyttörajoituksille. Pitkäaikaisvaikutusten rajoittamiseksi ulkoilmaan vapautuvan Cs-137-päästön raja arvo on 100 TBq. Raja-arvon ylittymisen mahdollisuuden on oltava erittäin pieni.

Myös väestön suojautumistoimenpiteitä onnettomuuden aikaisessa vaiheessa edellyttävän päästön mahdollisuuden on oltava erittäin pieni. Väestönsuojelullisten toimenpiteiden raja-arvoista annetaan suuruusluokkia ja suuntaa antavia tasoja ohjeessa VAL 1 *(STUK 2024h)*. Taulukossa (Taulukko 65) on esitetty tiivistetysti ohjeisiin VAL 1 (STUK 2024h) ja YVL C.3 (STUK 2019b) liittyvät sisälle suojautumisen ja evakuoinnin annoskriteerit, alueet sekä toimenpidetasot liittyen laskeuman voimakkaisiin gamma- ja beetasäteilijöihin. Taulukossa (Taulukko 65) mainitut 5 km suojavyöhyke ja 20 km varautumisalue on esitetty Olkiluodon voimalaitoksen osalta kuvassa (Taulukko 62).

Päästö ja sen vapautuminen ilmakehään

Vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuvia säteilyannoksia ja laskeumaa mallinnettiin käyttämällä lähtökohtana OL1- ja OL2-laitosyksiköille tehtyjä vakavien reaktorionnettomuuksien analyyseja korotetulla tehotasolla. Analysoiduista skenaarioista valittiin tapaus, jossa reaktorisydämen vaurioituminen tapahtuu tarkastelluista skenaarioista nopeimmin ja kyseisessä onnettomuustapauksessa myös päästöt ympäristöön ovat suurimmat.

Mallinnetun onnettomuusskenaarion päästötermin Cs-137-pitoisuus jäi selvästi ydinenergia-asetuksen 161/1988 § 22 mukaisen 100 TBq:n rajan alapuolelle, joten sitä jouduttiin skaalaamaan ylöspäin haluttuun 100 TBq:n Cs-137-päästöön pääsemiseksi. Käytetty skaalauskerroin on 734,5. Muita onnettomuusskenaarion päästötermin nuklideja skaalattiin ylöspäin samassa suhteessa lukuun ottamatta jalokaasuja, joista suurin osa (99,5 %) vapautuu jo alkuperäisen onnettomuusskenaarion päästötermin kautta. Skaalatut nuklidikohtaiset pitoisuudet käytiin läpi, ja varmistettiin ettei skaalattu pitoisuus ylitä sydäninventaaria.

Käsiteltävässä vakavassa reaktorionnettomuudessa laitosyksikkö tuottaa sähköä valtakunnan verkkoon täydellä teholla. Analysoitavassa skenaariossa oletetaan giljotiinikatkos syöttövesilinjassa (*Loss Of Coolant Accident, LOCA*), täydellinen vaihtosähkön menetys ja 5 neliösenttimetrin (cm^2) vuoto suojarakennuksen välitasoon. Onnettomuuden ja siitä aiheutuvan ympäristöpäästön kehittymistä on laskettu 72 tunnin ajan onnettomuuden alusta. LOCA:n seurauksena paine primäärijärjestelmässä putoaa nopeasti. Syöttöveden menettämisen ja polttoaineen jälkilämmön aiheuttaman kiehumisen seurauksena polttoaine paljastuu yläosastaan tässä onnettomuustapauksessa noin 6 minuutin kuluttua onnettomuuden alusta. Kokonaisuudessaan sydän on paljastunut noin 17 minuutin kohdalla. Polttoaineen kuumenemisen seurauksena sydän kuumenee ja suojakuori alkaa sulaa noin 19 minuutin kuluttua, jolloin fissiotuotteita alkaa vapautua primäärijärjestelmään ja suojarakennukseen. Polttoaineen sulaminen ja siirtyminen reaktoripaineastian pohjalle alkaa noin 42 minuutin jälkeen ja paineastia puhkeaa noin 53 minuuttia onnettomuuden jälkeen. Reaktoripaineastian puhkeamisen jälkeen sydänsula putoaa tulvitettuun alempaan kuivatilaan, jonka tulvittaminen alkoi noin 34 minuuttia onnettomuuden alkamisesta. Suojarakennuksen suodatettu paineenalennus alkaa noin 6,5 tunnin kuluttua onnettomuuden alusta. Järjestelmässä olevat suodattimet pystyvät pidättämään 99,9 % aerosoleista, 99 % alkuainejodista ja 80 % orgaanisesta jodista. Jalokaasujen pidättymistä ei tapahdu lainkaan. Lisäksi suojarakennukseen vapautuvan jodin oletetaan jakautuvan siten, että 95 % siitä on aerosoleina, 4,85 % alkuainejodina ja 0,15 % orgaanisena jodina.

Taulukko 65. Väestönsuojelullisia toimenpiteitä, annoskriteereitä ja aluerajauksia sekä laskeumaan liittyviä toimenpidetasoja.

Toimenpide	Annoskriteeri (VAL 1)	Suurin etäisyys voimalaitoksesta, jolle toimenpide saa ulottua (YVL C.3)	Ohjeellinen toimenpidetaso (VAL 1)
Sisälle suojautuminen	> 10 mSv kahden vuorokauden aikana	Voimalaitoksen varautumisalue (20 km)	Laskeuman beeta- ja gammasäteilijöiden laskeuma ylittää 10 000 000 Bq/m^2
Evakuointi	> 20 mSv ensimmäisen viikon aikana suojautumattomalle henkilölle	Voimalaitoksen suojavyöhyke (5 km)	Laskeuman beeta- ja gammasäteilijöiden laskeuma ylittää 10 000 000 Bq/m^2 kauemmin kuin 2 päivän ajan

Leviämislaskenta

Yleisen ja vakiintuneen käytännön vuoksi säteilyannosten ja radioaktiivisen laskeuman mallinnus tehdään 1 000 km etäisyydelle päästön vapautumispisteestä. Mallinnus tehtiin Fortum Power and Heat Oy:n kehittä-

mällä Tuulet-ohjelmalla, jonka STUK on hyväksynyt käytettäväksi ympäristön asukkaiden säteilyannosten laskennassa. Mallinnus pohjautuu Tuulet 2.0.0 -ohjelmaversioon, jota on ympäristövaikutusten arviointia varten muokattu mahdollistamaan päästön arviointi 1 000 km etäisyydelle Olkiluodon voimalaitoksesta. Muokatun ohjelmaversion tuloksia on verrattu ulkoisten annoksien osalta Yhdysvaltojen National Oceanic and Atmospheric Administrationin (NOAA) julkaisemaan HYSPLIT-ohjelmaan *(NOAA 2020)*. Vertailut osoittavat, että Tuulet-ohjelman mallintamat ulkoiset säteilyannokset ovat samaa suuruusluokkaa HYSPLIT-mallin kanssa.

Tuulet-ohjelmassa on huomioitu voimalaitoksen rakennusten vaikutus tuulikenttään ja siten päästön lähtökorkeuden vaikutus leviämiseen. Päästöpilven pystysuuntaisessa leviämisessä on huomioitu heijastuminen maanpinnasta ja ilmakehän inversiokerroksista, joiden korkeus riippuu ilmakehän stabiilisuudesta.

Tuulet-ohjelmassa päästöpilven leviämistä on kuvattu gaussisella vanamallilla, missä otetaan huomioon radioaktiivisten aineiden hajoaminen sekä laskeutuminen maanpinnalle kuiva- ja märkälaskeumana. Tulosten tilastollisen käsittelyn mahdollistamiseksi mallinnuksessa käytettiin kolmen vuoden sääaineistoja Olkiluodon säämastolta. Sääaineisto on valittu siten, että se edustaa monipuolisesti ilmastoa voimalaitoksen lähialueilla. Efektiivisen koko kehon säteilyannoksen laskennassa otettiin huomioon suora gammasäteily päästöpilvestä, gamma- ja beetasäteily laskeumasta ja järvivedestä sekä hengityksen ja ruuan kautta elimistöön joutuneiden radioaktiivisten aineiden aiheuttama sisäinen annos. Tytärnuklidien syntymistä ja kulkeutumista ei mallinnettu erikseen, mutta niiden annosvaikutus on huomioitu emonuklidien annoskertoimissa ja keskimääräisissä gammaenergioissa.

Tuulet-ohjelmassa on mallinnettu radioaktiivisten aineiden rikastuminen ja kulkeutuminen biosfäärissä. Nuklidien laskeutuminen suoraan kasvien pinnoille ja kulkeutuminen maaperästä kasvin sisäosiin juurioton kautta on huomioitu. Aktiivisuutta voi myös huuhtoutua pois kasvien pinnoilta. Aktiivisuuden päätyminen kasveihin riippuu siitä, tapahtuuko päästö kesällä kasvukaudella vai sen ulkopuolella. Sadonkorjuuaika vaikuttaa radioaktiivisuuden kulkeutumiseen laidunheinästä ja rehusta lehmiin. Lehmistä aktiivisuutta päätyy ihmisiin naudanlihan syönnin ja maidon juonnin kautta. Radioaktiivisuutta voi myös päätyä esimerkiksi metsäniityiltä riistaeläimiin ja lopulta riistan syönnin kautta ihmisiin. Talvella päästö laskeutuu aluksi jään ja lumen päälle, joten aktiivisuus päätyy ravintoketjuun viiveellä lumien sulettua. Järviin laskeutuva aktiivisuus sekoittuu aluksi järven vesitilavuuteen, päätyy sieltä lopulta järvikaloihin ja kalansyönnin kautta ihmisiin. Ravinnon kautta vuoden aikana kertyvän säteilyannoksen muodostuminen voidaan jakaa tuoreen ravinnon ja varastoidun ravinnon nautintajaksoon.

Säteilyannoksia mallinnettaessa ei oleteta mitään väestönsuojelullisia toimenpiteitä eli esimerkiksi sisälle suojautumisen ja ravinnon nautinnan muutosten säteilyannosta pienentävää vaikutusta ei huomioida. Laskeumat ja säteilyannokset esitetään 5 % ylitystodennäköisyydellä. Tämä tarkoittaa sitä, että 95 % todennäköisyydellä laskeuma tai säteilyannos jää pienemmäksi kuin esitetty tulos.

Ikäryhmät ja säteilyannoksien integroimisajat

Kansainvälisen säteilysuojelukomitean (International Commission on Radiological Protection - ICRP) mukaan säteilyannoksia mallintaessa on hyvä huomioida erilaiset ikäryhmät, sillä näillä on erityyppiset ravinnon kulutustottumukset. ICRP:n suositusten *(ICPR 2006)* mukaisesti tässä mallinnuksessa käsitellään ikäryhmät 1-vuotiaat, 10-vuotiaat ja aikuiset. Näistä ikäryhmistä niin sanottu edustava henkilö Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristön säteilyannoksille on aikuinen. Koko eliniän aikana kertyvä säteilyannos arvioidaan käyttäen 1-vuotiaille 70 vuoden altistusaikaa (integrointiaika), 10-vuotiaille 60 vuoden altistusaikaa ja aikuisille 50 vuoden altistusaikaa. Jokaisessa ikäryhmässä huomioidaan ikäryhmälle tyypillinen ravinnon nautintamäärä pohjautuen suomalaisiin kulutustottumuksiin. Arvioitaessa säteilyannosta lapsille huomioidaan henkilön kasvu sekä sen seurauksena muuttuvat elintavat ja ravinto.

Vakavan reaktorionnettomuuden aiheuttamia potentiaalisia väestönsuojelutoimenpiteitä mallintaessa on syytä huomioida sekä sisälle suojautuminen että evakuointi. VAL 1 -ohjeen (*STUK 2024h*) mukaan sisälle suojautumista tulee tutkia kahden vuorokauden aikana saatavan säteilyannoksen suhteen ja evakuoinnissa tulee tarkastella ensimmäisen viikon aikana saatavaa säteilyannosta. Lisäksi voidaan myös tarkastella vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuvaa säteilyannosta ensimmäisen vuoden ja koko ihmisen eliniän aikana.

6.18.3.2. Mallinnuksen tulokset

Onnettomuusmallinnus on laadittu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamiselle korotetulla teholla. Vastaavat mallinnuksen tulokset pätevät myös käyttöiän jatkamiseen nykyisellä teholla, mutta voivat olla lievempiä.

Säteilyannokset ja laskeuma

Vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuvat säteilyannokset on esitetty taulukossa (Taulukko 66). Säteilyannokset on arvioitu 1-vuotiaalle, 10-vuotiaalle ja aikuiselle 1–1 000 km etäisyydellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Väestönsuojelutoimenpiteiden arviointia varten säteilyannokset on esitetty kahden ja seitsemän vuorokauden altistusajoilla. Tämän lisäksi säteilyannoksia on arvioitu yhden vuoden ja koko eliniän altistusajoilla.

Mallinnuksen mukaan (Taulukko 66) vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena esimerkiksi 20 km etäisyydellä päästön vapautumispisteestä asuvalle aikuiselle säteilyaltistuksen on arvioitu olevan noin 6,5 mSv yhden vuoden altistusajalla. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen varautumisalueen eli 20 km ulkopuolella vakavasta reaktorionnettomuudesta yhden vuoden altistusajan aiheuttama säteilyannos on hieman suurempi kuin suomalaisen saama keskimääräinen vuotuinen säteilyannos. Suomalaisen keskimääräisen vuotuisen säteilyannoksen suuruudeksi on arvioitu 5,9 mSv (*STUK 2020a & 2024b*).

Taulukko 66. Vakavan reaktorionnettomuuden aiheuttamat säteilyannokset 1-vuotiaalle, 10-vuotiaalle ja aikuiselle 1–1 000 km etäisyydellä päästön vapautumispisteestä 2 vuorokauden, 7 vuorokauden, 1 vuoden sekä eliniän aikana.

	1-vuotiaalle arvioitu annos [mSv]				10-vuotiaalle arvioitu annos [mSv]				Aikuiselle arvioitu annos [mSv]			
Etäisyys (km)	**2 d**	**7 d**	**1 a**	**70 a**	**2 d**	**7 d**	**1 a**	**60 a**	**2 d**	**7 d**	**1 a**	**50 a**
1	17,1	18,9	50,3	76,0	17,2	18,8	42,6	88,8	16,8	18,3	37,1	92,5
5	9,5	10,5	33,0	36,4	9,6	10,7	20,5	27,4	9,0	9,7	15,2	25,6
10	6,3	6,9	25,0	27,9	6,3	6,9	14,9	20,5	5,8	6,2	11,1	18,1
15	4,5	5,0	17,6	19,8	4,6	4,9	10,9	15,2	4,2	4,6	8,2	13,2
20	3,7	4,0	13,3	14,8	3,7	4,0	8,3	12,0	3,5	3,7	6,5	10,3
50	1,5	1,7	5,0	5,6	1,5	1,7	3,4	4,5	1,4	1,6	2,7	4,1
100	0,8	0,8	2,3	2,6	0,8	0,8	1,6	2,2	0,7	0,8	1,3	2,0
300	0,2	0,2	0,6	0,6	0,2	0,2	0,4	0,5	0,2	0,2	0,3	0,4
500	0,02	0,03	0,2	0,2	0,02	0,03	0,1	0,2	0,02	0,02	0,07	0,1
700	0,01	0,02	0,1	0,1	0,02	0,02	0,07	0,1	0,01	0,01	0,04	0,08
1 000	0,009	0,01	0,07	0,08	0,009	0,01	0,04	0,06	0,006	0,007	0,03	0,05

1- ja 10-vuotiaan säteilyannokset ovat tyypillisesti aikuisen säteilyannoksia suurempia OL1- ja OL2-laitosyksiköiden lähialueilla johtuen esimerkiksi erilaisesta ravinnosta, jossa korostuu mm. maidon käyttäminen aikuisiin verrattuna. Vaikka 1-vuotiaalla ja 10-vuotiaalla elinikäinen altistumisaika on pidempi kuin aikuisella, ei tämä automaattisesti tarkoita suurempaa elinikäistä säteilyannosta, koska säteilyannosta kertyy eniten onnettomuutta seuraavina hetkinä.

Vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuvan laskeuman arvioita on esitetty taulukossa (Taulukko 67) niille cesium (Cs), jodi (I) ja telluuri (Te) nuklideille, jotka säteilyannosanalyysin perusteella aiheuttavat suurimman annoksen laskeuman kautta yhden vuoden altistusajalla. Jodi-isotooppien I-131 ja I-132 osalta on esitetty laskeumat jodin kolmelle eri olomuodolle (aerosoli, orgaaninen ja alkuaine), sillä näillä on erilaiset laskeumanopeudet ilmasta maahan. Lisäksi taulukossa on huomioitu myös pitkäikäinen strontiumin-90 (Sr) -nuklidi.

Taulukko 67. Suurimpia säteilyannoksia laskeuman kautta aiheuttavien nuklidien laskeumat [kBq/m^2] eri etäisyyksillä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä vakavassa reaktorionnettomuudessa.

Laskeuma [kBq/m^2]										
Etäisyys (km)	Cs-134	Cs-137	I-131 (aerosoli)	I-131 (orgaaninen)	I-131 (alkuaine)	I-132 (aerosoli)	I-132 (orgaaninen)	I-132 (alkuaine)	Te-132	Sr-90
1	116,5	83,8	5866	0,13	403	7006	0,15	483	7995	7,7
5	27,7	19,9	1393	0,09	274	1664	0,10	327	1899	1,8
10	13,9	10,0	698	0,05	162	834	0,06	194	951	0,9
15	9,1	6,5	456	0,04	109	544	0,04	131	621	0,6
20	6,5	4,7	327	0,03	83	390	0,03	99	446	0,4
50	2,3	1,7	117	0,01	30	140	0,01	35	159	0,2
100	1,1	0,8	56	0,006	13	67	0,007	15	77	0,07
300	0,3	0,2	12,5	0,002	2,4	14,9	0,002	2,9	17,0	0,02
500	0,1	0,1	5,7	0,001	1,0	6,9	0,001	1,2	7,8	0,008
700	0,07	0,05	3,5	0,0008	0,5	4,2	0,001	0,6	4,7	0,005
1 000	0,04	0,03	2,1	0,0006	0,2	2,5	0,0007	0,3	2,9	0,003

Säteilyannosten vaikutukset

Säteilyn terveysvaikutuksia on kuvattu yleisesti luvussa 6.17.

Mallinnuksen perusteella suurin säteilyannos kilometrin etäisyydellä kaikki ikäryhmät huomioiden on kahden ensimmäisen vuorokauden aikana noin 17 mSv ja ensimmäisen viikon aikana noin 19 mSv. Tämän suuruiset säteilyannokset eivät aiheuta suoria säteilyvaikutuksia ihmisille eivätkä kehityshäiriöitä sikiölle.

Vertaamalla mallinnettujen säteilyannosarvioiden (Taulukko 66) tuloksia taulukon (Taulukko 65) annoskriteereihin, sisälle suojautumisen annoskriteerit ylitetään alle 5 km etäisyydelle voimalaitoksesta jäävällä alueella. Evakuoinnin annoskriteeriä ei ylitetä. Toisin sanoen yli 5 km etäisyydellä voimalaitoksesta sisälle suojautumisen tai evakuoinnin annoskriteerit eivät ylity.

Tarkasteltaessa säteilyannosta Olkiluodon ydinvoimalaitoksen suojavyöhykkeen ulkoreunalla eli 5 km etäisyydellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä, ovat vakavasta reaktorionnettomuudesta koko eliniän ajalle arvioidut säteilyannokset 1-vuotiaalle noin 36 mSv (70 vuoden altistumisaika), 10-vuotiaalle noin 27 mSv (60 vuoden altistumisaika) ja aikuiselle noin 26 mSv (50 vuoden altistumisaika). 20 km etäisyydellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä ovat säteilyannokset ikäryhmästä riippumatta noin 4 mSv:n luokkaa ensimmäisten päivien aikana. Koko eliniälle arvioidut säteilyannokset 20 km etäisyydellä ovat suurimmillaan noin 15 mSv:n luokkaa.

Kun mallinnuksen tuloksia verrataan suomalaisen vuotuiseen keskimääräiseen säteilyannokseen, joka on noin 5,9 millisievertiä vuodessa (mSv/v) *(STUK 2020a)*, voidaan todeta, että 50 vuoden aikana suomalainen saa muista lähteistä keskimäärin noin 295 mSv säteilyannoksen. Lisäksi esimerkiksi ihminen, joka asuu kerrostalossa sellaisessa paikassa, jossa hän altistuu talousveden tai huoneilman kautta runsaasti radonille, voi suurimmillaan saada 50 vuoden aikana jopa yli 1 500 mSv säteilyannoksen *(STUK 2020a)*.

Mallinnuksen tuloksia tarkasteltaessa on syytä huomioida, että vakavan reaktorionnettomuuden sattuessa viranomaiset aloittaisivat hyvin nopealla aikataululla väestönsuojelutoimenpiteet kuten sisälle suojautumisen, mitä esitetyissä annosarvioissa ei ole otettu huomioon. Näin ollen esitetyt tulokset ovat myös tältä osin konservatiivisia. Aikaisessa vaiheessa toteutetuilla väestönsuojelutoimenpiteillä on mahdollista pienentää selvästi onnettomuuden alkuvaiheessa saatuja suurimpia säteilyannoksia, jotka aiheutuvat hengityksen kautta kehoon kulkeutuvasta aktiivisuudesta sekä ilmavirran mukana kulkevan päästöpilven ja maassa olevan laskeuman aiheuttamasta suorasta ulkoisesta säteilystä.

Radioaktiivisen laskeuman vaikutukset

Laskeumalla tarkoitetaan onnettomuudesta peräisin olevien ilmassa kulkeutuneiden radioaktiivisten hiukkasten laskeutumista päästöpilvestä maahan tai veteen sekä painovoiman (kuivalaskeuma) että sateen (märkälaskeuma) aiheuttamana. Laskeuma voi jäädä maan pinnalle ja aiheuttaa säteilyannosta suoran säteilyn kautta tai se voi kulkeutua maaperässä syvemmälle ja siirtyä kokonaan tai osittain monimutkaisten mekanismien kautta kasveihin, sieniin ja eläimiin. Radioaktiivisuus voi kulkeutua myös ihmiseen ravinnon kautta. Lisäksi on mahdollista, että maan pinnalta laskeuma päätyy esimerkiksi tuulen vaikutuksesta takaisin ilmaan. Vesistöissä osa laskeumasta sekoittuu veteen ja osa sedimentoituu pohjalle, josta se voi myös sekoittua uudelleen veteen virtausten vaikutuksesta.

Laskeuman vaikutuksia tarkasteltaessa tulee huomioida erityisesti pitkäikäinen Cs-137-nuklidi (puoliintumisaika noin 30 vuotta) sekä lyhytikäisempi Cs-134-nuklidi (puoliintumisaika noin kaksi vuotta). Usein laskeuman yhteydessä tarkastellaan myös lyhytikäisempiä jodin isotooppeja (esimerkiksi I-131:n puoliintumisaika on noin kahdeksan vuorokautta) eri olomuodoissa sekä Sr-90-nuklidia (puoliintumisaika noin 29 vuotta). Näiden

lisäksi tarkasteluun on otettu mukaan myös nuklidit Te-132 (puoliintumisaika noin kolme vuorokautta) ja lyhytikäinen I-132 (puoliintumisaika noin 2,3 h), joka on Te-132-nuklidin radioaktiivinen hajoamistuote. Jalokaasuja ei tässä yhteydessä käsitellä, sillä ne eivät aiheuta laskeumaa.

Vertaamalla mallinnettujen laskeuma-arvioiden (Taulukko 67) tuloksia taulukon (Taulukko 65) toimenpidetasoihin, sekä sisälle suojautumisen että evakuoinnin toimenpidetasot ylitetään alle 5 km etäisyydelle voimalaitoksesta jäävällä alueella. Toisin sanoen yli 5 km etäisyydellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä sisälle suojautumisen tai evakuoinnin annoskriteerit eivät ylity. Taulukosta (Taulukko 67) nähdään, että aktiivisuuskatteet pienenevät nopeasti etäisyyden funktiona ja 5 km etäisyydellä taulukon nuklidien, jotka aiheuttavat suurimman osan annoksesta, summattu aktiivisuus on noin 5 600 kBq/m^2.

STUK:n VAL 1 -ohjeen (STUK 2024h) mukaisin kriteerein tarkasteltuna alle kilometrin etäisyys voimalaitoksesta on mallinnuksen perusteella erittäin voimakkaasti kontaminoitunut, eli alue sisältää paljon radioaktiivisuutta kaikilla pinnoilla. Voimalaitoksen varautumisalueen ulkorajalla (20 km etäisyys laitoksesta) alue on voimakkaasti kontaminoitunut. Alue 50 km etäisyydellä on kontaminoitunut ja 300 km:sta eteenpäin alue on lievästi kontaminoitunut tai lähes puhdas.

Tarkastelluista nuklideista suurin vaikutus heti onnettomuuden jälkeen on jodin isotoopeilla. Jodi pyrkii varastoitumaan ihmisessä kilpirauhaseen, mutta sen vaikutuksia voidaan lieventää oikea-aikaisella joditablettien ottamisella, jolloin kilpirauhaseen saadaan varastoitumaan stabiilia jodia radioaktiivisen jodin sijaan. Pitkän puoliintumisajan nuklideista Cs-134 ja erityisesti Cs-137 ja Sr-90 aiheuttavat säteilyannosta laskeuman kautta vuosia. Tyypillisesti cesium kertyy ihmiskehossa lihaksiin ja strontium luustoon. Biologinen puoliintumisaika on monesti selvästi fysikaalista puoliintumisaikaa lyhyempi, tarkoittaen sitä, että esimerkiksi ihmisen elimistöön päätyvä Cs-137 poistuu elimistöstä nopeammin kuin pelkän fysikaalisen puoliintumisen avulla.



Radioaktiivinen laskeuma voi aiheuttaa joko lyhytaikaisia (esim. jodit) tai pitkäaikaisia (esim. cesiumit ja strontium) maan tai vesialueiden käytön rajoitteita sekä elintarvikkeiden käyttöön kohdistuvia rajoitteita. Vertaamalla (Taulukko 67) laskeuma-arvioita ja VAL 1-ohjetta *(STUK 2024h)*, mallinnettu vakava reaktorionnettomuus aiheuttaisi muun muassa rakennetun ympäristön puhdistamista, luonnontilaisten alueiden virkistyskäytön rajoittamista sekä alueella asuvien ihmisten mittausten- ja puhdistusten järjestämistä alle 20 km säteellä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Lisäksi rakennettujen virkistyspaikkojen käyttöä tulisi rajoittaa 100 km etäisyydelle saakka. Viranomaisten toimesta asetettaisiin rajoituksia myös ravinnoksi käytettäville tuotteille, kuten esimerkiksi marjoille, sienille, kaloille, riistalle ja maitotuotteille, pohjautuen niiden aktiivisuuspitoisuuksiin *(STUK 2024h)*.

Sosiaaliset ja sosioekonomiset vaikutukset

Vakavan reaktorionnettomuuden vaikutukset yhteiskunnalle ovat moninaisia ja pitkäkestoisia. Vaikutukset yhteiskuntaan ja sen toimintoihin riippuvat muun muassa asuinpaikasta (kaupunkiympäristö verrattuna maaseutuun) ja viranomaisen määräämistä väestönsuojelutoimista (väestön evakuointi sekä sovellettavat raja-arvot liittyen esim. annosnopeuteen ja laskeumaan). Vastatoimenpiteinä tulisi myös huolehtia onnettomuuden jälkivaikutusten hallinnasta, pitkän aikavälin terveydenhuollosta, henkisestä ja psyykkisestä hyvinvoinnista sekä yhteiskunnan tukemisesta monilla muilla tavoilla.

Onnettomuuden seurauksena saastuneita alueita, kuten esimerkiksi ravinnon tuotantoalueita voidaan joutua poistamaan käytöstä pitkäksi aikaa tai jopa lopullisesti. Asuttuja urbaaneja ympäristöjä voidaan puhdistaa selvästi helpommin kuin vaikkapa viljelymaata tai metsää. Tämä voi johtaa alueiden arvon alenemiseen toisilla alueilla merkittävästi enemmän kuin toisilla, vaikka saastumisen taso olisikin sama.

Vakavan reaktorionnettomuuden vaikutukset kohdistuvat sekä rakennettuun infrastruktuuriin että luontoon, mutta sillä on myös psykologisia vaikutuksia ihmisiin. Laajamittainen ympäristön saastuminen vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena voi johtaa työpaikkojen menetyksiin ja sitä kautta henkilöiden toimeentuloon, krooniseen ahdistukseen ja erilaisiin aiheellisiin tai aiheettomiin pelkoihin ympäristön säteilystä. Lisäksi pelkkä väestön laajamittainen evakuointi voi johtaa merkittäviin ongelmiin psyykkisessä hyvinvoinnissa, vaikka suorilta säteilyn vaikutuksilta voitaisiinkin oikea-aikaisella evakuoinnilla välttyä jopa kokonaan. Onnettomuudessa säteilylle altistuneita voidaan myös syrjiä.

Tšernobylin onnettomuuden sosiaalisia ja sosioekonomisia vaikutuksia on tutkittu laajalti. Onnettomuuden seurauksena noin 116 000 asukasta evakuoitiin pian onnettomuuden jälkeen ja kaiken kaikkiaan yli 330 000 asukasta on evakuoitu vuosien saatossa. Vaikka uudelleenasutus vähensikin väestön saamaa säteilyannosta, moni on pitänyt sitä traumaattisena kokemuksena materiaalisten korvausten (kuten uusi asunto) jälkeenkin. *(Chernobyl Forum 2005)*

Onnettomuuden sosiaalisiin ja sosioekonomisiin vaikutuksiin kuuluivat esimerkiksi laajat maankäyttörajoitukset aiemmin viljelykelpoisilla maa-alueilla sekä niiden tuotteiden, joita kasvatetaan jo turvallisiksi luokitelluilla alueilla, vieroksuminen kuluttajien toimesta. Tämä on osaltaan vaikuttanut kokonaistalouteen niillä alueilla, joilla koettiin suurin Tšernobylin onnettomuuden aiheuttama radioaktiivinen laskeuma. *(Chernobyl Forum 2005)*

Väestörakenne on myös kokenut merkittäviä muutoksia, sillä onnettomuudesta eniten kärsineillä alueilla väestön ikäjakauma on painottunut epänormaalilla tavalla vanhuksiin. Tämä johtuu mm. muuttoliikkeestä, jonka aikana nuorempi väestö on omatoimisesti hakeutunut kauemmaksi. Tämä on luonut epänormaalin ikäjakauman lisäksi myös psykologisia vaikutuksia. Kyseisillä alueilla kuolleisuus ylittää syntyvyyden ja eri aloille on vaikea saada ammattimaista työvoimaa. Tällä on ollut vaikutusta monille aloille, kuten esimerkiksi sosiaalipalveluihin. Onnettomuudessa eniten saastuneilla alueilla elävät ihmiset suhtautuvat omaan terveydentilaansa muilla alu-

eilla asuvia ihmisiä negatiivisemmin. Esille ovat nousseet myös tietynlainen uhriutuminen sekä kulttuuri, jossa on alettu nojata entistä enemmän valtion maksamiin avustuksiin. *(Chernobyl Forum 2005)*

Fukushiman onnettomuutta koskevan tutkimuksen mukaan *(Hasegawa ym. 2016)* onnettomuus on aiheuttanut psyykkisiä ongelmia, kuten esimerkiksi traumaperäisiä stressireaktioita, kroonista ahdistuneisuutta sekä syyllisyyden tunnetta, epämääräistä menettämisen tunnetta, erilleen siirrettyihin perheisiin tai yhteisöihin liittyviä tuntemuksia sekä häpeän tunnetta. Erityisesti evakuoitujen, hoitoa tarvitsevien vanhusten joukossa havaittiin lisääntyneitä kuolemia, joiden on arvioitu johtuvan useiden evakuointien aiheuttamista jatkuvista muutoksista ravinnon, hygienian sekä lääketieteellisen ja yleisen hoidon suhteen. Tämän lisäksi Fukushiman onnettomuus aiheutti niin sanottuja elämäntyyliin liittyviä muutoksia, sillä monilla evakuoiduilla muuttuivat esimerkiksi ravintotottumukset, liikunnan määrä sekä tupakan ja alkoholin käyttö. Muutosten on arvioitu aiheuttavan näihin elintapoihin liittyvien sairauksien, kuten ylipainon, määrän kasvua. *(Hasegawa ym. 2016)*

Vertailua Fukushiman onnettomuuteen

Fukushiman onnettomuus on viimeisin vakava reaktorionnettomuus ja se on dokumentoitu alusta lähtien hyvin. Esimerkiksi laskeumaa sekä säteilyannoksia on kartoitettu laajalla alueella nykyhetkeen saakka. Fukushiman onnettomuus johti kolmen laitosyksikön reaktorisydämen sulamiseen ja tämän seurauksena merkittävään radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja siitä seuranneisiin väestönsuojelutoimenpiteisiin. Fukushiman onnettomuuden luokitus on INES 7 ydinlaitostapahtumien kansainvälisellä vakavuusasteikolla. OL1- ja OL2-laitosyksikön kuvitellun vakavan reaktorionnettomuuden luokitus on päästössä vapautuvan aktiivisuuden perusteella INES 6 *(IAEA 2008)*.

Ionisoivan säteilyn vaikutusten tieteellinen komitea (UNSCEAR) julkaisi vuonna 2014 laajan selvityksen Fukushiman ydinvoimalaitosonnettomuudesta. Siinä esitetään sen hetkiseen tietoon perustuvia arvioita muun muassa päästömääristä, päästöjen leviämisestä, laskeumakatteesta ympäristössä sekä säteilyannoksista *(UNSCEAR 2014)*. Tietoa on karttunut tämän jälkeen lisää, mikä on huomioitu onnettomuuden jatkoselvitysraporteissa *(UNSCEAR 2022a)*.

Taulukossa (Taulukko 68) on esitetty vertailutietoa Fukushiman onnettomuudesta sekä mallinnetusta OL1- ja OL2-laitosyksikön vakavasta reaktorionnettomuudesta. Taulukon perusteella Fukushiman onnettomuuden päästö oli I-131 nuklidin osalta noin 14–68-kertainen ja Cs-137 nuklidin osalta noin 60–200-kertainen verrattuna OL1- ja OL2-laitosyksikön vakavan reaktorionnettomuuden esimerkkitapaukseen. Suurin osa Fukushiman onnettomuuden mantereelle kulkeutuneista päästöistä suuntautui voimalaitoksesta luoteeseen. Tässä suunnassa onnettomuuden jälkeisinä päivänä suurin I-131 aktiivisuuskate oli noin 150-kertainen OL1- ja OL2-laitosyksiköiden mallinnustuloksiin nähden, ja pienin aktiivisuuskate noin 30-kertainen. Nuklidin Cs-137 osalta suurin mitattu aktiivisuuskate oli noin 1 100-kertainen ja pienin samaa suuruusluokkaa mallinnustulosten kanssa. Erot laskeuman suuruuksissa johtuvat eroista lähdetermissä sekä siitä, että OL1- ja OL2-laitosyksiköiden onnettomuusmallinnuksessa laskeuma kuvaa laajemman alueen keskimääräistä aktiivisuuskatetta, kun taas Fukushiman voimalaitoksen lähiympäristössä laskeuma rajautui suurempina pitoisuuksina suppeammalle alueelle.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden onnettomuusmallinnuksessa ympäristön asukkaille lasketut säteilyannokset ovat laskeuman aktiivisuuskatteen eroista huolimatta samaa suuruusluokkaa, ja paikoin jopa hyvin lähellä toisiaan, kuin Fukushiman onnettomuuden päästöjen perusteella arvioidut annokset. Tämä osoittaa, että vakavan reaktorionnettomuuden aiheuttamat säteilyannokset ympäristössä on arvioitu konservatiivisesti. Toisaalta se kertoo myös, minkälaisiin säteilyannosten suuruusluokkiin päädytään, mikäli ympäristössä ei toteutettaisi mitään väestönsuojelutoimenpiteitä.

Taulukko 68. Vertailua Fukushiman onnettomuuden ja mallinnetun OL1- ja OL2-laitosyksikön vakavan reaktorionnettomuuden välillä.

	Fukushiman ydinvoimalaitosonnettomuus		Olkiluodon voimalaitos – mallinnettu vakava reaktorionnettomuus	
Päästö ilmaan [TBq]				
I-131	100 000–500 000 [d]		7 370	
Cs-137	6 000–20 000 [d]		100	
Laskeuma voimalaitoksesta noin 100 km sisään jäävällä alueella [kBq/m²]				
I-131, min	4 400 (67,1 km) [a]		146 (50 km) [c]	
I-131, max	64 000 (24,0 km) [a] ja [b]		409 (20 km) [c]	
Cs-137, min	1,3 (94,5 km) [a]		0,8 (100 km) [b]	
Cs-137, max	5 700 (24,0 km) [a] ja [b]		5 (20 km) [b]	
Säteilyannos [mSv]	**1 vuoden altistusaika [d]**	**Elinikäinen altistusaika [d]**	**1 vuoden altistusaika [e]**	**Elinikäinen altistusaika [e]**
1-vuotias	0,1–5,3	0,3–19,0	2,3–13,3	2,6–14,8
10-vuotias	0,1–4,5	0,2–17,0	1,6–8,3	2,2–12,0
Aikuinen	0,1–3,8	0,2–15,0	1,3–6,5	2,0–10,3

[a] Laskeuma päästövanan suunnassa (OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä luoteeseen) etäisyysvälillä 20–100 km OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Aktiivisuuskate on arvioitu lähteessä (UNSCEAR 2022b) esitettyjen keskiarvoistettujen mittaustulosten perusteella huomioiden onnettomuushetken (12.3.2011) ja skaalatun näytteenkeräyshetken (14.6.2011) välisenä aikana (aikaväli 94 d) tapahtunut puoliintuminen, joka vaikuttaa merkittävästi I-131 nuklidin määrään sen lyhyestä puoliintumisajasta (8,0252 d) johtuen. Lukuarvot siis kuvaavat tilannetta heti onnettomuuden jälkeisinä päivinä.

[b] Namien kaupungissa onnettomuuden jälkeisinä päivinä (UNSCEAR 2022b).

[c] Tarkastelusektoriksi valittiin yleisimmän leviämissuunnan sektori, eli suuntaan 0–30° oleva sektori.

[d] Fukushiman onnettomuudelle ilmoitetut säteilyannokset vastaavat viitteessä annettua annokselle arvioitua vaihteluväliä Fukushiman prefektuurissa niiltä alueilta, joissa ei suoritettu väestön evakuointia. Evakuointialue ulottui alussa 20 km etäisyydelle voimalaitoksesta ja aluetta laajennettiin myöhemmin erityisesti luoteen suunnassa. (UNSCEAR 2022a)

[e] Vertailun vuoksi OL1- ja OL2-laitosyksikön kuvitteellisessa vakavan reaktorionnettomuuden tapauksessa esitetään säteilyannosten vaihteluväli 20–100 km etäisyydellä laitosyksiköistä.

Todellisessa onnettomuustilanteessa suojelutoimenpiteet toteutettaisiin viranomaisten ohjeistamassa laajuudessa. Fukushiman onnettomuudessa tehtiin kattavia suojelutoimenpiteitä väestön suojaamiseksi. Lisäksi merkittävä osa Fukushiman onnettomuuden päästöistä kulkeutui idän suuntaan merelle eikä koko päästö aiheuttanut laskeumaa maa-alueille. Tämä tarkoittaa sitä, että Fukushiman ympäristöstä mitattu maahan pudonnut laskeuma ei vastaa kokonaisuudessaan sitä aktiivisuuden määrää, joka onnettomuudessa vapautui ilmakehään. Vertailu OL1- ja OL2-laitosyksikön vakavan reaktorionnettomuuden esimerkin ja Fukushiman onnettomuuden välillä ei siis ole täysin suoraviivaista.

6.18.3.3. Vaikutusten lieventäminen

Vakavan reaktorionnettomuuden aiheuttaman päästön säteilyannosvaikutuksia voidaan lieventää erilaisilla suojelutoimenpiteillä, kuten joditablettien ottamisella ja sisälle suojautumisella, evakuoimalla väestö ennen päästön kulkeutumista tietylle alueelle tai suorittamalla väestön evakuointi myöhemmässä vaiheessa, mikäli säteilytilanne sitä edellyttää. Vaikutusten lieventämisen näkökulmasta on syytä huomioida, että vaikka evakuoinnilla voidaan parhaimmillaan välttää säteilyannos kokonaan, kyseessä on yksilön näkökulmasta stressaava suojautumiskeino, joka itsessään voi aiheuttaa evakuoidulle erilaisia terveydellisiä huolia ja pahimmillaan ai-

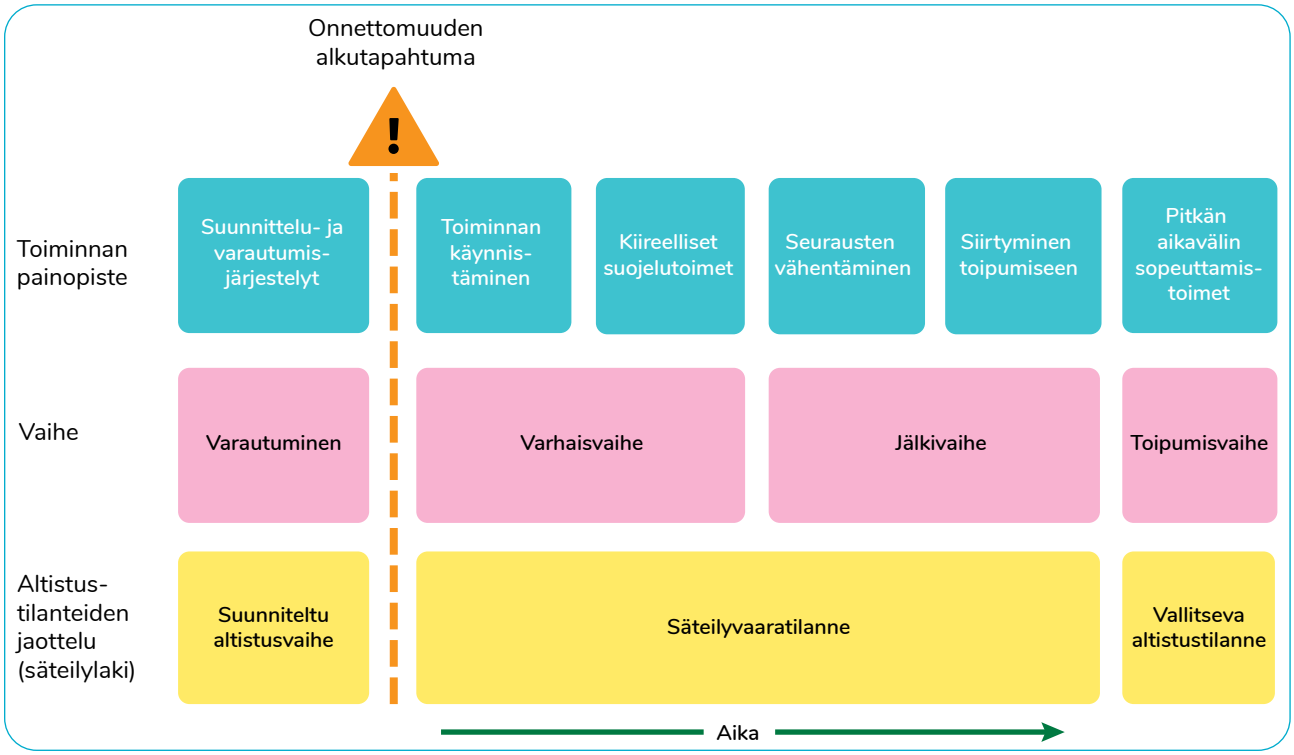
heuttaa menehtymisen *(Hasegawa ym. 2016)*. Evakuoinnin toteutuksen kannalta keskeistä on toimenpiteen oikea-aikaisuus, mikä edellyttää muun muassa arviota radioaktiivisen päästön ajankohdasta sekä sääolosuhteista *(STUK 2024h)*.

Mikäli väestö saadaan evakuoitua ennen päästön saapumista alueelle, voidaan onnettomuuden aiheuttamalta säteilyannokselta välttyä jopa kokonaan. Joissakin tapauksissa, kuten esimerkiksi silloin, kun väestöä ei syystä tai toisesta saada evakuoitua ajoissa ennen päästöpilven saapumista alueelle, sisälle suojautuminen on hyvä keino pienentää radioaktiivisen pilven aiheuttamaa säteilyaltistusta.

Sisälle suojautuminen on säteilyvaaratilanteen alkuvaiheen toimenpide, jolla voidaan välttää tilanteen alkuvaiheen suurimmat säteilyannokset. Sen aikaraja on noin kaksi vuorokautta, sillä tässä ajassa radioaktiiviset aineet alkavat päästä sisätiloihin suojautumistoimenpiteistä huolimatta. Lisäksi kahta vuorokautta pidetään ruokahuollon kannalta toteuttamiskelpoisena kestoaikana. Sisälle suojautumisen tehokkuus riippuu muun muassa rakennuksessa käytetyistä materiaaleista sekä suojautumiseen käytettävän tilan sijainnista rakennuksessa. STUK on arvioinut, että pienimmilläänkin sisälle suojautuminen oikeaoppisesti tehtynä laskee säteilyannoksen 1/3:aan siitä, mitä annos olisi ilman sisälle suojautumista. Tehokkaimmillaan sisälle suojautuminen on silloin, kun rakennuksen ilmanvaihto on saatu pysäytettyä ja kun tila, jota suojautumiseen käytetään, on esimerkiksi kerrostalon väestönsuoja. Tällöin säteilyannoksen arvioidaan jäävän jopa 1/500:aan annoksesta, joka saataisiin suojautumattomana. *(STUK 2024h)*

Laskeuman vaikutuksia voidaan lieventää monin eri tavoin riippuen siitä, millaisesta alueesta on kyse. Esimerkiksi asfaltoituja kaupunkiympäristöjä voidaan pestä, jolloin veden mukana saadaan poistettua merkittäviä osuuksia laskeumasta ja maa-alueita voidaan muokata niin, että niiden pinnalla olevaa eniten laskeumaa sisältävää maa-aineista poistetaan ja kuljetetaan hallittuun säilytyspaikkaan. Laskeumatilanteessa ensisijaiset puhdistustoimet kohdistetaan sellaisiin elinympäristöihin, joissa ihmiset viettävät suuren osan ajastaan (esimerkiksi asunnot) tai joissa on suuri asukastiheys (kaupunkialueet).

STUK:n VAL 1 -ohje *(STUK 2024h)* antaa suuntalinjat säteilyvaaratilanteen varhais- ja jälkivaiheessa tarvittaviin väestön suojelutoimenpiteisiin. Ohjeessa käydään läpi suojelutoimien sisältöä ja perusteita sekä esitetään erilaisia annoskriteereitä ja ohjeellisia toimenpidetasoja, joiden ylittyessä on syytä aloittaa suojelutoimenpiteet. Säteilyvaaratilanteessa STUK arvioi pelastuslain 379/2011 46 § mukaisesti tilanteen turvallisuusmerkitystä sekä antaa suojelutoimia koskevia suosituksia suojelutoimista päättäville viranomaisille. Säteilyvaaratilanteessa ydinvoimalaitoksen luvanhaltija toimii tiiviissä yhteistyössä STUK:n kanssa varmistaen parhaalla mahdollisella tavalla voimalaitoksen ja sen ympäristön turvallisuutta. VAL 1 -ohjeen liite 4 koostaa keskeiset vastuut säteilyvaaratilanteen suojelutoimissa *(STUK 2024h)*. Viranomaisten toiminta säteilyvaaratilanteessa on ohjeistettu sisäministeriön säteilytilanneohjeessa *(Sisäministeriö 2016)*. Kuvassa (Kuva 77) esitetään suojelutoiminnan painopisteet säteilyvaaratilanteen eri vaiheissa.



Kuva 77. Säteilyvaaran kehittyminen ja vaiheet (STUK 2024h).

Suojelutoiminnan tärkeänä perustana on ennakkoon varautuminen mahdolliseen onnettomuuteen, mikä mahdollistaa suunniteltujen toimenpiteiden nopean käynnistämisen heti onnettomuuden tapahduttua.

Onnettomuuden varhaisvaiheessa suojelutoiminnan painopiste on toiminnan käynnistämisessä ja kiireellisissä suojelutoimissa. Varhaisvaiheessa suojelutoimet kohdistuvat erityisesti ihmisiin ja tuotantoon, tavoitteena sekä suojella ihmisiä että helpottaa ja lieventää jälkivaiheessa tarvittavia toimia. Väestöä ja vaara-alueella työskenteleviä koskevat kiireelliset suojelutoimet ovat esimerkiksi suojautuminen sisätiloihin tai ulkona olon rajoittaminen, joditablettien ottaminen, alueen eristäminen ja kulkurajoitukset, väestön evakuointi sekä vaara-alueella työskentelevien henkilöiden suojeleminen. Tämän lisäksi käynnistetään toimenpiteitä elintarvikkeiden, rehujen alkutuotannon ja talousveden, elintarvikeraaka-aineiden, valmiiden tuotteiden sekä tuotantolaitosten suojaamiseksi. Voimaan asetetaan tarvittaessa myös elintarvikkeiden ja tavaroiden kaupan rajoituksia. *(STUK 2024h)*

Onnettomuuden jälkivaiheessa suojelutoiminnan painopiste on seurausten vähentämisessä ja siirtyminen tapahtumasta toipumiseen. Jälkivaiheessa suojelutoimet kohdistuvat ihmisten ja tuotannon lisäksi elinympäristöön ja yhteiskunnan toimintojen palauttamiseen. Väestön ja saastuneella alueella työskentelevien osalta suojelutoimet ovat samantyylisiä kuin onnettomuuden varhaisvaiheessa. Lisätoimia ovat ihmisten mittaaminen ja puhdistaminen, radioaktiivisten aineiden poisto ja niiden kulkeutumisen vähentäminen. Muita mahdollisia toimenpiteitä ovat alueelliset maankäyttörajoitukset sekä elintarvikkeiden, elintarviketuotannon ja vesihuollon käyttörajoitukset. *(STUK 2024h)*

Suojelutoimien viimeinen vaihe on toipumisvaihe, jonka aikana painopiste on pitkän aikavälin sopeuttamistoimissa *(STUK 2024h)*.

6.18.4. Muut poikkeus- ja onnettomuustilanteet

Poikkeus- ja onnettomuustilanteita ja niiden ympäristövaikutuksia on tarkasteltu ydinlaitoksille asetettaviin viranomaisvaatimuksiin ja tehtyihin selvityksiin perustuen. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden tunnistamiseksi on tarkasteltu muun muassa Olkiluodon ydinvoimalaitokselle laadittuja turvallisuus- ja riskianalyysejä.

Käsiteltävät poikkeus- ja onnettomuustilanteet liittyvät voimalaitoksen sisäisiin ja ulkoisiin tapahtumiin, joissa reaktorin ja käytetyn polttoaineen varastojen turvallisuustoiminnoilla ei ole käynnistystarvetta tai ne toimivat suunnitellusti. Toisin sanoen tilanne ei suoraan aiheuta ydinenergia-asetuksen (161/1988) mukaista häiriö- tai onnettomuustilannetta. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet saattavat vaikuttaa normaalikäytön toimintoihin sekä turvallisuustoimintoihin ja sitä kautta heikentää voimalaitoksen turvallisuustasoa. Häiriöiden tai onnettomuuksien hallintaan liittyvien toimenpiteiden epäonnistuessa tai niiden toteuttamiseen tarvittavien järjestelmien ollessa käyttökunnottomia voi tilanne pahentua. Äärimmillään tilanne voi lukuisten vikojen ja virheiden seurauksena pahentua vakavaksi reaktorionnettomuudeksi, jonka seurauksia ja vaikutuksia on käsitelty luvussa 6.18.3. Tällaisen tilanteen todennäköisyys on kuitenkin erittäin pieni.

Seuraavissa luvuissa on tarkasteltu mahdollisia muita erilaisia häiriötilanteita ja kuvattu niihin liittyviä vaikutuksia ja varautumista. Vaikutusten arvioinnissa on myös tarkasteltu tavanomaisia poikkeus- ja onnettomuustilanteita, joilla ei lähtökohtaisesti ole oleellisia vaikutuksia laitoksen turvallisuustasoon. Tällaiset tilanteet eivät aiheuta radioaktiivisia päästöjä ja ne liittyvät esimerkiksi öljyjen ja muiden kemikaalien kuljetuksiin, purku- ja lastaustapahtumiin, varastointiin ja käyttöön. Onnettomuuksien syitä voivat olla esimerkiksi laiteviat ja inhimilliset virheet.

6.18.4.1. Muut radioaktiivisten aineiden päästöjä aiheuttavat tilanteet

Säteilyannosten kannalta pahin tapaus OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on vakava reaktorionnettomuus, joka on käsitelty luvussa 6.18.3. Mahdollisia muita poikkeus- tai onnettomuustilanteita, joissa vähäinen määrä radioaktiivisia aineita voi levitä ympäristöön on laitoksen turvallisuusanalyyseissa arvioitu mahdollisiksi esimerkiksi käsiteltäessä käytettyä ydinpolttoainetta tai radioaktiivisia jätteitä, tai mikäli radioaktiivisia aineita sisältävässä järjestelmässä on vuoto. Vähäisiä radioaktiivisia päästöjä aiheuttavia tilanteita voi esiintyä kaikissa laitoksen elinkaaren vaiheissa. Esimerkiksi tulipalot saattavat aiheuttaa radioaktiivisen päästön, mutta myös turvallisuustason heikkenemistä esimerkiksi vahingoittamalla osaa turvallisuusjärjestelmistä.

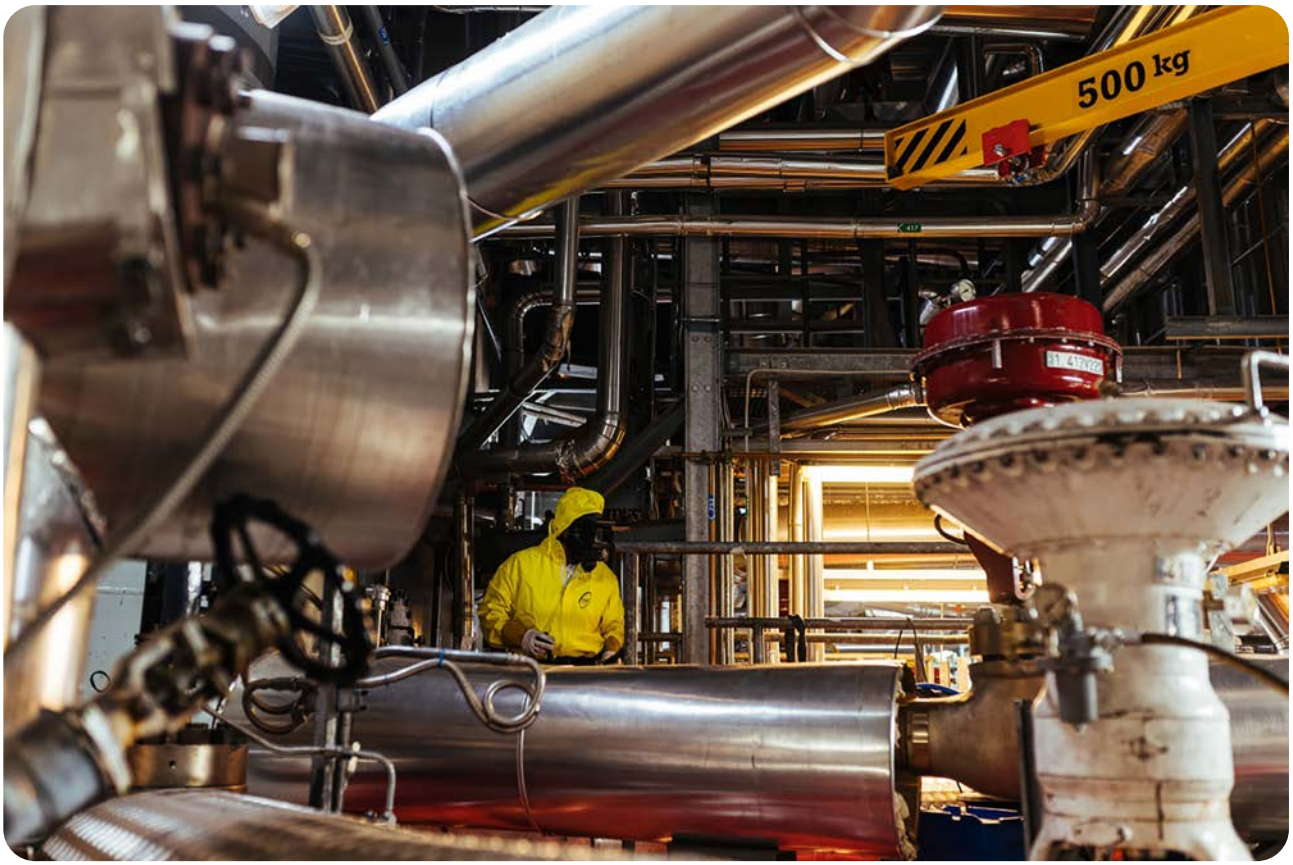
OL1- ja OL2-laitosyksiköiden järjestelmissä on normaalikäytön aikana radioaktiivisia aineita. Vuodot järjestelmistä johtavat vain vähäisiin radioaktiivisiin päästöihin. Tällainen tapahtuma aiheuttaa voimalaitoksen ympäristön asukkaalle (etäisyys 1 km voimalaitoksesta) selvästi alle 0,1 mSv säteilyannoksen yhden vuoden säteilyannoksen altistusajalla. Tämä säteilyannos on noin 1 % suomalaisen keskimäärin saamasta vuotuisesta säteilyannoksesta 5,9 mSv. Päästö radioaktiivisia aineita sisältävästä järjestelmästä voi esiintyä joidenkin esitettyjen tapahtumien ja maanjäristyksen seurauksena.

Käytetyn polttoaineen käsittely ja varastointi

Reaktorirakennuksessa ja KPA-varastossa oleviin polttoainealtaiden turvallisuuteen sovelletaan samoja turvallisuustoimintoja kuin reaktorille. Mikäli KPA-varastolla altaiden jäähdytys keskeytyy, ei jälkilämmön poisto polttoaineesta ole vaarassa lyhyellä aikavälillä johtuen polttoaineen erittäin pienestä jälkilämpötehosta ja altaiden suuresta vesimäärästä. Jälkilämmön poistamiseksi pitkällä aikavälillä tulee normaalisti käytettävät jäähdytysjärjestelmät palauttaa käyttökuntoon tai käyttää vaihtoehtoisia jäähdytystapoja kuten allasveden puhdistusjärjestelmää tai syöttämällä lisävettä altaisiin mahdollisen kiehumisen kompensoimiseksi. Lisäveden syöttö voidaan suorittaa laitoksen aktiivisilla järjestelmillä tai esimerkiksi paloautolle tehdyistä liityntäpisteistä.

Järjestelmien sähkönsyöttö laitosyksiköillä on varmennettu varavoimadieselgeneraattoreilla ja lisäksi reaktorirakennuksen sisällä olevan polttoainealtaan lisäveden syöttö on varmistettu dieselgeneraattoreilla. Reaktorirakennuksen altaiden radioaktiiviset aineet voidaan tehokkaasti eristää reaktorirakennuksen sisään myös altaiden kiehumistilanteessa. KPA-varaston altaista voi vapautua kiehumistilanteessa vähäinen määrä allasveden radioaktiivisuutta ympäristöön.

KPA-varaston käytön aikana voi esiintyä vähäisiä radioaktiivisia päästöjä aiheuttavia tilanteita kuten voimalaitoksen käytön aikanakin. Kuitenkin järjestelmiä on vain vähän ja siten todennäköisyyskin tällaiselle tilanteelle on pienempi kuin voimalaitosyksiköillä.



Käytetyn ydinpolttoaineen siirrot

Käytetyn polttoaineen siirtoihin reaktorirakennusten, käytetyn polttoaineen varastojen ja kapselointilaitoksen välillä ei sovelleta IAEA:n turvallisuusvaatimuksia (*IAEA 2018*) ja lakia vaarallisten aineiden kuljetuksista (*2.8.1994/719*), sillä siirrot tapahtuvat voimalaitosalueella. Oleellisilta osin vaatimukset on kuitenkin huomioitu. Esimerkiksi säteilyn annosnopeus siirtosäiliön pinnalla vastaa voimalaitosalueen ulkopuolisille kuljetuksille asetettuja vaatimuksia. Joka vuosi käytön aikana tehdään useita siirtoja tarkoitusta varten suunnitellulla siirtosäiliöllä. Siirtojen häiriö- ja onnettomuustilanteiden ei arvioida aiheuttavan radioaktiivisia päästöjä, sillä säiliötä kuljetetaan matalalla eikä edes säiliön kaatuminen aiheuta sen rikkoutumista. Näin ollen poikkeustilanne ei johtaisi henkilöstön säteilyannoksiin.

Voimalaitoksen käytön aikana radioaktiivisia jätteitä käsitellään, siirretään ja varastoidaan kerrallaan suhteellisen vähän, joten poikkeus- ja onnettomuustilanteista arvioidaan syntyvän pääosin vain vähäisiä radioaktiivisia

päästöjä. Radioaktiivisten jätteiden käsittelymenetelmien ja pakkausten valinnalla sekä logistisilla järjestelyillä voidaan ehkäistä poikkeus- ja onnettomuustilanteiden syntymistä, samoin kuin pienentää niiden vaikutuksia.

6.18.4.2. Palot, räjähdykset, öljy- ja kemikaalivahingot

Tulipalo voi aiheuttaa laitoksella alkutapahtuman siten, että normaalisti käytettävä laite ei ole palon vuoksi toimintakykyinen tai jokin toiminto voi käynnistyä aiheettomasti. Ydinlaitoksen palontorjunta perustuu syvyyspuolustusperiaatteeseen, jonka tavoitteena on:

- estää palon syttyminen
- havaita ja sammuttaa palo nopeasti
- estää palon kehittyminen ja leviäminen
- rajoittaa palon vaikutukset siten, että turvallisuustoiminnot voidaan toteuttaa luotettavasti palon vaikutuksista huolimatta.

Palojen vaikutusta rajataan soveltamalla moninkertaisuus- ja erotteluperiaatetta, jolloin vain osa tarvittavista laitteista voi vioittua palossa. Turvallisuusjärjestelmien rinnakkaiset osajärjestelmät on laajasti erotettu eri huoneisiin tai riittävän etäälle toisistaan sijoitetut laitteet ja kaapelit on tarvittaessa palosuojattu. Rakennukset ja rakennusten osat on suunnitteluperusteiden mukaan jaettu omiin palo-osastoihin, joilla estetään palon leviäminen.

Palojen, räjähdyksien sekä öljy- ja kemikaalivahinkojen syitä voivat olla esimerkiksi laiteviat, inhimilliset virheet tai maanjäristys. Nämä tilanteet voivat joissakin tapauksissa johtaa myös radioaktiivisten aineiden leviämiseen ympäristöön. Tilanteisiin on varauduttu voimalaitoksen suunnittelussa, ohjeistuksessa ja hallinnollisilla menettelyillä. Yksittäisten tapahtumien vaikutukset rajautuvat pienelle alueelle ja radioaktiivisten aineiden päästöt ovat vähäisiä. TVO:n laitospalokunnan päätehtävänä on kaikkien onnettomuuksien ennaltaehkäisy ja onnettomuustilanteisiin varaudutaan laitospalokunnan ja valmiusorganisaation toimesta.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 69) on kuvattu lyhyesti kyseisiä poikkeustilanteita, niiden mahdollista vaikutusta sekä niihin varautumista.

Taulukko 69. Esimerkkejä paloihin ja räjähdyksiin sekä öljy- ja kemikaalivahinkoihin liittyvistä poikkeustilanteista, niiden mahdollista vaikutuksesta ja niihin varautumisesta.

Poikkeustilanne	Vaikutus	Varautuminen
Palot ja räjähdykset	» Henkilö- ja omaisuusvahingot » Rakenteiden vaurioituminen » Suurpalossa savukaasujen leviäminen ympäristöön » Suurpalossa sammutusvesien valuminen ympäristöön » Vähäinen radioaktiivisten aineiden leviäminen ympäristöön mahdollista	» Rakenteellinen palosuojaus (suojattavien järjestelmien erottelu ja sijoitus sekä palotekninen osastointi) » Palokuormien minimointi ja asianmukainen säilytys » Laitoksen ohjaajien ohjeistus tilanteen hallitsemiseksi » Prosessijärjestelmissä syntyvien palavien kaasujen asianmukainen käsittely » Paineistettujen säiliöiden ylipainesuojaus » ATEX laite- ja olosuhdesäädösten soveltaminen » Paloilmaisinjärjestelmä » Sammutusjärjestelmät » Alkusammutuskalusto » Voimalaitoksella oma koko ajan valmiudessa oleva palokunta. Laitospalokunta harjoittelee säännöllisesti » Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset » Palo- ja pelastussuunnitelma sekä yhteistyö viranomaisten kanssa » Suodatettu ilmanvaihtojärjestelmä.

Poikkeustilanne	Vaikutus	Varautuminen
Kevyen polttoöljyn kuljetusonnettomuus tai vuoto	Öljypäästö maaperään tai vesistöön	» Kuljetukset tapahtuvat vaarallisten aineiden kuljetusta koskevien määräysten (VAK) mukaan » Kuljetukset tapahtuvat laitosalueella opastettuja asfaltoituja kuljetusreittejä pitkin. Nopeusrajoitukset ja talvikunnossapito. » Polttoaineen purkualueet on betonoitu ja niiden sade- ja sulamisvedet käsitellään öljynerottimessa ennen mereen johtamista » Kaikissa varastosäiliöissä on pinnankorkeuden mittaus, ylitäytön estin ja purkutapahtumaa valvovat sekä säiliöauton kuljettaja että voimalaitoksen käyttöhenkilöstö » Polttoöljyn varastosäiliöt on sijoitettu suoja-altaisiin, joiden tilavuus on vähintään 1,1-kertainen suurimman varastosäiliön tilavuuteen verrattuna. Sekä varastosäiliöt että päiväsäiliöt sijaitsevat tiloissa, jotka on viemäröity öljynerotuksen kautta » Varasto- ja päiväsäiliöitä tarkkaillaan päivittäin mahdollisen vuodon havaitsemiseksi. Myös säiliöiden kunto on säännöllisten tarkastusten piirissä » Öljynerottimissa on myös öljynilmaisimia. Öljynerottimien ja -ilmaisimien kunto ja toimintakyky tarkastetaan säännöllisesti ja tarkastuksista pidetään kirjaa » Vuotojen varalle on laitosalueella saatavilla vuodontorjuntamateriaaleja, kuten kaivosulkumattoja ja imeytysaineita » Turvahenkilöstö tarkkailee öljyn esiintymistä ympäröivällä vesialueella, viemärien suulla ja purkuojissa » Öljyvahinkojen varalle on laadittu öljyntorjuntatoimintasuunnitelma » Öljyvahinkojen torjunnasta vastaa koko ajan valmiudessa oleva laitospalokunta. Laitospalokunta harjoittelee säännöllisesti öljyvahinkojen torjuntaa.
Öljyvuoto piha-alueella	Öljypäästö maaperään ja vesistöön	» Työkoneiden vuotojen varalle on työkoneissa ja laitosalueella saatavilla imeytysainetta » Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset » Päämuuntajilla tapahtuva öljyvuoto kerätään talteen muuntajien alla olevaan vuotoöljyjen keräilyaltaaseen, johon jokaisen muuntajan öljytilavuus kokonaisuudessaan mahtuu » Varapäämuuntaja sijaitsee suoja-altaassa, joka kerää pienehköt öljyvuodot » Öljyvahinkojen varalle on laadittu öljyntorjuntatoimintasuunnitelma » Öljyvahinkojen torjunnasta vastaa koko ajan valmiudessa oleva laitospalokunta. Laitospalokunta harjoittelee säännöllisesti öljyn torjuntatoimia.
Kemikaalien kuljetusonnettomuus tai kemikaalivuoto	» Henkilövahingot (esim. syövyttävät kemikaaliroiskeet) » Kemikaalipäästö maaperään ja vesistöön	» Kuljetukset tapahtuvat vaarallisten aineiden kuljetusta koskevien määräysten (VAK) mukaan » Kemikaalien siirroissa voimalaitosalueella noudatetaan niitä koskevia turvallisuusohjeita ja -määräyksiä » Kuljetukset tapahtuvat laitosalueella opastettuja asfaltoituja kuljetusreittejä pitkin. Nopeusrajoitukset ja talvikunnossapito » Kemikaalit on sijoitettu suoja-altaisiin, joiden tilavuus on vähintään suurimman varastosäiliön tilavuus » Sisätiloissa tapahtuvat kemikaalivuodot ohjataan vuodonkeruujärjestelmään » Henkilöstön koulutus ja pätevyysvaatimukset » Kemikaalivahinkojen varalle on laadittu kemikaalivahinkojen torjuntasuunnitelma » Kemikaalivahinkojen torjunnasta vastaa koko ajan valmiudessa oleva laitospalokunta. Laitospalokunta harjoittelee säännöllisesti kemikaalivahinkojen torjuntaa.

6.18.4.3. Varautuminen ulkoisiin uhkiin ja ilmastonmuutokseen

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden suunnittelussa on varauduttu monenlaisiin ulkoisiin uhkiin, kuten tuulikuormiin, tulviin, salamointiin, lumen ja jään vaikutuksiin sekä korkeisiin ja mataliin ilman ja meriveden lämpötiloihin. Varautumista on myös kehitetty entisestään vuosien varrella. Maanjäristykset eivät kuuluneet laitosyksiköiden alkuperäisiin suunnitteluperusteisiin, mutta myös maanjäristyskestävyyttä on sittemmin sekä arvioitu että parannettu erilaisten laitosmuutosten myötä. Varautumista erilaisiin ulkoisiin uhkiin sekä ulkoisten uhkien turvallisuusmerkitystä on käsitelty vuonna 2011 laaditussa selvityksessä. Turvallisuustoimintoihin on tehty parannuksia, myös raportin laatimisen jälkeen. Uusimpien turvallisuusparannusten avulla laitosyksiköt selviytyvät nykyisin mm. täydellisestä päälämpönielun eli meriveden käyttömahdollisuuden menetyksestä.

STUK:n julkaisemien ydinturvallisuusohjeiden mukaisesti lähtökohtana erilaisten ulkoisten uhkien osalta pidetään varautumista ilmiöihin, joiden ylittymisen arvioitu todennäköisyys vuoden aikana laitospaikalla on suurempi kuin kerran sadassatuhannessa vuodessa. Myös tätä harvinaisempia ilmiöitä huomioidaan ns. oletettujen onnettomuuksien laajennuksena (onnettomuusluokka DEC C), joiden osalta laitoksen edellytetään selviytyvän ilman vakavia polttoainevaurioita. Erilaisten tapahtumien ja ilmiöiden, kuten ulkoisten uhkien, riskimerkitystä arvioidaan laitosyksiköiden todennäköisyysperusteisella riskianalyysilla (PRA). Analyysitulosten perusteella maanjäristysten ja muiden ulkoisten uhkien merkitys laitosyksiköiden sydänvauriotaajuuden (todennäköisyys, että vuoden aikana aiheutuu polttoaineen vakavaan vaurioitumiseen johtava onnettomuus) kannalta on varsin vähäinen, ollen yhteensä noin 6 % laitosyksikön kokonaissydänvauriotaajuudesta.

Ilmastonmuutos vaikuttaa ulkoisten tapahtumien voimakkuuteen ja voimakkaiden ilmiöiden esiintymisen todennäköisyyteen. Ilmastonmuutoksen seurauksena muun muassa maan pinnan läheisen ilman sekä meriveden keskimääräinen lämpötila kasvavat tulevaisuudessa. Lisäksi sekä ilman että meriveden lämpöaallot yleistyvät ja myös sademäärät todennäköisesti kasvavat. Lämmön ja hiilidioksidin sitoutuminen meriin muuttaa meriveden kerrostuneisuus- ja pH-olosuhteita. Kasvavat sademäärät puolestaan laimentavat meriveden suolaisuutta suoran sadannan ja toisaalta myös valunnan kautta. Muutokset näissä ympäristön fysikaalisissa suureissa muodostavat monimutkaisia takaisinkytkentöjä keskenään, mikä tekee muutosten suuruuden arvioinnista hankalaa ja virhealtista. Tutkimusten perusteella trendit ovat kuitenkin selvät. *(Bolle ym. 2015)*

Ilmastonmuutoksen suuruus riippuu pääasiassa toteutuvista ihmiskunnan kasvihuonekaasupäästöistä. Tämän vuoksi ilmastonmuutosta arvioidaan erilaisten päästöskenaarioiden avulla, joissa tehdään oletuksia kasvihuonekaasupäästöjen kehityksestä tulevaisuudessa. Lisäksi ilmastonmuutoksen vaikutus vaihtelee merkittävästi sekä alueittain että vuodenajoittain. Esimerkiksi Suomessa ilman lämpötila ja kokonaissademäärä tulevat ilmastomallien mukaan kasvamaan eniten talvikaudella. *(Ilmasto-opas 2023)*

Olkiluodon voimalaitoksen näkökulmasta erityisesti ilmastonmuutoksen meriveteen liittyvillä vaikutuksilla voi olla merkitystä sekä laitosyksiköiden turvallisuuden että käytettävyyden kannalta. Turvallisuuden kannalta keskeinen tekijä on meriveden pinnankorkeus, sillä pahimmillaan merivesitulva voi levitä voimalaitoksen rakennuksiin vahingoittaen siellä olevia turvallisuuden kannalta tärkeitä laitteita. Liian alhainen pinnankorkeus voi puolestaan estää jälkilämmönpoiston päälämpönieluna toimivaan meriveteen. Turvallisuusmerkityksensä myötä erilaisia meriveden pinnankorkeusvaihteluihin vaikuttavia ilmiöitä on tutkittu kattavasti ja huomioiden uusin ilmastonmuutosskenaarioihin liittyvä tutkimustieto. Viimeisin, vuonna 2023 laadittu selvitys arvioi äärimmäisten merivedenkorkeuksien ylittymistodennäköisyyksiä Olkiluodon ydinvoimalaitoksen alueella vuoteen 2100 asti *(Ilmatieteen laitos 2023)*. Arvioinnissa käytettiin lähtökohtana kolmea erilaista hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin IPCC:n päästöskenaariota: alhaiset hiilidioksidipäästöt (RCP2.6), keskimääräiset hiilidioksidipäästöt (RCP4.5) ja suuret hiilidioksidipäästöt (RCP8.5). Ilmastonmuutoksesta aiheutuva meriveden

pinnankorkeuden globaali nousu jää ainakin vielä lähitulevaisuudessa jääkautta seurannutta maanpinnannousua vähäisemmäksi Olkiluodon alueella (maannousunopeus tällä hetkellä noin 7 mm/vuosi). Kehityssuunta voi kuitenkin muuttua ennen vuosisadan puoliväliä riippuen ilmastonmuutosvaikutusten suuruudesta. Meriveden pinnannousu ei tule kuitenkaan negatiivisimmankaan päästöskenaarion mukaan muodostamaan merkittävää riskiä Olkiluodon laitosyksiköiden turvallisuudelle niiden mahdollisen käyttöiän aikana.

Meriveden lämpötilan mahdollinen nousu ei aiheuta erityistä uhkaa Olkiluodon laitosyksiköiden turvallisuudelle, sillä tarvittaessa laitosyksiköt ajetaan alas hyvissä ajoin ennen kuin meriveden lämpötila saavuttaa tason, jolla voisi olla haitallisia vaikutuksia turvallisuustoimintojen käytettävyydelle. Korkeampi meriveden lämpötila heikentää kuitenkin laitosyksiköiden hyötysuhdetta ja voi pahimmallaan aiheuttaa tarvetta tehonalennuksiin tai muihin käyttötoiminnan rajoituksiin. Meriveden lämpeneminen voi johtaa myös erilaisten vieraslajien lisääntymiseen, mikä voi vaikuttaa merivesijärjestelmien käytettävyyteen. Tilannetta kuitenkin tarkkaillaan jatkuvasti ja erilaisia toimenpiteitä otetaan käyttöön tarvittaessa. Laitosyksiköt kykenevät myös selviämään jopa täydellisestä merivesijärjestelmien käytettävyyden menetyksestä ilman polttoainevaurioita.

Jotkin ulkoiset tapahtumat voivat johtaa voimalaitoksen hetkelliseen alasajoon, jolloin kaupallinen sähköntuotanto keskeytetään ja voimalaitos siirretään seisokkitilaan sekä tarvittaessa työt lopetetaan. Esimerkkejä tällaisista tapahtumista ovat öljyonnettomuus merialueella, korkea ilman tai meriveden lämpötila sekä korkea tai matala meriveden pinnankorkeus. Voimalaitoksen alasajolla pyritään takaamaan voimalaitoksen mahdollisimman turvallinen tila, mikäli tilanne jostain syystä pahenisi. Sähköverkon häiriöissä laitoksen tuottamaa sähköä ei voida siirtää valtakunnan verkkoon, minkä seurauksena voimalaitos jää omakäyttöteholle tai ajetaan alas ja alueella tarvittavaan sähköntuotantoon käytetään voimalaitosalueen dieselgeneraattoreita.



Ilmastonmuutokseen liittyvää tutkimusta seurataan jatkuvasti ja arvioitujen vaikutusten perusteella tehdään tarvittaessa muutostöitä. Vuosien varrella laitosmuutoksilla on parannettu varautumista mm. seismisiin tapahtumiin, meriveden suppoilmiöihin, ulkoisiin tulviin, rankkasateisiin, huonetilojen jäätymiseen, vieraslajeihin sekä erilaisiin sähköhäiriöihin ja ulkoisen sähköverkon menetystilanteisiin.

Ihmisen aiheuttamiin tahallisiin lainvastaisiin tapahtumiin varaudutaan turvajärjestelyillä sekä noudattamalla erotteluperiaatetta. Oheisessa taulukossa (Taulukko 70) on kuvattu lyhyesti esimerkkejä varautumisesta ulkoisiin uhkiin ja ilmastonmuutokseen.

Taulukko 70. Muutamia esimerkkejä varautumisesta ulkoisiin uhkiin ja ilmastonmuutokseen.

Poikkeustilanne	Vaikutus	Varautuminen
Öljyonnettomuus merialueella	» Ydinvoimalaitoksen alasajo	» Öljyntorjuntasuunnitelmassa on erillinen ohje merialueella tapahtuvan öljyvahingon torjuntaan » Öljyvahinkojen torjunnasta vastaa koko ajan valmiudessa oleva laitospalokunta » Laitospalokunta harjoittelee säännöllisesti öljyvahinkojen torjuntaa merialueella » Onnettomuuden ollessa suuri ja tapahtumapaikka voimalaitoksen välittömässä läheisyydessä kaupallinen sähköntuotanto keskeytetään ja voimalaitos siirretään seisokkitilaan.
Ilmaston ja meriveden lämpeneminen	» Jäähdytyskapasiteetin riittämättömyys » Meriveden kerrostuneisuuden ja pH:n muutos » Ydinvoimalaitosyksiköiden käyttötehon rajoitus » Ydinvoimalaitoksen alasajo	» Meriveden lämpötilan jatkuva seuranta » Laitostilan hallinta Turvallisuusteknisissä käyttöehdoissa esitettyjen lämpötilarajojen ja vaatimusten mukaisesti.
Meriveden korkeuden nousu	» Tulviminen laitosalueella » Ydinvoimalaitoksen alasajo	» Merenpinnan korkeuden jatkuva seuranta » Tulvariskien analysointi ja ilmastonmuutosvaikutusten arviointi » Tulvakestoisuuden parantaminen laitosmuutoksilla.
Myrskyt ja muut sään ääri-ilmiöt	» Häiriöt kantaverkossa	» Laitosyksikön omakäyttömahdollisuus » Turvallisuusjärjestelmien suojaaminen ylijännitehäiriöiltä » Varavoimadieselgeneraattorit » Olkiluodon kaasuturbiinilaitos » Höyrykäyttöinen hätäsyöttövesipumppu.
Jäähdytysvedenottokäytävän tukkeutuminen	» Ydinvoimalaitosyksiköiden käyttötehon rajoitus » Ydinvoimalaitoksen alasajo	» Turvallisuusjärjestelmien vedenoton kääntö merivesikanavien poistopuolelle » Jälkilämmönpoisto lauhdutusaltaaseen ja tarvittaessa ilmakehään » Ilmajäähdytteiset dieselgeneraattorit.

6.19. Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset

6.19.1. Vakava reaktorionnettomuus

Suomen valtion rajat ylittävien vaikutusten arvioimiseksi on mallinnettu vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuvaa radioaktiivisen päästön leviämistä, siitä johtuvaa laskeumaa ja väestön säteilyannoksia 1 000 km etäisyydelle saakka OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Mallinnuksessa on tarkasteltu erittäin epätodennäköistä vakavaa reaktorionnettomuutta, jossa ympäristöön vapautuu ydinenergia-asetuksen 161/1988 22 b § raja-arvoa vastaava 100 TBq cesium-137 (Cs-137) -nuklidin päästö sekä muita reaktori-inventaarin radionuklideja samassa suhteessa. Päästössä vapautuvan aktiivisuuden perusteella kyseessä on INES 6 -luokan onnettomuus.



Kuva 78. Suuntaa antavia etäisyyksiä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä 1 000 km saakka.

Mallinnusmenetelmät ja mallinnetun kuvitteellisen vakavan reaktorionnettomuuden vaikutukset on kuvattu tarkemmin luvussa 6.18.3. Mallinnuksen lähtökohtana on käytetty OL1- ja OL2-laitosyksiköille tehtyjen onnettomuusanalyysien tuloksia. Mallinnuksen oletuksilla varmistetaan arvioidun laskeuman ja säteilyannosten konservatiivisuus. Esimerkiksi väestönsuojelutoimenpiteitä ja elintarvikkeiden käyttörajoituksia, joilla säteilyannoksia olisi mahdollista pienentää sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä, ei ole otettu mallinnuksessa huomioon.

Kuvassa (Kuva 78) on havainnollistettu etäisyyksiä muihin maihin 1 000 km etäisyydelle saakka OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Kuvan hila vastaa aluejakoa, joista kussakin hilakopissa lasketaan vakavan reaktorionnettomuuden radioaktiivisen päästön aiheuttama säteilyannos myös Suomen rajojen ulkopuolella. Esitetyt etäisyydet vastaavat hilakopin keskipisteen etäisyyttä OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä.

Mallinnuksen tulosten perusteella vakavalla reaktorionnettomuudella ei ole välittömiä terveysvaikutuksia voimalaitoksen lähiympäristön asukkaille eikä myöskään Suomen rajojen ulkopuolella. Viiden kilometrin etäisyydellä voimalaitoksesta, mallinnetusta vakavasta reaktorionnettomuudesta aiheutuva säteilyannos kahden päivän aikana on ikäryhmästä riippuen 9,0–9,6 mSv. Suomen lainsäädännön ja viranomaisvaatimusten asettamien annoskriteerien perusteella (Taulukko 65) sisälle suojautumisen ja evakuoinnin annoskriteerit ylittyvät ainoastaan voimalaitoksen suojavyöhykkeen sisäpuolella, eli väestönsuojelulliset toimenpiteet rajautuvat alle 5 km etäisyydelle voimalaitoksesta. Väestönsuojelutoimenpiteiden tarve ei näin ollen ulotu yli Suomen rajojen.

Taulukossa (Taulukko 71) on esitetty vakavan reaktorionnettomuuden radioaktiivisesta päästöstä aiheutuvia maakohtaisia säteilyannoksia 1 000 km asti OL1- ja OL2-laitosyksiköistä. Luonnon taustasäteilyn vuosiannokset ovat Euroopan alueella noin 1,5–6,2 mSv/v keskiarvon ollessa 3,2 mSv/v (Euroopan komissio 2019). Tähän verrattuna vakavan reaktorionnettomuuden päästön aiheuttamat säteilyannokset jäävät Suomen rajojen ulkopuolella yleisesti tilastollisesti tarkasteltuna merkityksettömän pieneksi. Taulukossa (Taulukko 71) on esitetty säteilyannosten suuruusluokka eri maissa karkealla tasolla mallinnuksessa käytettyjen ja kuvassa (Kuva 78) esitettyjen laskentapisteiden mukaan. Aikuiselle arvioidut elinikäiset säteilyannokset ovat suurimmillaan 0,43 mSv ja pienimmillään ≤0,02 mSv. Lasten arvioidut elinikäiset säteilyannokset ovat hieman suurempia, mutta samaa suuruusluokkaa.

Muiden 1 000 km tarkastelualueen sisään jäävien valtioiden osalta säteilyannosarviot on esitetty oheisessa taulukossa (Taulukko 71). Yli 1 000 km etäisyyksillä säteilyannoksia ei ole tarkasteltu tarkemmin laskennallisesti, mutta mallinnuksen tulosten ja asiantuntija-arvion perusteella niiden arvioidaan olevan lapsilla ja aikuisilla pienempiä kuin tai enintään 0,02–0,03 mSv, kuten esimerkiksi Koillis-Saksassa ja Puolan keskiosissa sekä Venäjän Euroopan puoleisissa osissa.

Taulukko 71. Vakavasta reaktorionnettomuudesta lapsille ja aikuiselle arvioitujen maakohtaisten säteilyannosten suuruusluokat. Säteilyannoksien vaihteluväli vastaa valtion rajojen sisään jäävien alueiden likimääräistä etäisyysväliä OL1- ja OL2-laitosyksiköistä.

Maa	Valtion alueiden likimääräinen etäisyys OL1- ja OL2-laitosyksiköistä (min, max) [km] [a]	1-vuotiaan elinikäisen annoksen vaihteluväli [mSv]	10-vuotiaan elinikäisen annoksen vaihteluväli [mSv]	Aikuisen elinikäisen annoksen vaihteluväli [mSv]
Ruotsi	200, 800	0,03–0,60	0,03–0,49	0,03–0,43
Viro	300, 500	0,08–0,29	0,07–0,24	0,06–0,22
Latvia	400, 700	0,05–0,19	0,05–0,17	0,04–0,15
Venäjä	400, 1 000	0,03–0,17	0,02–0,13	0,02–0,10
Norja	500, 1 000	0,02–0,11	0,02–0,08	0,02–0,07
Liettua	550, 800	0,06–0,10	0,04–0,08	0,04–0,07
Valko-Venäjä	700, 1 000	0,03–0,06	0,03–0,05	0,02–0,04
Tanska	750, 1 000	0,02–0,03	0,02–0,03	0,02–0,03
Puola	750, 1 000	0,02–0,06	0,02–0,04	0,02–0,04
Saksa	900, 1 000	0,02	0,02	0,02

[a] Tässä ilmoitettu maksimietäisyys voimalaitokselta edustaa laskenta-alueen maksimietäisyyttä OL1- ja OL2-laitosyksiköltä. Eri valtioiden kaukaisimmat alueet voivat sijaita yli 1 000 km päässä voimalaitokselta.

Suurimmat säteilyannokset Suomen rajojen ulkopuolella keskittyvät Ruotsiin ja Viroon, joiden rajalle Olkiluodon ydinvoimalaitokselta on lyhimmillään noin 200–300 km. Etäisyyden kasvaessa säteilyannokset pienenevät. Ruotsin rannikolle OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä on noin 200 km. Ruotsin valtion alueella elinikäinen annos on konservatiivisen arvion perusteella suurimmillaan 0,60 mSv lapsille ja 0,43 mSv aikuisille (annokset on esitetty 300 km laskentapisteen kohdalta sektorissa 1). Pohjois-Ruotsissa noin 800 km päässä sektorissa 1 elinikäiset annokset ovat luokkaa 0,07–0,1 mSv ikäryhmästä riippuen, kun taas Etelä-Ruotsissa noin 800 km päässä sektorissa 8 elinikäiset säteilyannokset ovat sekä lapsilla että aikuisilla luokkaa 0,03 mSv. Ero annoksissa eri suunnissa liittyy vallitseviin sääolosuhteisiin, sillä yleisimmät leviämissuunnat Olkiluodossa ovat laitosyksiköiltä pohjoiseen ja koilliseen. Viro sijaitsee noin 300 km päässä OL1- ja OL2-laitosyksiköiltä kaakon ja eteläkaakon suunnassa. Viron valtion alueella elinikäinen annos on konservatiivisen arvion perusteella suurimmillaan 0,24–0,29 mSv lapsille ikäkaudesta riippuen ja 0,22 mSv aikuisille (annokset on esitetty 300 km laskentapisteen kohdalta sektorissa 6). Virossa säteilyannokset ovat pienimmät maan kaakkoisosissa missä annokset ovat 0,06–0,08 mSv ikäkaudesta riippuen.

6.19.2. Muut vaikutukset

Vakavan reaktorionnettomuuden vaikutuksien lisäksi käytön jatkamisesta tai tehon korotuksesta ei arvioida olevan muita Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia.



6.20. Yhteisvaikutukset

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnoista aiheutuvat mahdolliset yhteisvaikutukset OL3-laitosyksikön sekä muiden mahdollisten lähialueen toimintojen ja hankkeiden kanssa on kuvattu seuraavassa.

6.20.1. Teollisuuden Voima Oyj: OL3-laitosyksikkö

Olkiluodon laitosalueella sijaitsee OL1- ja OL2-laitosyksiköiden lisäksi OL3-laitosyksikkö, jolle myönnettiin käyttölupa vuonna 2019. OL3-laitosyksikön kaupallinen käyttö alkoi toukokuussa 2023 ja sen nykyinen ydinenergialain mukainen käyttölupa on voimassa vuoden 2038 loppuun. OL3-laitosyksikön suunniteltu käyttöikä on 60 vuotta, jolloin OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytöstä aiheutuu joitakin yhteisvaikutuksia käytön jatkamisen (VE1) ja tehonkorotuksen (VE2) tapauksessa. Mahdolliset yhteisvaikutukset OL3-laitosyksikön kanssa on otettu huomioon vaikutusarvioinneissa.

Pintavesiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnin tueksi laaditussa jäähdytysvesimallinnuksessa on mallinnettu tulevaisuuden tilanteet siten, että myös OL3-laitosyksikkö on käytössä ja sen toiminta jatkuu nykyisen kaltaisena (luku 6.8, Liite 5). OL3-laitosyksikölle on oma jäähdytysvedenottokanava, mutta kaikkien laitosyksiköiden jäähdytysvedet puretaan samaan paikkaan Iso Kaalonperän lahdelle (Kuva 6). Taulukosta (Taulukko 32) nähdään, että OL3-laitosyksikön käyttämä jäähdytysvesimäärä ja lämpökuorma merialueelle on noin 40 % kokonaisuudesta, kun OL1- ja OL2-laitosyksiköiden osuus on noin 60 %. Siten voidaan arvioida, että myös noin 40 % merialueelle kohdistuvista vaikutuksista muodostuu OL3-laitosyksikön jäähdytysvesien lämpökuormituksesta. Jäähdytysvesimallinnuksen tulosten mukaan ilmastonmuutoksella tulee pitkällä aikavälillä olemaan jäähdytysvesien kuormitusta merkittävämpi vaikutus merialueen lämpenemiseen. Lisäksi pintavesivaikutusten arvioinnissa on huomioitu merialueelle tuleva ravinnekuormitus. OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden jäähdytysveden lämpökuormituksen yhteisvaikutukset merialueen rehevöitymiseen ovat vähäisiä ja paikallisia. Yhdessä merialueelle tulevan ravinnekuormituksen ja ilmastonmuutoksen kanssa lämpökuormitus voi kuitenkin pidentää perustuottajien kasvukautta ja vaikuttaa siten merialueen rehevyystasoon.

Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten arvioinnin tulokset on kuvattu tarkemmin luvussa 6.8. ja niiden osalta yhteisvaikutukset on huomioitu myös kalastoon ja kalastukseen kohdistuvien vaikutuksien arvioinnissa (luku 6.9) sekä kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnissa (luku 6.10).

Käyttöveden sekä talous- ja prosessijätevesien osalta pintavesiin kohdistuvien vaikutuksien arvioinnissa on käytetty OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden yhteismääriä (Taulukko 6). Vastaavasti tavanomaisten jätteiden, melun ja tärinän sekä liikenteen määrät sekä niiden vaikutusten arvioinnit perustuvat OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden yhteismääriin (Taulukko 6). Yhteisvaikutukset on kuvattu vaikutuksittain luvuissa 6.3, 6.4 ja 6.15.

Myös muissa vaikutusarvioinnissa on huomioitu laitosalueella sijaitseva OL3-laitosyksikkö. Maankäytön ja kaavoituksen (luku 6.1) sekä maiseman (luku 6.2) nykytilan kuvauksessa sekä vaikutusarvioinnissa on huomioitu myös OL3-laitosyksikkö rakenteineen ja toimintoineen. Huomioon on otettu kaavamerkinnät ja rajoitukset maankäytölle sekä laitosyksiköiden muodostaman voimalaitoskokonaisuuden näkyminen maisemassa. Ilmanlaatuun kohdistuvien vaikutusten (luku 6.5) osalta on oletettavaa, ettei OL3-laitosyksikkö merkittävästi muuta alueen ilmanlaatua, sillä myöskään OL3-laitosyksiköstä ei aiheudu merkittäviä tavanomaisia ilmapäästöjä. Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten (luku 6.7) osalta OL3 ei lisää alueen vaikutuksia, sillä OL3:n rakennustyöt ovat päättyneet. Kaikille laitosyksiköille alueella on yhteinen jo louhittu VLJ-luola sekä KPA-varasto.

Vastaavasti kuten OL1- ja OL2-laitosyksiköiden varavoimadieseleiden ja varalämpökattiloiden sekä liikenteen polttoaineenkulutuksesta syntyy hieman kasvihuonekaasupäästöjä, aiheutuu niitä myös OL3-laitosyk-

sikön toiminnasta (luku 6.6). Kokonaisuudessaan polttoaineen kulutuksesta syntyvät päästöt ovat hyvin vähäisiä verrattuna ydinvoimalla tuotetun sähkön ilmastohyötyihin. OL3-laitosyksikkö tuottaa sähkön käyttäjälle päästötöntä sähköä noin 12 TWh vuodessa, kun OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tuotanto on yhteensä noin 14 TWh/v (noin 7 TWh/v per laitosyksikkö). Suuntaa antavan arvion mukaan OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden tämänhetkinen ilmastohyöty on noin 1 700 000 t CO_{2e}/vuodessa.

Energiamarkkinoihin kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (luku 6.13) on tarkasteltu pelkästään OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vaikutusta Suomen energiamarkkinoihin. OL3 vahvistaa tätä positiivista vaikutusta, sillä OL3:n sähköntuotanto kattaa noin 14 % Suomen sähköntarpeesta. Laitosyksikön vuodessa tuottama sähkö, riittää esimerkiksi 5,2 miljoonan kerrostaloasunnon lämmittämiseen tai 3,6 miljoonan sähköauton lataustarpeeseen. OL3:n säännöllisen sähköntuotannon myötä Suomen puhtaan sähkön omavaraisuus kasvaa – hiilidioksidineutraalin sähköntuotannon osuus kasvaa 89 %:sta noin 94 %:iin *(Energiateollisuus ry 2024)*. OL3:n tuotanto vähentää myös Suomen sähköntuontitarvetta noin 60 %.

Aluetalousvaikutusten arvioinnissa (luku 6.12) OL1- ja OL2-laitosyksiköiden vaikutukset on eriytetty OL3-laitosyksikön tuotannosta. OL3-laitosyksikön toiminta voimistaa havaittuja positiivisia suoria ja kerrannaisvaikutuksia kaikilla eri aluetasoilla. Lisäksi uusia yhteisvaikutuksia voi seurata OL3-laitosyksikön toiminnasta, mikäli tuotannon vakiintuessa saavutetaan toiminnan skaalaetuja. Tämä voi näyttäytyä mm. kokonaishankinta- tai huoltokustannusten laskemisena, joka kasvattaa toiminnasta seuraavaa arvonlisäystä.

Ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa (luku 6.11) merkittävänä erona aiempien vuosien vaikutuksiin on, että OL3-laitosyksikön rakennustyöt ovat päättyneet ja laitosyksikkö otettu käyttöön vuonna 2023. Rakentamisaikana lähialueelle ja mahdollisesti asuinviihtyvyyteen kohdistuneet vaikutukset (erityisesti melu, liikenne) ovat päättyneet.

Radioaktiivisten aineiden päästöjen arvioinnissa (luku 6.16) on käytetty STUK:n julkaisemaa dataa Olkiluodon ympäristöstä radioaktiivisten aineiden päästöistä ilmaan ja veteen vuosina 2013–2022. Tuloksissa vuonna 2023 käyttöön otettu OL3-laitosyksikkö ei ole vielä mukana, eikä sen osalta yhteisvaikutuksia voida vielä arvioida. Myös OL3:n osalta radioaktiivisten aineiden päästöt jäävät hyvin vähäisiksi niille asetetuista päästörajoista. OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille jää selvästi alle valtioneuvoston asettamasta annosrajoituksesta, joka on 0,1 mSv vuodessa. Valtioneuvoston asetuksen ionisoivasta säteilystä 13 §:n mukaan säteilytyöntekijälle aiheutuva efektiivinen annos ei saa olla suurempi kuin 20 mSv vuodessa. Henkilöannosten osalta TVO:n omana tavoitteena on, ettei kenenkään Olkiluodosta saama annos ylitä 10 mSv vuodessa, eivätkä sisäisestä kontaminaatiosta aiheutuvat annokset ylitä arvoa 0,5 mSv. OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden normaalin käytön aikana henkilökunnan säteilyannokset jäävät selvästi alle näiden annosrajojen.

Kaikille laitosyksiköille alueella on yhteinen KPA-varasto ja VLJ-luola, jotka ovat mitoitettu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköiden käytöstä syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle sekä matala- ja keskiaktiiviselle jätteelle. Jätteitä ja niiden käsittelystä aiheutuvia vaikutuksia on kuvattu luvussa 6.15.

Lisäksi voimalaitosalueelle on suunniteltu OL1-, OL2- ja OL3-laitosyksiköille yhteinen HMAJ-maaperäloppusijoitustila. HMAJ-maaperäloppusijoitustilan ympäristövaikutukset on arvioitu ja kuvattu erillisessä YVA-selostuksessa (Teollisuuden Voima 2021). HMAJ-maaperäloppusijoitustilan rakentaminen alkaa mahdollisesti 2020-luvulla, jolloin sen toteutus on OL1- ja OL2-laitosyksiköiden voimassa olevien käyttölupien aikana eikä rakentamisen aikaisia yhteisvaikutuksia näin ollen käytön jatkamisen (VE1) tai tehonkorotuksen (VE2) toimintojen kanssa synny. Kun HMAJ-maaperäloppusijoitustila on käytössä, vähentää se VLJ-luolaan päätyvän jätteen määrää, millä voidaan katsoa olevan kokonaisuuden kannalta merkittävä myönteinen vaikutus laitosyksiköiden jätehuollolle pidemmällä aikavälillä.



6.20.2. Posiva Oy: käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos

Olkiluodon voimalaitosalueella on käynnissä Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentaminen. Vaikutusten arvioinnissa on huomioitu yhteisvaikutukset Posivan nykyisten toimintojen kanssa mm. melun, tärinän, liikenteen sekä liikenteen ilma- ja pölypäästöjen osalta Olkiluodon alueella.

Posiva vastaa kapselointi- ja loppusijoitustoimintaa koskevien ympäristövaikutuksien arvioinnista. Käyttölupahakemuksen yhteydessä on esitetty päivitetty selvitys laitoskokonaisuuden ympäristövaikutuksista *(Posiva 2021a)*.

Jos Posiva aloittaa loppusijoittamisen nykyisen suunnitelman mukaisesti 2020-luvulla, riittää KPA-varaston kapasiteetti myös käytön jatkamisen tapauksessa. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi jostain syystä merkittävästi, tulee KPA-varaston varastointikapasiteettia nostaa. Varastokapasiteetin nosto voidaan toteuttaa esimerkiksi laajentamalla nykyistä KPA-varastoa ja rakentamalla nykyisten altaiden jatkoksi uusia altaita. Mahdollisen KPA-varaston laajentamisen vaikutuksia on arvioitu tämän YVA-selostuksen luvussa 6 vaikutuksittain.

6.20.3. Muut mahdolliset hankkeet

Voimalaitosalueella tai sen läheisyydessä ei ole tällä hetkellä tunnistettu olevan suunnitteilla tai käynnissä uusia hankkeita, joilla voisi olla yhteisvaikutuksia OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen kanssa.

Olkiluodon edustan kaukaisemmille merialueille on suunnitteilla useampi merituulivoimahanke. Suomen talousvesivyöhykkeelle suunnitteilla oleva Vågskärin merituulivoimahanke sijoittuu noin 95 km etäisyydelle Olkiluodosta lounaaseen. Tämän merituulivoimahankkeen yksi vaihtoehtoisista kaapelireiteistä on suunniteltu rantautuvan Olkiluodon pohjoispuolelle. Hanke on YVA-menettelyvaiheessa, joten lopullista päätöstä sähkönsiirron merikaapelivaihtoehtojen välillä ei ole vielä tehty. *(Ramboll 2023)*. Olkiluodon alueella olevien voimajohtojen lisäkapasiteettitarpeen arvioinnista vastaa niiden omistaja Fingrid Oyj.

Laitosyksiköiden toiminnan jatkumisella voi olla tulevaisuudessa liittymäpintaa esimerkiksi lämpöenergian mahdolliseen hyödyntämiseen, mutta näistä ei ole riittävästi tietoa vielä, eikä niiden tarkastelua ole sisällytetty tähän YVA-menettelyyn. Voimalaitoksen erilaiset energiantuotannon mahdollisuudet, kuten esimerkiksi prosesseissa syntyvän lämpöenergian hyödyntäminen, voi kuitenkin tulla ajankohtaiseksi tulevaisuudessa.

6.21. Nykyisen toiminnan loppuminen

Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa, tapahtuu voimalaitoksen käytöstäpoisto voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuodesta 2038 eteenpäin. Jos voimalaitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uusien käyttölupien jälkeiseen aikaan, joko vuoden 2048 tai vuoden 2058 jälkeen. Tämänhetkisen käytöstäpoistosuunnitelman mukaan varsinainen purkaminen ja siihen liittyvä jätehuolto ajoittuisivat kuitenkin pääasiassa noin 2080-luvulle.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden osalta käytöstäpoiston suunnitelma perustuu viivästettyyn purkuun. Tällöin varsinaiset laitosyksiköiden purkutoimenpiteet alkavat vasta useiden vuosikymmenien päästä valvotun säilytyksen jälkeen. Tämä takaa, että työntekijöiden kollektiivinen säteilyannos saadaan alhaiseksi ja loppusijoitettavan jätteen määrä pienenee. Samalla on mahdollista jaksottaa kolmen laitosyksikön purkutyöt peräkkäisille vuosille. Näin on mahdollista hyödyntää ensimmäisten yksiköiden purkukokemuksia, -laitteita ja -henkilökuntaa kolmannen yksikön purussa.

Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä STUK:n määräyksissä ja ohjeissa. Nykyisen YVA-lain (252/2017) mukaan ydinvoimalaitoksen purkaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää YVA-menettelyä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

Seuraavassa on kuvattu yleisellä tasolla mahdollisia OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnan loppumiseen ja käytöstäpoistoon liittyviä vaikutuksia.

Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus

Käytöstäpoiston jälkeen toiminnasta aiheutuvat nykyiset vaikutukset maankäyttöön lakkaavat. Alueen jatkokäytöstä riippuen alue tai osa siitä voitaisiin ottaa esimerkiksi teollisuuskäyttöön. Alueen jatkokäyttö voi edellyttää kaavamuutoksia. Kaavoissa osoitetun suojavyöhykkeen poistaminen vapauttaisi ympäröivän maankäytön suunnittelun rajoitteita.

Maisema ja kulttuuriympäristö

Käytöstäpoistossa maisemaan aiheutuu myönteisiä vaikutuksia, joiden suuruus riippuu alueen jatkokäytön periaatteista. Mikäli voimalaitosalueen kaikki rakennukset ja rakenteet puretaan, on sillä suurempia myönteisiä vaikutuksia sekä voimalaitosalueelle että ympäröiville alueille kuin vaihtoehdossa, jossa osa rakennuksista jää alueelle. Myönteisten vaikutusten suuruutta vähentää purkamistoimien pitkä aikajänne, kun purkutöitä teh-

dään vaiheittain ja maisema muuttuu useiden vuosikymmenten aikana. Voimalaitoksen rakennusten purkaminen voidaan nähdä myös kielteisenä asiana voimalaitoksen ollessa osa alueen maisemakuvaa ja rakennettua ympäristöä.

Liikenne

Suurin lisäys käytöstäpoiston aikaisissa liikennemäärissä näkyy purkuvaiheissa, jolloin liikennemäärät ovat enimmillään hetkittäin rinnastettavissa voimalaitoksen nykyisen toiminnan aikaisten vuosihuoltojen liikennemääriin. Liikennemäärien kasvulla ei arvioida olevan merkittävää muutosta liikenteen sujuvuuteen tai turvallisuuteen ottaen huomioon teiden nykyinen kapasiteetti.

Melu ja tärinä

Jos alueelta puretaan rakennuksia, voi mahdollisesta ulkotiloissa tapahtuvasta ajoittaisessa betonimurskauksesta aiheutuva melu kantautua voimalaitosalueen ympäristöön. Lisäksi työkoneista ja kuljetuksista voi aiheutua ajoittain voimakkaampaa melua kuin voimalaitoksesta nykyisin. Ympäristöön leviävän melun voimakkuuteen voidaan vaikuttaa muun muassa betonin murskauspaikan valinnalla ja tarvittaessa melusuojausten avulla. Käytöstäpoistossa lisääntyvät raskaan liikenteen kuljetukset voivat hetkellisesti hieman lisätä liikenteestä aiheutuvaa ihmisaistein havaittavaa tärinää teiden lähiympäristössä.

Ilmanlaatu

Käytöstäpoistovaiheessa ilmanlaatuun kohdistuvia vaikutuksia voi aiheutua lähinnä liikenteen sekä työkoneiden päästöistä. Jos rakennuksia puretaan, voi betoninmurskauksesta ja mahdollisista muista purku- ja maanmuokkaustöistä aiheutua hetkellisiä paikallisia vaikutuksia (esim. pöly).

Ilmasto

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoisto johtaisi tarpeeseen lisätä vastaavasti muuta sähköntuotantokapasiteettia. Jos korvaava sähköntuotantomuoto olisi esimerkiksi tuulivoima, tällöin sähköntuotannon aiheuttamat kasvihuonekaasupäästöt eivät muuttuisi huomioon ottaen tuotantotoiminnan aiheuttamat päästöt sekä sähköntuotantomuodon elinkaaren aikaiset ominaispäästöt. Käytöstäpoistossa syntyvät kasvihuonekaasupäästöt ovat hyvin vähäisiä.

Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet

Maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvat vaikutukset ovat hyvin vähäisiä ja riippuvat siitä, puretaanko alueelta rakennuksia ja tarvitseeko maanpintakerroksia muokata tai maanalaisia tiloja louhia lisää.

Pintavedet

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoiston seurauksena jäähdytysveden lämpökuormituksen vaikutukset merialueella vähenevät merkittävästi. Meriveden pintalämpötilat Iso Kaalonperän lahdella laskevat, kerrostuneisuusolosuhteet heikkenevät ja perustuottajien kasvukausi lyhenee. Myönteiset vaikutukset voivat ilmetä viiveellä mm. perustuotannon laskevana suuntauksena, vesikasvillisuuden vähenemisenä (yksivuotisten rihmalevien määrä) ja pohjaeläimistön tilan kohentumisena. Tämän seurauksena myös alusveden happipitoisuuden arvioidaan kesällä nousevan, mikä parantaa paikallisten pohjaeläinyhteisöjen tilaa. Jäähdytysveden lämpökuormituksen vähentyessä myös todennäköisyys vieraslajien runsastumisesta alueella pienenee. Lisäksi kun OL3-laitosyksikön käyttö loppuu, jäähdytysveden lämpökuormituksen aiheuttama vaikutus meriekosys-

teemiin loppuu kokonaan ja Olkiluodon merialue palautuu vähitellen ympäröivän rannikkoalueen sisäsaariston ja ulkosaariston vallitsevaan tilaan. Lämpökuormituksen loputtua talven jääolosuhteet normalisoituvat, mikä voi edistää jääpeitteen muodostumista Olkiluodon lähimerialueella. Toisaalta jäätalvien on ennustettu harvenevan ja lyhenevän ilmastonmuutoksen vaikutuksesta. KPA-varaston jäähdytystä käytetään vielä laitosyksiköiden käytöstäpoiston jälkeen useita vuosikymmeniä. KPA-varaston jäähdytysveden vaikutukset ovat erittäin vähäisiä ja paikallisia, eikä niillä käytännössä ole vaikutusta merialueen tilaan.

Kalat ja kalastus

Käytöstäpoiston seurauksena jäähdytysveden lämpökuormituksen aiheuttama vaikutus meriekosysteemiin ja kalastoon vähenee merkittävästi OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoiston myötä ja loppuu kokonaan, kun myös OL3-laitosyksikön käyttö päättyy. Kalasto palautuu vähitellen samaan tilaan kuin muualla ympäröivällä rannikkoalueilla. Samalla todennäköisyys vieraslajien runsastumisesta alueella pienenee. Myös talvikauden kalastusmahdollisuudet palautuvat paremmalle tasolle jääolojen normalisoituessa, mutta tässäkin vaihtoehdossa ilmastonmuutoksen seurauksena jäätalvien esiintyminen todennäköisesti harvenee. Kalojen ja kalanpoikasten ajautuminen jäähdytysvedenottokanaviin loppuu, millä voi olla vähäinen paikallisia kalakantoja vahvistava vaikutus.



Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoiston jälkeen merialueen lämpökuormitus vähentyy ja loppuu OL3-laitosyksikön käytön päätyttyä, jolloin talviaikaisen sulan alueen muodostuminen vähentyy, millä voi olla vähäinen haitallinen vaikutus alueella talvehtivien lintujen määrään. Tällä ei arvioida olevan kuitenkaan kyseisten lintujen populaatioiden kannalta merkittävää vaikutusta. Käytöstäpoistolla ei ole luonnonsuojelualueisiin kohdistuvia vaikutuksia. Jos käytöstäpoisto toteutetaan siten, että alueelle jää rakennuksia ja muuta infrastruktuuria, kasvillisuuden lisääntymistä ei merkittävissä määrin tapahdu. Jos käytöstäpoistossa kaikki rakennukset puretaan ja alue maisemoidaan, lisääntyy kasvipeitteinen pinta-ala voimalaitosalueen maisemoinnin myötä, mikä lisää paikallisesti luonnon monimuotoisuutta.

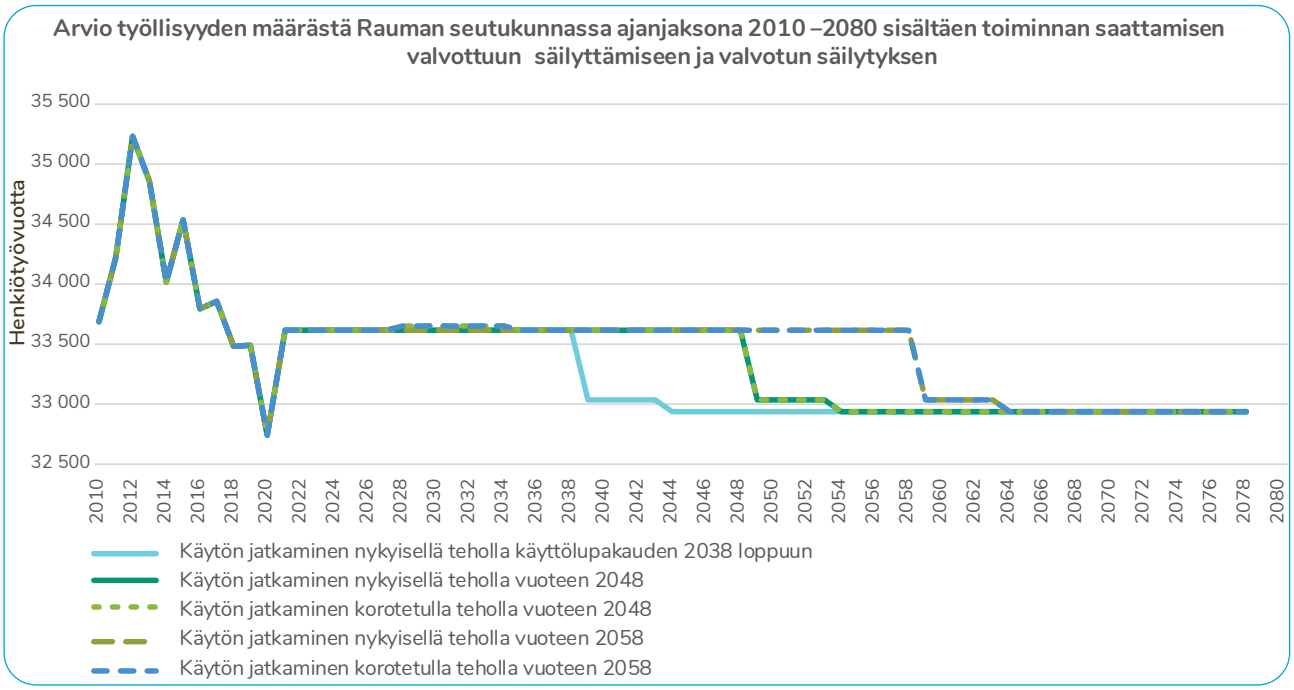
Ihmisten elinolot, viihtyvyys ja terveys

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoisto aiheuttaa selkeän ja havaittavan muutoksen voimalaitosalueella tapahtuviin toimintoihin. Kokonaisuudessaan käytöstäpoiston eri vaiheet kestävät useita vuosikymmeniä. Kestoltaan pitkäaikainen muutos voi synnyttää asukkaissa epävarmuutta tulevasta sekä siihen liittyviä huolia ja odotuksia. Käytöstäpoiston aikana toiminnoista aiheutuva ajoittainen melu voi vaikuttaa erityisesti voimalaitoksen lähialueilla lomailevien mökkiläisten asuinviihtyvyyteen sekä vesialueiden ja rantojen käyttäjien virkistyskokemukseen. Aktiivisimmassa purkuvaiheessa lisääntyvä liikenne voi hetkellisesti vaikuttaa liikenteen sujuvuuteen. Laitosyksiköiden käytöstäpoisto ja sähköntuotannon päättyminen voi aiheuttaa muutoksia paikalliseen identiteettiin sekä huolta muutoksen vaikutuksista seudun elinvoimaisuuteen.

Aluetalous

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden tuotannon päätyttyä sen aikana syntyneet merkittävät aluetalousvaikutukset lakkaavat. Käytöstäpoiston aikana muodostuu kuitenkin aluetaloudellisia vaikutuksia TVO:lle sekä useille muille toimijoille ja toimialoille. Käytöstäpoiston aikana vaikutuksia Rauman seutukuntaan muodostuu mm. toiminnan valvottuun säilytykseen saattamisen seurauksena, jonka on arvioitu työllistävän ensivaiheessa jo yli 200 htv edestä työvoimaa vuosittain TVO:n ja sen alihankkijoiden toimesta Suomessa, toimenpiteen teknisten ja hallinnollisten vaatimusten puolesta. Valvottuun säilytykseen saattamisen on arvioitu kestävän useamman vuoden ajan. Seuraavassa vaiheessa eli valvotussa säilytyksessä vuosittaisia työllisyysvaikutuksia arvioidaan syntyvän noin 50–100 htv edestä TVO:n ja sen alihankkijoiden toimesta Suomessa, toimenpiteen teknisten ja hallinnollisten vaatimusten puolesta. Vaiheen on arvioitu kestävän useiden kymmenien vuosien ajan. Käytöstäpoistoon ja valvottuun säilytykseen saattamiseen liittyvästä toiminnasta syntyy myös taloudellisia vaikutuksia ja edelleen kerrannaisvaikutuksia paikallisesti sekä laajemmin Suomessa, joita ei ole arvioitu.

Oheisessa kuvassa on havainnollistettu esitettyjä valvottuun säilytykseen saattamisen ja valvotun säilytyksen työllisyysvaikutuksia arviointivaihtoehdoittain (Kuva 79). Kuvassa ajanjakso 2010–2021 perustuu Tilastokeskuksen raportoimaan toteutuneeseen määrään, jolloin OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaikutus työllisyyteen oletettiin olevan saman verran kuin viimeisimpänä aluetilinpidon tilastointivuonna 2021. Esitetyt käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutukset työllisyyteen perustuvat mallinnuksen tuloksiin ja kuvaavat TVO:n oman toiminnan ja kerrannaisvaikutusten muodostamia kokonaisvaikutuksia.



Kuva 79. Arvio työllisyyden määrästä Rauman seutukunnassa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminnan ja käytöstäpoiston eri vaiheissa huomioiden suorat työllisyysvaikutukset TVO:lle ja sen alihankkijoille.

Energiamarkkinat

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoisto merkitsisi korvaavan hiilidioksidipäästöttömän sähkön hankintatarvetta Suomen hiilineutraalisuustavoitteen saavuttamiseksi. Tämä aiheuttaisi mm. uuden sähköntuotantokapasiteetin rakentamista Suomeen sekä lisääntyvää sähkön tuontia. Lisäksi sähkön vientimahdollisuudet Suomesta pienenisivät. Tarpeen määrään vaikuttaa käytöstäpoiston ajankohta ja Suomen sen hetkinen muu sähköntuotantokapasiteetti.

Luonnonvarojen hyödyntäminen

Kun OL1- ja OL2-laitosyksiköiden toiminta päättyy, ei uutta ydinpolttoainetta enää hankita. Hankintamäärän osuus globaalista tuotannosta on kuitenkin ollut niin vähäinen, ettei sillä ole käytännössä merkitystä globaaleihin uraanivarantoihin.

Jätteet ja niiden käsittely

Käytetyn ydinpolttoaineen välivarastoinnista ja käsittelystä voimalaitosalueella ei aiheudu normaalikäytöstä poikkeavia säteily- tai päästövaikutuksia ympäristöön eikä henkilöstön lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä. Normaalitilanteessa käytetyn ydinpolttoaineen siirroista ihmisille ja ympäristölle aiheutuva säteilyaltistus on hyvin pieni, eikä ylimääräistä altistusta voi käytännössä erottaa ympäristön taustasäteilyn aiheuttamasta altistuksesta. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistosta aiheutuva kollektiivinen säteilyannos on arvioitu olevan noin 2,5 manSv. Vuosittainen kollektiivinen säteilyannos on samaa suuruusluokkaa kuin laitoksen nykyisessä toiminnassa. Yhdenkään yksittäisen työntekijän säteilyannos ei ylitä voimalaitoksen tavoitteellista annosrajoitusta, joka asetetaan lakisääteisen raja-arvon alapuolelle. Pitkäaikaisturvallisuusperustelun mukaan VLJ-luolan olemassa olevat osat täyttävät pitkäaikaisturvallisuusvaatimukset sekä suunniteltu laajennus voi-

daan toteuttaa siten, että pitkäaikaisturvallisuusvaatimukset täytetään. Kun tavanomaiset jätteet käsitellään ja varastoidaan voimalaitosalueella asianmukaisesti, ei niistä aiheudu ympäristövaikutuksia. Välillisiä ympäristövaikutuksia syntyy tavanomaisten jätteiden kuljetuksista sekä niiden jatkokäsittelystä vastaavien toimijoiden prosesseista.

Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteily

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistovaiheessa henkilökunnalle aiheutuvien säteilyannoksien arvioidaan jäävän edelleen selvästi alle asetettujen annosrajojen. Käytettävät menetelmät käytöstäpoistolle valitaan niin, että päästörajat alitetaan, jolloin säteilyvaikutus on hyvin vähäinen. Käytöstäpoiston vaikutusten arvioidaan olevan enimmillään aktiivisimmassa purkuvaiheessa. Vaikutukset kuitenkin vähenevät käytöstäpoiston loppua kohden ja lopulta lakkaavat, kun viimeiset itsenäistetyt laitososat on poistettu käytöstä ja VLJ-luola suljettu.

Ihmisten terveys

Normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten päästöjen vaikutuksen ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen arvioidaan edelleen olevan hyvin vähäinen kuten nykyisin, eikä suoraa terveydellistä haittaa muodostu. Käytöstäpoistossa käytettävät purkumenetelmät valitaan niin, että viranomaisen vahvistamat radioaktiivisten aineiden päästörajat alitetaan, jolloin terveydellistä haittaa ei muodostu.

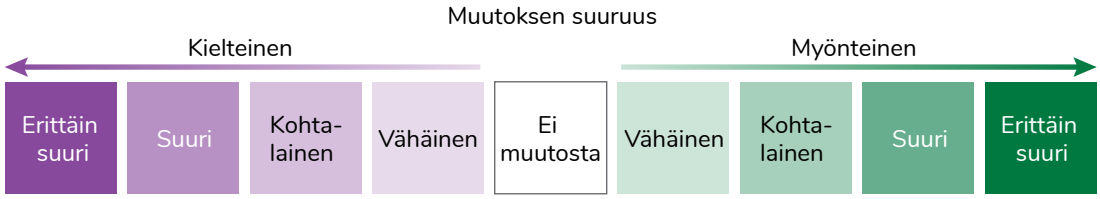


7. Yhteenveto ja vaihtoehtojen vertailu

Tässä YVA-menettelyssä ympäristön nykytila selvitettiin ja hankkeen vaikutukset arvioitiin YVA-lainsäädännön mukaisesti. Tehtyjen arviointien perusteella hankkeen vaihtoehtojen voidaan todeta olevan ympäristön kannalta toteuttamiskelpoisia. Hankkeen jatkosuunnittelussa voidaan ottaa huomioon vaikutusarvioinnin yhteydessä esitettyjä mahdollisten haitallisten vaikutusten estämis- ja lieventämiskeinoja.

Oheisessa taulukossa (Taulukko 72) on vertailtu OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla (VE1) ja korotetulla teholla (VE2). Tarkastelussa on vaikutuskohtaisesti huomioitu vaikutusten merkittävyys vaikutuskohteen herkkyyden ja muutoksen suuruuden perusteella. Tarkemmat kuvaukset jokaisen vaikutuksen osalta on esitetty luvussa 6. Taulukossa on esitetty normaalin toiminnan vaikutusten arvioinnin tulokset. Poikkeus- ja onnettomuustilanteet on kuvattu luvussa 6.18.

Taulukko 72. Yhteenveto vaikutusten merkittävyydestä. Värisävyllä on esitetty merkittävyyden taso ja luonne (valkoinen: ei vaikutusta, vihreä: myönteinen, violetti: kielteinen).



Vaikutus	Käytön jatkaminen nykyisellä teholla (VE1)	Käytön jatkaminen korotetulla teholla (VE2)
Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Maisema ja kulttuuriympäristö	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Liikenne	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Melu ja tärinä	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Ilmanlaatu	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Ilmasto	Kohtalainen myönteinen	Suuri myönteinen
Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Pintavedet	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Kalat ja kalastus	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet: maalla	Ei vaikutusta	Vähäinen kielteinen
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet: merialueella	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Ihmisten elinolot ja viihtyvyys	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Aluetalous: paikallinen taso	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen
Aluetalous: aluetaso	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen
Aluetalous: valtakunnallinen taso	Vähäinen myönteinen	Vähäinen myönteinen

Vaikutus	Käytön jatkaminen nykyisellä teholla (VE1)	Käytön jatkaminen korotetulla teholla (VE2)
Energiamarkkinat	Suuri myönteinen	Suuri myönteinen
Luonnonvarojen hyödyntäminen: voimalaitosalue	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Luonnonvarojen hyödyntäminen: ydinpolttoaineen hankinta	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Jätteet ja niiden käsittely	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteily	Vähäinen kielteinen	Vähäinen kielteinen
Ihmisten terveys	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
Rakentaminen	Ei vaikutusta	Ei vaikutusta

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat olleet käytössä vuodesta 1978 ja 1980 saakka. Olkiluodon alueen ympäristöä on tarkkailtu vuosikymmenien ajan ja alueesta on kattavasti tutkimustietoa. Laitosyksiköiden vaikutukset tunnetaan hyvin. Suurin ympäristövaikutus on ollut lämpimän jäähdytysveden purkaminen merialueelle, joka nostaa meriveden pintalämpötilaa Iso Kaalonperän lahdella muutaman asteen muuta merialuetta korkeammaksi. Jäähdytysvesien purkualue pysyy sulana läpi talven. Jäähdytysvesi lämpenee prosessissa nykyisin noin 10 °C. Käytön jatkamisessa nykyisellä teholla (VE1) purettavan veden lämpötila säilyy samana ja käytön jatkamisessa korotetulla teholla (VE2) lämpötila nousee noin 1 °C.

Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä jatketaan nykyisellä teholla tai korotetulla teholla, ovat molempien vaihtoehtojen ympäristövaikutukset samankaltaisia, eivätkä vaikutukset merkittävästi eroa laitosyksiköiden nykyisen toiminnan vaikutuksista. Suurimpana muutoksena on toiminta-ajan pidentyminen eli nykyisen kaltainen toiminta jatkuu pidemmän aikaa, joko vuoteen 2048 tai 2058 saakka sen sijaan, että laitosyksiköiden sähköntuotanto loppuisi voimassa olevien käyttölupien päättyessä vuoden 2038 lopussa. Tällöin nykyisen toiminnan niin myönteiset kuin kielteiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Käyttöiän jatkaminen nykyisellä teholla (VE1) ajoittuu voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuosille 2038–2048 tai vuosille 2038–2058. Käyttöiän jatkaminen korotetulla teholla (VE2) voitaisiin toteuttaa aikaisintaan vuonna 2028, jolloin käyttöä jatkettaisiin vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 saakka.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutukset

Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen osalta merkittävimmät myönteiset vaikutukset kohdistuvat ilmastoon, energiamarkkinoihin ja aluetalouteen.

Molemmat vaihtoehdot tukevat Suomen tavoitetta olla hiilineutraali vuonna 2035, jolloin sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden. Ydinvoimalaitoksen sähköntuotannosta ei juurikaan synny kasvihuonekaasupäästöjä ja OL1- ja OL2-laitosyksiköillä tuotettu päästötön sähkö voi korvata muita fossiilisia polttoaineita käyttäviä sähköntuotantomuotoja. Arvion mukaan Suomen tasolla vaihtoehdossa VE1 kumulatiivinen päästövähennyspotentiaali olisi noin 1 100 000 t CO_{2e} ja VE2 tapauksessa noin 1 600 000 t CO_{2e}, jos laitosyksiköt olisivat toiminnassa vuoteen 2058 saakka. Pelkän tehonkorotuksen päästövähennyspotentiaali Suomessa on noin 500 000 t CO_{2e}. Ilmastovaikutusten kokonaismerkittävyys on arvioitu olevan VE1:n osalta kohtalainen myönteinen ja VE2:n osalta suuri myönteinen. Ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt ovat samaa tasoa kuin tuulivoimalla tuotetun sähkön.

Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan nykyisellä tai korotetulla teholla, on molemmilla vaihtoehdoilla suuri myönteinen vaikutus Suomen energiamarkkinoihin. Tulevaisuudessa sähkön käytön kasvaessa laitosyksiköi-

den käytön jatkaminen tukee Suomen energiajärjestelmän toimitusvarmuutta ja vähentää sähkön tuontitarvetta. Laitosyksiköiden tuottama päästötön sähkö mahdollistaa myös sähkön vientiä korvaamaan fossiilista sähköntuotantoa.

Molemmissa vaihtoehdoissa aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys paikallisella tasolla Rauman seutukunnassa on arvioitu suureksi myönteiseksi, sillä laitosyksiköiden toiminnan lisäkäyttövuosien aikana kertyy merkittävää taloudellista hyötyä arvoketjun ja kulutuksen kerrannaisvaikutuksen kautta. Liikevaihtoa muodostuu kokonaisvaikutuksina alueella yhteensä yli 3 380 M€, arvonlisäystä yli 1 520 M€ ja työvoimantarvetta yli 7 080 htv. Molemmissa vaihtoehdoissa aluetaloudellisten vaikutusten merkittävyys aluetasolla Satakunnassa ja koko Suomen tasolla on arvioitu vähäiseksi myönteiseksi, kun huomioon otetaan tarkastelualueen koko.

Pääosa muista vaikutuksista on arvioitu olevan enimmillään vähäisiä kielteisiä. Vaikka vaikutukset säilyvät nykyisen toiminnan kaltaisina, on arvioinnissa otettu huomioon nykyisten vaikutusten jatkuminen pidemmän aikaa verrattuna tilanteeseen, että laitosyksiköiden sähköntuotanto lakkaisi vuonna 2038.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen merkittävin pintavesiin kohdistuva vaikutus muodostuu jäähdytysvesien lämpökuormituksesta merialueelle. Lämpökuormituksen vaikutukset ovat paikallisia ja rajoittuvat pääosin Iso Kaalonperän lahdelle. Vaikutusten suuruus tai vaikutusalueen laajuus eivät merkittävästi poikkea nykyisestä toiminnasta, eivätkä käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa toisistaan. Pitkällä aikavälillä lämpökuormitus voi jokivesien tuoman ravinnekuormituksen ja ilmastonmuutoksen yhteisvaikutuksesta edistää merialueen paikallista rehevöitymistä. Pintavesiin kohdistuvien vaikutusten merkittävyyden arvioitiin molemmissa tapauksissa olevan vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan laitosyksiköiden pidentynyt käyttöaika ja ilmastonmuutoksen tuoma lisävaikutus. Ilmastonmuutos voimistaa lämpökuormituksen vaikutuksia pidemmällä aikavälillä, joten laitosyksiköiden käyttö nykyisellä tai korotetulla teholla vuoteen 2048 kuormittaa meriympäristöä vähemmän verrattuna tilanteeseen, jossa käyttöä jatketaan vuoteen 2058 asti. Lähimerialueella vedenlaatuun sekä vesiympäristön tilaan vaikuttavat lähinnä jokivesien ravinnekuormituksen pitkän ajan kehitys sekä Selkämeren tilan yleinen kehitys.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa jäähdytysveden vaikutukset Olkiluodon merialueelle ja sitä kautta kaloihin ja kalastukseen säilyvät samanlaisina kuin nykyisin. Jäähdytysveden lämpövaikutuksen jatkuminen ylläpitää tilannetta, joka suosii lämpimään veteen sopeutuneita kalalajeja, kuten särkikaloja. Muuta merialuetta lämpimämpi vesi voi myös mahdollistaa vieraslaji mustatäplätokon runsastumisen alueella. Talvikauden kalastusmahdollisuudet säilyvät samalla tasolla kuin nykyisin, mutta ilmastonmuutoksen vaikutuksesta jääkannen paksuus voi ohentua ja jääpeitteinen aika lyhentyä. Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutuksen merkittävyys on kalaston ja kalastuksen kannalta vähäinen kielteinen.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa voimalaitoksen jäähdytysvedet pitävät jatkossakin Olkiluodon merialuetta vesilinnuille hyvänä talvehtimispaikkana. Jäähdytysvesien lämpökuormituksen, ilmastonmuutoksen ja jokien tuomien ravinteiden rehevöittävä yhteisvaikutus voi pitkällä aikavälillä heikentää vaikutusalueella sijaitsevien vedenalaisten luontotyyppien tilaa. Käytön jatkamisella ja tehonkorotuksella arvioitiin kokonaisuutena olevan vähäinen kielteinen vaikutus merialueen luontoon. Vaikutukset maaluontoon pysyvät nykyisen kaltaisina.

Pidentynyt käyttöikä määrittää sekä voimalaitosalueen että sen ympäröivien alueiden maankäyttöä ja maisemaa myös tulevina vuosikymmeninä. Molemmissa vaihtoehdoissa vaikutukset maankäyttöön ja kaavoitukseen ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus ovat alueen kaavoituksen mukaista eivätkä edellytä kaavamuutoksia. Toisaalta vaikutusalueen kaavoituksessa huomioidaan ydinvoimalaitoksen toiminnasta aiheutuvat rajoitteet. Vaikutuksen suuruuden arvioitiin olevan vähäinen kielteinen, koska laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen rajoittaa sekä laitosalueen että sitä ympäröivien alueiden

maankäyttöä myös tulevina vuosikymmeninä. Vaikutukset maisemaan, sen arvoalueisiin ja -kohteisiin sekä arkeologiseen kulttuuriperintöön ovat nykyisen toiminnan kaltaisia. Kun otetaan huomioon maisemavaikutuksen jatkuminen alueella lisäkäyttövuosien myötä, arvioitiin vaikutusten olevan kokonaisuutena enimmillään vähäisiä kielteisiä, koska laitosyksiköt vaikuttavat muutoin pienipiirteiseen ja metsäiseen mereltä aukeavaan maisemaan myös tulevina vuosikymmeninä.



Molemmissa vaihtoehdoissa liikennevaikutukset pysyvät nykyisen kaltaisina, mutta jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Liikenneturvallisuus laitosalueelle johtavilla teillä säilyy samana. Kuitenkin erityisesti vuosihuoltojen aikaan, kuten nykyisessä toiminnassa, jolloin liikennemäärät ovat suurimmillaan, voi liikenteen sujuvuus hetkellisesti hieman heiketä. Vaikutusten merkittävyys on arvioitu olevan vähäinen kielteinen.

Käytön jatkamisesta nykyisellä tai korotetulla teholla ei aiheudu nykytilasta poikkeavaa vaikutusta maa- ja kallioperään eikä pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen, mutta nykyiset vaikutukset jatkuvat lisäkäyttövuosien myötä. Aiemmin louhittujen kalliotilojen kapasiteetin arvioidaan riittävän myös käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen aikana syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoitukseen. Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt toiminta-aika sekä mahdollinen lisärakentaminen, arvioidaan maa- ja kallioperään sekä pohjavesiin kohdistuvien vaikutusten olevan merkittävyydeltään korkeintaan vähäisiä kielteisiä.

Vaikutukset ihmisten elinoloihin ja viihtyvyyteen sekä ihmisten kokemat haitat pysyvät pääosin nykyisen kaltaisina. Molemmissa vaihtoehdoissa toiminnan jatkuessa ihmisten mahdollinen huoli turvallisuusriskeistä jatkuu. Tehonkorotuksessa lämpimän jäähdytysveden purkaminen yhdistettynä ilmastonmuutoksen tuomiin muutoksiin voi vaikuttaa alueen vesistöjen virkistyskäyttöarvoon lähimerialueella pitkällä aikavälillä. Huomioon ottaen laitosyksiköiden pidentynyt käyttöaika, vaikutusten on arvioitu olevan merkittävyydeltään vähäisiä kielteisiä.

Laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus eivät muuta voimalaitosalueen nykyisiä rajoitteita luonnonvarojen hyödyntämiselle. Molemmissa vaihtoehtoissa luonnonuraanin käyttö ydinpolttoaineessa jatkuu. Luonnonuraani luokitellaan uusiutumattomaksi luonnonvaraksi, jota käytetään käytännössä vain ydinvoima- ja puolustusteollisuudessa. Nykyisiin globaaleihin uraanivarantoihin verrattuna laitosyksiköiden käytön aikainen uraanin hankintamäärä on hyvin vähäinen, jonka perusteella vaikutusten merkittävyyden on arvioitu olevan enimmillään vähäinen kielteinen lisäkäyttövuosien myötä.

Molemmissa vaihtoehdoissa lisäkäyttövuosien myötä käsiteltävä käytetyn ydinpolttoaineen ja hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen määrä kasvaa ja jätehuoltotoimenpiteistä aiheutuva säteilyaltistus käsittelyhenkilökunnalle jatkuu. Jätteen kokonaismäärän kasvu ei kuitenkaan merkittävästi lisää henkilökunnan säteilyannoksia nykyiseen toimintaan verrattuna. Koko ydinvoimalaitoksen normaalikäytöstä, sisältäen käytetyn ydinpolttoaineen sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisen jätteen jätehuollon eri vaiheet, valtioneuvoston asettama väestön yksilölle aiheutuvan vuosiannoksen raja-arvo on 0,1 mSv. Normaalitoiminnassa jätehuoltotoimenpiteistä syntyvät vaikutukset ovat erittäin vähäisiä eikä lakisääteisiä raja-arvoja ylitetä. Vaikutusten merkittävyyden on arvoitu olevan vähäinen kielteinen.

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen aiheuttama säteilyannos ympäristön asukkaille on ollut selvästi alle prosentin valtioneuvoston asettamasta annosrajoituksesta, joka on 0,1 mSv vuodessa. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa normaalikäytöstä aiheutuvien radioaktiivisten aineiden päästöt ympäristöön arvioidaan pysyvän edelleen vähäisinä ja alittavan niille asetetut päästörajat myös tulevaisuudessa. Päästöjen vaikutus ympäristön asukkaiden säteilyaltistukseen ja ympäröivän luonnon säteilyrasitukseen pysyy nykyisellä tasolla ja vaikutusten merkittävyyden on arvioitu olevan enimmillään vähäinen kielteinen, kun huomioon otetaan lisäkäyttövuodet.

Voimalaitosalueella tapahtuvista toiminnoista ei arvioida olevan terveydellistä haittaa lähialueen asukkaille. Tieliikenteestä aiheutuvat pakokaasupäästöt ja pöly rajoittuvat tieverkon läheisyyteen, joiden osalta tavanomaisille terveyshaitoille altistuminen on vähäistä. Vaihtoehdoista ei aiheudu ilmanlaadun raja- tai ohjearvojen ylityksiä eikä vaihtoehdoilla arvioida olevan vaikutusta alueen nykyiseen ilmanlaatuun. Molemmissa vaihtoehdoissa laitosyksiköiden toiminnan ja liikenteen melu sekä liikenteestä aiheutuva tärinä säilyvät nykyisellään hyvin vähäisinä. Lisäkäyttövuosien aikana melusta ja tärinästä ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vaikutuksia.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset

Laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat muutostyöt toteutetaan pääosin laitosyksiköiden sisäpuolella. Tehonkorotuksen yhteydessä laitosyksiköiden ulkopuolelle rakennettaisiin laitosyksiköiden turvallisuutta parantava uusi dieselkäyttöinen lisävesijärjestelmä sekä uusi akkuenergiavarasto. Lisäksi on mahdollista, että molemmissa vaihtoehdoissa KPA-varaston kapasiteettia laajennetaan. Laitosyksiköiden ulkopuolella toteutettavien rakennustöiden arvioidaan kestävän noin 2–3 vuotta. Rakennustöiden aikana voi aiheutua lyhytkestoista, lähinnä rakennusalueen läheisyyteen kohdistuvaa melua ja tärinää maarakentamisesta, rakennuksen pystyttämisestä sekä laiteasennuksista. KPA-varaston laajentamiseen liittyvästä kallioperän louhinnasta voi lisäksi syntyä hetkellistä lisääntynyttä melua. Liikennemäärät eivät merkittävästi lisäänny, eivätkä näin ollen lisää siitä aiheutuvia vaikutuksia lähiteille. Maisemallisesti lisärakentaminen vaikuttaa vain alueen sisäiseen maisemakuvaan, jossa muutos ei ole merkityksellinen. Uudet rakenteet sijoittuvat ihmistoiminnan jo muokkaamille alueille, eikä niillä ole vaikutusta alueen luontoympäristöön. Jos KPA-varastoa laajennetaan, sen alueen kallioperää louhitaan ja maanpintakerrokset sekä rakenteet poistetaan osittain. Mahdollinen varastointikapasiteetin kasvutarve on huomioitu alueen suunnitelmissa.

Nykyisen toiminnan loppumisen vaikutukset

Laitosyksiköiden kaupallisen käytön lopettamisen myötä voimalaitoksen käytön jatkamisen mukana tuomat suuret myönteiset vaikutukset ilmastoon, energiamarkkinoihin ja aluetalouteen loppuvat. Laitosyksiköiden käytöstäpoiston aikana eri toimijoille ja toimialoille syntyy osittain korvaavia aluetaloudellisia vaikutuksia, mutta ne jäävät kaupallisen käytön vaikutuksia pienemmiksi.

Toiminnan loppumisen myötä myös laitosyksiköiden OL1 ja OL2 jäähdytysveden purun vaikutukset lakkaavat. Merialue palautuu hitaasti ympäröivää rannikkoaluetta vastaavaan tilaan.



8. Vaikutusten seuranta ja tarkkailu

Hankkeesta vastaavalla on olemassa erilaisia ympäristövaikutusten seuranta- ja tarkkailuohjelmia. Edellytykset ohjelmille tulevat ympäristölainsäädännöstä ja ydinenergialain perusteella annetuista säädöksistä ja ohjeista. Luvussa 8 on keskitytty säännöllisesti tapahtuvaan tarkkailuun ja seurantaan.

8.1. Radioaktiivisten aineiden päästöjen tarkkailu ja säteilyvalvonta

Voimalaitoksen mahdollisen käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen aikana voimalaitoksen toiminta on saman tyyppistä kuin nykyisinkin, minkä vuoksi seurannan ja tarkkailun arvioidaan jatkuvan hyvin samanlaisena kuin nykyisin. Seuraavissa luvuissa on kuvattu tiivistetysti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen radioaktiivisten päästöjen tarkkailua ja säteilyvalvontaa sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa.

8.1.1. Päästömittaukset

Radioaktiivisten aineiden tarkoilla päästömittauksilla varmistutaan, että voimalaitoksen yhteenlasketut päästöt ilmaan tai veteen eivät ylitä Säteilyturvakeskuksen vahvistamia päästörajoja ja ympäristön säteilyannokset ovat alle ydinenergia-asetuksen 12.2.1988/161 22 b § rajan. Tulokset raportoidaan Säteilyturvakeskukselle määräajoin. Ydinvoimalaitoksen päästöjä valvotaan voimalaitosyksikkö- ja päästöreittikohtaisesti jatkuvatoimisin mittauslaittein sekä näytteenotoilla. Päästöjä ilmaan tapahtuu hallitusti poistokaasupiipuista. Päästöt veteen tapahtuvat jaksoittaisesti kummallakin laitosyksiköllä olevan poistotunnelin kautta. Ulospumppaussäiliöstä otetaan näytteet ennen päästön aloittamista. Mereen päästettävä vesi sekoittuu poistokanavassa jäähdytysvesivirtaukseen.

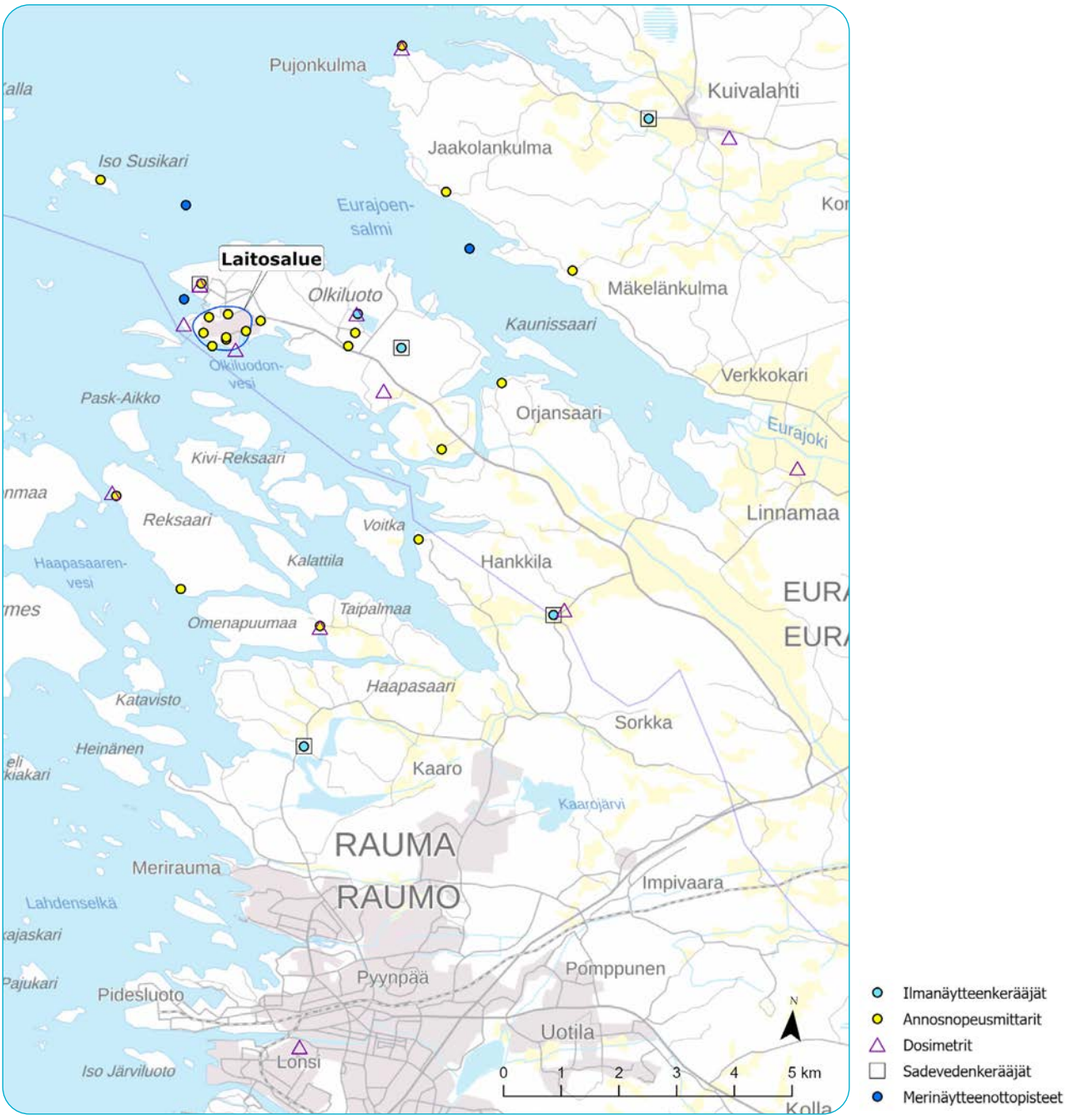
8.1.2. Ympäristön säteilyvalvonta

TVO valvoo Olkiluodon voimalaitoksen ympäristöä ympäristön säteilyvalvontaohjelman mukaisesti. Valvontaohjelma on aloitettu vuonna 1977. Perustilatutkimukset tehtiin 1970-luvun alussa ennen voimalaitoksen rakentamisen aloittamista. Viranomaisen hyväksymällä tarkkailuohjelmalla toteutetaan ohjeessa YVL C.7 luvanhaltijalle säädettyjä velvollisuuksia väestön säteilyaltistuksen ja ympäristössä esiintyvien radioaktiivisten aineiden ja niiden alkuperän selvittämiseksi. Voimassa olevaa ympäristön säteilyvalvontaohjelmaa alettiin soveltaa vuoden 2023 alusta. Ympäristön säteilyvalvonta perustuu näytteenottoon ja näytteissä olevien radionuklidien tunnistamiseen sekä niiden pitoisuuksien määrittämiseen. Ympäristön säteilyvalvontaohjelman puitteissa mitataan ympäristön säteilytasoa kiinteillä mittareilla, ympäristöstä kerätään maa, ilma-, talousvesi-, merivesi-, kaatopaikan valumavesi-, pohjavesi-, kasvi- ym. näytteitä ja tehdään kokokehomittauksia ympäristön asukkaille. *(Kalliomaa & Sojakka 2022)*. Näytteenottopisteiden määrä, sijaintipaikat, sekä analysoitavat näytelajit on arvioitu huomioon ottaen OL1-, OL2-, OL3-laitosyksiköistä, KPA-varastosta, VLJ-luolasta, Posivan loppusijoituksesta ja HMAJ-maaperäloppusijoitustilasta aiheutuvien mahdollisten päästöjen vaikutusalueet sekä aikaisemmat mittaustulokset.

Ympäristön säteilyvalvonnan tarkoituksena on varmistaa, että ydinvoimalaitoksesta aiheutuva väestön säteilyaltistus pidetään niin pienenä kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista ja määräyksissä esitettyjä raja-arvoja ei ylitetä. Mittaustulosten perusteella pyritään saamaan selville kriittiset radionuklidit, niiden leviämistiet, sekä niistä kriittiselle ryhmälle aiheutuvat annokset. Mittaus- ja näytteenottopaikkojen valinnassa

pyrkimyksenä on täyttää kulloinkin voimassa olevassa YVL-ohjeessa esitetyt ympäristön valvonnan yleisperiaatteet.

Olkiluodon ympäristön säteilyvalvontaohjelma keskittyy ulkoisen säteilyn mittauksiin, ihmiseen johtaville aktiivisuuden kulkeutumisreiteille ja radioaktiivisia aineita hyvin rikastaviin indikaattoriorganismeihin, esimerkkeinä saniainen, poronjäkälä ja kuusenkerkkä. Olkiluodon voimalaitoksen voimassa olevan ympäristön säteilyvalvontaohjelman lähi- ja kaukoalueen kiinteät mittaus- ja näytteenottopaikat maa-alueella, sekä merialueen havaintopaikat on esitetty kuvassa (Kuva 80).



Kuva 80. Olkiluodon voimalaitoksen ympäristön säteilyvalvontaohjelman lähi- ja kaukoalueen kiinteät mittaus- ja näytteenottopaikat maa-alueella, sekä merialueen havaintopaikat.

Ulkoista säteilyä mitataan jatkuvatoimisesti, mikä mahdollistaa reaaliaikaisen tiedonsaannin ympäristön säteilytilanteen muutoksista. TVO:n laitosalueelle on sijoitettu jatkuvatoimisia annosnopeusmittareita 7 kpl. Mittarien sijoituspaikkoja valittaessa on otettu huomioon vallitsevat leviämissuunnat. Lisäksi näillä seitsemällä mittarilla on pyritty kattamaan koko 360°:n leviämissektori. Laitosalueen ulkopuolella noin 5 km:n etäisyydellä sijaitsee kymmenen vastaavan tyyppistä, jatkuvatoimista mittaria. Mittarit on sijoitettu mantereelle tasaisesti kattavan verkon muodostamiseksi. Merialueiden puolella mittarit on sijoitettu huomioiden saariston asutus. Laitteet on yhdistetty myös valtakunnan säteilyvalvontaverkkoon lähinnä mahdollisia onnettomuustilanteita varten.

Jatkuvatoimisen ulkoisen säteilymittauksen lisäksi Olkiluodon ympäristöön, sekä lähialueille on sijoitettu tasaisesti 11 TLD-asemaa. Neljä asemista sijaitsee Olkiluodon saarella laitoksen välittömässä läheisyydessä mitaten lähialueen annoksia. Asemat palvelevat lisäksi valmiusorganisaatiota mahdollisissa onnettomuustilanteissa. Neljä asemista sijaitsee asutuskeskuksissa ja neljä kesäasutusalueella. Yksi dosimetri on sijoitettu lähimpään kaupunkikeskukseen Raumalle. Pääleviämissuunnat on otettu huomioon mahdollisuuksien mukaan.



Luvanhaltijan lisäksi ympäristön säteilytarkkailun piiriin kuuluvia näytteenottoja Olkiluodon alueella ja ympäristössä tekee STUK. Omaa riippumatonta valvontaa ympäristön säteilyvalvontaohjelman puitteissa toteuttava viranomainen ottaa mm. ilmanäytteitä laitosten vuosihuoltojen yhteydessä ja kerää maa- ja meriympäristöstä näytteitä säännöllisesti. Otettavien näytteiden valinnassa ja näytteenotossa korostuvat ensisijaisesti ravintoketjuihin liittyvät näytelajit kuten maito, maataloustuotteet, talousvedet, kalat, riista ja muut elintarvikkeet. *(STUK 2024e & 2024g)*

Ympäristön säteilyvalvonnassa käytetyillä seuranta- ja analyysimenetelmillä havaitaan luonnossa esiintyvät radioaktiiviset aineet, seurataan pitoisuuksien muutoksia sekä havaitaan mahdollinen radioaktiivinen päästö. Radioaktiivisen säteilyn havaitsemiseen perustuvien menetelmien havaitsemisherkkyys on korkea. Hyvinkin

alhaiset nuklidipitoisuudet on mahdollista havaita nykyaikaisilla mittauslaitteilla kaukaakin päästökohteesta ja tulosten perusteella päästölähteen sijainti pystytään arvioimaan ja paikantamaan. Käytön jatkaminen tai tehonkorotus eivät muuta voimalaitoksen toimintaa ympäristön säteilyvalvonnan kannalta oleellisella tavalla.

8.1.3. Meteorologiset mittaukset

Meteorologisten mittausten avulla arvioidaan ilmaan pääsevien radioaktiivisten aineiden leviämistä voimalaitoksen normaalikäytön ja mahdollisten onnettomuustilanteiden aikana. Meteorologiset tiedot saadaan Olkiluodon voimalaitoksen säähavaintojärjestelmästä. Säähavaintojärjestelmän havainnot ovat luettavissa reaaliaikaisesti voimalaitoksella, Ilmatieteen laitoksella ja Säteilyturvakeskuksessa. Mitattavia suureita ovat muun muassa tuulen nopeus ja suunta, ilmanpaine, suhteellinen kosteus, sadeaika ja määrä sekä lämpötila.

8.1.4. Säteilyannosarviot

Ydinvoimalaitoksen käytön aikana arvioidaan vuosittain meteorologisten mittausten ja päästöjen perusteella ympäristön väestölle aiheutunut säteilyaltistus. Tulokset raportoidaan Säteilyturvakeskukselle. Mahdollisessa onnettomuustilanteessa meteorologisten mittausten ja päästötietojen perusteella arvioidaan reaaliaikaisesti ympäristön ihmisille aiheutuvia säteilyannoksia. Arviot palvelevat pelastustoimintaa ja niitä verrataan annosnopeusmittareiden antamiin tuloksiin. Arvioinnissa käytetyt säteilyannoslaskentaohjelmat on esitelty Olkiluodon voimalaitoksen valmiusohjeissa, jotka Säteilyturvakeskus on hyväksynyt.

8.2. Jäähdytys- ja jätevesien tarkkailu

Voimalaitokselta mereen johdettavien jäähdytys- ja jätevesien määrää ja laatua tarkkaillaan ELY-keskuksen hyväksymällä tavalla. Jäähdytysveden virtaamaa ja otto- ja purkulämpötilaa seurataan jatkuvatoimisin mittauksin ja tulokset tallennetaan prosessijärjestelmään tunti- ja vuorokausikeskiarvoina. Laitosyksiköiden vuotuinen vesistöön johdettava lämpömäärä lasketaan laitosyksiköiden sähkö- ja lämpötehojen perusteella.

KPA-varaston osalta ei tehdä erillistä, jatkuvaa purkualueen lämpötilatarkkailua, vaan jäähdytysveden lämpötilavaikutusta seurataan meriveden lämpötilatarkkailun yhteydessä.

Talousjäteveden määrän seuranta perustuu siirtoviemäröidyn jäteveden mittauksiin. Valvonta-alueelta tulevien prosessijätevesien radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ja päästöt määritetään ulospumppaussäiliöistä otetuista näytteistä sekä ulospumppauksen aikana otetusta kokoomanäytteestä ennen purkukanavaan johtamista.

8.3. Vaikutustarkkailu

Vesistötarkkailussa seurataan jäähdytys- ja jätevesien johtamisen vaikutuksia merialueen tilaan. Tarkkailu kattaa fysikaaliset ilmiöt merialueella, veden laadun seurannan sekä vesistön biologisen tilan tarkkailun.

Fysikaalis-kemialliset ja biologiset tutkimukset toteuttaa akkreditoitu tutkimuslaboratorio, jonka näytteenottajat ovat sertifioituja. Määritykset tehdään hyväksytyillä standardianalyysimenetelmillä. Fysikaalisten ilmiöiden tarkkailuun kuuluvat muun muassa merialueen lämpötilan seuranta jatkuvatoimisin mittarein ja tarkkailusuunnitelman mukaisesti kahdeksan kertaa vuodessa eri näytteenottosyvyyksiltä sekä jäätilanteen seuranta. Veden laadun tarkkailussa taas seurataan laajasti vesistön tilaa kuvaavia muuttujia, kuten pH, happipitoisuutta, puskurikykyä, sähkönjohtavuutta ja suolaisuutta, väriä, sameutta, näkösyvyyttä sekä ravinne- ja kiintoainepitoisuuksia. Merialueen biologista tilaa seurataan mm. kasviplanktonin perustuotannon ja lajijakauman määrityksillä, vesikasvillisuuden lajistoa ja runsautta selvittävillä tutkimuksilla sekä pohjaeläintutkimuksin.

Jäähavaintoja tehdään talvikuukausina jäätilanteesta riippuen 1–3 viikon välein. Alueelta laaditaan jäähavaintokartat, johon on merkitty kiintojään reuna, sohjo- ja ahtojäävyöhykkeet sekä jään rikkoutuminen ja ajautuminen. Jäähdytysveden heikentämästä jääalueesta varoitetaan yleisesti alueella ilmestyvässä sanomalehdessä. Alueelle johtavien teiden varsiin sijoitetaan heikoista jäistä varoittavia tauluja.

8.4. Kalataloudellinen tarkkailu

Jäähdytys- ja jätevesien johtamisen vaikutuksia Olkiluotoa ympäröivän merialueen kalastoon, kalastukseen ja saaliisiin seurataan kalataloudellisen tarkkailuohjelman mukaisesti. Kalataloudelliseen tarkkailuohjelmaan kuuluu muun muassa verkkokoekalastuksia, kalojen ikä- ja kasvumäärityksiä, kalastustiedusteluja ammatti-, kotitarve- ja virkistyskalastajille sekä kalastajien pitämään yksityiskohtaiseen kalastuskirjanpitoon perustuvia selvityksiä. Kalataloudellinen tarkkailu tehdään alueellisen kalatalousviranomaisen eli Varsinais-Suomen ELY-keskuksen kalatalousyksikön hyväksymällä tavalla.

TVO on tarkkaillut myös jäähdytysveden mukana voimalaitokseen ajautuvien kalojen ja alle 1 senttimetrin (cm) pituisten kalastoon kuuluvien kalanpoikasten määrää ja laatua erillisselvitysten avulla.



8.5. Savukaasupäästöjen tarkkailu

Voimalaitoksen varavoimadieselien ja varalämpökattilalaitoksen päästöt (hiilidioksidi, hiukkaset, rikkidioksidi ja typenoksidit) lasketaan kevyen polttoöljyn kulutuksen, polttoaineen laatutietojen ja päästökertoimien perusteella. Päästöt raportoidaan vuosittain ympäristönsuojeluviranomaisille. Varavoimadieselit ja varalämpökattilalaitos ovat voimalaitoksen varavoima- ja lämmöntuotantoa varten, joten niiden käyttö rajoittuu määräaikaiskoeajoihin ja on siten hyvin vähäistä.

Päästökauppalain alaisten hiilidioksidipäästöjen tarkkailu toteutetaan hyväksytyn päästöluvan mukaisesti. Päästöluvan edellyttämä ulkopuolisen todentama päästöselvitys toimitetaan vuosittain Energiavirastolle.

8.6. Melutarkkailu

Voimalaitoksen ympäristössä tehdään ympäristölupamääräysten mukaisesti melumittauksia, joilla varmistetaan, että voimalaitoksen aiheuttama melu noudattaa viranomaisohjearvoja. Mittaukset tehdään ympäristöministeriön ohjeen 1/1995 ”*Ympäristömelun mittaaminen*” mukaisesti laitoksen normaalin tuotantotilanteen aikana. Mittaustulokset toimitaan ympäristöviranomaisille.

Ympäristön melutasoon merkittävästi vaikuttavien kiinteiden äänilähteiden äänitehotaso (L_{WA}) mitataan ulkopuolisen asiantuntijan tekemin mittauksin aina laitteen uudistuksen yhteydessä.

8.7. Jätekirjanpito

Voimalaitoksella seurataan radioaktiivisten ja tavanomaisten jätteiden muodostumista, määriä, jätelajeja ja sijoitus- ja käsittelypaikkoja. Radioaktiivisten jätteiden kirjanpidosta ilmenee niin yksittäisten jätepakkausten kuin varastointi- ja loppusijoituspaikkojen sisältämät aktiivisuudet sekä jätemäärät ja -lajit. Tavanomaisten jätteiden kirjanpidosta ilmenee jäte-erien jätelajit, määrät ja jätteen vastaanottaja ja käsittelytapa.

Radioaktiivisista jätteistä laaditaan vuosittain yhteenvetoraportti, joka toimitetaan Säteilyturvakeskukseen. Tavanomaisista jätteistä laadittava vuosittainen yhteenvetoraportti toimitetaan ELY-keskukseen.

8.8. Ihmisiin kohdistuvien vaikutuksien seuranta

Ihmisiin kohdistuvia vaikutuksia voidaan seurata esimerkiksi järjestämällä keskustelutilaisuuksia, toteuttamalla asukaskyselyitä tai haastatteluja sekä keräämällä tietoa sähköisten palautekanavien kautta.

TVO-konserni julkaisee ajankohtaista tietoa toiminnastaan verkkosivuillaan sekä sosiaalisessa mediassa. Lisäksi TVO-konserni julkaisee Uutisia Olkiluodosta -paperilehteä, jonka jakelualue on lähikunnat. TVO-konserni ylläpitää yhteistyötä alueen keskeisten sidosryhmien kanssa. Avoimella tiedonvaihdolla TVO saa tietoa toiminnan vaikutuksista sekä keinoista, joilla vaikutuksia voidaan lieventää tai ehkäistä.



9. Hankkeen luvitus sekä hankkeen suhde suunnitelmiin ja ohjelmiin

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyn päätyttyä hanke etenee eri lupavaiheisiin. Yhteysviranomaisen YVA-selostuksesta antama perusteltu päätelmä liitetään eri lupahakemuksiin, kun niiden hakeminen on ajankohtaista. Seuraavassa on kerrottu yleisesti, mitä lupia ja päätöksiä hankkeen eri vaihtoehdot voivat edellyttää. Lisäksi on kuvattu pääpiirteittäin hankkeen suhdetta erilaisiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

9.1. Ydinenergialain mukaiset päätökset ja luvat

9.1.1. Käyttölupa

Ydinvoimalaitoksen käyttölupa

OL1- ja OL2-laitosyksiköillä on ydinenergialain mukaiset käyttöluvat, jotka ovat voimassa vuoden 2038 loppuun. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamiseksi tulee hakea uudet käyttöluvat. Tehonkorotuksen tapauksessa tavoitteena on yhdistää määräaikainen turvallisuusarvio sekä laitosyksiköiden uusien käyttölupien hakeminen. Käyttöluvat myöntää valtioneuvosto.

Lupa ydinlaitoksen käyttämiseen voidaan myöntää edellyttäen, että ydinenergialain 20 §:ssä luetellut edellytykset täyttyvät. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa:

- Ydinlaitos ja sen käyttäminen täyttää ydinenergialain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus on asianmukaisesti otettu huomioon.
- Hakijan käytettävissä olevat menetelmät ydinjätehuollon järjestämiseksi, ydinjätteiden loppusijoitus ja ydinlaitoksen käytöstä poistaminen siihen mukaan luettuna, ovat riittävät ja asianmukaiset.
- Hakijalla on käytettävänään tarpeellinen asiantuntemus ja erityisesti ydinlaitoksen käyttöhenkilökunnan kelpoisuus ja käyttöorganisaatio ovat asianmukaiset.
- Hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaansa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.

Ydinlaitoksen ja sen käyttämisen tulee täyttää ydinenergialain 5–7 §:ssä säädetyt periaatteet. Ydinlaitoksen käyttämiseen ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin STUK on todennut, että ydinlaitos täyttää asetetut turvallisuusvaatimukset, että turvajärjestelyt ja valmiusjärjestelyt ovat riittävät, että ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta on asianmukaisesti järjestetty ja että ydinlaitoksen haltijan vahingonkorvausvastuu ydinvahingon varalta on järjestetty ydinvastuulain edellyttämällä tavalla. Lisäksi edellytetään, että työ- ja elinkeinoministeriö on todennut, että varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty lain edellyttämällä tavalla.

Muut käyttöluvat

Matala- ja keskiaktiivisen jätteen loppusijoituslaitoksen (VLJ-luola) käyttölupa on voimassa vuoden 2051 loppuun saakka. TVO hakee VLJ-luolalle hyvissä ajoin ennen käyttöluvan umpeutumista uutta käyttölupaa, jolla mahdollistetaan VLJ-luolan käyttö myös voimalaitosyksiköiden käytöstäpoiston jälkeen.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöluvat pitävät sisällään ydinjätteiden välivarastojen (KAJ, MAJ, KPA) käyttämisen. Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöikiä jatketaan, myös näiden välivarastojen käyttöä jatketaan samalla käyttöluvalla. Jos OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttö päättyy vuonna 2038, niin välivarastoille haetaan joko oma käyttölupa tai se yhdistetään OL3-laitosyksikön käyttölupaan.

Posiva Oy vastaa omistajiensa TVO:n Olkiluodon ja Fortum Power and Heat Oy:n (Fortum) Loviisan voimalaitoksilla syntyvän käytetyn polttoaineen loppusijoituksesta Olkiluodossa. Joulukuussa 2021 Posiva jätti valtioneuvostolle käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen käyttölupahakemuksen. Posiva haki käyttölupaa Olkiluodon ja Loviisan viiden ydinvoimalaitosyksikön käytetyn polttoaineen loppusijoittamiseksi yhteensä 6 500 tU:lle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen on määrä alkaa Olkiluodossa 2020-luvun puolivälissä. Posiva tulee luvittamaan loppusijoituslaitoksensa kapasiteetin vastaamaan omistajiensa ydinvoimalaitosten tarpeita.



9.1.2. Käytöstäpoistolupa

Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa, tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevien käyttölupien päätyttyä. Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uusien käyttölupien jälkeiseen aikaan. Käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun se on ajankohtaista.

Lopetettuaan ydinlaitoksen käytön käyttöluvan haltijalla on velvollisuus käynnistää toimenpiteet ydinlaitoksen käytöstäpoistamiseksi ydinenergialain 7 g §:ssä tarkoitetun käytöstä poistamista koskevan suunnitelman ja vaatimusten mukaisesti sekä haettava lupa ydinlaitoksen käytöstä poistamiselle. Lupa on haettava riittävän ajoissa siten, että viranomaisten käytettävissä on riittävästi aikaa hakemuksen arviointiin ennen ydinlaitoksen käyttöluvan päättymistä.

9.1.3. Muut ydinenergialain mukaiset luvat

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen alueelle suunnitellun hyvin matala-aktiivisen ydinjätteen maaperäloppusijoitukselle on haettu toimintalupaa Säteilyturvakeskukselta keväällä 2024 siten, että toiminta alkaisi 2020-luvulla.

Käyttöluvan, käytöstäpoistoluvan ja toimintaluvan lisäksi käyttöiän jatkaminen ja tehonkorotus saattavat edellyttää myös muita ydinenergialain mukaisia lupia. Ydinenergialain 21 §:ssä säädetään luvan myöntämisen edellytyksistä muulle ydinenergian käytölle, kuten esimerkiksi ydinaineiden ja ydinjätteiden hallussapidolle, valmistukselle, tuottamiselle, luovutukselle, käsittelylle, käyttämiselle, varastoinnille, kuljetukselle ja tuonnille sekä ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta vähäisemmälle loppusijoitukselle (toimintalupa). Ydinenergialain 16 §:n 2 momentin mukaan STUK myöntää hakemuksesta luvan edellä mainituille toiminnoille.

Lupa muulle ydinenergian käytölle voidaan myöntää, milloin toiminta sitä edellyttää, jos ydinenergialain 21 §:ssä asetetut edellytykset täyttyvät. Näitä edellytyksiä ovat muun muassa:

- Ydinenergian käyttö täyttää ydinenergialain mukaiset turvallisuutta koskevat vaatimukset ja työntekijöiden ja väestön turvallisuus sekä ympäristönsuojelu on otettu asianmukaisesti huomioon.
- Hakijalla on ydinenergian käyttöä varten tarvittavan alueen hallinta.
- Ydinjätehuolto on järjestetty asianmukaisella tavalla ja varautuminen ydinjätehuollon kustannuksiin on järjestetty ydinenergialain säännösten mukaisesti.
- Hakijan järjestelyt STUK:n ydinenergialaissa tarkoitetun valvonnan toteuttamiseksi ovat riittävät.
- Hakijalla on käytettävänään tarpeellinen asiantuntemus sekä toimintaa hoitava organisaatio, ja toimintaa hoitavan henkilökunnan kelpoisuus ovat asianmukaiset.
- Hakijalla harkitaan olevan taloudelliset ja muut tarpeelliset edellytykset harjoittaa toimintaa turvallisesti ja Suomen kansainvälisten sopimusvelvoitteiden mukaisesti.
- Niiden vieraiden valtioiden suostumukset, joita radioaktiivisen jätteen ja käytetyn ydinpolttoaineen siirtojen valvonnasta ja tarkkailusta annetussa neuvoston direktiivissä (2006/117/Euratom) edellytetään, on saatu ja direktiivin määräyksiä voidaan muutenkin noudattaa.
- Ydinenergian käyttö muutoinkin täyttää ydinenergialain 5–7 §:ssä säädetyt periaatteet eikä ole ristiriidassa Euratom-sopimuksen velvoitteiden kanssa.

Ydinenergian käyttöön ei saa ryhtyä siihen myönnetyn luvan perusteella ennen kuin STUK on todennut, milloin toiminta sitä edellyttää, että ydinenergian käyttö on asetettujen turvallisuusvaatimusten mukaista, turvajärjestelyt sekä valmiusjärjestelyt ovat riittävät, ydinaseiden leviämisen estämiseksi tarpeellinen valvonta on asianmukaisesti järjestetty ja vahingonkorvausvastuu toiminnan yhteydessä sattuvan ydinvahingon varalta on järjestetty siitä säädetyllä tavalla.

9.2. Säteilylain mukaiset luvat

Olkiluodon ydinvoimalaitoksen muu säteilytoiminta kuin ydinenergian käyttö edellyttää säteilylain mukaista turvallisuuslupaa.

TVO:lla on tällä hetkellä toiminnanharjoittajana kolme erillistä turvallisuuslupaa säteilytoiminnassa koskien avolähteiden, röntgenlaitteiden ja umpilähteiden käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Olkiluodon voimalalaitoksen laboratoriossa käsitellään avolähteitä, joilla suoritetaan mm. radiokemiallisia analyyseja. Röntgenlaitteita käytetään materiaalitarkastuksissa. Umpilähteitä käytetään voimalaitosyksiköillä mm. mittalaitteiden kalibroinnin tarkastuksiin ja toiminnan koestuksiin. Lisäksi TVO:lla on myös käytössä läpivalaisulaitteita. TVO:n lisäksi Posiva on toiminnanharjoittajana yhdessä erillisessä turvallisuusluvassa.

Säteilytoiminnan turvallisuusluvat ovat kaikki toistaiseksi voimassa olevia. Turvallisuusluvat ovat ajan tasalla pidettäviä asiakirjoja, joihin päivitetään tarvittavat muutokset, kuten uusien säteilylähteiden lisääminen tai niiden käytöstä poistaminen. Valvova viranomainen on STUK.

Käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa säteilytoimintaa teollisuudessa ja tutkimuksessa jatketaan riittäväksi katsotulla laajuudella. Turvallisuuslupaa päivitetään tarpeen mukaan.

9.3. Radioaktiivisten aineiden kuljetusten edellyttämät luvat

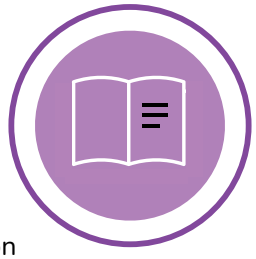
Radioaktiivisten aineiden ja jätteiden kuljetuksia säätelevät laki vaarallisten aineiden kuljetuksesta (541/2023) ja säteilylaki (859/2018), sekä ydinaineiden ja -jätteiden osalta lisäksi ydinenergialaki (990/1987) sekä näiden nojalla annetut säädökset.

Ydinpolttoaineen kuljetukseen tarvitaan ydinenergialain mukainen kuljetuslupa, jonka edellytyksinä ovat mm. kuljetussuunnitelma, turvasuunnitelma ja eräissä tapauksissa valmiussuunnitelma. Kuljetuslupa-asioissa lupaviranomainen on STUK. Ydinvoimalaitoksen käyttöiän jatkamisen ja tehonkorotuksen tapauksessa OL1- ja OL2-ydinvoimalaitosyksiköt tarvitsevat edelleen uutta tuoretta polttoainetta, ja sen osalta lupakäytäntö säilyy nykyisen kaltaisena.

Olkiluodon ydinvoimalaitosyksiköiden käytetyn ydinpolttoaineen kuljettaminen Posivan kapselointilaitokselle Olkiluodossa tapahtuu voimalaitosalueen sisäisinä siirtoina siirtosäiliöllä. Käytetyn ydinpolttoaineen siirroille on haettava STUK:n hyväksyntä. STUK tarkastaa ja hyväksyy siirtosuunnitelman, siirtosäiliön rakenteen, turvajärjestelyt ja onnettomuuksiin varautumisen.

9.4. Muut luvat

9.4.1. Kaavoitus



Voimassa oleva asemakaava mahdollistaa voimalaitosalueen muutostöiden tekemisen ja lisärakenteiden ja/tai rakennusten rakentamisen. Käyttöiän jatkamisen ja lämpötehon korottamisen tapauksessa maankäyttörekistereihin voidaan tarvittaessa määritellä tieto alueen jatkokäyttöä koskevista rajoituksista.

9.4.2. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaiset luvat

Maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999) mukaan tarvittaviin muutostöihin liittyvien rakennusten, tarpeellisen infrastruktuurin ja tilojen rakentaminen edellyttää rakennuslupaa. Rakennusvalvonnan tehtävistä ja päätöksenteosta vastaa Eurajoella kunnan ympäristölautakunta.

Rakennusluvan myöntämisen edellytyksenä asemakaava-alueella on, että:

- rakennushanke on voimassa olevan asemakaavan mukainen
- rakentaminen täyttää sille laissa säädetyt tai sen nojalla asetetut vaatimukset
- rakennus soveltuu paikalle
- rakennuspaikalle on käyttökelpoinen pääsytie tai mahdollisuus sellaisen järjestämiseen
- vedensaanti ja jätevedet voidaan hoitaa tyydyttävästi ja ilman haittaa ympäristölle
- rakennusta ei sijoiteta tai rakenneta niin, että se tarpeettomasti haittaa naapuria tai vaikeuttaa naapurikiinteistön sopivaa rakentamista.

Pienemmille rakenteille, kuten säiliöille tai tilapäisille varastorakennuksille, voidaan tarvita erilliset toimenpideluvat, mikäli niitä ei ole sisällytetty rakennuslupahakemukseen.

Uusi rakentamislaki (751/2023) tulee voimaan 1. tammikuuta 2025.

9.4.3. Ympäristölupa

Ydinvoimalaitoksen toiminta edellyttää ympäristönsuojelulain (527/2014) mukaisen ympäristöluvan (liite 1 Luvanvaraiset toiminnat, taulukko 2 Muut laitokset, kohta 3 Energian tuotanto, b) ydinvoimalaitos). Olkiluodon ydinvoimalaitoksella on Etelä-Suomen aluehallintoviraston 16.12.2016 myöntämät ympäristö- ja vesitalousluvat (päätösnrot 315/2016/1 ja 316/2016/1). Luvat tulivat lainvoimaiseksi Vaasan hallinto-oikeuden 16.8.2018 antamilla päätöksillä (päätösnrot 18/0157/2 ja 18/0159/2). Luvat koskevat voimalaitoksen käyttöä, jäähdytysveden ottoa, voimalaitoksen päästöjä sekä tarkkailua. Lisäksi ydinvoimalaitoksen toimintaan liittyen on annettu päätös runkopolyypin torjunnasta 26.8.2021 (247/2021) ja hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitustilan perustamisen osalta 10.10.2023 (264/2023).

Ympäristöluvanvaraisen toiminnan päästöjä tai niiden vaikutuksia lisäävään tai muuhun toiminnan olennaiseen muuttamiseen on oltava lupa. Lupaa ei kuitenkaan tarvita, jos muutos ei lisää ympäristöön kohdistuvia vaikutuksia tai riskejä eikä lupaa toiminnan muutoksen vuoksi ole tarpeen tarkistaa. *(YSL 29 §)* Olkiluodon voimalaitoksella on toistaiseksi voimassa oleva ympäristölupa ja käyttöiän jatkaminen ei edellytä ympäristöluvan päivitystä. Tehonkorotuksen osalta on sovittu, että ympäristölupaa tullaan päivittämään. Tämänhetkisen arvion mukaan Olkiluodon ydinvoimalaitoksen toiminnan vaikutukset tulevat pysymään myös näissä vaihtoehtoehdoissa samantapaisina, eikä lupamääräyksiin tultaisi oleellisilta osin hakemaan muutosta. Toiminnanharjoittajan on viipymättä ilmoitettava ympäristöviranomaiselle myös toiminnan lopettamisesta. Viranomainen myöntää tarvittaessa uuden ympäristöluvan lupamääräyksineen toiminnan lopettamiseksi vaadittavista toimenpiteistä, tarkkailuvaatimuksista ja muista velvoitteista.

Ympäristöluvan myöntäminen edellyttää, ettei toiminnasta, asetettavat lupamääräykset ja toiminnan sijoituspaikka huomioon ottaen, aiheudu yksinään tai yhdessä muiden toimintojen kanssa:

- Terveyshaittaa
- Merkittävää muuta:
  - haittaa luonnolle ja sen toiminnoille
  - luonnonvarojen käyttämisen estymistä tai melkoista vaikeutumista
  - ympäristön yleisen viihtyisyyden tai erityisten kulttuuriarvojen vähentymistä
  - ympäristön yleiseen virkistyskäyttöön soveltuvuuden vähentymistä
  - vahinkoa tai haittaa omaisuudelle tai sen käytölle
  - tai muuta näihin rinnastettavaa yleisen tai yksityisen edun loukkausta
- Maaperän tai pohjaveden pilaamiskiellon vastaista seurausta
- Erityisten luonnonolosuhteiden huonontumista tai vedenhankinnan tai yleiseltä kannalta tärkeän muun käyttömahdollisuuden vaarantumista toiminnan vaikutusalueella
- Eräistä naapuruussuhteista annetun lain tarkoittamaa kohtuutonta rasitusta

Toiminnalle asetetaan luvassa päästöjä ehkäisevät ja rajoittavat lupamääräykset, joiden asettamisessa huomioidaan toiminnan luonne ja paikalliset ympäristöolosuhteet.

9.4.4. Kemikaalilain mukaiset luvat ja asiakirjat

Kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia harjoittavat laitokset tarvitsevat Turvallisuus- ja kemikaaliviraston (Tukes) myöntämän luvan. Kemikaalien teollisen käsittelyn ja varastoinnin laajuus määräytyy laitoksella varastoitavien kemikaalien määrän ja vaarallisuuden perusteella. Luvassa asetetaan ehtoja toiminnalle ja laitoksella suoritetaan käyttöönottotarkastus luvan myöntämisen jälkeen. Olkiluodon voimalaitoksella on voimassa oleva lupa kemikaalien laajamittaista teollista käsittelyä ja varastointia varten ja voimalaitos on Tukesin valvoma turvallisuusselvityslaitos ja sen perustana on OL3-laitosyksiköllä käytettävä hydratsiini, joka on luokiteltu myrkylliseksi ja ympäristölle vaaralliseksi kemikaaliksi.

Laki vaarallisten kemikaalien ja räjähteiden käsittelyn turvallisuudesta *(390/2005, ns. ”kemikaaliturvallisuuslaki”)* rajaa ulos soveltamisalueestaan radioaktiiviset aineet ja radioaktiivisia aineita sisältävät tuotteet. Näin ollen muutokset radioaktiivisen materiaalin käsittelyssä ja varastoinnissa sekä määrissä eivät lähtökohtaisesti aiheuta muutoksia kemikaaliluvalle.

Muutokset toiminnassa voivat kuitenkin kemikaaliturvallisuuslain mukaisesti aiheuttaa velvoitteen hakea kirjallisesti lupaa tuotantolaitoksen muutokselle, jos suunniteltu muutos on tuotantolaitoksen perustamiseen rinnastettava laajennus tai muu merkittävä muutos. Merkittäviksi muutoksiksi luokitellaan vaarallisten kemikaalien määrän merkittävä kasvu, käsiteltävien tai varastoitavien vaarallisten kemikaalien tai niiden ominaisuuksien tai olomuodon merkittävä muutos, valmistusmenetelmän tai käsittelytavan merkittävä muutos tai muu muutos, joka saattaa vaikuttaa merkittävästi onnettomuusriskiin. Ilmoitus toiminnan muutoksesta Tukesille tulee sisältää oleelliset tiedot muutoksesta sekä selvityksen muutoksen turvallisuusvaikutuksista. Turvallisuusselvityslaitosten tulee myös päivittää turvallisuusselvitys olennaisin osin.

9.4.5. Muut luvat ja suunnitelmat

Voimalaitosalueen ympärille on annettu poliisilain (872/2011) 9 luvun 8 §:n nojalla liikkumisrajoitus. Lisäksi voimalaitosalueen ympäristö on määritetty lentokieltoalueeksi ilmailulta rajoitetuista alueista annetulla valtioneuvoston asetuksella (VNa 930/2014). Lentokieltoalue kattaa voimalaitoksen ympäristön 4 km säteellä ja alle 2 000 m korkeudella.

Muut voimalaitoksen toimintaan liittyvät luvat ovat pääosin erilaisia teknisiä lupia, joiden tarkoitus on muun muassa työturvallisuuden varmistaminen ja aineellisten vahinkojen estäminen.



9.5. Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin

Taulukossa (Taulukko 73) on esitetty hankkeen suhdetta luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin keskeisimpiin suunnitelmiin ja ohjelmiin. Näihin kuuluu sekä kansainvälisiä sitoumuksia että kansallisia tavoiteohjelmia, jotka eivät välttämättä velvoita toiminnanharjoittajaa suoraan, mutta niiden tavoitteet voivat kohdentua toiminnanharjoittajaan esimerkiksi erilaisten lupien kautta.

Taulukko 73. Hankkeen suhde luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Pariisin ilmastosopimus	Yhdistyneiden kansakuntien ilmastosopimuksen 21. osapuolikokouksessa Pariisissa sovittiin 12. joulukuuta 2015 uudesta, maailmanlaajuisesta ja oikeudellisesti sitovasta ilmastosopimuksesta. Pariisin ilmastosopimus on astunut voimaan 4.11.2016 ja tullut Suomea sitovaksi 14.11.2016. Pariisin ilmastosopimuksen tavoitteena on pitää maapallon keskilämpötilan nousu selvästi alle kahdessa asteessa suhteessa esiteolliseen aikaan ja pyrkiä toimiin, joilla lämpeneminen saataisiin rajattua alle 1,5 asteen. Pariisin sopimuksen tavoitteena on saavuttaa maailmanlaajuisten kasvihuonekaasujen päästöjen huippu mahdollisimman pian sekä vähentää päästöjä nopeasti sen jälkeen siten, että ihmisen aiheuttamat kasvihuonekaasujen päästöt ja nielut ovat tasapainossa tämän vuosisadan jälkipuoliskolla. Päästövähennystavoitteiden lisäksi sopimuksessa on asetettu pitkän aikavälin tavoite ilmastonmuutokseen sopeutumiselle sekä tavoite sovittaa rahoitusvirrat kohti vähähiilistä ja ilmastokestävää kehitystä. Viiden vuoden välein tapahtuvissa maailmanlaajuisissa kokonaistarkasteluissa tarkastellaan osapuolien yhteistä edistymistä suhteessa sopimuksen tavoitteisiin.	Ydinvoimalla tuotettu sähkö on käyttäjälle hiilineutraalia. Vertailtaessa eri sähköntuotantomuotojen elinkaaren päästöjä, ovat ydinvoimalla tuotetun sähkön elinkaaren aikaiset kasvihuonekaasupäästöt (12 g CO_{2e}/kWh) samaa tasoa kuin tuulivoimalla tuotetun sähkön (11 g CO_{2e}/kWh). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen ja tehonkorotus tukevat Pariisin ilmastosopimuksen mukaista päästöjen vähentämistavoitetta sekä EU:n ja Suomen kansallista energia- ja ilmastostrategian tavoitetta. Lisäksi ydinenergia tukee Suomen sähköntuotannon toimitusvarmuutta.
Euroopan Unionin ilmasto- ja energiapaketti 2021	Euroopan komissio julkaisi 2021 laajan lainsäädäntöehdotuspaketin, jonka tarkoituksena on muuttaa EU:n ilmasto-, energia-, maankäyttö-, liikenne- ja veropolitiikkaa, jotta kasvihuonekaasujen nettopäästöjä voidaan vähentää ainakin 55 % vuoteen 2030 mennessä vuoden 1990 tasosta. Kokonaisuudessaan päivitetään muun muassa uusiutuvan energian direktiiviä ja uusiutuvan energian osuuden tavoitteeksi on asetettu 40 % aiemman 32 %:n sijaan.	
Hiilineutraali Suomi 2035 – kansallinen ilmasto- ja energiastrategia	Kansallisessa ilmasto- ja energiastrategiassa linjataan toimia, jolla Suomi täyttää EU:n vuoden 2030 ilmastovelvoitteet ja saavuttaa ilmastolain mukaiset tavoitteet kasvihuonekaasujen vähentämisestä 60 %:lla vuoteen 2030 ja vuotta 2035 koskevan hiilineutraaliustavoitteen. Kansallisen ilmasto- ja energiastrategian tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä uusiutuvan energian käytöllä ja sen lisäämisellä, vety- ja sähköpolttoaineiden käytöllä sekä energiatehokkuuden edistämisellä. Strategian keskeinen lähtökohta on myös energian toimitus- ja huoltovarmuuden parantaminen.	

Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Uusi ilmastolaki ja ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmä	Ilmastolaissa (423/2022) asetetaan kansallisia ilmastotavoitteita. Suomen tavoite on lain mukaan olla hiilineutraali viimeistään vuonna 2035. Lisäksi lakiin on kirjattu tavoite nielujen vahvistamisesta. Laissa asetetaan kolme päästövähennystavoitetta: tavoitteena on vähentää kasvihuonekaasupäästöjä 60 % vuoteen 2030 mennessä, 80 % vuoteen 2040 mennessä ja 90 %, pyrkien 95 %:iin, vuoteen 2050 mennessä verrattuna vuoden 1990 tasoon. Laissa säädetään ilmastopolitiikan suunnittelujärjestelmästä, johon kuuluu pitkän aikavälin ilmastosuunnitelma, kansallinen ilmastonmuutokseen sopeutumissuunnitelma, keskipitkän aikavälin ilmastosuunnitelma ja maankäyttösektorin ilmastosuunnitelma.	Ydinvoiman käyttö sähköntuotannossa tukee ilmastolakiin kirjattua Suomen tavoitetta olla hiilineutraali vuonna 2035, jolloin sähkön- ja lämmöntuotannon tulee olla Suomessa lähes päästötöntä 2030-luvun loppuun mennessä huolto- ja toimitusvarmuusnäkökulmat huomioiden.
Kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030	Keskeisenä keinona EU-velvoitteiden ja kansallisten ilmansuojelutavoitteiden toimeenpanossa on kansallinen ilmansuojeluohjelma 2030, jonka valtioneuvosto hyväksyi maaliskuussa 2019. Ohjelma sisältää EU:n päästökattodirektiivin (2016/2284) päästövähennysvelvoitteiden toimeenpanemiseksi tarvittavat toimet ja muita ilmanlaadun parantamiseksi tarvittavia toimia.	Ydinvoiman tuotannosta ei synny päästökattodirektiivin rajoittamia päästöjä. Ydinvoimalaitoksen käytön jatkaminen tukee Suomea koskevien tavoitteiden saavuttamista, kun polttoprosesseihin perustuvaa energiantuotantoa korvataan ydinvoimalla.
Vesipolitiikan puitedirektiivi, vesienhoitosuunnitelmat ja toimenpideohjelmat	EU:n vesipuitedirektiivi 2000/60/EY hyväksyttiin vuonna 2000 (WFD). Direktiivin tarkoituksena on määrittää puitteet sisämaan pintavesien, suistoalueiden, rannikkovesien ja pohjavesien suojelemiseksi. Vesipuitedirektiivin mukaan EU:n jäsenvaltioiden on tunnistettava alueellaan olevat vesistöalueet ja osoitettava ne yksittäisiin vesienhoitoalueisiin. Jokaiselle vesienhoitoalueelle on valmisteltava vesienhoitoalueen hoitosuunnitelma. Suunnitelma sisältää toimenpideohjelman, jonka tavoitteena on vesistöjen hyvän ekologisen ja kemiallisen tilan saavuttaminen. Kansallisella tasolla laki vesien- ja merenhoidon järjestämisestä 1299/2004, asetus vesienhoitoalueista 1303/2004, asetus vesienhoidon järjestämisestä 1040/2006, asetus merenhoidon järjestämisestä 980/2011 ja asetus vesiympäristölle vaarallisista ja haitallisista aineista 1022/2006 toteuttavat EU:n vesipuitedirektiiviä. Vesienhoitosuunnitelmissa ja niitä täydentävissä toimenpideohjelmissa esitetään tietoa vesien tilasta ja niihin vaikuttavista tekijöistä sekä tarvittavista toimista, joilla vesien hyvä tila aiotaan saavuttaa ja ylläpitää. Voimassa olevat suunnitelmat ja toimenpideohjelmat kattavat vuodet 2022–2027.	Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma kattaa koko tai lähes koko Keski-Pohjanmaan, Pohjanmaan, Etelä-Pohjanmaan, Pirkanmaan, Satakunnan, Varsinais-Suomen ja Kanta-Hämeen alueista ja lisäksi osan Keski-Suomen länsiosista muodostuvan alueen. Voimalaitoksen merkittävin vaikutus on vesistöön kulkeutuva lämpökuorma, jonka vaikutukset ovat havaittavissa Olkiluodon lähimerialueella. Voimalaitoksen toiminta on alkanut vuonna 1978, joten merieko-systeemi on ehtinyt sopeutua toiminnan vaikutuksiin. Lämpökuormituksen vaikutusalueen vesimuodostumat ovat hyvässä ekologisessa tilassa. Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelman toimenpideohjelmassa ei ole erikseen ehdotettu toimenpiteitä Olkiluodon merialueelle. Selkämerellä on havaittu rehevöitymistä ja etenkin hajakuormituksen vähentäminen on toimenpideohjelmassa yksi tärkeimmistä tavoitteista koko vesienhoitoalueella. Jäähdytysvesien lämpökuormituksella ei ole merkittävää rehevöittävää vaikutusta, mutta yhdessä merialueen ravinnekuormituksen kanssa se voi edistää merialueen rehevöitymistä. Vesimuodostumien tilan kehitykseen vaikuttavat ilmastonmuutosskenaarioiden ja hajakuormituksen toimenpiteiden toteutuminen.

Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Meristrategiadirektiivi ja Suomen merenhoitosuunnitelma	Meristrategiadirektiivi (2008/56/EY) on direktiivi meriympäristöpolitiikan puitteista, jolla luodaan puitteet ja tavoitteet meriympäristön säilyttämiseksi ja suojaamiseksi ihmisten haitalliselta toiminnalta sekä ihmisten haitallisen toiminnan ennaltaehkäisemiseksi. Suomen meristrategia toteuttaa EU:n meripolitiikkaa ja vastaavaa direktiiviä kansallisella tasolla. Merenhoidon suunnittelu jakaantuu kolmeen osaa ja etenee kuuden vuoden sykleissä. Suomen kansallisessa merenhoitosuunnitelmassa on arvioitu meren nykytila sekä asetettu tavoitteet hyvän tilan saavuttamiseksi ja mittarit meren tilan seuraamiseksi. Merenhoitosuunnitelma kattaa Suomen aluevedet ja talousvyöhykkeen. Merenhoidon toimenpideohjelma sisältää meren tilaa parantavia toimenpide-ehdotuksia. Voimassa oleva toimenpideohjelma kattaa vuodet 2022–2027.	Jäähdytysveden lämpökuormituksella voisi olla vaikutusta merialueen tilaan rehevöitymisen, radioaktiivisuuden, energian johtamisen, hydrografisten muutosten, vieraslajien, sekä luonnon monimuotoisuudessa tapahtuvien muutosten kautta. Merenhoitosuunnitelmassa teollisuuden jätevedet listataan hyvän tilan laadullisiin kuvaajiin kohdistuviksi paineiksi, mutta jäähdytysvesien osalta vaikutukset todetaan niin paikallisiksi, ettei niillä arvioida olevan vaikutusta merialueen tilaan kokonaisuudessaan.
Merialuesuunnitelma	Euroopan Unionin merialuesuunnitteludirektiivi velvoittaa jäsenvaltiot laatimaan kansallisia merialuesuunnitelmia, joiden päätarkoituksena on tasapainottaa eri käyttömuotojen intressit merialueilla, edistää kestävää talouskasvua ja suojella merien ekosysteemejä lisääntyvän ihmispaineen alla. Suunnitelmissa korostetaan eri toimijoiden synergiaetuja ja pyritään säilyttämään meriympäristön hyvä tila, ehkäisemään ristiriitoja ja vahvistamaan ekologista monimuotoisuutta. Suunnittelussa otetaan huomioon myös pitkän aikavälin kulttuuriperintö ja matkailun kehitys, sekä niihin liittyvät mahdolliset ympäristövaikutukset. Tavoitteena on luoda selkeä visio kullekin merialueelle vuoteen 2030 saakka, jossa otetaan huomioon alueen kehitykseksi asetetut tavoitteet, kuten teknologiateollisuuden kasvu, kalastuksen ja vesiviljelyn elinvoimaisuus, uusiutuvien energiamuotojen kehittyminen, sekä erityisalueiden vaikutukset meriympäristöön.	Merialuesuunnittelussa tunnistetaan erityisiä ja muista poikkeavia mereen kytkeytyviä toimintoja. Olkiluodon ydinvoimala ympäristöineen on luokiteltu merialuesuunnitelmassa erityisalueeksi. Merkinnällä osoitetaan merkittäviä erityisalueita, jotka kytkeytyvät mereen. Alueita kehitettäessä huomioidaan erityistoimintojen asettamat rajoitukset muille toiminnoille ja selvitetään mahdollisuuksia alueiden monikäyttöön. Olkiluodon läheiset vesialueet kuuluvat merialuesuunnitelman mukaan rannikkokalastuksen tärkeisiin verkkokalastusalueisiin sekä ulkosaariston uloimpiin rannikkovesiin, joiden alueella sijaitsee merkittäviä luontotyyppejä ja linnuston kannalta merkittäviä alueita. Suunnittelussa ja kehittämisessä otetaan huomioon vedenalaisen meriluonnon sekä saaristoluonnon suojelun tarpeet, luonnon monimuotoisuuden kannalta merkittävät alueet, kalojen kutu- ja poikasalueet, merituulivoimalle soveltuvat alueet, merenkulun alueet, kalankasvatuksen jatkokasvatusalueet sekä kalastusalueet.

Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Itämeren suojelusopimus ja Itämeren suojelun toimintaohjelma	Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskeva yleissopimus (1974, 1992) eli ns. Helsingin sopimus velvoittaa sopimusmaita vähentämään kuormitusta kaikista päästölähteistä, suojelemaan meriluontoa ja säilyttämään lajien monimuotoisuutta. Sopimuksen perusperiaatteita ovat: ympäristönsuojelun kannalta parhaan käytettävissä olevan teknologian käyttäminen, ympäristön kannalta parhaan käytännön soveltaminen ja varovaisuusperiaatteen ja aiheuttamisperiaatteen noudattaminen. Itämeren suojelukomissio (Helsinki Commission, HELCOM) on Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelusopimuksen allekirjoittajavaltioiden perustama hallitusten välinen järjestö. Komissio tarkkailee ja edistää Helsingin sopimuksen soveltamista ja antaa suosituksia sopimusmaiden hallituksille. HELCOM:n ministerikokous hyväksyi Itämeren suojelun toimintaohjelman vuonna 2007 (Baltic Sea Action Plan, BSAP). Sen tavoitteena on Itämeren hyvä ekologinen tila. Ohjelma kattaa Itämeren pahimmat ympäristöongelmat ja toimenpiteet, jotka liittyvät rehevöitymiseen, haitallisiin ja vaarallisiin aineisiin sekä biodiversiteettiin ja luonnonsuojeluun. Toimenpideohjelmaa päivitettiin vuonna 2021, koska hyvän tilan tavoitetta ei saavutettu. Uudessa toimenpideohjelmassa tavoitteena on Itämeren hyvän tila vuoteen 2030 mennessä.	Toimenpideohjelma listaa rehevöitymisen ja vieraslajit keskeisiksi Itämeren tilaan vaikuttaviksi paineiksi. Toimenpideohjelmassa suositellaan hoitotavoitteita ihmisen toiminnasta peräisin olevan ravinnekuormituksen minimoimiseksi sekä vieraslajien leviämisen estämiseksi. Hankkeen rehevöittävät vaikutukset ovat vähäisiä ja paikallisia, niillä ei katsota olevan vaikutusta merialueen rehevöitymiseen kokonaisuudessaan. Jäähdytysvesien lämpökuormitus voi edistää vieraslajien leviämistä, mutta vieraslajeja tarkkaillaan säännöllisellä seurannalla ja niiden esiintymiä poistetaan ympäristöluvan mukaisesti.
Natura 2000 -verkosto	Euroopan unioni pyrkii pysäyttämään luonnon monimuotoisuuden kadon alueellaan. Yksi tärkeimmistä keinoista päästä tavoitteeseen on Natura 2000 -verkosto. Verkosto turvaa luontodirektiivissä määriteltyjen luontotyyppien ja lajien elinympäristöjä. Näitä luontodirektiivin mukaisia alueita kutsutaan SCI-alueiksi. Luontodirektiivi koskee luonnonvaraista eläimistöä, kasvistoa ja luontotyyppejä. Sen tavoitteena on i) saavuttaa ja säilyttää tiettyjen lajien ja luontotyyppien suojelun taso suotuisana, ii) säilyttää laji luontaisessa ympäristössään niin, ettei sen luontainen levinneisyysalue supistu ja iii) säilyttää riittävä määrä lajin elinympäristöjä, jotta kannan säilyminen voidaan turvata myös tulevaisuudessa. Lisäksi verkostoon kuuluu lintudirektiivin mukaisia erityisiä suojelualueita (SPA-alueet). Lintudirektiivi koskee Euroopan luonnonvaraisia lintuja. Direktiivin yleistavoite on ylläpitää tietyt lintukannat sellaisella tasolla, joka vastaa ekologisia, tieteellisiä ja sivistyksellisiä vaatimuksia.	Voimalaitosaluetta lähin Natura 2000 -verkoston kohde on lähimmillään noin 1,2 km etäisyydelle kaakkoon sijoittuva Rauman saaristo. Natura-alueeseen laaditun tarveharkinnan johtopäätöksenä todettiin, että suojeluperusteisiin luontotyyppeihin ja lajistoon kohdistuvien merkittävien heikennysten mahdollisuus voidaan sulkea pois sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen osalta. Luonnonolojen seurannan jatkamista kuitenkin suositellaan pitkällä aikavälillä.



Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet	Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet ovat osa maankäyttö- ja rakennuslain mukaista alueidenkäytön suunnittelujärjestelmää. Alueidenkäyttötavoitteiden tehtävänä on muun muassa auttaa saavuttamaan maankäyttö- ja rakennuslain ja alueidenkäytön suunnittelun tavoitteet, joista tärkeimmät ovat hyvä elinympäristö ja kestävä kehitys. Maankäyttö- ja rakennuslain mukaan tavoitteet on otettava huomioon ja niiden toteuttamista on edistettävä maakunnan suunnittelussa, kuntien kaavoituksessa ja valtion viranomaisten toiminnassa. Valtakunnalliset alueidenkäyttötavoitteet käsittelevät seuraavia kokonaisuuksia; toimivia yhdyskuntia ja kestävää liikkumista, tehokasta liikennejärjestelmää, terveellistä ja turvallista elinympäristöä, elinvoimaista luonto- ja kulttuuriympäristöä ja luonnonvaroja sekä uusiutumiskykyistä energiahuoltoa. Uusiutumiskykyisen energianhuollon tavoitteiden taustalla on Suomen ilmasto- ja energiapolitiikka, jonka vuoksi alueidenkäytössä on tarpeen varautua mm. hiilidioksidineutraalin energiantuotannon merkittävään lisäämiseen.	Ydinvoiman käyttö sähköntuotannossa hillitsee osaltaan ilmastonmuutosta, sillä ydinvoimalla tuotettu sähkö on käyttäjälle hiilineutraalia. Hanke hyödyntää olemassa olevaa yhdyskuntarakennetta, rakennettua ympäristöä ja tieverkkoa. Voimalaitoksen toiminnasta aiheutuvia päästöjä sekä niiden aiheuttamia ympäristövaikutuksia seurataan ja tarkkaillaan, jotta elinympäristö olisi edelleen terveellinen ja turvallinen.
Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huoltoa koskeva kansallinen ohjelma	Käytetyn ydinpolttoaineen ja muun radioaktiivisen jätteen huoltoa käsittelevä kansallinen ohjelma on julkaistu 2022. Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon kansallinen ohjelma on kokonaissuunnitelma, jonka tavoitteena on, että kaikesta Suomessa syntyvästä käytetystä ydinpolttoaineesta ja radioaktiivisesta jätteestä huolehditaan turvallisesti ja siten, että kaikki jätehuollon toimenpiteet jätteen syntymisestä sen loppusijoitukseen toteutetaan ilman aiheetonta viivytystä. Kansallisella ohjelmalla varmistetaan käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon toimintapolitiikan toteuttaminen. Toimintapolitiikkaa voidaan pitää Suomessa syntyneen käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huollon strategiana. Toimintapolitiikka koostuu useista periaatteista, jotka on sisällytetty ydinenergia- ja säteilylakiin. Periaatteet ovat siten velvoittavia toiminnanharjoittajille ja viranomaisille. Kansallinen ohjelma koskee kaikkea Suomessa syntynyttä käytettyä ydinpolttoainetta ja radioaktiivista jätettä. Kansallisen ohjelman yhtenä tavoitteena on, että kaikelle Suomessa syntyvälle käytetylle ydinpolttoaineelle ja radioaktiiviselle jätteelle kehitetään turvallinen ja kustannustehokas loppusijoitusratkaisu. Tähän tavoitteeseen pääseminen edellyttää muun muassa, että olemassa olevien ydinlaitoksilla syntyneiden radioaktiivisten jätteiden käsittelyyn tarkoitettujen laitosten ja loppusijoitustilojen lupaehdot mahdollistavat muidenkin kuin omassa toiminnassa syntyneiden radioaktiivisten jätteiden käsittelyn ja loppusijoittamisen.	Käytetyn ydinpolttoaineen ja radioaktiivisen jätteen huolto toteutetaan kansallisen ohjelman mukaisesti sekä voimalaitoksen käytön jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa.

Ohjelman/ suunnitelman nimi	Sisältö	Suhde hankkeeseen
Valtakunnallinen jätesuunnitelma	Valtakunnallisessa jätesuunnitelmassa vuoteen 2027 on asetettu jätehuollon ja jätteen synnyn ehkäisyn tavoitteet sekä toimet tavoitteiden saavuttamiseksi. Se hyväksyttiin valtioneuvostossa 2022. Valtakunnallinen jätesuunnitelma päivitettiin vuoden 2021 aikana. Samalla suunnitelman voimassaoloaikaa pidennettiin vuoteen 2027. Päivitettäessä jätesuunnitelmaa toteutettiin hallitusohjelman kirjaus ”Luodaan jätesektorille kierrätys- ja kiertotaloustavoitteita tukeva visio, joka ulottuu 2030-luvulle. Tavoitteena on kierrätysasteen nostaminen vähintään EU:n kierrätystavoitteiden tasolle”. Myös uusittu jätedirektiivi sekä eräitä muovituotteita koskeva direktiivi edellyttävät uutta sisältöä jätesuunnitelmaan. Tavanomaisten jätteiden jätehuollon periaatteena on niin sanottu etusijajärjestys: 1) jätteen synnyn ehkäisy 2) jätteen uudelleenkäyttö 3) kierrätys aineena 4) hyödyntäminen energiana 5) kaatopaikka.	Ydinvoimalaitoksella syntyy tavanomaisia jätteitä kuten muussakin teollisessa toiminnassa. Radioaktiivisuutta sisältävä jäte voidaan vapauttaa valvonnasta, mikäli jäte-erän aktiivisuus on alle viranomaisten asettamien raja-arvojen. Valvonnasta vapautettu jäte voidaan jatkokäsitellä kuten tavanomainen teollisuusjäte. Sekä käytön jatkamisen että tehonkorotuksen tapauksessa kiinnitetään huomiota tavanomaisten jätteiden synnyn ehkäisyyn, niiden asianmukaiseen käsittelyyn ja loppusijoittamiseen jätehuollon periaatteiden ja jätelain mukaisesti.

10. Lähteet

Aaltonen, I., Engström, J., Front, K., Gehör, S., Kosunen, P., Kärki, A., Mattila, J., Paananen, M. & Paulamäki, S. 2016. Geology of Olkiluoto. Posiva raportti 2016-16.

Ahlvik, L., Boström, C., Bäck, J., Herzon, I., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Ketola, T., Kulmala, L., Lehikoinen, A., Nieminen, T. M., Oksanen, E., Pappila, M., Pöyry, J., Saarikoski, H., Sinkkonen, A., Sääksjärvi, I., & Kotiaho, J. S. 2021. Luonnon monimuotoisuus ja vihreä elvytys. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 1/2021.

Airaksinen, O. & Karttunen, K. 2021. Natura 2000-luontotyyppiopas. Suomen ympäristökeskus.

Aroviita, J., Mitikka, S., Vienonen, S. 2019. Pintavesien tilan luokittelu ja arviointiperusteet vesienhoidon kolmannella kaudella. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 37/2019.

Balkuvienė, G. & Pernaravičiūtė, B. 1994. Growth Rates of Roach (Rutilus rutilus (L)) in a Cooling Water Reservoir under Different Thermal Conditions, Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie und Hydrographie, Volyymi 79, Numero 1, s. 139–142, 1994.

Bolle, H-J., Menenti, M. & Rasool, S. I. 2015. Second Assessment of Climate Change for the Baltic Sea Basin.

Bonde, A., Mäensivu, M., Mäkinen, M. & Westberg, V. 2012. Vesien tila hyväksi yhdessä. vaikuta vesienhoidon työohjelmaan ja keskeisiin kysymyksiin Kokemäenjoen-Saaristomeren-Selkämeren vesienhoitoalueella 2016–2021. Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskuksenraportteja 57/2012. 97 s.

Chernobyl Forum 2005. The Chernobyl Forum: 2003–2005. Chernobyl's Legacy: Health, Environmental and Socio-Economic Impacts and Recommendations to the Governments of Belarus. The Russian Federation and Ukraine 2005.

Danish Energy Agency 2024. Annual and monthly statistics. Viitattu 10.5.2024. https://ens.dk/en/our-services/statistics-data-key-figures-and-energy-maps/annual-and-monthly-statistics

Davis, M.A. 2009. Invasion biology. Oxford University Press.

Defra 2023. Greenhouse gas reporting. Conversion factors 2023: full set (for advanced users) - updated 28 June 2023. Department for Environment, Food and Rural Affairs (DEFRA). Viitattu 7.3.2024. https://www.gov.uk/government/publications/greenhouse-gas-reporting-conversion-factors-2023

Energiateollisuus 2020. Energia-alan vähähiilisyystiekartta. Viitattu 7.3.2024. https://energia.fi/julkaisut/energia-alan-vahahiilisyystiekartta/

Energiateollisuus ry 2023. Mielipiteet ydinvoimasta 2023 -raportti. Viitattu 10.4.2024. https://energia.fi/wp-content/uploads/2023/08/Mielipiteet_ydinvoimasta_2023_-_Raportti.pdf

Energiateollisuus ry 2024. Sähkövuosi 2023: Puhdas sähköntuotanto kasvoi, päästöt ja hinnat romahtivat. Tiedote. Julkaistu 1.11.2024. Viitattu 25.3.2024. https://energia.fi/tiedotteet/sahkovuosi-2023-puhdas-sahkontuotanto-kasvoi-paastot-ja-hinnat-romahtivat/

Energiavirasto 2024. Sähkön riittävyys Suomessa hyvä tänä talvena. Viitattu 25.3.2024. https://energiavirasto.fi/-/sahkon-riittavyys-suomessa-hyva-tana-talvena

Energimyndigheten 2024. Statistics. Viitattu 10.5.2024. https://www.energimyndigheten.se/en/facts-and-figures/statistics/

ENTSO-E & ENTSOG 2020. TYNDP 2020 Scenario Report. Viitattu 28.3.2024. https://2020.entsos-tyndp-scenarios.eu/

Etteplan Oyj 2024. Life cycle assessment of nuclear energy, Teollisuuden Voima Oyj.

Eurajoen vesiensuojeluyhdistys ry 2024. Vapautetaan Eurajoen virrat -kampanjateeman verkkosivut. Viitattu 23.4.2024. https://www.evsy.fi/vapautetaan-eurajoen-virrat/

Eurajoki 2021. Laaja hyvinvointikertomus 2017–2020. Eurajoen kunnan hyvinvointityöryhmä. Viitattu 24.5.2024. https://www.eurajoki.fi/wp-content/uploads/2021/06/Eurajoen-laaja-hyvinvointikertomus-2017-2020.pdf

Eurajoki 2024. Eurajoki hiilineutraaliksi (HINKU). Viitattu 21.2.2024. https://www.eurajoki.fi/asuminen-ymparisto/eurajoki-hiilineutraaliksi-hinku/

Euroopan komissio 2019. European Atlas of Natural Radiation. Publication Office of the European Union. European Commission, Joint Research Centre. Cinelli, G., De Cort, M. & Tollefsen, T. (Eds.). Luxembourg, 2019. Viitattu 29.4.2024. https://remon.jrc.ec.europa.eu/About/Atlas-of-Natural-Radiation/Download-page

European Environment Agency 2024. Greenhouse gas emission intensity of electricity generation. Viitattu 3.7.2024. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/co2-emission-intensity-14#tab-chart_7

Gollasch, S. & Leppäkoski, E. 1999. Initial Risk Assessment of Alien Species in Nordic Coastal Waters. Nord 1999:8. Nordic Council of Ministers, Copenhagen, 244 pp.

Graiff, A., D. Liesner, U. Karsten, & I. Bartsch. 2015b. Temperature tolerance of western Baltic Sea Fucus vesiculosus–growth, photosynthesis and survival. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 471 8-16.

Graiff, A., I. Bartsch, W. Ruth, Wahl M., & U. Karsten. 2015a. Season exerts differential effects of ocean acidification and warming on growth and carbon metabolism of the seaweed Fucus vesiculosus in the western Baltic Sea. Frontiers in Marine Science (Frontiers in Marine Science 2, 112) 2 (112).

Guiry, MD & Guiry, GM. 2023. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. Viitattu 22.4.2024. https://www.algaebase.org

Hakala, A. 2011. Muuttuva Selkämeri: Ilmastonmuutos Selkämeren alueella. Pyhäjärvi-instituutin julkaisuja. Sarja B, numero 19. Eura. ISBN: 978-952-9682-63-8 (pdf).

Hakala, T., Viitasalo, M., Rita, H., Aro, E., Flinkman, J. & Vuorinen, I. 2003. Temporal and spatial variation in the growth rates of Baltic herring (Clupea harengus membras L.) larvae during summer. Marine Biology 142: 25–33.

Hasegawa, A., Ohira, T., Maeda, M., Yasumura, S. & Tanigawa, K. 2016. Emergency Responses and Health Consequences after the Fukushima Accident. Evacuation and Relocation. Clinical Oncology. Volume 28, Issue 4. 2016. Pages 237-244. ISSN 0936-6555.

HELCOM 2013. Climate change in the Baltic Sea area HELCOM thematic assessment in 2013. Baltic Sea Environment Proceedings No 37.

HELCOM 2021a. Climate Change in the Baltic Sea, Fact Sheet 2021.

HELCOM 2021b. HELCOMin Itämeren suojelun toimintaohjelma – päivitys 2021.

Hokkanen, J., Virtanen, Y., Savikko, H., Känkänen, R., Katajajuuri, J-M., Sirkiä, A. & Sinkko, T. 2015. Alueelliset resurssivirrat Jyväskylän seudulla. Sitran selvityksiä 91.

Holopainen R., Lehtiniemi Meier HEM., Albertsson J., Gorokhova E. & Kotta J. 2016. Impacts of changing climate on the non-indigenous invertebrates in the northern Baltic Sea by end of the twenty-first century. Biological Invasions 18: 3015–3032.

Hyvärinen, E., Juslén, A., Kemppainen, E., Uddström, A., & Liukko, U. 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Suomen ympäristökeskus.

Hällfors S. & Lehtinen S. 2012. Kasviplankton. Teoksessa: Leppänen J-M, Rantajärvi E, Bruun J-E, Salojärvi J. (toim.). Meriympäristön nykytilan arvio. C. Merenpohjan ja vesipatsaan eliöyhteisöt. 144–159 s.

IAEA 2008. INES – The International Nuclear and Radiological Event Scale. User's Manual (2008 Edition). International Atomic Energy Agency.

IAEA 2013. Periodic Safety Review for Nuclear Power Plants. Specific Safety Guide. No. SSG-25. Viitattu 2.7.2024. https://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1588_web.pdf

IAEA 2018. International Atomic Energy Agency, Regulations for the Safe Transport of Radioactive Material, IAEA Safety Standards Series No. SSR-6 (Rev.1), IAEA, Vienna (2018). Viitattu 2.7.2024. http://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/ PUB1798_web.pdf

ICPR 2006. Assessing Dose of the Representative Person for the Purpose of the Radiation Protection of the Public. ICRP Publication 101a. Ann. ICRP 36 (3), 2006.

ICPR 2007. ICRP 103, taulukko 1. Viitattu 14.5.2024. http://www.icrp.org/publication.asp?id=ICRP%20Publication%20103

Ilmatieteen laitos 2022a. Jäätalvi Itämerellä. Viitattu 8.3.2024. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvi-ita-merella

Ilmatieteen laitos 2022b. Satakunta – merellistä ja mantereista ilmastoa. Viitattu 8.3.2024. https://www.ilmasto-opas.fi/artikkelit/satakunta-merellista-ja-mantereista-ilmastoa

Ilmatieteen laitos 2023. Wind generated waves in the sea areas surrounding the Olkiluoto Nuclear Power Plant.

Ilmatieteen laitos 2024a. Suomen tuuliatlas. Viitattu 29.9.2023. http://www.tuuliatlas.fi/fi/

Ilmatieteen laitos 2024b. Ilmastonmuutos. Miten ilmastonmuutos näkyy Suomen lämpötiloissa? Viitattu 21.2.2024. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/ilmastonmuutoskysymyksia#0

Ilmatieteen laitos 2024c. Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. Viitattu 31.5.2024. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961

Inkala, A. & Lauri, H. 2009. Neljän laitosyksikön aiheuttamat lämpövaikutukset Olkiluodon edustalla.

IPCC 2014. Annex III. Technology-specific Cost and Performance Parameters (Table A.III.2) Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Authors: Bruckner, T., Fulton, L., Hertwich, E., McKinnon, A., Perczyk, D., Roy, J. Schaeffer, R., Schlömer, S., Sims, R., Smith, P. & Wiser, R. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

IPCC 2018. Special report: Global Warming of 1.5°. Intergovernmental Panel on Climate Change. Viitattu 21.2.2024. http://www.ipcc.ch/report/sr15/

IPCC 2022. Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.

Jüssi, M., Härkönen, T., Helle, E. & Jüssi, I. 2008. Decreasing Ice Coverage Will Reduce the Breeding Success of Baltic Grey Seal (Halichoerus grypus) Females. AMBIO: A Journal of the Human Environment 37(2), 80-85.

Kalliomaa, J. & Sojakka, T. 2022. Olkiluodon ympäristön säteilyvalvontaohjelma 2023–2027. TVO:n muistio 101800, versio 12, 18.10.2022.

Kanoshina, I., Lips, U. & Leppänen, J-M. 2003. The influence of weather conditions (temperature and wind) on cyanobacterial bloom development in the Gulf of Finland (Baltic Sea). Harmful algae 2: 29–41.

Kauppinen, T. & Nelimarkka, K. 2007. Ihmisiin kohdistuvien vaikutusten arvioiminen. Sosiaali- ja terveysalan tutkimus- ja kehittämiskeskuksen oppaita 68. ISBN 978-951-33-1988-5

Keskinen, T., Pulkkanen, M., Huttula, T. & Karjalainen, J. 2011. Vulnerability assessment of ecosystem services for climate change impacts and adaptation (VACCIA). Action 10: Assessment of impacts and adaptation of fisheries production and wash off effects in Lake Päijänne.

Kipinä-Salokannel, S. & Mäkinen, M. 2022. Varsinais-Suomen ja Satakunnan vesienhoidon toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Viitattu 3.6.2024. https://www.doria.fi/handle/10024/184006

Kontula, T. & Raunio, A. 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Suomen ympäristökeskus ja Ympäristöministeriö.

Korpinen S., Laamanen M., Suomela J., Paavilainen P., Lahtinen T. & Ekebom J. 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. SYKEn julkaisuja 4.

Kunnasranta, M. 2018. Merihylkeet. Helle, P. (toim.). Riistakannat 2017. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus 15/2018. Luonnonvarakeskus, Helsinki. 53 s.

KVVY Tutkimus Oy 2019. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2018. Tutkimusraportti nro 217/19. 54 s.

KVVY Tutkimus Oy 2020. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2019. Tutkimusraportti nro 156/20. 50 s.

KVVY Tutkimus Oy 2021. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2020. Tutkimusraportti nro 161/21. 54 s.

KVVY Tutkimus Oy 2022a. Ammattikalastus, saaliskirjanpito ja vapaa-ajankalastus Olkiluodon edustan merialueella vuosina 2020–2021. Raportti nro 520/22.

KVVY Tutkimus Oy 2022b. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2021. Tutkimusraportti nro 186/22. 54 s.

KVVY Tutkimus Oy 2023a. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2022. Tutkimusraportti nro 186/23. 57 s.

KVVY Tutkimus Oy 2023b. Saaliskirjanpito, verkkokoekalastus sekä kalojen ikä- ja kasvumääritykset Olkiluodon edustan merialueella vuonna 2022. Tutkimusraportti nro 587/23.

KVVY Tutkimus Oy 2024a. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2023. Tutkimusraportti nro 186/23. 57 s.

KVVY Tutkimus Oy 2024b. Kaupallinen kalastus Olkiluodon edustan merialueella vuonna 2023. Tutkimusraportti 23.5.2024.

Laakso, J., Iisalmi, V., Jänkävaara, H., Pere, T., Nummela, J., Pentti, E., Ripatti, K. & Tammisto, E. 2023. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2021, Hydrology and Hydrogeology. Työraportti 2023-01.

Laaksonen, R. & Oulasvirta, P. 2010. Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2010. Alleco Oy raportti. 21 s.

Laamanen, M., Suomela, J., Ekebom, J., Korpinen, S., Paavilainen, P., Lahtinen, T., Nieminen, S. & Hernberg A. 2021. Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma vuosille 2022–2027. Ympäristöministeriön julkaisuja 2021:30.

Laari, A. & Hakanen, P. 2020. Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailu vuonna 2019. Tutkimusraportti nro 156/20.

Laine, J., Mattila, J. & Lehikoinen, A. 2006. First record of the brackish water dreissenid bivalve *Mytilopsis leucophaeata* in the northern Baltic Sea. aquatic Invasions 1: 38-41.

Lappalainen, J., Kurvinen, L. & Kuismanen, L. 2020. Suomen ekologisesti merkittävät vedenalaiset meriluontokohteet (EMMA). Suomen Ympäristökeskus. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 8/2020.

Leinikki, J. 2017. Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2016. Alleco Oy raportti no 02/2017.

Leinikki, J. 2022. Rantavyöhykkeen suurkasvillisuus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla kesällä 2022. Alleco Oy raportti no 17/2022.

Luonnonvarakeskus 2024a. Liito-oravan elinympäristön ennustekartat, Liito-orava-LIFE-hanke. Viitattu 21.5.2024 https://laji.fi/about/5922

Luonnonvarakeskus, 2024b. Merihylkeet. Viitattu 21.5.2024. https://www.luke.fi/fi/luonnonvaratieto/tiedetta-ja-tietoa/merihylkeet

Luonnonvarakeskus 2024c. Tilastotietokanta. Viitattu 10.5.2024. Saatavilla: https://statdb.luke.fi/PXWeb/pxweb/fi/LUKE/

Marttila, V., Granholm, H., Laanikari, J., Yrjölä, T., Aalto, A., Heikinheimo, P., Honkatuki, J., Järvinen, H., Liski, J., Merivirta, R. & Paunio, M. 2005. Ilmastonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. Maa- ja metsätalousministeriö. MMM:n julkaisuja 1/2005.

Meier, HEM., Kniebusch, M., Dieterich, C., Gröger, M., Zorita, E., Elmgren, R., Myrberg, K., Ahola, MP., Bartosova, A., Bonsdorff, E., ym. 2022a. Climate change in the Baltic Sea region: A summary. Earth System Dynamics 13:457–593.

Meier, HEM., Dieterich, C., Gröger, M., Dutheil, C., Börgel, F., Safonova, K., Christensen, OB. & Kjellström, E. 2022b. Oceanographic regional climate projections for the Baltic Sea until 2100. Earth System Dynamics 13:159199.

Merialuesuunnitelma 2024. Suomen Merialuesuunnitelma 2030. Viitattu 8.9.2023. https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/

Moilanen, P., Honkatukia, J., Rinta-Piirto, J., Räikkönen, A. & Sirkiä, A. 2024. Valtakunnalliset liikenne-ennusteet 2024. Liikenne- ja viestintävirasto Traficom. Traficomin tutkimuksia ja selvityksiä 8/2024.

Moskal'kova, K. I. 1996. Ecological and morphophysiological prerequisites to range extension in the round goby Neogobius melanostomus under conditions of anthropogenic pollution. Journal of Ichthyology 36, 584–590.

Museovirasto 2009. Valtakunnallisesti merkittävät rakennetut kulttuuriympäristöt RKY. Viitattu 27.6.2024. http://www.rky.fi/read/asp/r_default.aspx

MVMI 2021. Monilähteisen valtakunnan metsien inventoinnin avoin kartta-aineisto. Luonnonvarakeskus. Viitattu 27.5.2024 https://kartta.luke.fi/

Myrberg, K., Kuosa, H. & Leppäranta, M. 2006. Itämeren fysiikka, tila ja tulevaisuus. Yliopistopaino. Palmenia-sarja; 17. ISBN 951-570-654-8.

NOAA 2020. HYSPLIT. Viitattu 3.6.2024. https://www.ready.noaa.gov/HYSPLIT.php

Nummi, P., Väänänen, V-M., Holopainen, S. & Pöysä, H. 2016. Duck–fish competition in boreal lakes – a review. Ornis Fennica 93: 67–76.

OECD/NEA & IAEA 2023. Uranium 2022: Resources, Production and Demand. Viitattu 3.7.2024. https://www.oecd-nea.org/jcms/pl_79960/uranium-2022-resources-production-and-demand?details=true

OECD/NEA 2014. Managing Environmental and Health Impacts of Uranium Mining, OECD/NEA, Nuclear Development 2014. Viitattu 3.7.2024. https://www.oecd-nea.org/upload/docs/application/pdf/2019-12/7062-mehium.pdf

Oravainen, R. 1999. Vesistötulosten tulkinta –Opasvihkonen. Kokemäenjoen vesistön Vesiensuojeluyhdistys ry.

Perus, J., Bonsdorff, E., Bäck, S., Lax, H.G., Villnäs, A. & Westberg, V. 2007. Zoobenthos as indicators of ecological status in coastal brackish waters: a comparative study from the Baltic Sea. Ambio 36, 250–256.

Posiva 2008. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen laajentaminen. Ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Posiva 2012. Olkiluodon kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemus. Posiva Oy.

Posiva 2021a. Hydrogeology of Olkiluoto. Posiva raportti 2021–15.

Posiva 2021b. Käyttölupahakemus. Käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos. Posiva Oy.

Posiva 2021c. Olkiluodon monitorointiohjelma – 2022. Posiva raportti 2020–2.

Posiva 2023a. Results of Monitoring at Olkiluoto in 2022. Hydrology and Hydrogeology. Working report 2023-01.

Posiva Oy 2023b. Olkiluodon ja Loviisan voimalaitosten ydinjätehuolto. Yhteenveto vuoden 2022 toiminnasta.

Poutanen, M. 2023. Maannousu. Viitattu 16.10.2023. https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/maannousu

Prior Konsultointi Oy 2024. Sidosryhmätutkimus Olkiluodosta ja ydinvoimasta. Raportti 14.2.2024. Teollisuuden Voima Oyj ja Posiva Oy.

Promethor Oy 2024. Ympäristömeluselvitys, Olkiluodon ydinvoimalaitos. Teollisuuden Voima Oyj.

Ramboll 2014. Olkiluodon biodiversiteettiselvitys.

Ramboll 2023. Vågskär-merituulivoimahanke, Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. Ilmatar Offshore Ab. Viitattu 24.5.2024. www.ymparisto.fi/VagskarmerituuliYVA

Ramboll 2024a. Porin seudun ja Etelä-Satakunnan ilmanlaadun bioindikaattoritutkimus vuosina 2022–2023. Viitattu 13.5.2024 https://cms.pori.fi/uploads/sites/2/2024/01/web_porin_seutu_ja_etela-satakunta_bioindikaattori_2022-2023.pdf

Ramboll 2024b. Tieliikenneonnettomuustilasto 2018-2022. Poliisin tietoon tulleet tieliikenneonnettomuudet. Viitattu 26.2.2024. https://mobilityanalytics.ramboll.com/onn/poliisi/

Sandström, O. 1990. Control of the recipient at Forsmark nuclear power plant 1989. National Environmental Protection Agency. No. SNV--3765.

Saralehto, J. 2023. Selvitys pikkuapollon *(Parnassius mnemosyne)* esiintymisverkoston tilasta ja hoitotarpeesta Eurajoen Olkiluodon, Orjasaaren, Mela- ja Hepoluodon alueella kesällä 2023. Helmi Elinympäristöohjelma.

Satakunnan ammattikorkeakoulu 2021. Satakunnan ilmasto- ja energiastrategia 2030. Canemure-hankkeen (SAMK) tuottama työkalupakki ilmastonmuutoksen hillintään. Viitattu 21.2.2024. https://ymparistonyt.fi/wp-content/uploads/2021/09/satakunnan-ilmasto-ja-energiastrategia_taitettu_FINAL.pdf

Satakuntaliitto 2024. Vireillä olevat maakuntakaavat. Viitattu 24.1.2024. https://satakunta.fi/alueiden-kaytto/vireilla-olevat-maakuntakaavat/

Sisäministeriö 2016. Säteilytilanneohje, Sisäministeriön julkaisu 10/2016.

Statistisk sentralbyrå 2024. Statistikkbanken. Viitattu 10.5.2024 https://www.ssb.no/en/statbank

STUK 2004. Kokemukset onnettomuuksista ja poikkeuksellisista tapahtumista ydinlaitoksilla. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja, luku 6. Viitattu 4.6.2024 https://stuk.fi/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja

STUK 2009. Säteilyn terveysvaikutukset. Säteily- ja ydinturvallisuus -kirjasarja. Säteilyturvakeskuksen julkaisu. Viitattu 14.5.2024. https://www.julkari.fi/bitstream/handle/10024/125172/katsaus-sateilyn-terveysvaikutukset-8-2009.pdf?sequence=1&isAllo-wed=yhttps://stuk.fi/sateily-ja-ydinturvallisuus-kirjasarja

STUK 2019a. Eeva Salmisen esitys säteilyn terveysvaikutuksista. STUKin järjestämä Syventävä säteilysuojelukoulutus-kurssi 3.12.2019.

STUK 2019b. Stuklex. Ydinlaitoksen radioaktiivisten aineiden päästöjen rajoittaminen ja valvonta, 15.3.2019. YVL C.3. Viitattu 19.4.2024. https://www.stuklex.fi/fi/ohje/YVLC-3

STUK 2020a. Suomalaisten keskimääräinen efektiivinen annos vuonna 2018. STUK-A263. Huhtikuu 2020. Siiskonen Teemu (toim.). ISBN 978-952-309-446-8

STUK 2020b. Säteilyvaara ja suojautuminen. Säteilyturvakeskuksen julkaisu. ISBN 978-952-309-465-9.

STUK 2023. Ydinlaitosten säteilyturvallisuus. Viitattu 2.7.2024. https://stuk.fi/ydinlaitosten-sateilyturvallisuus

STUK 2024a. STUK valvoo säteilytoimintaa. Viitattu 4.6.2023. https://stuk.fi/stuk-valvoo-sateilytoimintaa

STUK 2024b. Suomalaisen keskimääräinen säteilyannos. Viitattu 4.6.2024. https://stuk.fi/suomalaisten-keskimaarainen-sateilyannos

STUK 2024c. Säteilyn terveysvaikutukset. Viitattu 4.6.2024. https://stuk.fi/sateilyn-terveysvaikutukset

STUK 2024d. Ydinlaitos- ja säteilytapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko INES. Viitattu 10.5.2024. https://stuk.fi/ydinlaitos-ja-sateilytapahtumien-kansainvalinen-vakavuusasteikko-ines

STUK 2024e. Ydinlaitosten säteilyturvallisuus. Viitattu 4.6.2024. https://stuk.fi/ydinlaitosten-sateilyturvallisuus

STUK 2024f. Ydinturvallisuussäännöstön uudistus. Viitattu 30.5.2024. https://stuk.fi/ydinturvallisuussaannoston-uudistus

STUK 2024g. Ydinvoimalaitosten ympäristön säteilyvalvonta Suomessa: Vuosiraportti 2023. STUK-B 319.

STUK 2024h. Stuklex. Suojelutoimet säteilyvaaratilanteessa. Ohje VAL 1 9.4.2024. Viitattu 19.4.2024. https://www.stuklex.fi/fi/val-ohje

Sumelius, H. & Boström, C. 2024. Vedenalaisen luonnon köyhtyminen Suomen rannikkoalueilla. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 1B/2024, Raportti.

Suolanen, V., Lautkoski, R., Rossi, J., Nyman, T., Rosqvist, T. & Sonninen, S. 2004. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusriskitarkastelun päivitys. Posiva Oy.

Suomen ilmastopaneeli 2021. Ilmastonmuutoksen sopeutumisen ohjauskeinot, kustannukset ja alueelliset ulottuvuudet. Ilmastopaneelin raportti 2/2021.

Suomen lajitietokeskus 2024. Lajihavainnot. Viitattu 21.5.2024. https://laji.fi/

Suomen ympäristökeskus 2024a. Kuntien ja alueiden KHK-päästöt. Eurajoki. Viitattu 10.8.2023 https://paastot.hiilineutraalisuomi.fi/#fi_kunta51

Suomen ympäristökeskus 2024b. VELMU Karttapalvelu. Viitattu 21.5.2024. https://velmu.syke.fi/

Sähköinen istutustietojärjestelmä (SÄHI) 2024. Viitattu 23.4.2024 https://www.suomi.fi/palvelut/verkkoasiointi/sahkoinen-istutustietojarjestelma-sahi-ely-keskus/e6ebe445-fc5e-4170-a72a-d44225075660

Teollisuuden Voima Oyj 2021. Hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitus, Olkiluoto, YVA-selostus. Viitattu 5.6.2024. https://tem.fi/hmaj-yva

Teollisuuden Voima Oyj 2023. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen ympäristötarkkailu vuonna 2022.

Teollisuuden Voima Oyj 2024a. Olkiluodon ympäristötarkkailu osoitti jälleen tarkkuutensa. Tiedote 22.2.2024. Viitattu 8.5.2024. https://www.tvo.fi/ajankohtaista/tiedotteetporssitiedotteet/2024/olkiluodonymparistotarkkailuosoittijalleentarkkuutensa.html

Teollisuuden Voima Oyj 2024b. Runkopolyypin torjunta Olkiluodon ydinvoimalaitoksella v. 2023.

Teollisuuden Voima Oyj 2024c. Suunnitelma jäähdytysveden oton vaikutusten selvittämiseksi. Julkaistu 1.4.2024.

Teollisuuden Voima Oyj 2024d. Tarkkailuraportti Olkiluodon ydinvoimalaitoksen yksiköihin OL1 ja OL2 jäähdytysveden mukana ajautuneista kaloista vuosina 2023–2024.

Teollisuuden Voima Oyj 2024e. Ympäristöraportti 2023. Viitattu 23.4.2024. https://www.tvo.fi/material/sites/tvo/pdft/ysrhg11fr/TVO_Ymparistoraportti_2023.pdf

Teollisuuden Voima Oyj 2024f. TVO:n, Posivan ja alihankkijoiden työmatkakysely ja työmatkustuksen päästölaskenta vuonna 2024.

THL 2024. Sotkanet. Tulostaulukko. Väestön terveydentila. THL:n sairastavuusindeksi, ikävakioitu (-2021). Viitattu 14.8.2023. https://sotkanet.fi/

Tilastokeskus 2023. Väestöennuste kunnittain ja maakunnittain vuoteen 2040 - Muuttoliikkeen sisältävä laskelma. Viitattu 14.8.2023. https://www.stat.fi/til/vaenn/2004/vaenn_2004_2004-09-20_tau_002.html

Tilastokeskus 2024a. Kuntien avainluvut. Eurajoki. Viitattu 14.8.2023. https://www.stat.fi/tup/alue/kuntienavainluvut.html#?active1=051&year=2021

Tilastokeskus 2024b. Polttoaineluokitus 2023. viitattu: 6.5.2024 https://stat.fi/tup/khkinv/khkaasut_polttoaineluokitus.html

Tilastokeskus 2024c. StatFin-tilastotietokanta. Viitattu 27.3.2024. https://pxdata.stat.fi/PXWeb/pxweb/fi/StatFin/

Tilastokeskus 2024d. Sähköntuotantorakenteen muutos mahdollisti kasvihuonekaasupäästöjen tuntuvan laskun vuonna 2023. Viitattu 5.6.2024. https://stat.fi/julkaisu/clmpw5zl2iw7w0bw1nfrnsg70

Tunturivuori, L. 2018. PRA part 17 - Seismic analysis. TVO:n muistio 132441, versio 3. 4.5.2018

Työ- ja elinkeinoministeriö 2020. Yhteenveto toimialojen Vähähiilitiekartoista. Työ- ja elinkeinoministeriön julkaisuja. Energia. 2020:52.

Työ- ja elinkeinoministeriö 2023. Ydinenergian tulevaisuus edellyttää asianmukaista ja ajantasaista lainsäädäntöä. Viitattu 19.10.2023. https://tem.fi/-/ydinenergian-tulevaisuus-edellyttaa-asianmukaista-ja-ajantasaista-lainsaadantoa

UNSCEAR 2000. United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation. ”Sources and Effects of Ionizing Radiation”. Report vol. II.

UNSCEAR 2014. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2013 Report. Volume I. Scientific Annex A: Level and effects of radiation exposure due to the nuclear accident after the 2011 great east-Japan earthquake and tsunami.

UNSCEAR 2022a. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report. Volume II. Scientific Annex B: Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report.

UNSCEAR 2022b. Sources, Effects and Risks of Ionizing Radiation. UNSCEAR 2020/2021 Report. Volume II. Scientific Annex B: Levels and effects of radiation exposure due to the accident at the Fukushima Daiichi Nuclear Power Station: implications of information published since the UNSCEAR 2013 Report. Sähköinen liite A-7. “MEXT survey of ground deposition: radioactivity concentration analysis of iodine in the distribution survey of radioactive substances”.

Ympäristöhallinto 2018. Corine Land Cover maanpeiteaineisto. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmät.

Ympäristöhallinto 2024a. Hertta tietokanta. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmät.

Ympäristöhallinto 2024b. Koekalastusrekisteri. Ympäristöhallinnon tietojärjestelmät. Viitattu 23.4.2024. https://wwwp2.ymparisto.fi/koekalastus_sahko/

Ympäristöministeriö 1992. Maisemanhoito. Maisema-aluetyöryhmän mietintö I 66/1992.

Ympäristöministeriö & Tilastokeskus 2022. Finland's Eighth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Helsinki. ISBN 978–952–244–707–4 (pdf) 499 s.

Yli-Kaila, M., Parviainen, L. & Laakso, J. 2023. Hydrogeological Structure Model of the Olkiluoto Site. Työraportti 2023-02.

Vaittinen, T., Ahokas, H., Nummela, J., Pentti, E. & Paulamäki, S. 2020. Hydrogeological Structure Model of the Olkiluoto Site – Päivitys 2015. Työraportti 2019-06.

Valtioneuvosto 2017. Valtioneuvoston päätös valtakunnallisista alueidenkäyttötavoitteista 14.12.2017. Viitattu 1.3.2024. https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/VAT-p%C3%A4%C3%A4t%C3%B6s14.12.2017_FI.pdf

Valtioneuvosto 2019. Pääministeri Sanna Marinin hallituksen ohjelma 10.12.2019: Osallistava ja osaava Suomi – sosiaalisesti, taloudellisesti ja ekologisesti kestävä yhteiskunta. Valtioneuvoston julkaisuja 2019:31. Viitattu 12.1.2024 http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-287-808-3

Valtioneuvosto 2023. Vahva ja välittävä Suomi. Pääministeri Petteri Orpon hallituksen ohjelma. Valtioneuvoston julkaisuja 2023:58. Viitattu 2.2.2023. https://valtioneuvosto.fi/hallitukset/hallitusohjelma#/

Varsinais-Suomen ELY-keskus 2023. Vedenlaatutietoja Selkämereltä karttapalvelu, a-klorofyllin pitoisuudet ja muutos Selkämerellä. Saatavilla: a-klorofylli (ely.maps.arcgis.com). Viitattu 6.5.2024.

Verohallinto 2023. Luettelo kuntien ja seurakuntien tuloveroprosenteista vuonna 2023. Viitattu 14.8.2023. https://www.vero.fi/syventavat-vero-ohjeet/paatokset/47465/kuntien-ja-seurakuntien-tuloveroprosentit-vuonna-2023/

Vieraslajiportaali 2023. Vieraslajit.fi-sivusto. Viitattu 8.5.2024. https://vieraslajit.fi/lajit/MX.5002298

Vuori, S., Lautkaski, R., Lehtilä, A. & Suolanen, V. 2002. Katsaus eri energiatuotantomuotojen ympäristövaikutuksiin. VTT Tiedotteita - Research Notes 2127. VTT Prosessit, 2002.

Väylävirasto 2023. Valtatien 8 parantaminen välillä Rauma-Eurajoki. Viitattu 17.10.2023. https://vayla.fi/vt-8-rauma-eurajoki

Westberg, V., Bonde, A., Koivisto, A. M., Mäkinen, M., Puro, H., Siiro, P., Teppo, A. 2022. Kokemäenjoen–Saaristomeren–Selkämeren vesienhoitoalueen vesienhoitosuunnitelma vuosille 2022–2027: Osa 1: Vesienhoitoaluekohtaiset tiedot.

World Nuclear Association 2016. World Nuclear Performance Report 2016. World Nuclear Assoociation. Viitattu 11.6.2024. http://large.stanford.edu/courses/2017/ph241/barry1/docs/wna-jun16.pdf

Liitteet

Liite 1: Termit ja lyhenteet

Liite 2: YVA-selostuksen asiantuntijat

Liite 3: Yhteysviranomaisen lausunto koskien ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa

Liite 4: Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen arviointiselostusta laadittaessa

Liite 5: Jäähdytysvesimallinnusraportti

Liite 6: Natura-tarveharkinta



Liite 1. Termit ja lyhenteet

Käytetyt termit ja lyhenteet sekä niiden selitteet.

Lyhenne	Selite
ALARA	As Low As Reasonably Achievable -optimointiperiaatteen mukaan yksilö- ja kollektiiviset säteily-annokset pidetään niin alhaisina kuin käytännöllisin toimenpitein on mahdollista.
ASME	Yhdysvaltalainen insinööriorganisaatio ja standardointielin (American Society of Mechanical Engineering)
Baari (bar)	Paineen yksikkö, jota usein käytetään ilmoitettaessa nesteen ja kaasun painetta.
BAT	Paras käyttökelpoinen tekniikka (Best Available Technology)
Becquerel (Bq)	Aktiivisuuden mittayksikkö, joka tarkoittaa yhtä atomin hajoamista sekunnissa. Radioaktiivisten aineiden pitoisuudet ilmaistaan becquereleina massa- tai tilavuusyksikköä kohti (Bq/kg tai Bq/l). Becquerelin kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi kilobecquerel (kBq), joka on tuhat becquerelia ja megabecquerel (MBq), joka on miljoona becquerelia.
BWR	Kiehutusvesireaktorilaitos (Boiling Water Reactor)
Circalitoraali	Meren vyöhyke, jossa valo ei riitä yhteyttämiseen, mutta pohjaeläimiä esiintyy.
CO_{2e}	Hiilidioksidiekvivalentti kuvaa eri kasvihuonekaasupäästöjen yhteenlaskettua ilmastoa lämmittävää vaikutusta.
Dekontaminointi	Haitallisten aineiden poistaminen
Desibeli (dB)	Äänenpainetason yksikkö, jonka asteikko on logaritminen. 10 dB:n lisäys tarkoittaa melun 10-kertaistumista.
ELY-keskus	Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus
EU	Euroopan unioni
FINIBA-alueet	Suomen kansallisesti tärkeät lintualueet
Fissiili	Halkeava, fissioituva, fissiokelpoinen. Termisillä neutroneilla halkeava. Fissiilikelpoinen eli halkeamiskelpoinen aine.
Fissio	Ydinreaktio, jossa yhden suuren atomiytimen, kuten uraanin tai plutoniumin, ydin hajoaa kahdeksi tai useammaksi pienemmäksi ytimeksi, vapauttaen samalla suuren määrän energiaa. Fission aikana vapautuu yleensä myös vapaita neutroneja ja säteilyä. Tätä vapautunutta energiaa käytetään ydinreaktoreissa sähköntuotantoon.
Gramma (g)	Gramma on massan yksikkö. Gramman kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi mikrogramma (µg), joka on gramman miljoonasosa ja tonni (t), joka on yhteensä miljoona grammaa.
HELCOM	Hallitustenvälinen järjestö, jonka jäseninä ovat kaikki Itämeren alueen maat. Sen päätehtävänä on suojella Itämeren ympäristöä ja edistää alueen ekologista kestävää kehitystä. HELCOM koordinoi ja toteuttaa Itämeren suojelua koskevaa kansainvälistä yleissopimusta. Tunnetaan myös nimellä Helsingin komissio.
Henkilötyövuosi (htv)	Yksikkö, jolla mitataan työntekijöiden työpanosta organisaatiossa vuoden aikana. Se vastaa yhden henkilön täysiaikaisesti työskentelemää aikaa vuodessa.
HINKU-kunta	Hinku-kunnat ovat sitoutuneet tavoittelemaan 80 % päästövähennystä vuoteen 2030 mennessä vuoden 2007 tasosta. Tavoitteen saavuttamiseksi kunnat kehittävät erilaisia toimia, kuten energiatehokkuuden parantamista, uusiutuvan energian käytön lisäämistä ja kestävää liikennettä.
HMAJ	Hyvin matala-aktiivinen jäte, jonka keskimääräinen aktiivisuustaso ≤100 kBq/kg.
IAEA	Kansainvälinen atomienergiajärjestö (International Atomic Energy Agency)

Lyhenne	Selite
IBA-alueet	Kansainvälisesti tärkeät lintualueet
ICRP	Kansainvälinen säteilysuojelutoimikunta (International Commission on Radiological Protection)
INES	International Nuclear and Radiological Event -asteikko on erilaisten tapahtumien luokitteluun käytettävä asteikko, joka kuvaa radioaktiivisen materiaalin päästön ja säteilyaltistuksen vakavuutta. Asteikkoa käytetään myös tapahtumiin, joilla ei ole päästö- tai säteilyaltistusseurauksia, mutta joissa järjestelyt eivät toimineet suunnitellusti.
IPCC	Hallitustenvälisen ilmastonmuutospaneelin (Intergovernmental Panel on Climate Change) tavoitteena on analysoida tieteellisesti tuotettua tietoa ilmastonmuutoksesta kansallista ja kansainvälistä päätöksentekoa varten. IPCC:n arvioinnin keskeisimmät tulokset julkaistaan raportteina.
Joule (J)	Energian, työn ja lämpömäärän yksikkö. Käytetään kuvattaessa erilaisia energioita, esimerkiksi mekaanista työtä, lämpöä, sähköistä energiaa ja kemiallista energiaa. Joulen kerrannaisyksikkö on esimerkiksi kJ, joka on yhteensä 1 000 J.
KAJ	Keskiaktiivinen jäte, jonka aktiivisuus yleensä 1–10 000 MBq/kg.
KAJ-varasto	Keskiaktiivisen jätteen varasto
Kansainvälinen kuuleminen	Espoon sopimuksen mukainen valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnin kuulemismenettely, johon eri kohdevaltiot voivat osallistua.
Klorofylli-a	Klorofylli-a tai a-klorofylli on lehtivihreän määrää kuvaava suure. Sitä käytetään kuvaamaan kasviplanktonin määrää, ja sen avulla arvioidaan vesistön yleistä rehevyystilaa.
KPA-varasto	Käytetyn polttoaineen varasto
Kuutiometri (m^3)	Tilavuuden yksikkö. Litra (l) on kuutiometrin lisäyksikkö. Yksi kuutiometri on yhteensä 1 000 litraa.
Laitosalue	Voimalaitosalueen sisällä sijaitseva, rajattu laitosalue, jossa sijaitsevat OL1, OL2 ja OL3 sekä niihin liittyvät toiminnot (HMAJ-välivarasto, MAJ-, KAJ- ja KPA-varastot).
LO1	Ydinvoimalaitosyksikkö Loviisa 1
LO2	Ydinvoimalaitosyksikkö Loviisa 2
LO3	Ydinvoimalaitoshanke Loviisa 3
LOCA	Jäähdytysnesteen menetyksestä johtuva onnettomuus, johon suojajärjestelmät ja toimintatavat on suunniteltu vastaamaan (Loss Of Coolant Accident)
LULUCF-sektori	Sektori koostuu kuudesta maankäyttöluokasta: metsämaasta, viljelysmaasta, ruohikkoalueista, kosteikoista, rakennetuista alueista ja muusta maasta. Ne kattavat koko Suomen maa-alan ja sisävedet. LULUCF-lyhenne tulee sanoista Land Use, Land-Use Change and Forestry
L_{WA}	Viittaa pitkäaikaiseen melulle altistumisen arviointiin ja sen mahdollisiin terveysvaikutuksiin. L_{WA}-arvo voi olla esimerkiksi mittari, joka kuvaa ihmisten keskimääräistä melulle altistumista tietyllä alueella tai tietyssä paikassa pitkällä aikavälillä.
MAJ	Matala-aktiivinen jäte, jonka aktiivisuus yleensä enintään 1 MBq/kg.
MAJ-varasto	Matala-aktiivisen jätteen varasto
Metri (m)	Pituuden yksikkö. Metrin kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi kilometri (km) joka on yhtä kuin 1 000 metriä sekä millimetri (mm), joka on yhtä kuin 0,001 metriä.
MRL	Maankäyttö- ja rakennuslaki
MWe	Megawatti sähkö (megawatt electric) on yksikkö, jota käytetään kuvaamaan sähköntuotannon kapasiteettia tai sähkölaitosten tuotantokykyä.
NaClO	Natriumhypokloriitti
Neliömetri (m^2)	Pinta-alan yksikkö. Neliömetrin kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi neliökilometri (km2) tai hehtaari (ha).
NOAA	Yhdysvaltain liittovaltion sää- ja valtamerentutkimusorganisaatio (National Oceanic and Atmospheric Administration)
NO_x	Typen oksidit eli typpimonoksidi (NO) ja typpidioksidi (NO_2).

Lyhenne	Selite
NWC-laitos	Normaalivesikemia (Normal Water Chemistry)
OL1	Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 1
OL2	Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 2
OL3	Ydinvoimalaitosyksikkö Olkiluoto 3
OL4	Ydinvoimalaitoshanke Olkiluoto 4
pH	Kuvaa liuoksen happamuutta tai emäksisyyttä. pH-asteikko on logaritminen ja ulottuu yleensä välille 0–14, missä 7 on neutraali, arvot alle 7 ovat happamia ja arvot yli 7 ovat emäksisiä.
Posiva	Posiva Oy, yhtiö, jonka tehtävä on huolehtia omistajiensa Suomessa tuotetun käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksesta.
PRA	Todennäköisyyspohjaista turvallisuusriskiarviointia (Probabilistic Risk Assessment) käytetään laajasti laitosyksiköiden riskitason määrittämiseksi ja turvallisuuteen liittyvien riskien hallintaan tähtäävän päätöksenteon tukena esimerkiksi arvioitaessa mahdollisuuksia ja tarpeita tehdä turvallisuutta parantavia toimenpiteitä.
Pyydysvuorokausi	Päivien määrä, jolloin pyydykset (verkot, rysät) ovat pyynnissä vesialueella. Esimerkiksi, jos kalastaja kalastaa kahden vuorokauden ajan 5 verkolla, tuloksena 10 pyydysvuorokautta.
Radioaktiivinen	Radioaktiivinen aine sisältää atomiytimiä, jotka voivat muuttua tai hajota itsestään toisiksi ytimiksi. Hajoamisen yhteydessä syntyy tavallisesti ionisoivaa säteilyä (esim. alfa-, beeta- ja gammasäteilyä). Ks. radioaktiivisuus.
Radioaktiivisuus	Radioaktiiviset aineet hajoavat spontaanisti kevyemmiksi alkuaineiksi tai saman alkuaineen sidosenergialtaan pienemmiksi isotoopeiksi. Prosessissa vapautuu ionisoivaa säteilyä, joka on joko sähkömagneettista säteilyä tai hiukkassäteilyä.
SAC-alue	Erityisten suojelutoimien alue (Special Areas of Conservation)
Sekunti (s)	Perusaika-yksikkö. Sekunnin kerrannaisyksiköitä ovat minuutti (min) ja tunti (h). Yksi minuutti koostuu 60 sekunnista ja tunti 3 600 sekunnista.
Siemens (S)	Johtavuuden eli konduktanssin yksikkö. Yksi siemens vastaa yhden ampeerin (A) sähkövirtaa, joka kulkee kahden pisteen välillä johtimessa, joiden välillä on yhden voltin (V) sähköinen jännite ja johtimen resistanssi on yksi ohmi (Ω).
Sievert (Sv)	Säteilyannoksen yksikkö, jolla ilmaistaan säteilyn aiheuttamaa terveydellistä haittaa. Kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi millisievert (mSv), joka on sievertin tuhannesosa ja mikrosievert (µSv), joka on sievertin miljoonasosa.
SO_2	Rikkidioksidi
SPA	Lintudirektiivin mukainen erityinen suojelualue (Special Protection Area)
STUK	Säteilyturvakeskus on Suomessa turvallisuutta valvova viranomainen, tutkimuslaitos ja asiantuntijaorganisaatio.
Syke	Suomen ympäristökeskus
Säteily	Säteily on joko sähkömagneettista aaltoliikettä tai hiukkassäteilyä.
Säteilyannos	Säteilyannos on suure, jolla kuvataan ihmiseen kohdistuvan säteilyn haitallisia vaikutuksia. Säteilyannoksen yksikkö on sievert (Sv).
Tavanomainen jäte	Ydinvoimalaitoksella, kuten muissakin teollisuuslaitoksissa, syntyy tavanomaisia jätteitä kuten esimerkiksi paperi-, muovi- ja biojätettä sekä puujätettä ja metalliromua. Käytetään joskus myös termiä konventionaalinen jäte.
TEM	Työ- ja elinkeinoministeriö. Toimii ympäristövaikutusten arviointimenettelyn yhteysviranomaisena.
THL	Terveyden ja hyvinvoinnin laitos
TLD	Termoloisteannosmittari (Thermoluminescent dosimeter), ns. passiivinen säteilyannosmittari.
Tonnia uraania (tU)	Yksikkö tU käytetään ydinpolttoaineen määriä ilmoitettaessa.

Lyhenne	Selite
Tukes	Turvallisuus- ja kemikaalivirasto
TVO	Teollisuuden Voima Oyj
UNSCEAR	Ionisoivan säteilyn vaikutusten tieteellinen komitea (UN Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation)
UF_6	Uraaniheksafluoridi
UO_2	Uraanioksidi
U_3O_8	Triuraanioktaoksidi
uraani-235	Uraanin isotooppi, jonka atomin ytimessä on 92 protonia ja 143 neutronia.
VE0	OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä jatketaan voimassa olevien käyttölupien loppuun vuoteen 2038 saakka.
VE1	OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä jatketaan nykyisellä teholla joko vuoteen 2048 tai 2058.
VE2	OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä jatketaan korotetulla teholla joko vuoteen 2048 tai 2058.
Voimalaitosalue	Yleisesti Olkiluodon voimalaitosalueella tarkoitetaan aluetta, jossa sijaitsevat TVO:n laitosyksiköt ja Posiva Oy:n käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos.
Voimalaitosjäte	Ydinlaitoksissa, esimerkiksi ydinvoimalaitoksissa, syntyvä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivinen jäte. Voimalaitosjätettä syntyy muun muassa radioaktiivisten nesteiden ja kaasujen käsittelyssä sekä valvonta-alueella tehtävissä huolto- ja korjaustöissä.
VLJ-luola	Voimalaitosjäteluola
vuorokausi (vrk)	Ajan yksikkö, joka vastaa 24 tuntia.
vuosi (v)	Ajan yksikkö, joka vastaa 12 kuukautta eli noin 365 päivää.
WANO	Ydinvoiman käyttäjien maailmanlaajuinen järjestö (World Association of Nuclear Operators)
Watti (W)	Yksikkö, jonka avulla mitataan työtä tai energiaa. Watin kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi kilowatti (kW), megawatti (MW). Yksi kilowatti on yhteensä 1 000 wattia ja yksi megawatti yhteensä miljoona wattia.
Wattitunti (Wh)	Energian mittayksikkö, jota käytetään usein sähkön mittaamiseen. Se antaa käsityksen siitä, paljonko energiaa on käytetty tai tuotettu tietyssä ajassa. Wattitunnin kerrannaisyksiköitä ovat esimerkiksi kWh, TWh ja GWh. Kerrannaisyksikkö kWh on yhtä kuin 1000 Wh, GWh on yhtä kuin 1 miljardia wattituntia ja TWh yhtä kuin 1 biljoonaa wattituntia.
Ydinaine	Ydinenergian aikaansaamiseen soveltuvia erityisiä halkeamiskelpoisia aineita ja lähtöaineita kuten uraani, torium ja plutonium.
Ydinjäte	Yleisnimitys ydinlaitoksen käytössä syntyvälle radioaktiiviselle jätteelle. Ydinjäte on matala-aktiivista tai keskiaktiivista jätettä tai korkea-aktiivista polttoainejätettä.
Ydinlaitos	Ydinlaitoksella tarkoitetaan ydinenergian aikaansaamiseen käytettäviä laitoksia, tutkimusreaktorit mukaan luettuina, ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta toteuttavia laitoksia sekä ydinaineen ja ydinjätteen laajamittaiseen valmistamiseen, tuottamiseen, käyttämiseen, käsittelyyn tai varastointiin käytettäviä laitoksia.
Ydinpolttoaine	Ydinvoimalaitosten reaktoreissa käytettäväksi tarkoitettu uraani (tai plutonium). Ydinpolttoaine ei pala siinä mielessä, että aine yhtyisi happeen (kuten hiiltä tai puuta poltettaessa), vaan se tuottaa lämpöä, kun uraaniytimet halkeilevat ketjureaktioissa. ”Palamistuotteet” ovat ketjureaktioissa syntyvien kevyempien alkuaineiden isotooppeja. Useimmat niistä ovat radioaktiivisia.
Ydinvoimalaitos	Ydinvoimalaitoksella tarkoitetaan sähkön tai lämmön tuotantoon tarkoitettua ydinreaktorilla varustettua ydinlaitosta tai samalle laitospaikalle sijoitettujen ydinvoimalaitosyksiköiden ja niiden yhteydessä toimivien muiden ydinlaitosten muodostamaa laitoskokonaisuutta. Ydinvoimalaitos muodostuu yhdestä tai useammasta ydinvoimalaitosyksiköstä.

Lyhenne	Selite
Ydinvoimalaitos-syksikkö / voimalaitosyksikkö / laitosyksikkö	Olkiluodon voimalaitos koostuu kolmesta ydinvoimalaitosyksiköstä, Olkiluoto 1 (OL1), Olkiluoto 2 (OL2) ja Olkiluoto 3 (OL3).
Yhteysviranomainen	Tämän YVA-menettelyn yhteysviranomaisena toimii työ- ja elinkeinoministeriö (TEM).
YKR	Yhdyskuntarakenteen seurannan aineistot, yhdyskuntarakenteen seurantajärjestelmä
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi
YVL-ohjeet	Ydinturvallisuusohjeet, Säteilyturvakeskuksen julkaisemat viranomaisohjeet, joissa kuvataan ydinenergian käyttöä koskevat yksityiskohtaiset turvallisuusvaatimukset.



Liite 2. YVA-selostuksen asiantuntijat

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksen on laatinut Ramboll Finland Oy yhdessä hankkeesta vastaavan Teollisuuden Voima Oyj:n, kanssa. Lisäksi selostuksen laatimiseen on osallistunut Fortum Power and Heat Oy:n asiantuntijoita. YVA-työryhmään osallistuneet asiantuntijat on kuvattu seuraavassa taulukossa. Lisäksi taulukon ohessa on kuvattu asiantuntijoiden pätevyys.

Osa-alue	Ramboll Finland Oy	Teollisuuden Voima Oyj
Projektinjohtaja	Antti Lepola	
Projektipäällikkö	Anna-Katri Räihä	
Projektikoordinaattori	Annika Grönvall	
Yhdyskuntarakenne, maankäyttö ja kaavoitus	Niko Mäkinen	
Maisema ja kulttuuriympäristö	Silja Raappana	
Liikenne	Suvi Pielismaa-Saarela ja Leena Manelius	
Melu ja tärinä	Timo Korkee	
Ilmanlaatu	Mikko Happo ja Anna-Katri Räihä	
Ilmasto	Anna-Katri Räihä ja Annika Grönvall	
Maa- ja kallioperä sekä pohjavedet	Ida Tapiola	
Pintavedet	Saara Mäkelin, Arto Inkala (jäähdytysvesimallinnus)	
Kalat ja kalastus	Launo Pulli, Saara Mäkelin ja Milla Sigg	
Kasvillisuus, eläimistö ja suojelualueet	Ella von Weissenberg (myös Natura-tarveharkinta), Juuli Paananen, Taika Lehtimäki, Milla Sigg ja Saara Mäkelin	
Ihmisten elinolot ja viihtyvyys	Maria Puustinen ja Eeva-Riitta Jänönen	
Aluetalous	Samuel Rintamäki	
Energiamarkkinat	Anna-Katri Räihä	Rasmus Somerkoski
Luonnonvarojen hyödyntäminen	Anna-Katri Räihä	Maria Laakso
Jätteet ja niiden käsittely	Anni Mannonen, Annika Grönvall, Anna-Katri Räihä	Ulla-Maija Piiparinen, Merja Levy, Samu Myllymaa
Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteilyaltistus		Ulla-Maija Piiparinen, Jaana Kalliomaa
Ihmisten terveys	Mikko Happo ja Annika Grönvall	
Poikkeus- ja onnettomuustilanteet sekä Suomen valtion rajat ylittävät vaikutukset		Juha-Pekka Jurvanen (Fortum), Ulla-Maija Piiparinen
Paikkatiedot ja kartat	Kirsi Tyrmi	
Taitto	Aija Nuoramo	

Ramboll Finland Oy:n asiantuntijat ja heidän pätevyytensä:

Antti Lepola, MMM (metsätalouden suunnittelu)

Lepolalla on yli 30 vuoden kokemus ympäristötutkimuksesta ja suunnittelusta. Hänen ydinosaamisaluettaan ovat hankkeiden ympäristövaikutusten arviointi (YVA), vesi-, ympäristö- ja kemikaalilupahakemukset sekä niihin liittyvät selvitystyöt. Lepolalla on vahva kokemus energiantuotantoon liittyvästä ympäristökonsultoinnista ja teollisuuden ympäristövaikutuksista. Lepola on osallistunut lähes 100 YVA-menettelyyn ja toiminut projektipäällikkönä yli 30 YVA-menettelyssä.

Anna-Katri Räihä (MMM, ympäristöekonomia), alikonsultti

Räihällä on 15 vuoden kokemus ympäristökonsultoinnista ja projektinjohdosta eri teollisuuden alojen ympäristöhankkeisiin liittyen. Hänen ydinosaamistaan ovat ympäristövaikutusten arvioinnit, YVA:n kansainvälinen kuuleminen, ympäristölainsäädäntö sekä kasvihuonekaasupäästöjen laskennat. Räihä on toiminut useiden mittavien YVA-menettelyjen projektipäällikkönä ja projektikoordinaattorina sekä toiminut useissa YVA-menettelyjen vaikutusarvioinneissa ympäristöasiantuntijana (mm. ilmanlaatu, kasvihuonekaasupäästöt ja vaikutukset ilmastoon, liikennevaikutukset, luonnonvarojen käytön vaikutukset). Hänen YVA-erikoisosaamisensa kattaa myös viestinnän ja sidosryhmävuoropuhelun eri osa-alueet.

Annika Grönvall (DI, ympäristötekniikka)

Grönvall on opiskellut ja tehnyt töitä 4 vuotta uusiutuvien energiajärjestelmien parissa. Rambollilla Grönvall työskentelee ympäristökonsulttina Vaikutusten arviointi -yksikössä. Grönvall toimii YVA-koordinaattorin tehtävissä sekä asiantuntijana ilmastovaikutusten osalta. Lisäksi Grönvall on työuransa aikana työskennellyt mm. jätehuollon ja ydinvoiman parissa.

Niko Mäkinen (FM, maantiede)

Mäkisellä on neljän vuoden kokemus alue- ja maankäytön suunnittelusta asema- ja yleiskaavatasoilla sekä maankäytön suunnitteluun liittyvistä vaikutusten arvioinneista ja muista asiantuntijatehtävistä. Mäkisellä on vahva tuntemus maankäyttö- ja rakennuslainsäädännöstä. YVA-menettelyihin Mäkinen on osallistunut pääasiassa yhdyskuntarakenteen ja maankäytön vaikutusarvioinneissa, mutta myös maiseman ja kulttuuriympäristön vaikutusarvioinneissa. Hänen erityisosaamisalueeseensa kuuluvat lisäksi suunnittelutarveratkaisut sekä poikkeamisluvat erityisesti ranta-alueilla.

Silja Raappana (maisema-arkkitehti)

Raappanalla on yli seitsemän vuoden työkokemus suunnittelijan ja asiantuntijan tehtävistä eri mittakaavaisista hankkeista osana laaja-alaisia työryhmiä. Raappana on tehnyt useampia maisemaselvityksiä ja perehtynyt kulttuurihistoriallisiin kohteisiin.

Suvi Pielismaa-Saarela (ins., ympäristötekniikka; logistiikan asiantuntija)

Pielismaa-Saarelalla on lähes kahden vuoden mittainen kokemus, joka kattaa laajalti liikennejärjestelmän suunnitteluhankkeita nuoremman suunnittelijan roolissa. Hänen tehtäviinsä kuuluvat muun muassa liikenneverkkojen ja -järjestelmän kehittämissuunnitelmat, ympäristövaikutusten arviointi, pyöräilyn ja kestävän kehityksen edistäminen sekä paikkatieto-osaaminen. Lisäksi hän toimii vuorovaikutusasiantuntijana monenlaisissa raitiotie-, tie-, katu- ja liikennehankkeissa.

Leena Manelius (DI, rakennustekniikka)

Maneliuksella on yli 10 vuoden kokemus asiantuntijan tehtävistä tieliikenteeseen ja maankäyttöön liittyvissä projekteissa. Hänen erityisosaamiseensa lukeutuvat mm. liikennevaikutusten arvioinnit sekä jalankulun ja pyöräilyn mahdollisuuksien parantaminen. Lisäksi Manelius toimii kestävän kehityksen vastuuhenkilönä Liikenne -yksikössä.

Timo Korkee (ins., AMK)

Korkee toimii Rambollissa meluasiantuntijana ja meluprojektien projektipäällikkönä Ilmanlaatu -ryhmässä. Korkeella on yli 20 vuoden työkokemus erilaisten meluselvitysten ja meluntorjuntahakkeiden tekemisestä. Korkeen erityisalaa ovat teollisuuden, energia-alan, satamien, terminaalien, kiviainesteollisuuden sekä ampuma- ja moottoriurheilun meluselvitykset ja meluntorjunta. Timo hallitsee yli 20 vuoden kokemuksella melun leviämisen mallintamisen sekä omaa pätevyyden melun mittaamiseen akkreditoidusti (SFS-EN /IEC 17025:2017, T302). Vuosittain Korkee toimii useissa YVA- ja ympäristölupahankkeissa meluvaikutusten asiantuntijana sekä meluselvityshankkeissa projektipäällikkönä.

Mikko Happo (FT, ympäristöterveys; dosentti, polttoperäisten päästöjen toksikologia)

Hapon toimenkuvaan kuuluvat ilmanlaatuun liittyvät asiantuntijatehtävät sekä ilmanlaatu- ja terveyspalvelujen kehitystehtävät. Tehtäviin kuuluvat myös ympäristö- ja terveystoimialaan liittyvät asiantuntijapalvelut ja niiden raportointi, liittyen ilmanlaatuun, ilmapäästöihin tai muihin ympäristö- ja terveysvaikutuksiin.

Ida Tapiola (FM, maaperägeologia)

Tapiolalla on yli viiden vuoden kokemus asiantuntijan ja projektikoordinaattorin tehtävistä erityisesti pohjavesiin ja ympäristövaikutusten seurantaan liittyen. Hänellä on kokemusta erityisesti maa- ja kallioperän sekä pohjavesien vaikutusten arvioinneista, teollisuuden alan YVA-hankkeista sekä ympäristöluvituksesta.

Saara Mäkelin (FT, akvaattiset tieteet)

Mäkelin omaa on laaja-alaisen asiantuntemuksen pintavesien laatuun ja vesiympäristöön liittyvistä selvityksistä. Mäkelin on koulutukseltaan meribiologi, jolla on erityisosaamista vesiekosysteemien rakenteesta ja toiminnasta, sekä ympäristönmuutosten vaikutuksista vesistöihin. Rambollilla Mäkelin on osallistunut ympäristövaikutusten arviointeihin (YVA), luvitus- ja kaavoitushankkeisiin, luontoselvityksiin, Natura-arviointeihin sekä muihin vesiympäristöön tai vesieliöstöön kohdistuviin selvityksiin vesistöasiantuntijana.

Arto Inkala (TkT, sovellettu matematiikka), alikonsultti

Inkalalla on yli 20 vuoden kokemus vesistöjen matemaattisesta mallintamisesta sekä vesistömallien kehittämisestä. Inkalan tekemiä mallisovelluksia on hyödynnetty kymmenissä YVA-menettelyissä ja ympäristölupahakemuksissa.

Launo Pulli (FM, akvaattiset tieteet)

Pulli työskentelee ympäristösuunnittelijana ja projektipäällikkönä erityisesti pintavesiin ja kalastoon liittyvissä projekteissa. Launolla on kokemusta monipuolisten vaikutusarvioiden, kalasto- ja vedenlaatututkimusten sekä ympäristöselvitysten toteuttamisesta koko Suomen alueella vuodesta 2018.

Milla Sigg (FM, ympäristötiede)

Sigg on keskittynyt opinnoissaan meribiologiaan ja hänen erityisosaamisalaansa ovat pohjaeläimet. Hän toimii Rambollilla YVA-projekteissa vesistöasiantuntijana ja projektikoordinaattorina. Hänellä on aiempaa työkokemusta muun muassa meriliikenteen haitallisten ja vaarallisten aineiden selvityksistä sekä meren tutkimuksesta.

Ella von Weissenberg (FT, akvaattiset tieteet)

von Weissenberg on koulutukseltaan meribiologi, joka on tutkinut väitöskirjassaan lämpötilan vaikutuksia Itämeren planktonyhteisöihin. Rambollilla von Weissenberg on tehnyt monipuolisesti luontoselvityksiä (mm. kasvillisuus ja luontotyypit, lepakot, viitasammakko, liito-orava, linnusto, pohjaeläimet), Natura-arviointeja ja luontovaikutusten arviointia useissa eri YVA-hankkeissa.

Taika Lehtimäki (FM, biologia)

Lehtimäki on opinnoissaan keskittynyt vesiekologiaan ja luonnonsuojeluun. Hän toimii Rambollilla projektikoordinaattorina YVA-projekteissa sekä asiantuntijana pintavesivaikutustenarvioinneissa. Hänellä on aiempaa kokemusta muun muassa ympäristötarkkailuihin ja makrofyytti- sekä pohjaeläinkartoituksiin liittyvistä projekteista.

Juuli Paananen (FM, ekologia ja evoluutiobiologia)

Paananen toimii Vaikutusten arviointi - yksikössä Ekologia-ryhmässä asiantuntijana. Hän valmistui 2017 filosofian maisteriksi Helsingin yliopistosta pääaineenaan ekologia ja evoluutiobiologia. Juulilla on monen vuoden työkokemus paikkatiedon saralla IT-alalta, ja hän toimii Rambollilla ympäristövaikutusten arvioinneissa, luontoprojektipäällikön tehtävissä sekä paikkatietoasiantuntijana.

Maria Puustinen (YTM, yhteiskuntapolitiikka)

Puustinen toimii sosiaalisten vaikutusten arvioinnin vanhempana asiantuntijana ja projektipäällikkönä YVA-hankkeissa. Puustisella on 13 vuoden kokemus ihmisten hyvinvointia edistävistä hankkeista, joista 4 vuotta projektipäällikkönä.

Eeva-Riitta Jänönen (FM, maantiede)

Jänösellä on kuuden vuoden kokemus projektikoordinaattorin ja asiantuntijan tehtävistä erilaisissa YVA-hankkeissa (mm. teollisuus, jätehuolto, tuulivoima). Hän on erikoistunut elinoloihin ja viihtyvyyteen kohdistuvien vaikutusten arviointiin. Lisäksi hänellä on kokemusta vuorovaikutustehtävistä, kuten työpajojen ja keskustelutilaisuuksien järjestämisestä sekä asukaskyselyjen toteuttamisesta.

Samuel Rintamäki (DI, tuotantotalous)

Rintamäellä on noin kolmen vuoden kokemus aluetaloudellisten ja elinkeinoelämän vaikutusten arvioinneista. Hän on toteuttanut kymmeniä arviointeja erityyppisille kokonaisuuksille, mm. energiateollisuuteen, valmistavaan teollisuuteen sekä suurille infrahankkeille ja on osallistunut useisiin hankkeisiin liittyen alueellisen elinkeinoelämän ja teollisen ympäristön kehittämiseen.

Anni Mannonen (DI, ympäristötekniikka)

Mannonen on työskennellyt yli kuuden vuoden ajan erilaisissa projektitöissä asiantuntijaroolissa sekä projektipäällikkönä erityisesti jätehuoltoon ja kiertotalouteen liittyen. Hänellä on kokemusta muun muassa radioaktiivisen jätteen käsittelyn sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen parissa työskentelystä. Mannonen on ollut mukana myös useissa YVA-hankkeissa, joissa hän on tehnyt ilmastovaikutusten arviointia.

Kirsi Tyrmi

Tyrmi on toiminut yli 20 vuotta teknisenä avustajana. Hän on osallistunut eri YVA-ohjelmien ja -selostusten karttakuvien laadintaan. Käytössä on ollut paikkatieto-ohjelman lisäksi erilaisia rajapintatieto- ja karttapalveluita.

Aija Nuoramo (Media Designer)

Toimii graafikkona monipuolisesti läpi yhtiön eri sektoreiden. Hänellä on vuosien kokemus erilaisten graafisten esitysten laatimisesta, julkaisuista ja visualisoinneista. Media Designerina hänellä on valmiudet monikanavajulkaisemiseen niin printtimedia- kuin web-puolellakin. Näiden lisäksi hänellä on kokemusta projektisihteerin ja projektipankin dokumenttien hallinnasta vastaavana henkilönä.

Teollisuuden Voima Oyj:n asiantuntijat ja heidän pätevyytensä:

Petri Holma (Ins. AMK, prosessitekniikka): Tekniikka

Jaana Kalliomaa (Ins. AMK, säteilysuojelu): Säteilysuojelu

Ville Kulmala (FM, yhteisöviestintä): Viestintä

Maria Laakso (DI, teknillinen fysiikka): Polttoainehankinta

Eero Lehtonen (DI, konetekniikka): Tekniikka

Merja Levy (Ins. AMK, ympäristötekniikka): Ympäristönäkökohdat

Samu Myllymaa (FM, biotekniikka ja solu/molekyylibiologia): Luvitus, ydinjätteet

Dino Nerwey (DI, materiaalitekniikka): Ikääntymisen hallinta

Ulla-Maija Piiparinen (DI, sähkötekniikka): Säteilyturvallisuus, onnettomuustilanteet, ydinjätteet

Venla Ryyppö (DI, materiaalitekniikka): Luvitus

Rasmus Somerkoski (DI, sähköverkot ja energiamarkkinat): Energiamarkkinat

Ilkka Tammela (FM, akvaattiset tieteet): Kalatalous

Mikko Tammela (DI, teknillinen fysiikka ja matematiikka): Ydinpolttoaine

Antti Tarkiainen (TkT, teknillinen fysiikka ja matematiikka): Ydinturvallisuus

Matti Vaaheranta (DI, sähkö- ja automaatiotekniikka): Ikääntymisen hallinta

Fortum Power and Heat Oy:n asiantuntijat:

Juha-Pekka Jurvanen (FM, meteorologia): Onnettomuusmallinnus

Satu Ojala (FM, limnologia): Voimalaitoksen vesistöön liittyvät näkökohdat

Reko Rantamäki (TkT, fysiikka): Jäähdytysvesimallinnus

Liite 3. Yhteysviranomaisen lausunto koskien ympäristövaikutusten arviointiohjelmaa



Jakelun mukaan

Lausunto
25.4.2024

VN/1026/2024

YHTEYSVIRANOMAISEN LAUSUNTO OLKILUOTO 1- JA OLKILUOTO 2 –LAITOSYKSIKÖIDEN KÄYTTÖIÄN JATKAMISTA JA LÄMPÖTEHON KOROTTAMISTA KOSKEVASTA YMPÄRISTÖVAIKUTUSTEN ARVIOINTIOHJELMASTA

Teollisuuden Voima Oyj (jäljempänä myös TVO) on 5.1.2024 toimittanut työ- ja elinkeinoministeriölle ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain (252/2017, jäljempänä myös YVA-laki) tarkoittaman ympäristövaikutusten arviointiohjelman (jäljempänä myös YVA-ohjelma), joka koskee Eurajoen Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevien Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2 -ydinvoimalaitosyksiköiden (jäljempänä myös OL1 ja OL2) mahdollista käyttöiän jatkamista ja lämpötehon korottamista.

1 Hanketiedot

1.1 Hankkeesta vastaava

Hankkeesta vastaava on Teollisuuden Voima Oyj.

1.2 Yhteysviranomainen

Yhteysviranomainen hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä on YVA-lain 10 §:n 1 momentin mukaisesti työ- ja elinkeinoministeriö.

1.3 Hankkeesta vastaavan kuvaus hankkeesta ja sen vaihtoehdoista

Ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan Olkiluodon voimalaitosalueella sijaitsevien Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2- laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla vuoteen 2048 (VE1a) tai 2058 (VE1b) sekä käytön jatkamista korotetulla teholla vuoteen 2048 (VE2a) tai 2058 (VE2b). Lisäksi tarkastellaan laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla voimassa olevan käyttöluvan loppuun vuoteen 2038 saakka (VE0).

YVA-menettelyssä arvioitavassa tehonkorotuksessa lähtökohtana on reaktorin lämpötehon korotus 10 %:lla 2 750 MW:iin, joka vastaa laitosyksikköjen nimellisen sähkötehon kasvattamista nykyisestä 890 MW:sta 970 MW:iin. Vuodessa saatava sähköntuotannon lisäys OL1- ja OL2-laitosyksiköillä olisi yhteensä noin 1 200 000 MWh.

Laitosyksiköt otettiin käyttöön vuosina 1978 (OL1) ja 1980 (OL2). Laitosyksiköiden alkuperäinen suunniteltu käyttöikä oli 40 vuotta. Laitosyksiköiden käyttöikää on aikaisemmin jatkettu 60

vuoteen. Nyt tarkasteltavana oleva käytön jatkaminen vuoteen 2048 tai 2058 asti vastaa käyttöiän jatkamista 70 tai 80 vuoteen.

Mikäli Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa (VE0), tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevan käyttöluvan päättymisen jälkeen. Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uuden käyttöluvan päättymisen jälkeiseen aikaan. Laitosyksiköiden käytöstäpoistolle tullaan laatimaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

1.4 Hankkeen liittyminen muihin hankkeisiin

Olkiluodon laitosalueella sijaitsee OL1 - ja OL2 -laitosyksiköiden lisäksi OL3-laitosyksikkö, jolle valtioneuvosto myönsi käyttöluvan vuonna 2019. Laitosyksikön kaupallinen käyttö alkoi huhtikuussa 2023. OL3:n suunniteltu käyttöikä on 60 vuotta. Sen ydinenergialain mukainen käyttölupa on voimassa vuoden 2038 loppuun asti. Voimalaitosalueella sijaitsevat lisäksi käytetyn ydinpolttoaineen (KPA) välivarasto sekä hyvin matala-aktiivisen jätteen (HMAJ), matala-aktiivisen (MAJ) ja keskiaktiivisen jätteen (KAJ) varastot sekä voimalaitosjäteluola (VLJ-luola) matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoittamista varten. VLJ-luolan ydinenergialain mukainen käyttölupa on voimassa vuoden 2051 loppuun saakka.

Arviointiohjelman mukaan TVO on suunnitellut voimalaitosalueelleen myös erillisen hyvin matala-aktiivisen jätteen (HMAJ) maaperäloppusijoitustilan käyttöönottoa. Maaperäloppusijoitustila on saanut ympäristöluvan lokakuussa 2023. Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että ympäristöluvan lisäksi HMAJ-loppusijoitustilan rakentaminen ja käyttäminen edellyttävät kunnan myöntämää rakennuslupaa sekä Säteilyturvakeskuksen myöntämää toimintalupaa.

Posiva Oy:n rakenteilla oleva käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitos sijaitsee Olkiluodon voimalaitosalueella ja sillä on oma erillinen laitosalueensa. Posiva vastaa TVO:n ja Fortum Power and Heat Oy:n Suomessa tuottaman käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimisesta ja teknisestä toteuttamisesta. Valtioneuvosto myönsi marraskuussa 2015 Posivalle ydinenergialain mukaisen rakentamisluvan kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamiseen Olkiluotoon.

1.5 Hankkeen edellyttämät suunnitelmat ja luvat

Arviointiohjelmassa on kuvattu lupia sekä päätöksiä, joita hankkeen eri vaihtoehdot voivat edellyttää. Lisäksi arviointiohjelmassa on kuvattu hankkeen suhdetta erilaisiin luonnonvarojen käyttöä sekä ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin.

Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2-laitosyksiköiden nykyinen ydinenergialain (990/1987) mukainen käyttölupa on voimassa vuoteen 2038 saakka. Uutta käyttölupaa tulee hakea kaikissa hankevaihtoehdoissa. Arviointiohjelman mukaan vaihtoehdon VE2a ja VE2b tapauksessa tämä tehdään vuoden 2028 loppuun mennessä ja vaihtoehdoissa VE1a ja VE1b viimeistään ennen vuotta 2038, jolloin nykyinen käyttölupa päättyy. Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että voimassa olevan käyttöluvan ehtojen mukaan TVO:n on tehtävä OL1- ja OL2-laitosyksiköiden määräaikainen turvallisuusarvio ja toimitettava se Säteilyturvakeskuksen hyväksyttäväksi vuoden 2028 loppuun mennessä.

VLJ-luolan käyttölupa on voimassa vuoden 2051 loppuun saakka. Arviointiohjelman mukaan TVO tulee hakemaan VLJ-luolalle hyvissä ajoin ennen käyttöluvan umpeutumista uutta käyttölupaa, jolla mahdollistetaan VLJ-luolan käyttö myös voimalaitosyksiköiden käytöstäpoiston jälkeen.

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että laitosyksiköiden käyttölupa pitää sisällään ydinjätteiden välivarastojen (KAJ, MAJ, KPA) käyttämisen ja jos käyttöikiä jatketaan OL1- ja OL2 -laitosyksiköillä, myös näiden välivarastojen käyttöä jatketaan samalla käyttöluvalla. Mikäli laitosyksiköiden käyttö päättyy vuonna 2038, välivarastoille haetaan joko oma käyttölupa tai se yhdistetään OL3-laitosyksikön käyttölupaan. Olkiluodon voimalaitosalueelle suunnitellun hyvin matalaaktiivisen ydinjätteen loppusijoituslaitokselle (maaperäloppusijoitus) haetaan toimintalupaa siten, että toiminta alkaisi 2020-luvun puolivälissä.

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että mikäli OL1- ja OL2 -laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa, tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevan käyttöluvan päättymisen jälkeen. Mikäli laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, ajoittuu käytöstäpoisto uuden käyttöluvan päättymisen jälkeiseen aikaan. Arviointiohjelman mukaan käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun se on ajankohtaista.

Olkiluodon saarella sijaitsee myös Posivan käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi ja loppusijoituslaitos, jolle Posiva on hakenut käyttölupaa vuoden 2021 lopulla. Käyttöluvan myöntämisestä päättää valtioneuvosto. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus on suunniteltu alkavan 2020-luvun puolivälin tienoilla.

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että Olkiluodon ydinlaitosten toiminta saattaa vaatia muita ydinenergialain alaisia lupia tulevaisuudessa ja niitä haetaan tarvittaessa. Ydinenergialain 21 §:ssä säädetään luvan myöntämisen edellytyksistä muulle ydinenergian käytölle, kuten esimeriksi ydinaineiden ja ydinjätteiden hallussapidolle, valmistukselle, tuottamiselle, luovutukselle, käsittelylle, käyttämiselle, varastoinnille, kuljetukselle ja tuonnille sekä ydinjätteiden laajamittaista loppusijoitusta vähemmälle loppusijoitukselle (toimintalupa). Ydinenergialain 16 §:n 2 momentin mukaan Säteilyturvakeskus myöntää hakemuksesta luvan em. toiminnoille.

Ohjelmassa on lisäksi kuvattu säteilylain mukaisia lupia, joita hankkeen toteuttaminen voi edellyttää. Ohjelman mukaan TVO:lla on tällä hetkellä kolme erillistä turvallisuuslupaa säteilytoiminnassa koskien avolähteiden, röntgenlähteiden ja umpilähteiden käyttöä teollisuudessa ja tutkimuksessa. Säteilytoiminnan turvallisuusluvat ovat kaikki toistaiseksi voimassa olevia. Ohjelman mukaan käytön jatkamisen tapauksessa säteilytoimintaa teollisuudessa ja tutkimuksessa jatketaan riittäväksi katsotulla laajuudella ja turvallisuuslupaa päivitetään tarpeen mukaan.

Lisäksi ohjelmassa on kuvattu radioaktiivisten aineiden kuljetusten edellyttämät luvat. Ohjelmassa tuodaan esiin, että laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen tapauksessa laitosyksiköt tarvitsevat edelleen uutta tuoretta polttoainetta, ja sen osalta lupakäytäntö säilyy nykyisen kaltaisena. Ohjelman mukaisesti käytetyn polttoaineen kuljetuksista kapselointiin ja loppusijoitukseen Eurajoen Olkiluotoon vastaa Posiva.

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja –asetuksessa sekä Säteilyturvakeskuksen määräyksissä ja ohjeissa. Voimassa olevan YVA-lain mukaan ydinvoimalaitoksen purkaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää YVA-menettelyä.

Arviointiohjelmassa käsitellään lisäksi maankäyttö- ja rakennuslain (132/1999), ympäristönsuojelulain (527/2014) sekä kemikaalilain (390/2005) edellyttämiä lupia. Edelleen ohjelmassa tuodaan esiin, että voimalaitosalueen ympärille on annettu poliisilain 52 §:n nojalla liikkumisrajoitus. Lisäksi voimalaitosalueen ympäristö on määritetty lentokieltoalueeksi ilmailulta rajoitetuista alueista annetulla valtioneuvoston asetuksella (VNa 930/2014). Lisäksi ohjelmassa todetaan, että voimalaitoksen toimintaan liittyvät muut luvat ovat pääosin erilaisia teknisiä lupia, joiden tarkoitus on muun muassa työturvallisuuden varmistaminen ja aineellisten vahinkojen estäminen.

Ohjelman mukaan voimassa oleva asemakaava mahdollistaa voimalaitosalueen muutostöiden tekemisen ja lisärakenteiden ja/tai rakennusten rakentamisen.

Arviointiohjelman mukaan hankkeella voi olla liittymäpintaa erilaisiin luonnonvarojen käyttöä ja ympäristönsuojelua koskeviin suunnitelmiin ja ohjelmiin, joihin kuuluu sekä kansainvälisiä sitoumuksia että kansallisia tavoiteohjelmia. Ohjelman mukaan merkittävimmät suunnitelmat ja ohjelmat tunnistetaan ja listataan YVA-selostukseen sekä hankkeen suhde niihin arvioidaan.

1.6 Hankkeen sijoittuminen ja tilantarve

Arviointiohjelmassa kuvatun mukaisesti TVO:n omistama Olkiluodon voimalaitosalue sijaitsee Eurajoen kunnassa Olkiluodon saarella. OL1- ja OL2 –laitosyksiköt sijoittuvat voimalaitosalueella Olkiluodon saaren länsiosaan rajatulle laitosalueelle. Laitosalueella sijaitsevat OL1-, OL2- ja OL3 –laitosyksiköt sekä laitosyksiköiden liittyviä tiloja, laitteita ja toimintoja, joita ovat muun muassa käytetyn polttoaineen välivarasto (KPA-varasto) sekä hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten voimalaitosjätteiden välivarastot (HMAJ-MAJ-ja KAJ-varastot). Arviointiohjelman mukaan hankkeen vaihtoehdot eivät vaadi uutta tilaa voimalaitosalueelta vaan mahdolliset niihin liittyvät muutostyöt toteutetaan olemassa olevalla rakennetulla laitosalueella.

1.7 Suunnittelu- ja toteuttamisaikataulu

Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköiden lämpötehon korotukselle laadittiin esiselvitys vuoden 2022 aikana. Esiselvityksen laajuuteen kuuluivat laitostekniikan ja ydinpolttoaineen teknisten selvitysten lisäksi ydinturvallisuuteen liittyvät arviot, hankkeen alustava lisensointisuunnitelma ja luvitussuunnitelma sekä tehonkorotushankkeen hallintaan ja toteutukseen liittyvät selvitykset. Esiselvityksen jälkeen tehonkorotushankkeesta on käynnistetty projektisuunnitteluvaihe. Projektisuunnitteluvaiheessa laaditaan turvallisuusanalyysit, määritetään tarvittavat laitosmuutokset ja laaditaan näihin perustuen tehonkorotuksen laitostason periaatesuunnitelma, jolloin siinä esitettyjä tietoja voidaan hyödyntää hankkeen YVA-selostusvaiheessa. YVA-menettelyn on arvioitu kestävän vuoden 2024 loppuun.

Arviointiohjelman mukaan tehonkorotushankkeen alustavan aikataulun mukaan tehonkorotuksen vaatimat laitosmuutokset ja koekäytöt on mahdollista toteuttaa 2020-luvulla, mutta nämä voitaisiin tehdä myös 2030-luvulla. Päätöstä toteutuksesta tai sen ajankohdasta ei ole tehty. Tehonkorotuksen aikaisin mahdollinen toteutusajankohta olisi vuonna 2028 edellyttäen, että kaikki tarvittavat luvat toteutukselle olisi myönnetty.

Arviointiohjelman mukaan vaihtoehdoissa, joissa käyttöikää jatketaan, mutta tehonkorotusta ei toteuteta, tarvittavat luvat haetaan vuoteen 2038 mennessä.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että se on 29.11.2023 päivätyllä päätöksellään (VN/9813/2023) antanut sitovan ennakkotiedon Teollisuuden Voima Oyj:n toimittaman ennak-

kotietopyynnön johdosta. Päätöksessä ministeriö on katsonut, että Olkiluoto 1 ja 2 –ydinlaitosyksiköiden voimassa olevilla valtioneuvoston myöntämillä käyttöluvilla voidaan suorittaa tehonkorotusten edellyttämät laitosmuutokset ja koekäytöt, mikäli Säteilyturvakeskus on arvioinut ja olennaisilta osiltaan hyväksynyt ne. Edelleen ministeriö on päätöksessä todennut, että määräaikaisen turvallisuusarvion valmistelussa laadittuja asiakirjoja voidaan käyttää hyödyksi Olkiluoto 1 ja 2 –ydinlaitosyksiköiden tehonkorotuksesta aiheutuvan ydinenergialain mukaisen lupakäsittelyn yhteydessä.

2 Arviointiohjelmasta tiedottaminen ja kuuleminen

Ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain 17 §:n 1 momentin mukaan yhteysviranomaisen on huolehdittava siitä, että arviointiohjelmasta pyydetään tarvittavat lausunnot ja varataan mahdollisuus mielipiteiden esittämiseen. Yhteysviranomaisen on pyydettävä lausunto arviointiohjelmasta hankkeen vaikutusalueen kunnilta sekä muilta viranomaisilta, joita asia todennäköisesti koskee mukaan lukien hankkeen lupaviranomainen. Edelleen pykälän 2 momentin mukaan yhteysviranomaisen on annettava ympäristövaikutusten arviointiohjelma viipymättä tiedoksi julkisella kuulutuksella. Pykälän 3 momentin mukaan tieto kuulutuksesta on julkaistava viipymättä hankkeen todennäköisen vaikutusalueen kunnissa. Lisäksi arviointiohjelmasta on tiedotettava ainakin yhdessä hankkeen vaikutusalueella yleisesti leviävässä sanomalehdessä.

Työ- ja elinkeinoministeriö on 23.1.2024 antanut arviointiohjelman tiedoksi julkisella kuulutuksella, joka on julkaistu ministeriön verkkosivuilla. Edelleen ministeriö on toimittanut arviointiohjelman sekä sitä koskevan kuulutuksen hankkeen vaikutusalueen kunnille sekä pyytänyt kuntia pitämään asiakirjan nähtävillä verkkosivuillaan 23.1.2024–25.3.2024 välisen ajan.

Lisäksi ministeriö on pyytänyt lausuntoa arviointiohjelmasta seuraavilta tahoilta: Eurajoen kunta, Euran kunta, Nakkilan kunta, Porin kaupunki, Rauman kaupunki, Lounais-Suomen aluehallintovirasto, Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Satakunnan ELY-keskus, Varsinais-Suomen ELY-keskus, Satakuntaliitto, Uudenmaan liitto, Lounais-Suomen poliisilaitos, Satakunnan pelastuslaitos, sosiaali- ja terveysministeriö, sisäministeriö, puolustusministeriö, ympäristöministeriö, valtiovarainministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, ulkoministeriö, maa- ja metsätalousministeriö, Säteilyturvakeskus, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes, ydinturvallisuusneuvottelukunta, Museovirasto, Geologian tutkimuskeskus GTK, Suomen ympäristökeskus, AKAVA ry, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Greenpeace, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Natur och Miljö rf, Energiateollisuus ry ET, Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry, Suomen yrittäjät ry, Suomen luonnonsuojeluliitto ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, WWF, Fingrid Oyj sekä Posiva Oy. Lausuntopyyntö on lähetetty sähköisenä lausuntopalvelu.fi-palvelun kautta. Myös muilla tahoilla sekä kansalaisilla on ollut mahdollisuus antaa lausuntonsa ja esittää mielipiteensä hankkeesta.

Ministeriö on 23.1.2024 tiedottanut arviointiohjelmasta, sen nähtävillä olosta sekä mahdollisuudesta lausuntojen antamiseen ja mielipiteiden esittämiseen seuraavissa lehdissä: Helsingin Sanomat, Hufvudstadsbladet, Länsi-Uusimaa sekä Satakunnan Kansa.

Ministeriö järjesti yhteistyössä hankkeesta vastaavan kanssa arviointiohjelmaa koskevan yleisötilaisuuden Olkiluodon vierailukeskuksessa 6.2.2024 klo 17:30–19:30. Tilaisuudessa oli etäosallistumismahdollisuus. Yhteysviranomaisen, hankkeesta vastaavan sekä Ramboll Finland Oy:n edustajien lisäksi tilaisuuteen osallistui läsnä 4 henkilöä sekä etäyhteyden kautta noin 20 henkilöä.

Työ-ja elinkeinoministeriö on 15.1.2024 toimittanut Suomen ympäristökeskukselle kansainvälisen kuulemisen käynnistämistä koskevan toimenpidepyynnön. Suomen ympäristökeskus on 23.1.2024 toimittanut hanketta koskevan ilmoituksen Ruotsille, Virolle, Latvialle, Liettualle, Norjalle, Tanskalle, Puolalle sekä Saksalle. Lisäksi Itävalta on pyytänyt saada hanketta koskevan ilmoituksen, joka sille on toimitettu. Lisäksi Suomen ympäristökeskus on 23.1.2024 tiedottanut hankkeesta kaikkia valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arvioinnista tehdyn yleissopimuksen (Espoon sopimus) osapuolia. Bulgaria ja Unkari ovat vastauksessaan pyytäneet saada hanketta koskevan ilmoituksen, jonka Suomen ympäristökeskus on ko. valtioille toimittanut.

Kuulutus, arviointiohjelma sekä arviointiohjelmaa koskevat lausunnot ja mielipiteet ovat julkaistu ministeriön verkkosivuilla osoitteessa https://tem.fi/olkiluoto-ol1-ja-ol2-yva-ohjelma.

3 Arviointiohjelmasta annetut lausunnot ja mielipiteet

3.1 Yhteenveto lausunnoista ja mielipiteistä

Ministeriö vastaanotti 20 kansallisen kuulemisen lausuntoa. Etelä-Suomen aluehallintovirasto, Lounais-Suomen aluehallintovirasto, Satakunnan ELY-keskus, Uudenmaan liitto, ulkoministeriö, liikenne- ja viestintäministeriö, Euran kunta, Porin kaupunki, Nakkilan kunta, AKAVA ry, Elinkeinoelämän keskusliitto EK, Greenpeace, Maa- ja metsätaloustuottajain Keskusliitto MTK ry, Natur och Miljö rf, Energiateollisuus ry ET, Suomen luonnonsuojeluliitto ry, Toimihenkilökeskusjärjestö STTK ry, WWF ja Fingrid Oyj eivät toimittaneet lausuntoa. Lounais-Suomen poliisilaitos totesi lakisääteisiin tehtäviinsä viitaten, ettei se katso tarpeelliseksi antaa asiassa varsinaista lausuntoaan. Suomen ympäristökeskus totesi, ettei se lausu asiasta.

Lausunnoissa arviointiohjelmaa pidetään pääosin kattavana ja riittävänä. Normaaliolosuhteissa hankkeen ympäristövaikutukset nähtiin yleisesti vähäisiksi. Lausunnonantajat kiinnittivät lausunnoissaan erityisesti huomiota jäähdytysveden meriveteen aiheuttaman lämpökuorman kasvuun sekä ilmastonmuutoksen mukanaan tuomiin riskeihin. Huomiota kiinnitettiin myös ydinjätehuoltoon sekä muun ohella energiamarkkinoihin.

Espoon sopimuksen mukaisessa kansainvälisessä kuulemisessa Ruotsi, Viro, Tanska, Latvia, Saksin osavaltio Saksassa, Itävalta ja Bulgaria ovat ilmoittaneet osallistuvansa hankkeen ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Norja, Liettua ja Puola eivät katso olevansa kohdeosapuolia eivätkä osallistu arviointimenettelyyn. Liettua kuitenkin pyytää saada arviointiselostuksen tiedoksi. Järjestöjen lausuntoja vastaanotettiin yhteensä 2 kappaletta. Kansainvälisessä kuulemisessa korostuivat erityisesti vakavan ydinonnettomuuden riski ja sen seuraukset.

Ministeriön vastaanottamat lausunnot ja mielipiteet ovat saatavilla työ- ja elinkeinoministeriön hanketta koskevilla verkkosivuilla.

3.2 Pyydetyt viranomaislausunnot

3.2.1 Geologian tutkimuskeskus GTK

Geologian tutkimuskeskus GTK (jäljempänä GTK) katsoo, että kokonaisuutena YVA-ohjelma on kattava ja siinä on otettu käyttöiän pidentämisen sekä tehonkorotuksen vaikutukset asianmukaisesti huomioon.

Edelleen GTK toteaa, että käyttöiän ja tehon nostamisen (VE2a ja VE2b) myötä vaikutuksia muodostuu myös siitä, että käytöstä poistettava polttoaine on kuumempaa kuin nykyisellä teholla

toteutetusti. YVA-ohjelmassa todetaan, että viilentäminen tapahtuu alkujäähdytyksen jälkeen KPA-varastossa, jonka tilakapasiteetti joko riittää tarvittavaan jäähdytykseen tai tarvittaessa kapasiteettia kasvatetaan. YVA-ohjelma ei ota kantaa jäähdytyksen aikatauluun loppusijoituksen kannalta. Mahdollinen pidempi jäähdytysaika todennäköisesti vaikuttaisi kuitenkin vain loppusijoituksen suunniteltuun toteutusaikatauluun ja ympäristövaikutuksia mahdollisilla aikatauluvaikutuksilla tuskin on. YVA-ohjelma ei myöskään ota kantaa mahdollisiin tehonnoston vaikutuksiin käytetyn polttoaineen koostumukselle. Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen kannalta maininnat siitä, onko vaihtoehdoilla VE2a ja VE2b vaikutusta polttoaineen jäähdytysaikaan KPA-varastossa tai käytetyn polttoaineen koostumukseen, olisi hyvä saada tietoon, joskin YVA-ohjelmassa on asianmukaisesti mukana maininta, että ydinvoimalaitoksella on olemassa loppusijoitusmenetelmät ja -suunnitelmat, joihin käytön jatkamisella ja tehonkorotuksella ei ole merkittävää vaikutusta.

3.2.2 Eurajoen kunta

Eurajoen kunnan näkemyksen mukaan on erittäin positiivista, että nyt työn alla oleva YVA-arviointiohjelma on laadittu perusteellisesti ja eri vaikutuksia arvioidaan kattavasti eri osa-alueet huomioon ottaen. Näin toimittaessa pystytään arvioimaan laitosten käyttöiän jatkamisen ja lämpötehon korottamisen vaikutukset perusteellisesti ja tarkasti korkeaa suomalaista turvallisuuskulttuuria ja ydinenergialain tavoitteita noudattaen. Kunta pitää erityisen tärkeänä, että ympäristövaikutusten arviointityössä tarkastellaan erityisesti mahdollisuuksia ehkäistä ja lieventää hankkeen mahdollisia haittavaikutuksia esimerkiksi suunnittelun ja toteutuksen keinoin, jotka esitetään myöhemmin YVA-selostuksessa.

3.2.3 Museovirasto

Museovirasto toteaa, että tulevat toimenpiteet tapahtuvat nykyisellä tontilla, olemassa olevien seinien sisäpuolella, joten niillä ei ole välitöntä vaikutusta kulttuuriympäristön arvoihin. Museovirastolla ei näin ollen ole huomautettavaa esitettyyn YVA-ohjelmaan.

3.2.4 Puolustusministeriö

Puolustusministeriö toteaa, että esitetty käytön jatkaminen vuodesta 2038 korotetulla teholla vuoteen 2058 (vaihtoehto 2B) on puollettavissa. Kyseisen vaihtoehdon arvioituja ympäristövaikutuksia voidaan pitää vähäisinä erityisesti, kun otetaan huomioon lämpö- ja sähkötehon korottamisen positiiviset yhteiskunnalliset vaikutukset. Vaihtoehto 2B:n toteuttaminen lisäisi merkittävästi säästä riippumatonta sähköntuotantoamme sekä vahvistaisi sähköomavaraisuusastettamme huomattavan pitkäksi aikaa. Puolustusministeriö ei tässä vaiheessa näe missään esitetyistä vaihtoehdoista jo olemassa olevien turvallisuusriskien mainittavaa kohoamista.

3.2.5 Rauman kaupunki

Rauman kaupunki toteaa, että ympäristövaikutusten arviointimenettelyn kolmesta toteutusvaihtoehdoista kaikilla on ympäristövaikutuksia Rauman kaupungin alueelle. Merkittävin ympäristövaikutus on jäähdytysveden johtamisesta johtuva meriveden lämpeneminen, joka VE1:ssa pitkittyy ja VE2:ssa sekä pitkittyy että lisääntyy. Vähäisempänä vaikutuksena voidaan pitää jäähdytysveden ottoon liittyvää kalakuolleisuutta ja sen osittaista vaikutusta Rauman kaupungin alueen kalakantoihin. Rauman kaupungin ympäristö- ja lupalautakunnalle ei ole tullut tiedoksi seikkoja, joiden perusteella olisi syytä olettaa lämpenemisvaikutuksen pitkittymisen tai lisääntymisen aiheuttavan haittaa, jonka perusteella jokin esitetyistä vaihtoehdoista tulisi valita jonkin toisen vaihtoehdon sijaan. Energiantuotantolaitosten pitkän iän seurauksena ympäristö ja eliölajisto on

sopeutunut lämmitysvaikutukseen. Voidaan jopa olettaa, että lämmitysvaikutuksen lopettamisella olisi joltain osin suurempi ympäristövaikutus kuin toiminnan jatkamisella.

3.2.6 Satakunnan pelastuslaitos

Pelastusviranomaisen käsityksen mukaan vaihtoehdot eivät muuttaisi pelastuslaitoksen suojelutoimien luonnetta vakavassa säteilyonnettomuudessa. Arviointisuunnitelmassa on kerrottu, että tehon lisäämisen vaihtoehtoa tarkasteltaessa reaktorin muuttunut inventaario huomioidaan epätodennäköisessä, mutta mahdollisessa vakavassa reaktorionnettomuudessa. Pelastusresurssit ympäristön suojelemiseksi ovat joka tapauksessa laajoissa säteilyonnettomuuksissa pienet ja toimijoiden yhteistyön merkitys korostuu. Kokonaiskyvyn arviointia tehdään myös kansainvälisellä tasolla, joista saadut tulokset olisi tässä yhteydessä hyvä huomioida. Arviointeja koskien oikea asiantuntijuus löytyy Säteilyturvakeskukselta. Pelastuslaitoksen mukaan arviointisuunnitelmassa olisi hyvä huomioida, seuraako mahdollisesta tehon korottamisesta varautumisen velvoitteita, joilla olisi vaikutusta muiden kemikaalien varastointimäärille, esimerkiksi polttoöljyn osalla. Pelastusviranomaisen käsityksen mukaan mahdolliset lisäykset kemikaalien varastointimäärissä olisivat vähäisiä eivätkä todennäköisesti muuttaisi tässä toiminnanharjoittajan velvollisuuksia.

3.2.7 Satakuntaliitto

Satakuntaliitto toteaa, että OL1 ja OL2 -ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöiän jatkamisen selvittäminen ehdollisesti turvallisuusvaatimusten täyttyessä on materiaalitehokkuuden ja alueiden käytön kannalta kannatettavaa.

Satakuntaliiton mukaan arvioinnissa on tärkeää huomioida ilmastonmuutoksen eteneminen ja ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvät riskit. Yhteisvaikutuksina tulee arvioida OL1 ja OL2 -laitosyksiköistä sekä Olkiluoto 3 -laitosyksiköstä johtuvaa lämpimän veden leviämisen laajuutta ja keskimääräisiä ja ylimpiä lämpötila-arvoja eri etäisyyksillä sekä jäättömänä pysyvän tai heikon jään aluetta. Lisäksi yhteisvaikutuksena muiden energiatuotantohankkeiden kanssa tulee tarkastella tiedossa olevien hankkeiden kytkeytymistä TVO:n hankkeeseen ja sen toteuttamisedellytysten säilymistä. Tärkeää on myös esittää selkeästi YVA-menettelyssä tarkasteltujen vaihtoehtojen sähkönsiirtotarve. Ydinvoiman roolin muuttumista sähkömarkkinoilla kasvavan uusiutuvan energian tuotannon myötä sekä kytkeytymistä sähkön varastointiin ja hintaperustaiseen käyttöön on hyvä käsitellä arviointimenettelyssä.

Lisäksi liiton lausunnossa käydään läpi alueen maakuntakaavatilannetta.

3.2.8 Sosiaali- ja terveysministeriö

Sosiaali-ja terveysministeriö pitää nyt lausuttavaa YVA-ohjelmaa kattavana ja hyvin tehtynä ja toteaa, että ohjelma antaa hyvän pohjan seuraavaksi laadittavan YVA-selostuksen tekoon.

Sosiaali- ja terveysministeriö toteaa, että arviointiohjelmasta ei ilmene, toteutettaisiinko tehonnosto vuosihuollon yhteydessä tai jonain muuna aikana. Näin ohjelmasta ei ilmene, onko sähkötehon nostolla vaikutuksia sähköntuotantoon Suomessa. Sosiaali- ja terveysministeriö pitää tärkeänä, että tämä tulee ilmi ohjelman pohjalta laadittavassa YVA-selostuksessa, koska Suomesta puuttuu merkittävä määrä huippukulutuksen aikana tarvittavaa sähköntuotantoa. Sähköpula hintapiikkien aikana voi aiheuttaa kotitalouksille kielteisiä sosiaalisia vaikutuksia sähkön hintapaineiden vuoksi. Ohjelmasta ei myöskään tarkoin selviä, tarvitaanko ydinjätehuollon järjestämiselle lisäluvitusta, mikäli laitosyksiköiden sähkötehonkorotukset toteutetaan.

3.2.9 Säteilyturvakeskus

Säteilyturvakeskus (jäljempänä myös STUK) toteaa, että YVA-ohjelmassa on huomioitu radioaktiivisten aineiden päästöt normaalin käytön aikana ja mahdollisissa onnettomuustilanteissa sekä polttoaineen käytön lisääntyminen ja sen myötä lisääntyvä loppusijoitettavan käytetyn polttoaineen ym. aktiivisen jätteen määrä. Säteilyturvakeskuksen näkemyksen mukaan TVO:n esittämä YVA-ohjelma täyttää säteily- ja ydinturvallisuuden osalta ympäristövaikutusten arviointimenettelyä koskevan lain 16 §:ssä säädetyt YVA-ohjelman kriteerit. YVA-ohjelmassa on esitetty tarvittavat tiedot hankkeesta, sen kohtuullisista vaihtoehdoista, ympäristön nykytilan kuvauksesta, ehdotuksen arvioitavista ympäristövaikutuksista ja niiden selvittämisestä sekä arviointimenettelyn järjestämisestä.

Edelleen Säteilyturvakeskus toteaa, että ympäristölle ja ihmisille eri vaihtoehdoista aiheutuvat säteilyvaikutukset arvioidaan YVA-menettelyn aikana. Säteilyturvakeskus tulee arvioimaan turvallisuuteen liittyvien vaatimusten täyttymisen yksityiskohtaisesti mahdollisen uuden käyttölupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. YVA-ohjelman kappaleen 2.2. mukaan tuoreen polttoaineen alhaisen säteilytason vuoksi kuljetuspakkauksilta ei edellytetä säteilysuojaominaisuuksia. Tässä yhteydessä on syytä tuoda esiin, että vaikka tuore polttoaine säteilee heikosti eikä siten aiheuta säteilyvaaraa ihmisille tai ympäristölle, on tuoreen ydinpolttoaineen kuljettaminen luvanvaraista vaaralliseksi luokitellun aineen kuljettamista. Kuljetuspakkaukselle on asetettu vaatimuksia vaarallisten aineiden kuljetuksia koskevassa säännöstössä.

3.2.10 Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy

Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy (jäljempänä VTT) toteaa, että kansallisten ja kansainvälisten ilmastotavoitteiden sekä sähköntuotannon ennustettavuuden kannalta on hyvä asia, että OL1 ja OL2 -laitosyksiköiden käytön jatkamista ja myös tehonnostoa tarkastellaan, ydinvoiman ollessa hiilineutraali ja vakaa energiantuotantomuoto. VTT katsoo YVA-ohjelman täyttävän YVA-ohjelmalle asetetut vaatimukset. Edelleen VTT toteaa, että YVA-menettelyssä tarkasteltavaksi osa-alueeksi on listattu energiamarkkinat, mutta ei Suomen energiajärjestelmää infrastruktuurin näkökulmasta. VTT ehdottaa, että YVA-ohjelmassa esitetyn lisäksi erillisenä tarkastelukohteena voisivat olla vaikutukset Suomen energiajärjestelmään, mm. kantaverkkoon ja sähkön jakelun huoltovarmuuteen.

3.2.11 Varsinais-Suomen ELY-keskus

Varsinais-Suomen ELY-keskus katsoo, että arviointiohjelma on huolellisesti laadittu kokonaisuus. ELY-keskus tuo lausunnossaan kuitenkin esiin joitakin yksityiskohtaisia huomioita, jotka liittyvät erityisesti vesistövaikutuksiin, laitoksen käyttöön liittyviin riskeihin sekä ydinlaitoksen käytöstäpoistoon. Lausunnon mukaan Olkiluodon ydinvoimalan sähköntuotannosta ei ole tähän mennessä todettu aiheutuneen merkittävää ympäristöhaittaa sen normaalitoiminnassa.

ELY-keskus toteaa, että arviointiohjelmassa on tunnistettu asianmukaisesti hankkeen merkittäväksi vaikutukseksi jäähdytysveden meriveteen aiheuttaman lämpökuorman kasvu. ELY-keskuksen mukaan vaikutustenarviointi on arviointiohjelmassa esitetty tehtävän pääosin riittävällä tavalla, kun arvioidaan vaikutuksia merialueen fysikaaliskemialliseen vedenlaatuun ja jäätilanteeseen sekä mahdollisia epäsuoria vaikutuksia vesieliöstöön sekä vaikutuksia meren ekologiseen ja kemialliseen tilaan eri vaihtoehdoissa.

ELY-keskus katsoo, että arviointiselostuksessa tulisi kuvata, liittyykö laitosyksiköiden jäähdytysvesien käyttöön tulevina vuosina lisääntyvää riskiä vieraslajien osalta. Lisäksi ELY-keskuksen mukaan arviointia varten tarvitaan yksityiskohtaisempaa tutkimusta Olkiluodon laitosyksiköiden lämpökuorman vaikutuksista merialueen sedimentin tilaan ja sisäisen kuormituksen sääntelyyn. Lausunnon mukaan arviointiselostuksessa tulee esittää laajemmin ote merialue-suunnitelmasta hankkeen ympäristössä ja lämpökuormituksen vaikutusten arvioinnissa tulee tarkastella koko vesipatsasta ja myös meren pohjaa. Lausunnossa todetaan, että hankkeen aiheuttaman lämpökuormituksen vesistövaikutusten mallinnuksella ei pystytä suoraan arvioimaan, kuinka vaikutusalueen merenpohjan ns. sisäinen kuormitus tulee muuttumaan. Lausunnon mukaan pintavesien tarkastelussa tulisi olla myös jäähdytysveden oton vaikutukset.

Lausunnon mukaan hankkeen käyttämään jäähdytysveden lämpötilaan voi vaikuttaa myös ilmastonmuutos lämmittäessään merivettä, mikä tulee ottaa huomioon arvioinnissa. Edelleen arviointiselostuksessa on tärkeää arvioida, mitä lämpötilan nousu merivedessä tarkoittaa meren kasvi- tai eläinlajistossa sekä miten muutosten seuranta ja haitallisten vaikutusten torjunta tullaan toteuttamaan. ELY-keskus myös pohtii, miksi esimerkiksi levätuotanto tutkimusalueella jatkuvasti kasvaa, vaikka lämpökuorman määrässä ei ole tapahtunut olennaisia muutoksia.

ELY-keskus näkee tärkeänä, että vakavan reaktorionnettomuuden ja sen aiheuttamien vaikutusten lisäksi arviointiselostuksessa pohditaan ja eritellään syitä, jotka voivat johtaa laitoksella vakavaan reaktorionnettomuuteen, sen uhkaan tai muuhun poikkeukselliseen tilanteeseen. Lausunnon mukaan arviointiselostuksessa on vaikutusten arvioinnin tuloksena tarpeen esittää riskeille todennäköisyystarkastelu, jonka perusteella voidaan arvioida, ovatko laitoksen toteutusvaihtoehdoissa (VE1 ja VE2) suunnitellut muutokset ympäristön kannalta turvallisia.

ELY-keskus toteaa, että ydinlaitoksen käytöstäpoistamisen ottaminen osaksi nyt käynnissä olevaa arviointimenettelyä ei olisi kohtuuton lisäys, kun ydinvoimalaitoksella on jo olemassa kuuden vuoden välein päivitettävä käytöstäpoistosuunnitelma. Lisäksi ELY-keskus toteaa, että arviointiohjelmasta jää epäselväksi, muodostuuko laitosyksiköissä joitakin sivutuotteita. Lausunnon mukaan kokonaiskuvan saaminen arviointiohjelmassa kuvatuista ”muista jätteistä” on hankalaa.

Kaavoitukseen ja hankkeeseen liittyvien lupien osalta ELY-keskus toteaa, että arviointiselostuksessa tulisi tarkentaa, mikä on alueelle laadittujen kaavojen tavoite ja, mitä valtakunnallisia alueidenkäytön tavoitteita alueelle kohdistuu. Kaavojen ja kaavoitusprosessien osalta arviointiselostuksessa on tarpeen kuvata myös vireillä olevat merkittävät maankäytönsuunnitelmat, kuten Satakunnan maakuntakaava 2050. Lausunnon mukaan on tarpeen myös arvioida, tarvitaanko muutosta vesitalouslupaan sekä hyvin matala-aktiivisen jätteen maaperäloppusijoitusta koskevaan lupaan.

3.2.12 Ydinturvallisuusneuvottelukunta

Ydinturvallisuusneuvottelukunta toteaa, että YVA-ohjelma on laadittu siten, että ydinturvallisuuden keskeinen merkitys ydinvoimalaitoksen käytössä on hyvin ja riittävästi esillä ja näin neuvottelukunta toivoo olevan myös lain mukaisessa YVA-selostuksessa. Lausunnossa tuodaan esiin, että Suomessa on tähän mennessä toteutettu noin 20 ydinenergian käyttöön liittyvää YVA-prosessia. Ensimmäiset prosessit 1990-luvun alkupuoliskolla käsittelivät molempien suomalaisten ydinvoimalaitosten tehonkorotuksia. Tehonkorotus nähtiin jo tällöin merkittävänä turvallisuuskysymyksenä ja siten myös YVA-lain tarkoittamana hankkeen merkittävänä muutoksena. Noin 30 vuoden aikana ydinturvallisuuden käsittely YVA:ssa on kehittynyt edelleen, ja esimerkiksi mahdollisten rajat ylittävien ympäristövaikutusten käsittely on vakiintunut.

Neuvottelukunta toteaa, että YVA-ohjelmassa ydinturvallisuuskysymykset liittyvät sekä käyttöiän pidentämiseen että tehonkorotukseen, jotka tulevat olemaan keskeisiä asioita STUK:n lausunnossa käyttölupahakemukseen. Laitosyksiköiden eliniän hallinta tulee merkittäväksi tehtäväksi käyttöiän jatkamisessa. Käyttöiän jatkamisen tapauksissa käytetyn polttoaineen määrä nousee merkittävästi, samoin muiden ydinjätteiden määrä kasvaa. Hankkeessa arvioitavien vaikutusten osalta ydinturvallisuuden kannalta merkittävimmät ovat selvitys jätteistä ja sivutuotteista Olkiluodon alueella, selvitys radioaktiivisten aineiden päästöistä ja säteilystä ja poikkeus- ja onnettomuustilanteiden mallinnus 1000 km säteellä alueesta.

Lisäksi neuvottelukunta toteaa, että rajat ylittäville ympäristövaikutuksille onnettomuustilanteissa on nykyisin kaltaisille isoille ydinvoimalaitoksille valittu 100 TBq kesium-päästö (perustuen YEA 22b §:ään). Tämä menettely on osoittautunut toimivaksi, sillä käsittely havainnollistaa näiden onnettomuustilanteiden vakavuuden ja päästöraja kattaa myös erilaisia kuviteltavissa olevia onnettomuusketjuja. Myös tässä YVA:ssa toteutetaan vastaava käsittely, jossa päästöarvioita verrattaneen historiassa tapahtuneisiin onnettomuuksiin. Espoon sopimuksen piirissä on kirjoitettu opas vakavien onnettomuuksien käsittelyyn, ja tämä suomalainen käytäntö on niissä huomioitu. Mahdollisten onnettomuustilanteiden käsittelyssä kuvataan mahdolliset radioaktiiviset päästöt ja niiden leviäminen. Neuvottelukunta toivoo, että edellä mainittu esitetään selostuksessa myös esimerkkien avulla.

3.2.13 maa- ja metsätalousministeriö, sisäministeriö, Turvallisuus- ja kemikaalivirasto Tukes, valtiovarainministeriö ja ympäristöministeriö

Yllä mainituilla viranomaisilla ei ollut lausuttavaa tai huomautettavaa hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointiohjelmaan.

3.3 Muut pyydetyt lausunnot

3.3.1 Posiva Oy

Posiva Oy toteaa toimivansa omistajiensa, Fortum Power and Heat Oy:n ja Teollisuuden Voima Oyj:n, käytetyn ydinpolttoaineen tulevana loppusijoittajana ja asiantuntijaorganisaationa. Posiva toteaa, että sillä ei ole huomautettavaa YVA-ohjelmaan. Ohjelmassa on kuvattu eri tulevaisuuden tilanteet riittävällä tavalla eri mittaisten käyttöikien jatkamisen osalta. Posivaa on myös kuultu käytetyn ydinpolttoaineen osalta YVA-ohjelman laatimisen yhteydessä.

Lausunnon mukaan YVA-ohjelmassa esitetyssä tilanteessa, jossa käyttöikää jatketaan 20 vuodella käytettyä ydinpolttoainetta kertyy noin 3 % enemmän kuin Posiva on käyttölupahakemuksessaan hakenut kapasiteettia (6 500 uraanitonnia) – muissa esitetyissä tilanteissa kapasiteettia ei ylitetä. Posiva on aikaisemmin omissa YVA-ohjelmissaan tehnyt vaikutusarviot huomattavasti suuremmalle kuin nyt TVO:n suunnittelemassa hankkeessa lisääntyvälle polttoainemäärälle ilman merkittävää ympäristövaikutusten kasvua. Posiva toteaa, että se tulee tarvittaessa luvittamaan ydinenergialain mukaisesti loppusijoituslaitokselle lisäkapasiteettia omistajiensa käytetylle polttoaineelle.

3.3.2 Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry

Suomen Ammattiliittojen Keskusliitto SAK ry arvioi, että hankkeella olisi positiivia vaikutuksia kasvihuonekaasupäästöjen vähenemiseen ja ilmastonmuutoksen hillitsemiseen. Tämä pätee eri-

tyisesti, jos/kun ydinvoimaa verrataan fossiilipohjaisen energian käyttöön. Hankkeella olisi lisäksi myönteisiä vaikutuksia aluetalouteen, energiamarkkinoihin, sähköomavaraisuuteen ja Suomen energiajärjestelmän toimivuuteen.

Yhdistyksen mukaan ohjelma on looginen ja sisältää kaikki oleelliset seikat, mutta jää paikoin pintapuoliseksi, erityisesti ympäristön nykytilan arvioitavien vaikutusten ja merkittävimpien ympäristövaikutusten osalta. Maan ja kallion sekä pohjavesien nykytilan osalta olisi ollut hyödyllistä kirjata ohjelmaan, minkälaisia tuloksia maanpäällisissä pohjavesitutkimuksista, syväkairarei´stä sekä maan alla olevista loppusijoituslaitoksista on tähän mennessä saatu. Vastaavasti, tehtyjen kallioperätutkimuksien tuloksia olisi ollut perusteltua avata laajemmin. Happamien sulfaattien esiintymisen todennäköisyys Olkiluodon alueella todetaan ohjelmassa hyvin pieneksi nykytilan osalta. Siinä ei kuitenkaan kerrota selkeästi, onko jonkinlaisia vaikutuksia sulfaateilla jo havaittu olevan alueelle, esim. sen rehevöitymiseen. Yhdistyksen mukaan ohjelmassa olisi ollut hyödyllistä avata enemmän nykyisten toimien vaikutusta pohjavesiin. Lausunnon mukaan ohjelmasta on vaikea hahmottaa, kuinka suuri osuus ajoittain merkittävästä rehevöitymisestä ja pohjan läheisen veden happikadosta johtuu OL1 ja OL2 toiminnasta suhteessa muuhun ihmisten aiheuttamaan toimintaan alueella, kuten esim. maanviljelyyn. Kysymyksiä herää mm. siitä, eikö meriveden lämpötilan muutoksella olisi vaikutuksia lisäksi mm. rehevöitymisen kiihtymiseen ja happikadon lisääntymiseen.

Yhdistyksen mukaan ohjelmassa olisi perusteltua tehdä vaihtoehtoisia skenaarioita siitä, mikä on jätemäärien sekä käytetyn ydinpolttoaineen määrän ja sen kasvun ympäristövaikutukset suhteutettuna samaan määrään energiaa, joka tuotetaan uusiutuvalla energialla.

3.3.3 Suomen yrittäjät ry

Suomen yrittäjät ry toteaa, että sillä ei ole lausuttavaa ympäristövaikutusten arviointiohjelmaan.

3.4 Kansainvälisen kuulemisen lausunnot

3.4.1 Bulgaria

Bulgarian ympäristö- ja vesiministeriö ilmoittaa vastauksessaan, että Bulgaria osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

3.4.2 Itävalta

Itävallan ilmasto-, ympäristö-, energia-, liikkuvuus-, innovaatio- ja teknologiaministeriö toimitti vastauksen, jonka liitteenä oli Itävallan ympäristöviraston teettämä asiantuntijalausunto. Vastaukseen oli liitetty lisäksi Ylä-Itävallan osavaltion sekä Wienin ympäristöasiamiehen lausunto. Edelleen lausunnon liitteenä oli Itävallan ekologian instituutin lausunto, jonka oli allekirjoittanut instituutin lisäksi 12 muuta kansalaisjärjestöä.

Itävallan ympäristövirasto ilmoittaa lausunnossaan Itävallan osallistuvan hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Viraston mukaan merkittävien Itävaltaan kohdistuvien ympäristövaikutusten mahdollisuutta ei voida poissulkea etenkään vakavan onnettomuuden tilanteessa. Itävallan ilmasto-, ympäristö-, energia-, liikkuvuus-, innovaatio- ja teknologiaministeriön vastauksessa Suomen toivotaan myöhemmin lähettävän Itävallalle arviointiselostuksen sekä tiedot julkisesta kuulemisesta ja menettelyyn osallistumisesta.

Asiantuntijalausunnon mukaan laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen yli 60 vuoteen tekisi ko. laitoksista Euroopan ensimmäiset Gen II laitokset, joilla on näin pitkä käyttöikä. Lausunnon mukaan arviointiohjelmassa arvioidaan hyvin yksityiskohtaisesti paikallisia ympäristövaikutuksia, mutta valtion rajat ylittävien vaikutusten samoin kuin ikääntymisen hallinnan arviointi jää vähemmälle painoarvolle. Lausunnon mukaan laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen lisää todennäköisyyttä valtion rajat ylittävään onnettomuuteen. Asiantuntijalausunnossa vaaditaan eri vaihtoehtojen arvioinnin valintaperusteiden ja kriteerien, teknisen perustan, turvallisuusarvioinnin ja vaikutusten arvioinnin esittämistä. Lisäksi vaaditaan vaihtoehtojen, kuten uusien ydinvoimaloiden tai ei-ydinteknisten sähköntuotantolaitosten harkitsemista.

Asiantuntijalausunnon mukaan tehonkorotuksen aiheuttama kumulatiivinen vaikutus rakenteisiin ja laitteisiin on tutkittava huolellisesti ottaen huomioon laitosyksiköillä toteutetut aikaisemmat tehonkorotukset. Asiantuntijalausunnon mukaan arviointiselostuksessa tulisi esittää ikääntymisenhallintaohjelma toimenpiteineen, suunnitelmat laitteiden lisääntyneen vikaantumisen käsittelemiseksi käyttöiän pidentyessä, käyttöiän pidentämisen vaatimat laitosmuutokset, lähestymistapa viranomaisvaatimusten täyttämiseksi käyttöiän pidentyessä, toimenpidesuunnitelma määräaikaisen turvallisuusarvioinnin analyysien toteuttamiseksi, selvitys jäljellä olevista kysymyksistä ja korjaavista toimenpiteistä, konsepti uusien ydinvoimalaitosten turvallisuustavoitteiden saavuttamisesti käyttöiän pidentyessä, sekä numeeriset arvot käytettävissä olevien mittareiden osalta. Tehonkorotuksen osalta selostuksen tulisi sisältää tehonkorotuksen konsepti, yksityiskohtainen luettelo laitosmuutoksista, turvallisuusmarginaalien yksityiskohtainen käsittely, tarkastelu turvallisuusparannuksista ja turvallisuustasosta suhteessa uusille ydinvoimalaitoksille asetettuihin turvallisuustavoitteisiin, luettelo määräaikaisen turvallisuusarvioinnin puitteissa tehtävistä analyyseista, sekä arviointi tehonkorotuksen vaikutuksesta rakenteiden, järjestelmien ja laitteiden ikääntymiseen.

Edelleen asiantuntijalausunnon mukaan arviointiselostuksessa tulisi esittää sään ääri-ilmiöiden sekä meriveden nousun ja tulvimisen tarkastelu ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioiden, arvio ihmisen aiheuttamista ulkoisista uhista, yhteenveto ihmisen aiheuttamien uhkien arvioinnin tuloksista, tarkastelu sotilaallisten toimien vaikutuksista, arvio ulkoisten uhkien yhdistelmistä huomioiden usea yksikkö laitosalueella, tiedot turvallisuusmarginaaleista, kynnysilmiöiden (cliff-edge) vaikutuksista sekä tarvittavista tai suunnitelluista turvallisuusparannuksista kaikkien ulkoisten uhkien tarkastelun osalta, sekä perusteellinen analyysi useaan laitosyksikköön vaikuttavista tapahtumista ja syntyvistä päästöistä.

Asiantuntijalausunnon mukaan vakavan onnettomuuden seurauksena todelliset päästöt voivat olla merkittävästi suuremmat kuin 100 TBq. Lausunnon mukaan leviämismallinnuksessa tulee huomioida yli 1 000 km säteelle ulottuvia alueita. Tässä yhteydessä viitataan Flexrisk-tutkimushankkeeseen. Lausunnon mukaan Itävaltaan kohdistuvien rajat ylittävien vaikutusten kannalta arviointiselostuksen tulisi sisältää luettelo lähdetermin määrittämiseksi analysoiduista tapauksista, yksityiskohtainen kuvaus vakavista onnettomuuksista ja lähdetermeistä huomioiden kaikki rajat ylittävien vaikutusten kannalta merkitykselliset radionuklidit, yksityiskohtainen kuvaus onnettomuuksien mallinnusoletuksista, leviämismallinnuksen perusteellinen esitys, esitys leviämislaskelmien merkittävistä oletuksista perusteluineen, sekä kaikki tapaukset kattava säteilyvaikutusten todennäköisyysjakauma.

Ylä-Itävallan osavaltion lausunto sisältää huomioita laitosyksiköiden käyttöiän pituudesta sekä muun ohella niistä periaatteista, joihin ydinvoimalaitoksen käyttöiän jatkamista koskevan päätöksen tulisi perustua. Lausunnon mukaan ydinvoimalaitosten käyttöiän jatkaminen ja ikääntyneiden ydinvoimaloiden käyttö lisäävät ydinenergian käyttöön liittyviä riskejä Euroopassa. Myös

vikojen ja toimintahäiriöiden riskit lisääntyvät. Myös uudet uhkakuvat, kuten terrorismi ja äärimmäiset luonnonilmiöt, ovat lisääntyneet.

Wienin ympäristöasiamies esittää lausunnossaan useita yksityiskohtaisia kysymyksiä, jotka liittyvät laitoksen kokonaishyötysuhteen laskuun tehonkorotuksen vaihtoehdossa, reaktoripainesäiliön haurasmurtumisskenaariota koskeviin analyyseihin, komponenttien korvaamista koskeviin analyyseihin, ytimen läheisyyteen kohdistuviin vaikutuksiin, komponenttien korvaamiseen, materiaalien turvallissuustandardien mukaisuuteen useamman käyttöiän jatkamisen tapauksessa, Wienin turvallisuusjulistuksen huomioimiseen, viimeisimmän sukupolven turvallisuusjärjestelmiin sekä terrorismin ja sodan mahdollisesti aiheuttamiin ympäristöriskeihin ja näiden huomioimiseen ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

3.4.3 Latvia

Latvian ympäristövirasto ilmoittaa vastauksessaan, että Latvia osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

Latvian terveysministeriö ehdottaa, että latviankieliseen arviointiohjelmaan ja tiivistelmään lisätään yksityiskohtaisempaa tietoa hankkeen valtion rajat ylittävistä vaikutuksista ihmisten terveyteen.

3.4.4 Liettua

Liettuan ympäristöministeriö ilmoittaa vastauksessaan, että Liettua ei osallistu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Liettua kuitenkin pyytää saada ympäristövaikutusten arviointiselostuksen tiedoksi.

3.4.5 Norja

Norjan ympäristöviranomainen ilmoittaa vastauksessaan, että Norja ei osallistu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

3.4.6 Puola

Puolan ympäristönsuojelun pääosasto ilmoittaa vastauksessaan, että Puola ei osallistu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

3.4.7 Ruotsi

Ruotsin ympäristönsuojeluvirasto ilmoittaa vastauksessaan, että Ruotsi osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Ruotsin lausunnon liitteenä on lausunto säteilyturvallisuusviranomaiselta, metsävirastolta, elintarvikevirastolta, maatalousviranomaiselta sekä Miljovänner för kärnkraft –järjestöltä.

Ruotsin säteilyturvallisuusviranomainen arvioi, että laitosyksiköiden käyttöiän jatkamisella ja tehonkorotuksella voi olla Espoon sopimuksessa tarkoitettuja merkittäviä ympäristövaikutuksia Ruotsin alueella. Viranomaisen mukaan menettelyssä tulisi huomioida suunnitteluperusteet ylittävät vakavat onnettomuudet, kuten esimerkiksi Säteilyturvakeskuksen raportin STUKA268 oletetut onnettomuudet. Päästöjä on rajoitettava parhaita käyttökelpoisia tekniikoita soveltamalla (BAT) myös siinä tapauksessa, että laitosyksiköiden käyttöä jatketaan.

Ruotsin metsävirasto toteaa, että ainoastaan radioaktiivisten aineiden vapautuminen vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena voi johtaa merkittäviin valtioiden rajat ylittäviin vaikutuksiin. Vakavan reaktorionnettomuuden arvioinnissa valtion rajat ylittävien vaikutusten osalta on otettava huomioon vaikutukset Ruotsin metsien ekosysteemipalveluihin. Ruotsin elintarvikevirasto toteaa, että ympäristövaikutusten arvioinnissa tulisi tehdä yksityiskohtainen tutkimus, riskiarviointi sekä vaikutusanalyysi siitä, miten vakava onnettomuus vaikuttaisi juomaveteen ja ruoantuotantoon – mukaan lukien kalatalous - Suomen valtion rajojen ulkopuolella. Tulisi esimerkiksi selvittää, voiko vakava onnettomuus johtaa EU:ssa säädettyjen elintarvikkeiden raja-arvojen (Euratom 2016/52) ylittymiseen.

3.4.8 Saksa

Saksin osavaltio ilmoittaa vastauksessaan, että se osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

Saksin osavaltio toteaa, että arviointiselostuksessa olisi keskityttävä erityisesti turvallisuuden kannalta merkittävien komponenttien nykytilaan ja ikääntymisen hallintaan. Lisäksi olisi tarkasteltava erilaisia skenaarioita, jotka voivat johtaa radioaktiivisten aineiden vapautumiseen ja vastaavasti useita erikokokoisia lähdetermejä, jotta mahdollisia valtion rajat ylittäviä vaikutuksia voitaisiin tulkita ja arvioida paremmin. Lausunnon mukaan ohjelmassa ei ole selkeästi kuvattu, miten viimeistään vuoteen 2028 mennessä tehtävä määräaikainen turvallisuusarviointi liittyy hankkeeseen ja mitä merkitystä sillä on mahdollisten tarvittavien teknisten toimenpiteiden suunnittelun kannalta. Lausunnon mukaan arviointiselostuksen tulisi sisältää tieto siitä, missä määrin radioaktiivisten aineiden vapautumiseen johtavien onnettomuuksien riskit muuttuvat eri hankevaihtoehtojen seurauksena ja, miten niitä käsitellään.

3.4.9 Tanska

Tanskan ympäristövirasto ilmoittaa vastauksessaan, että Tanska osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn.

3.4.10 Unkari

Työ- ja elinkeinoministeriö toimittaa Unkarin vastauksen sen vastaanotettuaan hankkeesta vastaavalle otettavaksi huomioon ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä.

3.4.11 Viro

Viron ilmastoministeriö ilmoittaa vastauksessaan, että Viro osallistuu hanketta koskevaan ympäristövaikutusten arviointimenettelyyn. Viron vastauksen liitteenä on lausunto Viron pelastustoimelta.

Viron pelastustoimen mukaan arviointiselostuksessa tulee kuvata tarkemmin, miten laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja tehonkorotus vaikuttavat naapurivaltioihin mukaan lukien Viroon erityisesti sen osalta, kohdistuuko uhkaa ihmisten henkeen ja terveyteen ja jos niin kuinka laajasti. Tämän perusteella Viro voi arvioida, olisiko onnettomuustilanteessa tarvetta toteuttaa Viron säteilyvalmiussuunnitelmaa, säteilyvaaratilanteen aiheuttamia pelastustoimenpiteitä Viron pelastustoimen tasolla tai mahdollisen avunpyynnön myötä tukea Suomea resurssein.

3.5 Muut lausunnot ja mielipiteet

3.5.1 Österreichisches Ökologie-Institut, Vorarlberger Plattform gegen Atomgefahr, Anti Atom Komitee, Wiener Plattform Atomkraftfrei, Mütter gegen Atomgefahr | Mothers against Nuclear Hazard, Waldviertler EnergieStammtisch, Verein Lebensraum Waldviertel, atomstopp_atomkraftfrei leben!, Plattform gegen Atomgefahren Salzburg (PLAGE) e.V./Platform Against Nuclear Dangers, Gemeinsam für Sonne und Freiheit, Begegnungszentrum für aktive Gewaltlosigkeit, Jihočeské matky, z.s., NGO Estonian Green Movement

Kansalaisjärjestöjen lausunto sisältää huomioita vaihtoehtoisten energiantuotantomuotojen tarkastelusta, vakavan ydinonnettomuuden valtion rajat ylittävistä vaikutuksista, voimalaitoksen ikääntymisen seurauksista sekä lisääntyvistä ulkoisista uhista. Lausunnon mukaan arviointiselostuksessa tulisi esittää uusiutuvan energian käyttöön sekä energiatehokkuuteen ja energiansäästötoimiin perustuva vaihtoehto sekä pitkän aikavälin ennuste Suomen energiantarpeesta.

Lausunnon mukaan arviointiselostuksessa tulee antaa enemmän tietoa vakavan onnettomuuden seurauksista. Tässä yhteydessä viitataan Flexrisk-tutkimushankkeeseen, joka lausunnon mukaan osoittaa, että reaktoripaineastian rikkoutumisen ja suojarakennuksen varhaisen sulkemisen seurauksena laitosyksiköistä voi vapautua suuri osa niiden radioaktiivisesta varastosta. Lausunnon mukaan leviämislaskennassa käytettävä 1 000 km raja ei siten ole riittävä. Lausunnon mukaan uusia ydinvoimalaitoksia koskevia turvallisuusstandardeja ei voida soveltaa vanhoihin laitoksiin. Lisäksi lausunnon mukaan vakavan onnettomuuden riski kasvaa ydinvoimalaitoksen ikääntyessä.

Lausunnossa kiinnitetään lisäksi huomiota ulkoisiin uhkiin, kuten terrorismiin ja sodankäyntiin. Edelleen lausunnossa kiinnitetään huomiota ilmastonmuutoksen aiheuttamiin riskeihin, kuten tulviin ja muihin äärimmäisiin sääilmiöihin. Järjestöjen mukaan arviointiselostuksessa tulisi huomioida, miten em. riskit lisääntyvät laitoksen ikääntyessä. Lisäksi arviointiselostukseen tulisi sisällyttää onnettomuuslaskelmat, joissa on korkein lähdetermi, jonka osa riski ei ole nolla ja leviämislaskelmat koko Euroopalle, ei vain 1 000 km säteelle.

3.5.2 Miljovänner för kärnkraft

Miljovänner för kärnkraft -järjestö kannattaa hankevaihtoehtoa VE2b, ts. laitosyksiköiden käyttöiän jatkamista korotetulla teholla vuoteen 2058. Järjestön mukaan ko. vaihtoehto yhdessä Espoon sopimuksen mukaisen ympäristönäkökulman kanssa on paras vaihtoehto ympäristön kokonaisvaltaiselle huomioimiselle sähköntuotannossa Suomessa ja siten koko pohjoismaisilla sähkömarkkinoilla.

3.6 Yleisötilaisuudessa esitetyt huomiot

Työ- ja elinkeinoministeriö järjesti yhteistyössä hankkeesta vastaavan kanssa arviointiohjelmaa koskevan yleisötilaisuuden Olkiluodon vierailukeskuksessa 6.2.2024 klo 17:30–19.30. Tilaisuudessa oli myös etäosallistumismahdollisuus. Tilaisuudessa keskusteltiin muun ohella kantaverkkoon mahdollisesti aiheutuvasta sähkönsiirron lisätarpeesta, jäähdytysveden lämpötilan noususta sekä määrästä, Säteilyturvakeskuksen roolista, käytettävän ydinpolttoaineen määrän kasvusta sekä ilmastonmuutoksen vaikutusten huomioimisesta arvioinnissa.

4 Yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta

Työ- ja elinkeinoministeriön lausunto perustuu ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun lain 16 sekä 18 §:ssä sekä ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetun valtioneuvoston asetuksen (277/2017, jäljempänä myös YVA-asetus) 3 §:ssä säädettyihin vaatimuksiin sekä

arviointiohjelmasta saatuihin lausuntoihin ja mielipiteisiin. Ministeriö katsoo, että arviointiohjelma täyttää YVA-asetuksen 3 §:ssä säädetyt sisältövaatimukset. Arviointiohjelmassa on esitetty kuvaus hankkeesta, sen tarkoituksesta, suunnitteluvaiheesta, sijainnista, koosta, maankäyttötarpeesta ja hankkeen liittymisestä muihin hankkeisiin. Lisäksi ohjelma sisältää tiedot hankkeesta vastaavasta, arvion hankkeen suunnittelu- ja toteuttamisaikataulusta sekä tiedot hankkeen toteuttamisen edellyttämistä suunnitelmista ja luvista. Lisäksi ohjelmassa on esitetty edellä mainitun pykälän edellyttämällä tavalla hankkeen kohtuulliset vaihtoehdot, jotka ovat hankkeen ja sen erityisominaisuuksien kannalta varteenotettavia, ja joista yhtenä vaihtoehtona on hankkeen toteuttamatta jättäminen.

Ministeriö katsoo, että arviointiohjelma on riittävän laaja ja tarkka suunnitelma hankkeen ympäristövaikutusten arvioimiseksi edellyttäen, että tässä lausunnossa esitetyt asiat otetaan huomioon hankkeen edetessä ja YVA-menettelyn myöhemmissä vaiheissa. Yhteysviranomaisen vastaanottamisessa lausunnoissa ja mielipiteissä on lisäksi esitetty muitakin kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin hankkeesta vastaavan on syytä kiinnittää huomiota.

4.1 Arvioitavat ympäristövaikutukset ja niiden selvittäminen

Arviointiohjelma sisältää YVA-asetuksen 3 §:n edellyttämällä tavalla kuvauksen hankkeen todennäköisen vaikutusalueen ympäristön nykytilasta ja kehityksestä sekä ehdotuksen tunnistetuista ja arvioitavista ympäristövaikutuksista, mukaan lukien valtion rajat ylittävät ympäristövaikutukset ja yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa, sekä perustelut arvioitavien ympäristövaikutusten rajaukselle. Lisäksi ohjelmassa on esitetty tiedot ympäristövaikutuksia koskevista laadituista ja suunnitelluista selvityksistä sekä aineiston hankinnassa ja arvioinnissa käytettävistä menetelmistä ja niihin liittyvistä oletuksista.

Arviointiohjelman mukaan alustavien suunnittelutietojen perusteella merkittävimmiksi ympäristövaikutuksiksi on tunnistettu tässä vaiheessa käytön jatkamisen osalta nykyisenkaltaisten vaikutusten jatkuminen nykyisen käyttölupajakson jälkeen joko vuoteen 2048 tai vuoteen 2058 saakka. Tehonkorotuksen tapauksessa laitosyksiköiden toimintaan tulee joitakin muutoksia, joista merkittävin on jäähdytysveden lämpökuorman kasvu. Alustavien tietojen perusteella merialueelle purettavan jäähdytysveden lämpötila nousisi n. 1 °C nykyiseen toimintaan verrattuna. Tämän vaikutuksena seuraukset pintavesistöön ja kalastoon lisääntyisivät hieman, kun huomioon otetaan myös ilmastonmuutosskenaariot.

Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen merkittävyydeltään suurimmat myönteiset vaikutukset ovat hyvin todennäköisesti aluetaloudellisia. Myös energiamarkkinoihin arvioidaan kohdistuvan merkittävyydeltään suuria myönteisiä vaikutuksia. Lisäksi hankkeella arvioidaan alustavasti olevan merkittävyydeltään myönteisiä vaikutuksia mm. kasvihuonekaasupäästöihin ja ilmastonmuutokseen hillitsemiseen.

Arviointiohjelman mukaan ympäristövaikutusten tarkastelualueen rajaus pyritään määrittämään niin laajaksi, ettei merkittäviä ympäristövaikutuksia voida olettaa ilmenevän tarkasteltavan alueen ulkopuolella. Mikäli arviointimenettelyn aikana todetaan, että jollakin ympäristövaikutuksella on ennakoitua laajempi vaikutusalue, määritellään vaikutusalue uudelleen. Ympäristövaikutuksia tarkastellaan erityisesti voimalaitosalueella ja sen lähiympäristössä, mutta tarkastelualue ulotetaan tarvittaessa myös laajemmalle. Arviointiohjelman mukaan vaikutusten tarkastelualueet on määritetty niin laajalle alueelle kuin vaikutukset voisivat enimmillään yltää. Arviointiohjelmassa todetaan, että todellisuudessa ympäristövaikutukset jäävät todennäköisesti tarkastelualuetta pienemmälle alueelle.

Arviointiohjelman mukaan arviointiin liittyvät epävarmuustekijät ja niiden merkitys kuvataan arviointiselostuksessa. Lisäksi osana ympäristövaikutusten arviointityötä tarkastellaan mahdollisuuksia ehkäistä tai lieventää hankkeen mahdollisia haittavaikutuksia muun muassa suunnittelun ja toteutuksen keinoin. Tunnistetut haittojen ehkäisy- ja lievennyskeinot esitetään YVA-selostuksessa. Ympäristövaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa otetaan huomioon sekä muutoksen suuruus että vaikutuskohteen herkkyys. Vaikutukset luokitellaan merkittävyyden perusteella vähäisiin, kohtalaisiin, suuriin ja erittäin suuriin. Vaikutukset voivat olla ympäristön kannalta joko myönteisiä tai kielteisiä.

Seuraavaksi ministeriö esittää joitakin yksityiskohtaisia huomioita, joihin hankkeesta vastaavan tulee kiinnittää huomiota hankkeen jatkotyössä.

4.1.1 Käytön jatkaminen, lämpötehon korottaminen ja laitoksen ikääntymisen hallinta

Laitosyksiköiden käytön jatkaminen liittyy arviointimenettelyssä tarkasteltaviin molempiin toteutusvaihtoehtoihin, jotka ovat käytön jatkaminen nykyisellä teholla vuoteen 2048 (VE1a) tai 2058 (VE1b) sekä käytön jatkaminen korotetulla teholla vuoteen 2048 (VE2a) tai 2058 (VE2b).

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että laitosyksiköt ovat kelpoistettu 60 vuoden käyttöiälle. Järjestelmien kelpoistus 70 tai 80 vuoden käyttöiälle on suunniteltu tehtävän erillisen hallintaohjelman avulla vuoteen 2038 mennessä. Arviointiohjelman mukaan käytön jatkamisen aikana noudatetaan samoja ydin- ja säteilyturvallisuuden perusperiaatteita kuin nykyään muuttuvan lainsäädännön vaatimukset huomioiden. Mahdollisen käytön jatkamisen aikana tehdään myös turvallisuusparannuksia hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti. Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat ylläpito- ja parannustyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisällä eikä lisärakentamiselle ole tarvetta voimalaitosalueella.

Laitosyksiköiden lämpötehon korottaminen liittyy hankevaihtoehtoihin VE2a ja VE2b. Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköillä jo aikaisempina vuosina tehdyt ylläpito- ja parannustyöt mahdollistavat tehonkorotuksen toteuttamisen ja yhdistämisen viimeistään vuonna 2028 tehtävään määräaikaiseen turvallisuusarviointiin. Arviointiohjelman mukaan reaktorin lämpötehon nosto voidaan toteuttaa olemassa olevien järjestelmien muutoksilla ja uudelleenparametrisoinnilla ilman, että niiden toiminnallisuutta olennaisesti muutetaan.

Työ- ja elinkeinoministeriö pitää tärkeänä, että mahdolliseen laitosyksiköiden käyttöiän jatkamiseen liittyvät riskitekijät sekä laitoksen ikääntymisen vaikutukset selvitetään sekä keinot vaikutusten estämiseksi tai lieventämiseksi arvioidaan huolellisesti. Säteilyturvakeskus arvioi käytön jatkamisen ja lämpötehon korottamisen turvallisuutta myöhemmin lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

Lisäksi ministeriö toteaa, että arviointiselostuksessa tulisi tiiviisti kuvata niitä menetelmiä, joilla ikääntymistä seurataan sekä ikääntymisen seurauksia vähennetään. Erityisesti tulisi kuvata niitä menetelmiä, joilla ehkäistään mahdollisia ikääntymisestä seuraavia onnettomuus- sekä siten suuren päästön riskejä. Arviointiselostuksessa tulisi myös käsitellä BAT-periaatteen soveltamista päästöjen pienentämiseen tai ehkäisemiseen. Myös tehonkorotuksen vaikutus ikääntymiseen tulisi käsitellä.

4.1.2 Pinta- ja pohjavedet sekä kalasto

Arviointiohjelmassa on tunnistettu käytön jatkamisen tapauksessa merkittävimmiksi ympäristövaikutuksiksi nykyisenkaltaisten vaikutusten jatkumisen ja lämpötehon korottamisen tapauksessa

jäähdytysveden lämpökuorman kasvun. Alustavien tietojen perusteella merialueelle purettavan jäähdytysveden lämpötila nousisi n. 1 °C nykyiseen toimintaan verrattuna. Tämän vaikutuksena seuraukset pintavesistöön ja kalastoon lisääntyisivät hieman, kun huomioon otetaan myös ilmastonmuutosskenaariot.

Arviointiohjelman mukaan hankkeen aiheuttaman lämpökuormituksen vaikutukset merialueen fysikaalis-kemialliseen vedenlatuun, jäätilanteeseen ja mahdolliset epäsuorat vaikutukset ekologiseen ja kemialliseen tilaan eri vaihtoehdoissa arvioidaan asiantuntija-arviona perustuen merialueen nykytilatietoon ja lämpimän jäähdytysveden leviämismallinnukseen. Tarkastelualueena arvioinnissa on Olkiluodon lähimerialue noin 10 km säteellä. Pohjavesivaikutusten arvioinnissa tarkastellaan, aiheutuuko hankkeesta vaikutuksia pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen. Arvioinnin lähtötietoina käytetään olemassa olevia tutkimustietoja alueen pohjavesiolosuhteista sekä pohjaveden laadusta.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että jäähdytysvesien vaikutukset ovat merkittävin ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikaisista ympäristövaikutuksista. Ministeriön näkemyksen mukaan vesistöihin kohdistuvien vaikutusten arviointia ei tule kuitenkaan rajoittaa ainoastaan jäähdytysvesiin, vaan vaikutukset tulee arvioida koko laitoksen toiminnan osalta. Mallinnuksessa tulee huomioida ilmastonmuutoksen merkitys hankkeen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin.

4.1.3 Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja ulkoiset uhat

Arviointiohjelman mukaan ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit (esim. merenpinnan korkeuden nouseminen tai tulvat) hankkeelle tunnistetaan YVA-selostusvaiheessa niihin liittyvien mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden osalta ja riskeihin varautuminen kuvataan.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että ilmastonmuutos vaikuttaa laitokseen kohdistuviin ulkoisiin uhkiin, muun ohella sään ääri-ilmiöihin. Ministeriö katsoo, että arviointiselostuksessa tulisi arvioida ilmastonmuutoksen laitospaikalla aiheuttamia ilmiöitä sekä niihin varautumista. Hankkeen ulkoisiin uhkiin kuuluu sään ääri-ilmiöiden lisäksi myös muita uhkia. Ulkoiset uhat sekä ilmastonmuutoksesta aiheutuvat riskit tulee ottaa huomioon hankkeen turvallisuutta arvioitaessa. Säteilyturvakeskus arvioi hankkeen turvallisuutta myöhemmin lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä.

4.1.4 Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteily

Arviointiohjelman mukaan työntekijöiden säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutuksia arvioidaan perustuen voimalaitoksen toteutuneisiin radioaktiivisten aineiden päästöihin ja työntekijöiden saamiin säteilyannoksiin. Toiminnan radioaktiiviset päästöt ilmaan ja vesistöön sekä niistä ympäristön asukkaille aiheutuneet laskennalliset säteilyannokset esitetään ja niitä verrataan asetettuihin päästörajoihin ja annosrajoituksiin. Tarkastelualueena on laitosalueen ympäristössä toteutettavan säteilytarkkailun mukaisesti noin 10 km alue, lisäksi säteilyannoslaskennassa tarkastelualue on 100 km.

Työ- ja elinkeinoministeriö pitää esitettyä arviointia asianmukaisena. Lisäksi ministeriö toteaa, että työntekijöiden säteilyannoksia tulee tarkastella ALARA-periaatteen mukaisesti huomioiden myös tehonkorotuksen vaikutus.

4.1.5 Jätteet ja sivutuotteet

Arviointiohjelman mukaan YVA-selostuksessa kuvataan ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden sekä tavanomaisten ja vaarallisten jätteiden määrä, laatu ja käsittely. Näihin liittyvät ympäristövaikutukset arvioidaan perustuen muun muassa jätteiden ja sivutuotteiden ominaisuuksiin, jätteiden käsittelymenetelmiin sekä loppusijoitusratkaisuihin. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja välivarastointi voimalaitosalueella sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset voimalaitokselta Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle Olkiluodossa kuvataan. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ja loppusijoituksen ympäristövaikutukset on arvioitu Posivan tekemässä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä, jonka päätulokset kuvataan YVA-selostuksessa. Lisäksi hyödynnetään kuljetuksia koskevaa riski- ja toteutustapaselvitystä.

Arviointiohjelman mukaan käyttöiän jatkamisella ei ole vaikutusta vuosittain käytettävän polttoaineen määrään vaan vuosittain reaktorista poistettavan polttoaineen määrä pysyy nykytasolla (19 t/v). Laitosyksiköiden käyttöä jatkettaessa käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Jos käyttöä jatketaan vuodesta 2038 vuoteen 2048, kasvaa käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä yhteensä noin 378 t. Jos käyttö jatkuu vuoteen 2058 on vastaava lisäys noin 767 t. Nykyisen suunnitelman mukaisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitus Posivalla on tarkoitus aloittaa 2020-luvulla, jolloin käytetyn polttoaineen välivaraston (KPA) kapasiteetti on riittävä ottamaan vastaan OL1- ja OL2 –laitosyksiköiltä tulevan käytetyn polttoaineen. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi merkittävästi, voidaan KPA-varaston varastointikapasiteettia joutua nostamaan.

Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että Posiva tulee luvittamaan loppusijoituslaitoksensa kapasiteetin vastaamaan omistajiensa ydinvoimalaitosten tarpeita. Posiva on aikaisemmin toteuttanut YVA-menettelyn 12 000 t käytettyä ydinpolttoainetta, johon sisältyivät suunnitteilla olleet Olkiluoto 4- ja Loviisa 3 –laitosyksiköt. Em. ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella vaikutukset ympäristöön eivät merkittävästi kasva, vaikka polttoainetta loppusijoitettaisiin enemmän. Arviointiohjelman mukaan käyttöiän jatkaminen ei vaikuta merkittävästi hyvin matala-, ja matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden vuosittain kertyvään määrään. Edellä mainittujen ydinjätteiden kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Ohjelmassa arvioidaan, että yhtiön voimalaitosjäteluolan loppusijoituskapasiteetti riittää ko. ydinjätteiden loppusijoittamiseen.

Työ- ja elinkeinoministeriön näkemyksen mukaan ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja tehon korottaminen kasvattaa käytetyn ydinpolttoaineen määrää merkittävästi. Myös muun ydinjätteen kokonaismäärä kasvaa. Ministeriö pitää tärkeänä yhtiön suunnittelemaa selvitystä jätteistä ja sivutuotteista Olkiluodon alueella. Huomiota tulee kiinnittää käyttöiän jatkamisen edellyttämien ydinjätehuollon järjestelyjen riittävyyteen ja oikea-aikaisuuteen. Huomiota tulee kiinnittää myös tehonkorotuksen edellyttämien polttoaineteknisten muutosten mahdollisiin vaikutuksiin olemassa oleviin ydinjätehuollon järjestelyihin. Mikäli ydinjätehuollon toteuttamisen aiheuttamien ympäristövaikutusten arvioinnissa viitataan aiemmin toteutettuihin ympäristövaikutusten arviointeihin, niiden merkittävimmät vaikutukset tulee kuvata.

4.1.6 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet ja valtion rajat ylittävät vaikutukset

Arviointiohjelman mukaan YVA-selostuksessa tarkastellaan kuvitteellisena onnettomuustapauksena vakavaa reaktorionnettomuutta. Arvio pohjautuu oletukseen, jossa ympäristöön vapautuu ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 b §:n mukaisesti vakavan onnettomuuden raja-arvoa vastaava määrä radioaktiivisia aineita (100 TBq Cs-137-nuklidia). Onnettomuuspäästön leviämisen vaikutuksia tarkastellaan 1 000 km etäisyydelle saakka voimalaitoksesta. Päästöstä aiheutuva laskeuma ja säteilyannos sekä vaikutukset ympäristöön kuvataan mallinnuksen tuloksien ja ole-

massa olevan tutkimustiedon perusteella. Lisäksi YVA-selostuksessa kuvataan tunnistettuja voimalaitoksen toimintaan liittyviä ympäristö- ja turvallisuusriskejä sekä arvioidaan mahdollisien poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia perustuen mm. viranomaisvaatimuksiin ja voimalaitoksen turvallisuus- ja riskianalyyseihin.

Arviointiohjelman mukaan YVA-menettelyssä tarkasteltavien vaihtoehtojen osalta alustavan arvion mukaan ainoastaan vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena syntyvien radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutus voisi ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle. YVA-selostuksessa arvioidaan mahdollisia Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia muun muassa leviämislaskennan perusteella, jossa onnettomuuspäästön leviämisen vaikutuksia tarkastellaan 1 000 km etäisyydelle saakka voimalaitoksesta. Lisäksi tarkastellaan muita muun muassa poikkeus- ja onnettomuustilanteisiin sekä kuljetuksiin liittyviä mahdollisia riskejä sekä arvioidaan voivatko vaikutukset ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Suomessa on asetettu suuren päästön raja-arvoksi 100 TBq cesium-137 -päästölle ja tätä arvoa on käytetty lähdeterminä, joka kuvaa suomalaisissa ympäristövaikutusten arvioinneissa INES 6 –luokan onnettomuutta. Ministeriö katsoo, että hankkeesta vastaavan on tarkoituksenmukaista esittää vertailua käytetyn lähdetermin sekä sitä realistisemman, tarkasteltavalle laitokselle arvioidun päästön välillä. Samassa yhteydessä hankkeesta vastaavan on myös hyvä selvittää niitä laitoksen turvallisuusperiaatteita, joilla pyritään estämään tai pienentämään suurta päästöä vakavien onnettomuuksien tilanteessa.

Lisäksi ministeriö toteaa, että arviointiselostuksessa tulee käsitellä myös mahdollisia muita poikkeustilanteita ja riskejä, kuten tulipaloja tai kuljetuksiin liittyviä riskitilanteita. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnissa ei tule rajoittua suojavyöhykkeeseen tai pelastustoiminnan varautumisalueeseen. Arviointiselostuksessa on esiteltävä erilaisia päästöjä aiheuttavia onnettomuustilanteita ja kuvattava havainnollistavien esimerkkien avulla vaikutusalueiden laajuutta sekä päästöjen vaikutuksia ihmisiin ja luontoon.

4.1.7 Energiamarkkinat ja huoltovarmuus

Arviointiohjelman mukaan vaikutuksia energiamarkkinoille ja huoltovarmuuteen arvioidaan Suomen ja Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden tilastotietojen sekä ennusteiden ja selvitysten pohjalta ottaen huomioon Suomen tavoite hiilineutraalisuudesta vuoteen 2035 mennessä. Vaikutuksia sähkömarkkinoihin ja Suomen huoltovarmuuteen tarkastellaan hankkeen eri vaihtoehtojen aikataulu huomioiden.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että energiamarkkinoihin ja huoltovarmuuteen kohdistuvia vaikutuksia on asianmukaista arvioida, mutta hankkeesta vastaavalta ei edellytetä maanlaajuisten energiamarkkinoita ja huoltovarmuutta koskevien tarkastelujen tekemistä.

4.2 Arviointiohjelman laatijoiden pätevyys

YVA-lain 33 §:n mukaan hankkeesta vastaavan on varmistettava, että sillä on käytettävissään riittävä asiantuntemus ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laadintaan. Yhteysviranomainen arvioi arviointiohjelmaa ja -selostusta tarkastaessaan asiantuntemuksen. Lain esitöiden (HE 259/2016 vp, 33 §:n yksityiskohtaiset perustelut) mukaan säännös on joustava, sillä koulutuksen ja kokemuksen lisäksi voidaan asiantuntemuksen riittävyyttä arvioitaessa ottaa huomioon esimerkiksi hankkeesta vastaavan käyttämien asiantuntijoiden käytännössä osoitettu erityisalan osaaminen.

Ympäristövaikutusten arviointiohjelman on laatinut konsulttityönä Ramboll Finland Oy. Arviointiohjelman liitteessä 2 on esitetty YVA-työryhmään osallistuneet asiantuntijat.

Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että arviointiohjelmassa on YVA-asetuksen 3 §:n edellyttämällä tavalla esitetty tarpeellisessa määrin tiedot arviointiohjelman laatijoiden pätevyydestä. Ministeriö katsoo, että hankkeesta vastaavalla on käytettävissään riittävä asiantuntemus ympäristövaikutusten arviointiohjelman laadintaan.

4.3 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä

Arviointiohjelma sisältää suunnitelman arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen ja vuorovaikutuksen järjestämisestä. Arviointiohjelmassa kuvataan arviointiohjelman ja myöhemmin arviointiselostuksen yhteydessä järjestettävät yleisötilaisuudet. Arviointimenettelyä varten aiotaan perustaa eri sidosryhmistä koostuva seurantaryhmä.

Arviointiohjelma sisältää hankkeen sekä YVA-menettelyn alustavan aikataulun. Arviointiohjelmassa esitetyn arvion mukaan hankkeesta vastaava toimittaa arviointiselostuksen yhteysviranomaiselle elokuussa 2024. Arviointiselostuksen nähtävilläoloaika olisi vuoden 2024 elo-, syys- ja lokakuussa. Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä annettaisiin tällöin joulukuussa 2024.

Ministeriö toteaa, että arviointiohjelmassa on YVA-asetuksen 3 §:n edellyttämällä tavalla esitetty tarpeellisessa määrin suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä sekä näiden liittymisestä hankkeen suunnitteluun ja arvio arviointiselostuksen valmistumisajankohdasta.

5 Yhteysviranomaisen lausunnon toimittaminen ja siitä tiedottaminen

Yhteysviranomainen toimittaa YVA-lain 18 §:n mukaisesti lausunnon sekä muut lausunnot ja mielipiteet hankkeesta vastaavalle. Lausunto toimitetaan samalla tiedoksi asianomaisille viranomaisille sekä julkaistaan ministeriön verkkosivuilla osoitteessa https://tem.fi/olkiluoto-ol1-ja-ol2-yva-ohjelma.

Ympäristö- ja ilmastoministeri Kai Mykkänen

Erityisasiantuntija Hanna-Mari Kyllönen

Jakelu Teollisuuden Voima Oyj

Tiedoksi Asianomaiset viranomaiset
Muut lausunnonantajat

VN/1026/2024-TEM-51

Seuraavat henkilöt ovat allekirjoittaneet tämän asiakirjan sähköisesti /

Följande personer har undertecknat denna handling elektroniskt /

This document has been signed electronically by the following persons:

Liite 4. Yhteysviranomaisen lausunnon huomioon ottaminen arviointiselostusta laadittaessa

Yhteysviranomaisena toimiva työ- ja elinkeinoministeriö antoi lausuntonsa hankkeen YVA-ohjelmasta 25.4.2024. Lausunnon mukaan Teollisuuden Voima Oyj:n laatima YVA-ohjelma kattaa YVA-asetuksen 3 §:n mukaiset sisältövaatimukset. Yhteysviranomainen katsoi, että arviointiohjelma oli laajuudeltaan ja tarkkuudeltaan riittävä suunnitelma hankkeen ympäristövaikutusten arvioimiseksi edellyttäen, että yhteysviranomaisen lausunnossa esitetyt asiat otetaan huomioon hankkeen edetessä ja YVA-menettelyn myöhemmissä vaiheissa. Lisäksi lausunnoissa ja mielipiteissä on esitetty muitakin kysymyksiä, huomautuksia ja näkökohtia, joihin hankkeesta vastaavan on erityisesti syytä kiinnittää huomiota. Arviointiselostuksessa on esitettävä YVA-asetuksen 4 § kohdan 15 mukaisesti selvitys siitä, miten yhteysviranomaisen lausunto arviointiohjelmasta on otettu huomioon.

Oheisessa taulukossa on tiivistetysti esitetty asiat, joihin yhteysviranomaisen lausunnon mukaan tulee erityisesti kiinnittää huomiota vaikutusten arviointityön aikana tai täydentää arviointiselostuksen laadinnassa. Taulukon oikeanpuoleisessa sarakkeessa on kuvattu, miten lausunnot on otettu huomioon YVA-selostuksessa.

Yhteysviranomaisen lausunnon pääkohdat	Huomiointi YVA-selostuksessa
4.1 Arvioitavat ympäristövaikutukset ja niiden selvittäminen	
Seuraavaksi ministeriö esittää joitakin yksityiskohtaisia huomioita, joihin hankkeesta vastaavan tulee kiinnittää huomiota hankkeen jatkotyössä.	
4.1.1 Käytön jatkaminen, lämpötehon korottaminen ja laitoksen ikääntymisen hallinta	
Laitosyksiköiden käytön jatkaminen liittyy arviointimenettelyssä tarkasteltaviin molempiin toteutusvaihtoehtoihin, jotka ovat käytön jatkaminen nykyisellä teholla vuoteen 2048 (VE1a) tai 2058 (VE1b) sekä käytön jatkaminen korotetulla teholla vuoteen 2048 (VE2a) tai 2058 (VE2b). Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että laitosyksiköt ovat kelpoistettu 60 vuoden käyttöiälle. Järjestelmien kelpoistus 70 tai 80 vuoden käyttöiälle on suunniteltu tehtävän erillisen hallintaohjelman avulla vuoteen 2038 mennessä. Arviointiohjelman mukaan käytön jatkamisen aikana noudatetaan samoja ydin- ja säteilyturvallisuuden perusperiaatteita kuin nykyään muuttuvan lainsäädännön vaatimukset huomioiden. Mahdollisen käytön jatkamisen aikana tehdään myös turvallisuusparannuksia hyvän turvallisuuskulttuurin mukaisesti. Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköiden käytön jatkamisen vaatimat ylläpito- ja parannustyöt toteutetaan laitosyksiköiden sisällä eikä lisärakentamiselle ole tarvetta voimalaitosalueella. Laitosyksiköiden lämpötehon korottaminen liittyy hankevaihtoehtoihin VE2a ja VE2b. Arviointiohjelman mukaan laitosyksiköillä jo aikaisempina vuosina tehdyt ylläpito- ja parannustyöt mahdollistavat tehonkorotuksen toteuttamisen ja yhdistämisen viimeistään vuonna 2028 tehtävään määräaikaiseen turvallisuusarviointiin. Arviointiohjelman mukaan reaktorin lämpötehon nosto voidaan toteuttaa olemassa olevien järjestelmien muutoksilla ja uudelleenparametrisoinnilla ilman, että niiden toiminnallisuutta olennaisesti muutetaan.	Hankkeen vaihtoehdot on kuvattu luvuissa 1.3 ja 3.

Yhteysviranomaisen lausunnon pääkohdat	Huomiointi YVA-selostuksessa
Työ- ja elinkeinoministeriö pitää tärkeänä, että mahdolliseen laitosyksiköiden käyttöiän jatkamiseen liittyvät riskitekijät sekä laitoksen ikääntymisen vaikutukset selvitetään sekä keinot vaikutusten estämiseksi tai lieventämiseksi arvioidaan huolellisesti. Säteilyturvakeskus arvioi käytön jatkamisen ja lämpötehon korottamisen turvallisuutta myöhemmin lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä. Lisäksi ministeriö toteaa, että arviointiselostuksessa tulisi tiiviisti kuvata niitä menetelmiä, joilla ikääntymistä seurataan sekä ikääntymisen seurauksia vähennetään. Erityisesti tulisi kuvata niitä menetelmiä, joilla ehkäistään mahdollisia ikääntymisestä seuraavia onnettomuus- sekä siten suuren päästön riskejä. Arviointiselostuksessa tulisi myös käsitellä BAT-periaatteen soveltamista päästöjen pienentämiseen tai ehkäisemiseen. Myös tehonkorotuksen vaikutus ikääntymiseen tulisi käsitellä.	Vaihtoehtojen käyttöiän hallintaa ja kunnossapitoa on kuvattu luvuissa 3.2.1 ja 3.3.1. Vaihtoehtoihin liittyvät vaikutukset ja niiden lieventämiskeinot on kuvattu eri vaikutuksittain luvussa 6. Mahdollisia riskitekijöitä ja niihin varautumista on kuvattu luvussa 6.18. Parhaan käyttökelpoisen tekniikan (BAT) soveltamista päästöjen osalta on kuvattu luvussa 3.2.1.
4.1.2 Pinta- ja pohjavedet sekä kalasto	
Arviointiohjelmassa on tunnistettu käytön jatkamisen tapauksessa merkittävimmiksi ympäristövaikutuksiksi nykyisenkaltaisten vaikutusten jatkumisen ja lämpötehon korottamisen tapauksessa jäähdytysveden lämpökuorman kasvun. Alustavien tietojen perusteella merialueelle purettavan jäähdytysveden lämpötila nousisi n. 1 °C nykyiseen toimintaan verrattuna. Tämän vaikutuksena seuraukset pintavesistöön ja kalastoon lisääntyisivät hieman, kun huomioon otetaan myös ilmastonmuutosskenaariot. Arviointiohjelman mukaan hankkeen aiheuttaman lämpökuormituksen vaikutukset merialueen fysikaalis-kemialliseen vedenlatuun, jäätilanteeseen ja mahdolliset epäsuorat vaikutukset ekologiseen ja kemialliseen tilaan eri vaihtoehdoissa arvioidaan asiantuntija-arviona perustuen merialueen nykytilatietoon ja lämpimän jäähdytysveden leviämismallinnukseen. Tarkastelualueena arvioinnissa on Olkiluodon lähimerialue noin 10 km säteellä. Pohjavesivaikutusten arvioinnissa tarkastellaan, aiheutuuko hankkeesta vaikutuksia pohjaveden laatuun, määrään tai pinnankorkeuteen. Arvioinnin lähtötietoina käytetään olemassa olevia tutkimustietoja alueen pohjavesiolosuhteista sekä pohjaveden laadusta. Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että jäähdytysvesien vaikutukset ovat merkittävin ydinvoimalaitoksen normaalikäytön aikaisista ympäristövaikutuksista. Ministeriön näkemyksen mukaan vesistöihin kohdistuvien vaikutusten arviointia ei tule kuitenkaan rajoittaa ainoastaan jäähdytysvesiin, vaan vaikutukset tulee arvioida koko laitoksen toiminnan osalta. Mallinnuksessa tulee huomioida ilmastonmuutoksen merkitys hankkeen aiheuttamiin ympäristövaikutuksiin.	Vaikutuksia pintavesiin (ml. jäähdytys- ja jätevesien sekä vedenoton vaikutukset) on arvioitu luvussa 6.8. Arvioinnissa on otettu huomioon merialueen nykytila (luku 6.8.2) sekä jäähdytysvesimallinnuksessa ilmastonmuutoksen vaikutukset. Mallinnuksessa käytettyjä ilmastonmuutosskenaarioita on kuvattu luvussa 6.8.1. Pintavesien vaikutusarvioinnin tuloksia on hyödynnetty myös mm. kaloihin ja kalastukseen (luku 6.9) sekä kasvillisuuteen, eläimistöön ja suojelualueisiin (luku 6.10) kohdistuvien vaikutusten arvioinnissa. Vaikutukset pohjavesiin on arvioitu luvussa 6.7.
4.1.3 Ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit ja ulkoiset uhat	
Arviointiohjelman mukaan ilmastonmuutoksen aiheuttamat riskit (esim. merenpinnan korkeudennouseminen tai tulvat) hankkeelle tunnistetaan YVA-selostusvaiheessa niihin liittyvien mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteiden osalta ja riskeihin varautuminen kuvataan. Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että ilmastonmuutos vaikuttaa laitokseen kohdistuviin ulkoisiin uhkiin, muun ohella sään ääri-ilmiöihin. Ministeriö katsoo, että arviointiselostuksessa tulisi arvioida ilmastonmuutoksen laitospaikalla aiheuttamia ilmiöitä sekä niihin varautumista. Hankkeen ulkoisiin uhkiin kuuluu sään ääri-ilmiöiden lisäksi myös muita uhkia. Ulkoiset uhat sekä ilmastonmuutoksesta aiheutuvat riskit tulee ottaa huomioon hankkeen turvallisuutta arvioitaessa. Säteilyturvakeskus arvioi hankkeen turvallisuutta myöhemmin lupahakemuksen käsittelyn yhteydessä.	Ulkoisiin uhkiin ja sään ääriolosuhteisiin varautumista on käsitelty luvussa 6.18.4.3.

Yhteysviranomaisen lausunnon pääkohdat	Huomiointi YVA-selostuksessa
4.1.4 Radioaktiivisten aineiden päästöt ja säteily	
Arviointiohjelman mukaan työntekijöiden säteilyaltistusta ja radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutuksia arvioidaan perustuen voimalaitoksen toteutuneisiin radioaktiivisten aineiden päästöihin ja työntekijöiden saamiin säteilyannoksiin. Toiminnan radioaktiiviset päästöt ilmaan ja vesistöön sekä niistä ympäristön asukkaille aiheutuneet laskennalliset säteilyannokset esitetään ja niitä verrataan asetettuihin päästörajoihin ja annosrajoituksiin. Tarkastelualueena on laitosalueen ympäristössä toteutettavan säteilytarkkailun mukaisesti noin 10 km alue, lisäksi säteilyannoslaskennassa tarkastelualue on 100 km. Työ- ja elinkeinoministeriö pitää esitettyä arviointia asianmukaisena. Lisäksi ministeriö toteaa, että työntekijöiden säteilyannoksia tulee tarkastella ALARA-periaatteen mukaisesti huomioiden myös tehonkorotuksen vaikutus.	Radioaktiivisten aineiden päästöjä ja säteilyaltistusta (ml. ympäristön asukkaat ja työntekijät) on tarkasteltu luvussa 6.16. Taustatietoa säteilyn terveysvaikutuksista on kuvattu luvussa 6.17. Mahdollisten poikkeus- ja onnettomuustilanteita ja niiden vaikutuksia on arvioitu luvussa 6.18.
4.1.5 Jätteet ja sivutuotteet	
Arviointiohjelman mukaan YVA-selostuksessa kuvataan ydinvoimalaitoksen toiminnassa syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten jätteiden sekä tavanomaisten ja vaarallisten jätteiden määrä, laatu ja käsittely. Näihin liittyvät ympäristövaikutukset arvioidaan perustuen muun muassa jätteiden ja sivutuotteiden ominaisuuksiin, jätteiden käsittelymenetelmiin sekä loppusijoitusratkaisuihin. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja välivarastointi voimalaitosalueella sekä käytetyn ydinpolttoaineen kuljetukset voimalaitokselta Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle Olkiluodossa kuvataan. Käytetyn ydinpolttoaineen kuljetusten ja loppusijoituksen ympäristövaikutukset on arvioitu Posivan tekemässä kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä, jonka päätelmät kuvataan YVA-selostuksessa. Lisäksi hyödynnetään kuljetuksia koskevaa riski- ja toteutustapaselvitystä. Arviointiohjelman mukaan käyttöiän jatkamisella ei ole vaikutusta vuosittain käytettävän polttoaineen määrään vaan vuosittain reaktorista poistettavan polttoaineen määrä pysyy nykytasolla (19 t/v). Laitosyksiköiden käyttöä jatkettaessa käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Jos käyttöä jatketaan vuodesta 2038 vuoteen 2048, kasvaa käytetyn ydinpolttoaineen kokonaismäärä yhteensä noin 378 t. Jos käyttö jatkuu vuoteen 2058 on vastaava lisäys noin 767 t. Nykyisen suunnitelman mukaisesti käytetyn polttoaineen loppusijoitus Posivalla on tarkoitus aloittaa 2020-luvulla, jolloin käytetyn polttoaineen välivaraston (KPA) kapasiteetti on riittävä ottamaan vastaan OL1- ja OL2 –laitosyksiköiltä tulevan käytetyn polttoaineen. Mikäli Posivan loppusijoittamisen aloittaminen viivästyisi merkittävästi, voidaan KPA-varaston varastointikapasiteettia joutua nostamaan. Arviointiohjelmassa tuodaan esiin, että Posiva tulee luvittamaan loppusijoituslaitoksensa kapasiteetin vastaamaan omistajiensa ydinvoimalaitosten tarpeita. Posiva on aikaisemmin toteuttanut YVA-menettelyn 12 000 t käytettyä ydinpolttoainetta, johon sisältyivät suunnitteilla olleet Olkiluoto 4- ja Loviisa 3 –laitosyksiköt. Em. ympäristövaikutusten arvioinnin perusteella vaikutukset ympäristöön eivät merkittävästi kasva, vaikka polttoainetta loppusijoitettaisiin enemmän. Arviointiohjelman mukaan käyttöiän jatkaminen ei vaikuta merkittävästi hyvin matala-, ja matala- ja keskiaktiivisten ydinjätteiden vuosittain kertyvään määrään. Edellä mainittujen ydinjätteiden kokonaismäärä kuitenkin kasvaa lisäkäyttövuosien mukaan. Ohjelmassa arvioidaan, että yhtiön voimalaitosjäteluolan loppusijoituskapasiteetti riittää ko. ydinjätteiden loppusijoittamiseen.	Käytetyn ydinpolttoaineen määriä ja käsittelyä (ml. KPA-varasto) on kuvattu luvuissa 3.2.6 ja 3.3.6. Muiden ydinjätteiden osalta tiedot on esitetty luvuissa 3.2.7 ja 3.3.7. Vaikutusten arvioinnissa (luku 6.15) on tarkasteltu käytön jatkamisen sekä tehonkorotuksen aikana syntyvien hyvin matala-, matala- ja keskiaktiivisten sekä tavanomaisten jätteiden määrää, laatua ja käsittelyä voimalaitosalueella. Käytetyn ydinpolttoaineen käsittely ja välivarastointi laitosalueella on kuvattu ja niiden ympäristövaikutukset on arvioitu mm. pohjautuen laitoksen toimintasuunnitelmiin. Käytetyn ydinpolttoaineen siirtoja voimalaitokselta Posivan kapselointi- ja loppusijoituslaitokselle sekä loppusijoituskonseptin pääperiaatteita ja pitkäaikaisturvallisuutta on tarkasteltu yleisesti perustuen Posivan selvityksiin.

Yhteysviranomaisen lausunnon pääkohdat	Huomiointi YVA-selostuksessa
Työ- ja elinkeinoministeriön näkemyksen mukaan ydinvoimalaitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja tehon korottaminen kasvattaa käytetyn ydinpolttoaineen määrää merkittävästi. Myös muun ydinjätteen kokonaismäärä kasvaa. Ministeriö pitää tärkeänä yhtiön suunnittelemaa selvitystä jätteistä ja sivutuotteista Olkiluodon alueella. Huomiota tulee kiinnittää käyttöiän jatkamisen edellyttämien ydinjätehuollon järjestelyjen riittävyyteen ja oikea-aikaisuuteen. Huomiota tulee kiinnittää myös tehonkorotuksen edellyttämien polttoaineteknisten muutosten mahdollisiin vaikutuksiin olemassa oleviin ydinjätehuollon järjestelyihin. Mikäli ydinjätehuollon toteuttamisen aiheuttamien ympäristövaikutusten arvioinnissa viitataan aiemmin toteutettuihin ympäristövaikutusten arviointeihin, niiden merkittävimmät vaikutukset tulee kuvata.	
4.1.6 Poikkeus- ja onnettomuustilanteet ja valtion rajat ylittävät vaikutukset	
Arviointiohjelman mukaan YVA-selostuksessa tarkastellaan kuvitteellisena onnettomuustapauksena vakavaa reaktorionnettomuutta. Arvio pohjautuu oletukseen, jossa ympäristöön vapautuu ydinenergia-asetuksen (161/1988) 22 b §:n mukaisesti vakavan onnettomuuden raja-arvoa vastaava määrä radioaktiivisia aineita (100 TBq Cs-137-nuklidia). Onnettomuuspäästön leviämisen vaikutuksia tarkastellaan 1 000 km etäisyydelle saakka voimalaitoksesta. Päästöstä aiheutuva laskeuma ja säteilyannos sekä vaikutukset ympäristöön kuvataan mallinnuksen tuloksien ja olemassa olevan tutkimustiedon perusteella. Lisäksi YVA-selostuksessa kuvataan tunnistettuja voimalaitoksen toimintaan liittyviä ympäristö- ja turvallisuusriskejä sekä arvioidaan mahdollisien poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutuksia perustuen mm. viranomaisvaatimuksiin ja voimalaitoksen turvallisuus- ja riskianalyyseihin. Arviointiohjelman mukaan YVA-menettelyssä tarkasteltavien vaihtoehtojen osalta alustavan arvion mukaan ainoastaan vakavan reaktorionnettomuuden seurauksena syntyvien radioaktiivisten aineiden päästöjen vaikutus voisi ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle. YVA-selostuksessa arvioidaan mahdollisia Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia muun muassa leviämislaskennan perusteella, jossa onnettomuuspäästön leviämisen vaikutuksia tarkastellaan 1 000 km etäisyydelle saakka voimalaitoksesta. Lisäksi tarkastellaan muita muun muassa poikkeus- ja onnettomuustilanteisiin sekä kuljetuksiin liittyviä mahdollisia riskejä sekä arvioidaan voivatko vaikutukset ulottua Suomen rajojen ulkopuolelle. Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että Suomessa on asetettu suuren päästön raja-arvoksi 100 TBq cesium-137 -päästölle ja tätä arvoa on käytetty lähdeterminä, joka kuvaa suomalaisissa ympäristövaikutusten arvioinneissa INES 6 –luokan onnettomuutta. Ministeriö katsoo, että hankkeesta vastaavan on tarkoituksenmukaista esittää vertailua käytetyn lähdetermin sekä sitä realistisemman, tarkasteltavalle laitokselle arvioidun päästön välillä. Samassa yhteydessä hankkeesta vastaavan on myös hyvä selvittää niitä laitoksen turvallisuusperiaatteita, joilla pyritään estämään tai pienentämään suurta päästöä vakavien onnettomuuksien tilanteessa. Lisäksi ministeriö toteaa, että arviointiselostuksessa tulee käsitellä myös mahdollisia muita poikkeustilanteita ja riskejä, kuten tulipaloja tai kuljetuksiin liittyviä riskitilanteita. Poikkeus- ja onnettomuustilanteiden vaikutusten arvioinnissa ei tule rajoittua suojavyöhykkeeseen tai pelastustoiminnan varautumisalueeseen. Arviointiselostuksessa on esiteltävä erilaisia päästöjä aiheuttavia onnettomuustilanteita ja kuvattava havainnollistavien esimerkkien avulla vaikutusalueiden laajuutta sekä päästöjen vaikutuksia ihmisiin ja luontoon.	Vakavan reaktorionnettomuuden kuvitteellista tilannetta ja sen vaikutuksia on kuvattu luvussa 6.18.3. Muita poikkeus- ja onnettomuustilanteita on käsitelty luvussa 6.18.4. Lisäksi Suomen valtion rajat ylittäviä vaikutuksia kuvitteellisessa vakavan reaktorionnettomuuden tilanteessa on kuvattu luvussa 6.19.1.

Yhteysviranomaisen lausunnon pääkohdat	Huomiointi YVA-selostuksessa
4.1.7 Energiamarkkinat ja huoltovarmuus	
Arviointiohjelman mukaan vaikutuksia energiamarkkinoille ja huoltovarmuuteen arvioidaan Suomen ja Pohjoismaiden sähkömarkkinoiden tilastotietojen sekä ennusteiden ja selvitysten pohjalta ottaen huomioon Suomen tavoite hiilineutraalisuudesta vuoteen 2035 mennessä. Vaikutuksia sähkömarkkinoihin ja Suomen huoltovarmuuteen tarkastellaan hankkeen eri vaihtoehtojen aikataulu huomioiden.	Energiamarkkinoihin kohdistuvia vaikutuksia on kuvattu luvussa 6.13.
Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että energiamarkkinoihin ja huoltovarmuuteen kohdistuvia vaikutuksia on asianmukaista arvioida, mutta hankkeesta vastaavalta ei edellytetä maanlaajuisten energiamarkkinoita ja huoltovarmuutta koskevien tarkastelujen tekemistä.	
4.2 Arviointiohjelman laatijoiden pätevyys	
YVA-lain 33 §:n mukaan hankkeesta vastaavan on varmistettava, että sillä on käytettävissään riittävä asiantuntemus ympäristövaikutusten arviointiohjelman ja -selostuksen laadintaan. Yhteysviranomainen arvioi arviointiohjelmaa ja -selostusta tarkastaessaan asiantuntemuksen. Lain esitöiden (HE 259/2016 vp, 33 §:n yksityiskohtaiset perustelut) mukaan säännös on joustava, sillä koulutuksen ja kokemuksen lisäksi voidaan asiantuntemuksen riittävyyttä arvioitaessa ottaa huomioon esimerkiksi hankkeesta vastaavan käyttämien asiantuntijoiden käytännössä osoitettu erityisalan osaaminen. Ympäristövaikutusten arviointiohjelman on laatinut konsulttityönä Ramboll Finland Oy. Arviointiohjelman liitteessä 2 on esitetty YVA-työryhmään osallistuneet asiantuntijat. Työ- ja elinkeinoministeriö toteaa, että arviointiohjelmassa on YVA-asetuksen 3 §:n edellyttämällä tavalla esitetty tarpeellisessa määrin tiedot arviointiohjelman laatijoiden pätevyydestä. Ministeriö katsoo, että hankkeesta vastaavalla on käytettävissään riittävä asiantuntemus ympäristövaikutusten arviointiohjelman laadintaan.	YVA-selostuksen asiantuntijat ja heidän pätevyytensä on esitetty liitteessä 2.
4.3 Suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä	
Arviointiohjelma sisältää suunnitelman arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen ja vuorovaikutuksen järjestämisestä. Arviointiohjelmassa kuvataan arviointiohjelman ja myöhemmin arviointiselostuksen yhteydessä järjestettävät yleisötilaisuudet. Arviointimenettelyä varten aiotaan perustaa eri sidosryhmistä koostuva seurantaryhmä. Arviointiohjelma sisältää hankkeen sekä YVA-menettelyn alustavan aikataulun. Arviointiohjelmassa esitetyn arvion mukaan hankkeesta vastaava toimittaa arviointiselostuksen yhteysviranomaiselle elokuussa 2024. Arviointiselostuksen nähtävilläoloaika olisi vuoden 2024 elo-, syys- ja lokakuussa. Yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä annettaisiin tällöin joulukuussa 2024. Ministeriö toteaa, että arviointiohjelmassa on YVA-asetuksen 3 §:n edellyttämällä tavalla esitetty tarpeellisessa määrin suunnitelma arviointimenettelyn ja siihen liittyvän osallistumisen järjestämisestä sekä näiden liittymisestä hankkeen suunnitteluun ja arvio arviointiselostuksen valmistumisajankohdasta.	Päivitetty YVA-menettelyn aikataulu on kuvattu luvussa 4.4 ja menettelyyn osallistumista 4.5.
5 Yhteysviranomaisen lausunnon toimittaminen ja siitä tiedottaminen	
Yhteysviranomainen toimittaa YVA-lain 18 §:n mukaisesti lausunnon sekä muut lausunnot ja mielipiteet hankkeesta vastaavalle. Lausunto toimitetaan samalla tiedoksi asianomaisille viranomaisille sekä julkaistaan ministeriön verkkosivuilla osoitteessa https://tem.fi/olkiluoto-ol1-ja-ol2-yva-ohjelma.	

Liite 5. Jäähdytysvesimallinnusraportti



Vastaanottaja
Teollisuuden Voima Oyj

Asiakirjatyyppi
Jäähdytysvesimallinnusraportti

Päivämäärä
30.8.2024

Viite
1510076597

OLKILUOTO 1- JA OLKILUOTO 2-LAITOSYKSIKÖIDEN KÄYTTÖIÄN JATKAMINEN JA LÄMPÖTEHON KOROTTAMINEN

VAIKUTUSTEN SIMULOINTI MERIVEDEN VIRTAUKSIIN, LÄMPÖTILOIHIN JA JÄÄPEITTEESEEN

RAMBØLL

VAIKUTUSTEN SIMULOINTI MERIVEDEN VIRTAUKSIIN, LÄMPÖTILOIHIN JA JÄÄPEITTEESEEN

Päivämäärä	30.8.2024
Laatija	AI Innovaatio OY; Arto Inkala
Tarkastaja	Saara Mäkelin
Kuvaus	Vaikutusten simulointi meriveden virtauksiin, lämpötiloihin ja jääpeitteeseen

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

SISÄLTÖ

1.	Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	3
2.	Laskentamalli	3
	Mallihila	3
	Laskentamenetelmät ja parametrit	5
3.	Simulointitilanteet ja lähtötiedot	6
	Simulointijaksot ja skenaariot	6
	Meteorologiset syöttötiedot	7
	Hydrologiset syöttötiedot	8
	Alkuarvot	9
4.	Mallin vertailu mittaustuloksiin	11
	Lämpötila vertailu	11
	Jäävertailu	19
5.	Skenaariot	23
	Vaikutukset meriveden lämpötilaan	23
	Vaikutukset virtauksiin	33
	Vaikutukset jääpeitteeseen	36
6.	Luotettavuusarviot	38
7.	Yhteenveto	39
8.	Lähteet	40
	Liite 1. Virtaus- vedenlaatulaskennan kuvaus	41

1. TUTKIMUKSEN TAUSTA JA TAVOITTEET

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) suunnittelee Olkiluodon OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista ja mahdollista tehonkorotusta. Tähän liittyvää YVA-menettelyä ja Natura-tarveharkintaa varten tarvitaan arvio hankkeen vaikutuksista merialueen tilaan. Alueelle on aiemmin laadittu malli OL4-laitosyksikön Natura-arviointia varten (Inkala & Lauri 2009). Tätä mallisovellusta voitiin käyttää pohjana nyt tehdyssä tutkimuksessa.

2. LASKENTAMALLI

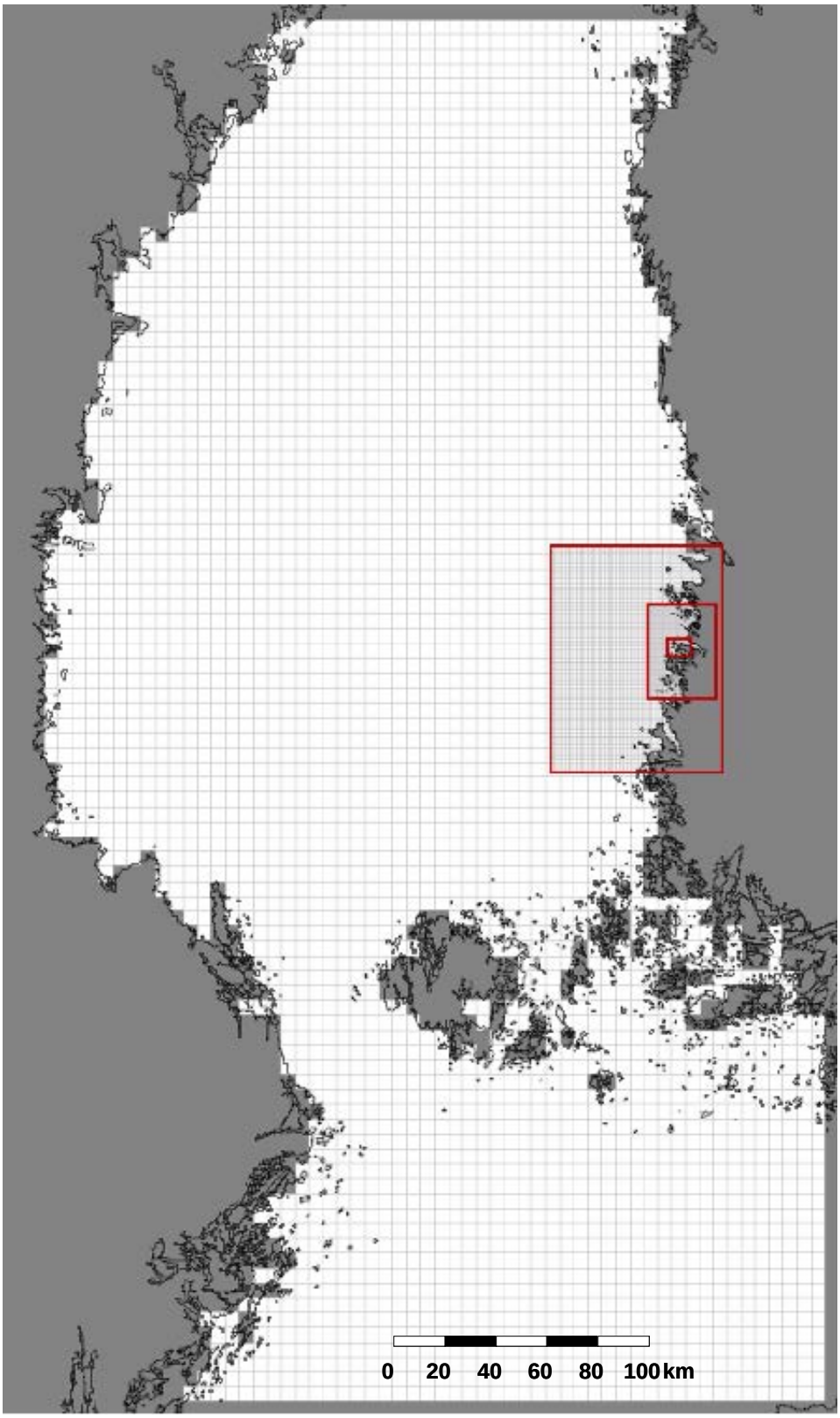
Mallihila

Olkiluodon edustan rannikkoalueen mallintamiseen käytettiin alueellisesti tarkennettua hilaa, jossa on useita sisäkkäisiä tasoja. Varsinainen kohdealue on pyritty mallintamaan tutkimuksen tavoitteisiin ja laskentakapasiteettiin nähden riittävällä tarkkuudella. Karkeampia hiloja käytetään määrittämään kohdealueen hilalle reuna-arvoja. Olkiluodon lähialue on mallinnettu 40 m tarkkuudella (hilatason koko 11 x 10.4 km). Hilan uloin taso käsittää osan Itämerta noin Hiidenmaan tasolta Merenkurkkuun (tarkkuus 5 km, koko 300 x 475 km). Lähialueen ja uloimman alueen väliin tarvittiin lisäksi kaksi hilatasoa, joiden tarkkuudet olivat 1 km ja 200 m. Syvyyssuunnassa hila on jaettu 21 syvyystasoon, joiden koko vaihtelee pinnan lähellä käytetystä puolesta metristä avomeren syvänteissä käytettyyn sataa metriin. Laskentahilan sijainti on esitetty kuvissa 1 ja 2.

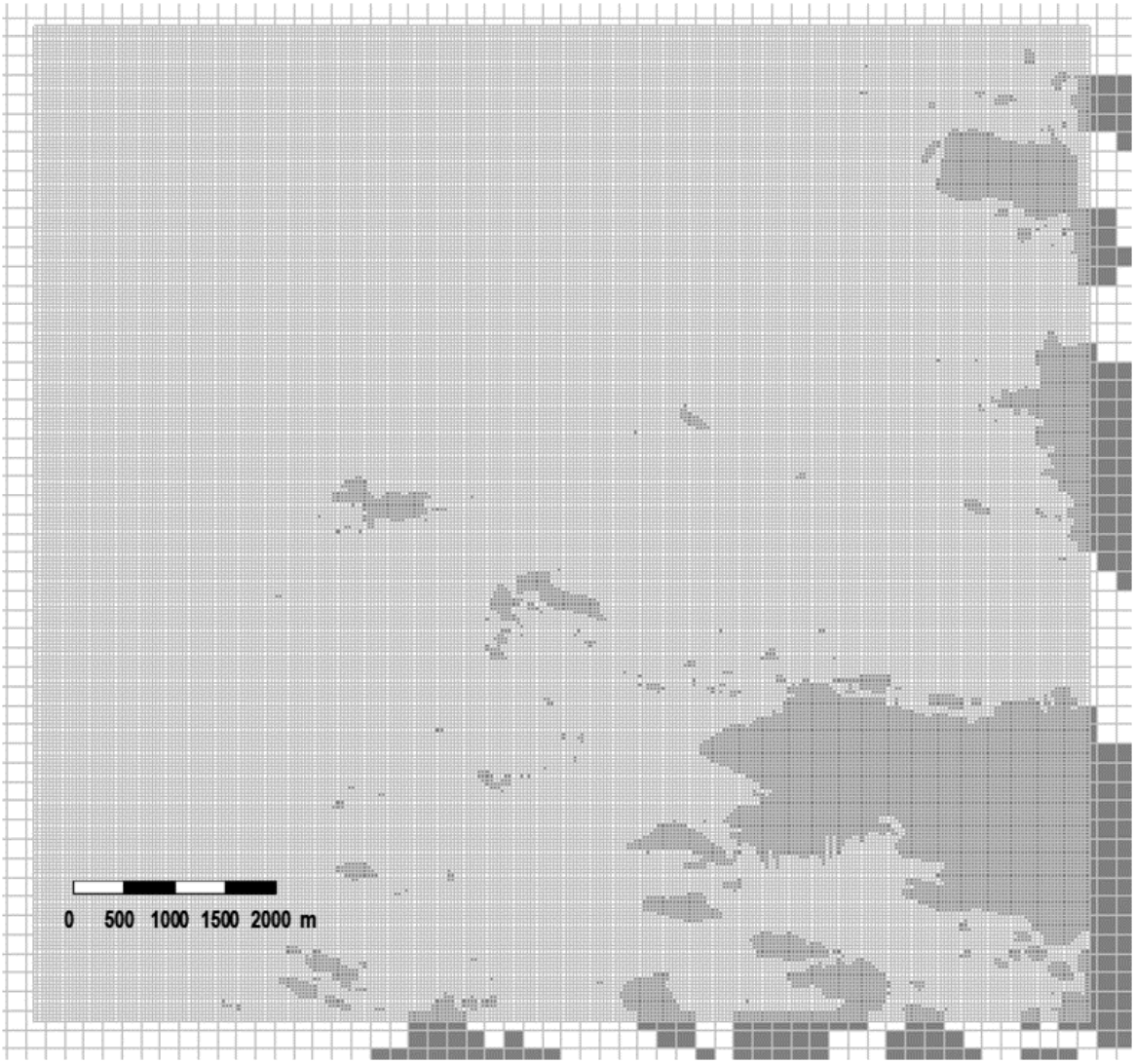
Syvyystietona käytettiin karkeammissa hiloissa Itämerestä saatavilla olevaa vapaata syvyysdataa (Baltic Gis 2008), sekä Olkiluodon lähialueella Merenkulkulaitoksen digitaalista kartta-aineistoa (Merenkulkulaitos 2006). Lähimmän alueen syvyystiedot digitoitiin TVO:n toimittamasta 1 m:n syvyyskäyräaineistosta ja teknisistä piirustuksista. Lineaarinen interpolointi tuottaa rannan läheisiin pisteisiin liian matalia syvyyksiä, mikäli syvyyspisteitä on liian harvassa. Tästä syystä matalin mallihilassa käytetty syvyys on yksi metri.

Tämän pohjana käytetyn OL4-mallisovelluksen rantaviivaa on päivitetty OL3-laitosyksikön jäähdytysvedenotto ja -purku rakenteiden ja Kuusisenmaan pengertien osalta. Myös vedenotto ja -purkupaikkojen läheisiltä merialueilta on ollut käytettävissä uusia mittauksia (Teollisuuden Voima Oyj 2023).

OL4-mallisovelluksen tapaan jäähdytysveden purkupisteen syvyystiedoista poikkeava hilan järjestely täytyi toteuttaa laskennallisista syistä. Purkupisteen ympärillä on oltava riittävästi maa-aluetta, muuten lämpötila-asetukset vuotavat ympäristön vesialueelle. Laskennallista virtausta ohjaamaan tarvitaan ylimääräinen maakoppi poistopisteen alapuolelle sekä suunnattu virtaus, jolloin laskettu virtaama ja lämpöpäästön leviäminen saatiin paremmin vastaamaan todellisuutta.



Kuva 1. Koko mallihila, jossa sisäkkäistykset rajattu punaisella. Hilakoppien koot laajimmasta pienimpään 5 km, 1 km, 200 m, 40 m.



Kuva 2. Olkiluodon lähialue, hilakoppien koko karkeammassa hilassa 200 m ja tarkemmassa 40 m.

Laskentamenetelmät ja parametrit

Mallilaskelmat suoritettiin YVA Oy:n kehittämällä 3D-virtausmallilla, joka on hydrostaattisiin Navier-Stokesin yhtälöihin perustuva barokliininen vesialueille soveltuva malli. Tarkempi kuvaus mallista löytyy liitteestä 1. Tältä osin malli ei poikennut aiemmasta OL4-mallisovelluksesta.

Olkiluodon sovelluksessa käytettiin seuraavia laskenta-asetuksia:

- Laskennassa käytetään epälineaarisia virtausyhtälöitä, joissa liikemäärän kulkeutuminen lasketaan TVD-superbee algoritmilla.
- Lämpötilan ja suolaisuuden tiheysvaikutus on mukana virtauslaskennassa.
- Vertikaalisuuntaisen turbulenssin laskennassa käytetään k-e turbulenssimallia.
- Vaakasuuntaisen turbulenssin laskennassa käytetään Smagorinskin turbulenssimallia.
- Lämpötilan kulkeutuminen lasketaan TVD-superbee algoritmilla.
- Lämpötilan vertikaalisuuntainen diffuusio lasketaan momentin diffuusiosta syvyydestä riippuvaa korjauskerrointa käyttäen.
- Veden pintakerroksen lämpötilatasapaino lasketaan tulevan ja lähtevän säteilyn sekä haihdunnan perusteella jokaiselle hilakopille erikseen.
- Talvijakson laskennassa käytettiin dynaamista jäämallia.

3. SIMULOINTITILANTEET JA LÄHTÖTIEDOT

Simulointijaksot ja skenaariot

Simulointien päätarkoituksena oli tutkia OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisen käyttölupakauden lopusta 2038 vuosille 2048 ja 2058 sekä arvioida tehonkorotuksen vaikutuksia. Koska vaikutuksia arvioidaan pitkälle ajanjaksolle, tulevilta vuosilta arvioitiin myös ilmastonmuutoksen vaikutuksia. Mallisimuloinneissa tutkittiin ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen vaikutusta meriveden virtauksiin, lämpötiloihin ja jääpeitteeseen. Vuosittaisen vaihtelun arvioimiseksi simulointijaksoiksi valittiin viileä ja lämmin kesä sekä kylmä ja leuto talvi.

Mallilla simuloitiin avovesikautta kesää kuvaavalla jaksolla 1.5.–1.9. ja talvea jaksolla 1.12.–1.5. Nykytilanteen arvioimiseksi valittiin viimeisen kymmenen vuoden ajalta mahdollisimman lämpimät ja viileät jaksot, jolloin vaikutukset todennäköisimmin jäävät näiden ääripäiden väliin. Taulukkoon 1 on koottu säätilastoja Porista (Ilmatieteenlaitos 2023b), joiden perusteella viileäksi ja lämpimäksi kesäksi valittiin vuodet 2017 ja 2021 sekä vastaaviksi talvisimulointivuosiksi vuodet 2018 ja 2020.

Taulukko 1. Porin mittausaseman vuosien 2014–2023 keskilämpötilan poikkeamat vuosien 1991–2020 keskilämpötiloihin verrattuna ajanjaksoille 1.6–31.8. kesä ja 1.1.–31.3.

Vuosi	Ero keskilämpötilaan kesä (°C)	Ero keskilämpötilaan talvi (°C)
2014	0,8	1,50
2015	-1,03	3,33
2016	-0,07	0,13
2017	-1,20	1,77
2018	1,60	-1,87
2019	0,43	1,00
2020	0,70	4,67
2021	1,93	-0,30
2022	1,23	1,80
2023	ei mukana vertailussa	1,57

Suomen kahdeksannen kansallisen ilmastonmuutosraportin (Ympäristöministeriö & Tilastokeskus 2022) perusteella Suomen ilmaston oletetaan lämpiävän ja sadannan kasvavan. Tuulten nopeuden oletetaan pysyvän likimain nykyisellä tasolla. IPCC:n (Intergovernmental Panel on Climate Change) raportin (IPCC 2021) perusteella merenpinnan arvioidaan nousevan yhteensä 15–20 cm 2019–2050 mennessä, mikä on samaa suuruusluokkaa kuin maanpinnan nousu Olkiluodon alueella (Poutanen 2023). Tästä syystä vedenpinnan nousua ei huomioida ilmastonmuutosskenaarioissa.

Ilmastonmuutosskenaarioista valittiin IPCC:n korkeamman lämmönnousun skenaario SSP5-8.5, jolloin ilmastonmuutoksen vaikutusta ei ainakaan tule aliarvioitua mallinnuksessa. Muutos arvioitiin kansallisen ilmastonmuutosraportin ennusteeseen vuoden 2020 tilanteeseen verrattuna. Taulukossa 2 on esitetty ilmastonmuutoksen arvioidut vaikutukset lämpötiloihin ja sadantaan/virtaamiin eri simulointijaksoilla.

Taulukko 2. Muutokset vuoden 2058 SSP5-8.5 ilmastonmuutosskenaariolla verrattuna vuoteen 2020.

Skenaario	Lisäys lämpötilaan kesä (°C)	Lisäys virtaamiin kesä (%)	Lisäys lämpötilaan talvi (°C)
2058 SSP5-8.5	2,2	5,3	2,6

Ilmastonmuutosskenaariot laskettiin lisäämällä syöttötietoihin arvioitu vaikutus. Simuloinnit tehtiin vain vertailutilanteelle ja vuodelle 2058. Muut ajankohdat saatiin lineaarikombinaatiolla näiden simulointien tuloksista. Laskelmissa siis oletettiin, että tehonkorotus vaikuttaa kaikkina vuosina yhtä paljon ja ilmastonmuutos suhteessa kuluneeseen aikaan. Taulukkoon 3 on koottu tilanteet, jotka saatiin suoraan simuloimalla tai lineaarikombinaatiolla ja taulukkoon 4 eri tilanteissä käytetyt virtaamat ja lämpötilan muutokset laitosyksiköittäin.

Taulukko 3. YVA-ohjelmassa oli esitetty seuraavat skenaariot simuloiduista (s) ja lineaarikombinaatiolla arvioiduista (l) tilanteista.

	Nykyiset sääolot	2038	2048	2058
OL1, OL2 ja OL3 nykyinen teho	s	l	l	s
OL1 ja OL2 korotettu teho ja OL3 nykyinen teho	l	l	l	s

Taulukko 4. Simuloinneissa käytetyt virtaamat ja lämpötilan muutokset eri laitosyksiköissä.

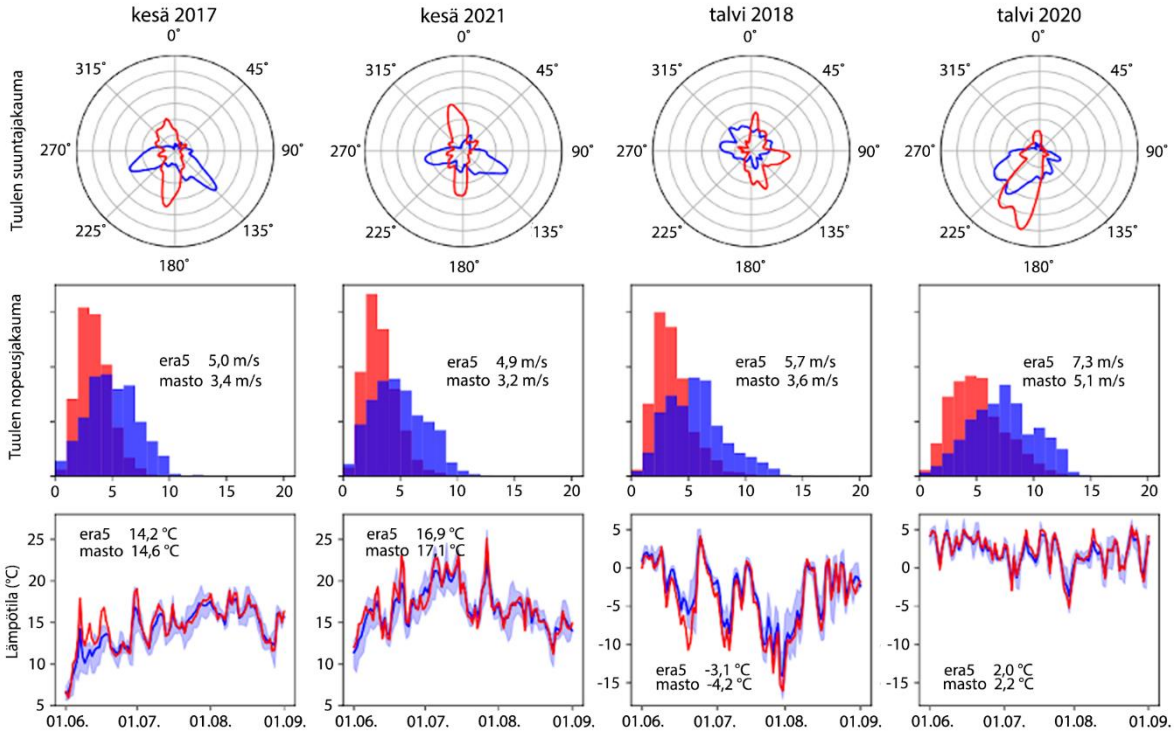
	Vertailutilanne		Tehonkorotus	
	virtaama (m^3/s)	ΔT (°C)	virtaama (m^3/s)	ΔT (°C)
OL1	38	9,8	38	10,9
OL2	38	9,8	38	10,9
OL3	56	10,8	56	10,8

Meteorologiset syöttötiedot

Meteorologisina tietoina mallissa käytetään globaalia ERA5 reanalysis data (C3S 2017) -aineistoa, joka sisältää maapallon säätiedot vuodesta 1940 lähtien. ERA5-datasetistä poimittiin simulointijaksoille maanpintaa lähinnä olevat meteorologiset tiedot tuulen nopeudesta, ilman kosteudesta, lämpötilasta, paineesta ja pilvisyydestä sekä säteilystä. Datan horisontaali tarkkuus on 0,25 astetta eli noin 31 km. Mallissa jokaiseen hilaruutuun interpoloitiin yksilöllinen ilmakehäpakote kolmesta lähimmästä datapisteestä.

Olkiluodon lähialueella oli lisäksi käytettävissä TVO:n toimittamat Olkiluodon säämastosta 1 h välein mitatut meteorologiset tiedot vuosilta 2017–2021. Säämaston tuulitiedot ovat korkeuksilta 20 m, 60 m ja 100 m. Kuvassa 3 on vertailut säämaston (lat 61.24°, long 21.43°, 20 m) ja lähimmän ERA5-datapisteen (lat 61.25°, long 21.5°, korkeus 10 m) aikasarjoja käytetyillä vertailujaksoilla.

ERA5-aineiston ja säämaston säätiedot poikkeavat toisistaan yllättävän paljon. Tuulen suuntajakauma on samankaltaista vain talvijaksolla 2020 ja nopeudet säämastolla noin 2 m/s hitaampia. Lämpötiloissa on viikkojen jaksoja, jolloin lämpötilaerot ovat useita asteita. Pääsyynä eroon lienee se, että ERA5-datapiste kuvaa 31 x 31 km^2 alueen keskimääristä arvoa ja säämaston datapistearvoa. Säämaston dataa vaikuttavat näin ollen lähisaarten ja lähialueen korkeuserot sekä voimalaitoksen lämmitysvaikutus voimakkaammin. Mallisovelluksessa kokeiltiin molempia sääpakotteita ja päädyttiin käyttämään ERA5-dataa kaikkialla, koska sillä saatiin parempi vastaavuus mereltä mitattuihin lämpötiloihin.

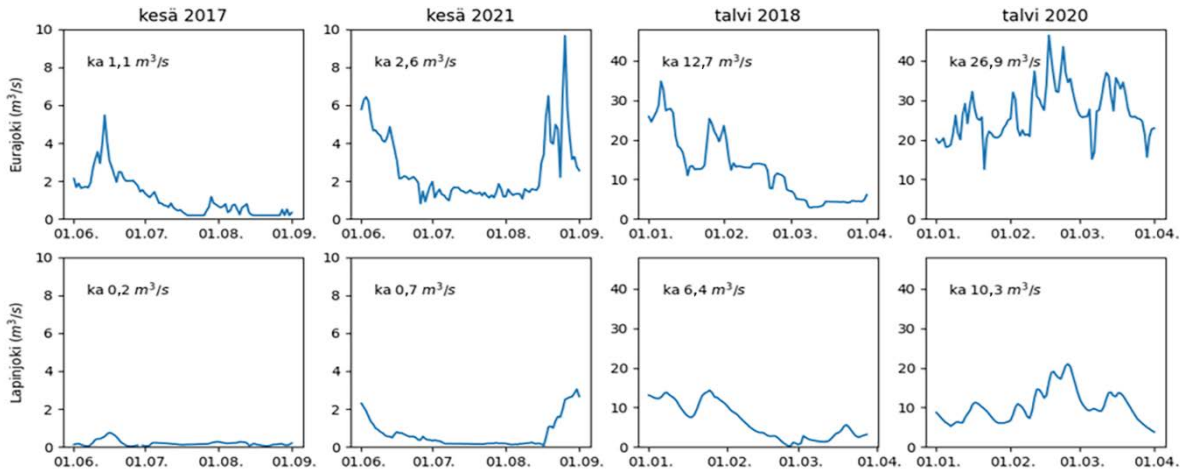


Kuva 3. Tuulen suunta- ja nopeusjakaumat sekä lämpötilat ERA5-datassa (sinisellä) ja Olkiluodon säämastossa (punaisella) vertailujaksoilla. Lämpötiloissa on päiväkeskiarvojen lisäksi ERA5-data vuorokauden vaihteluväli.

Hydrologiset syöttötiedot

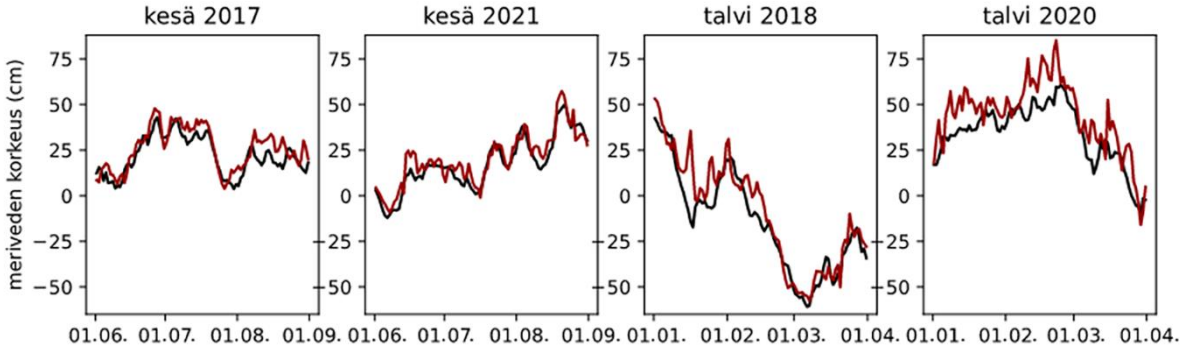
Mallissa huomioitiin suurimmat Selkämerelle laskevat joet (Ångermanälven, Indalsälven, Ljungan, Ljusnan, Dalälven, Kokemäenjoki, Aurajoki ja Paimionjoki) ja tiheimmille hila-alueille sijoittuvat pienemmät joet (Eurajoki ja Lapinjoki). Joet tuovat mereen makeaa vettä, joten oman virtaamansa lisäksi ne vaikuttavat suolapitoisuuksiin ja veden tiheyteen. Ruotsin puoleisista joista (Ångermanälven, Indalsälven, Ljungan, Ljusnan ja Dalälven) käytettiin keskivirtaamia ja Suomen puoleisista joista (Kokemäenjoki, Aurajoki, Paimionjoki) käytettiin päiväkohtaisia virtaamia (Suomen ympäristökeskus 2023), joihin yhdistettiin lähivaluma-alueiden jokia. Eurajoki ja Lapinjoki otettiin virtaamamittausten mukaisina malliin. Jokien virtaamat simulointijaksoilla on esitetty kuvassa 4.

Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytysvedenotossa käytettiin todellisia arvoja ja huoltokatkoja vertailtaessa mallituloksia mittauksiin. Skenaariosimuloinneissa käytettiin koko laskentajaksolla vakioarvoa eli 132 m^3/s. Olkiluodon voimalaitoksen jäähdytysvedenotto on siis merkittävin virtaama, mutta kevättulvien aikaan Eurajoen ja Lapinjoen virtaamat ovat suuruudeltaan lähes puolet tästä.



Kuva 4. Eurajoen ja Lapinjoen virtaamat simulointijaksoilla.

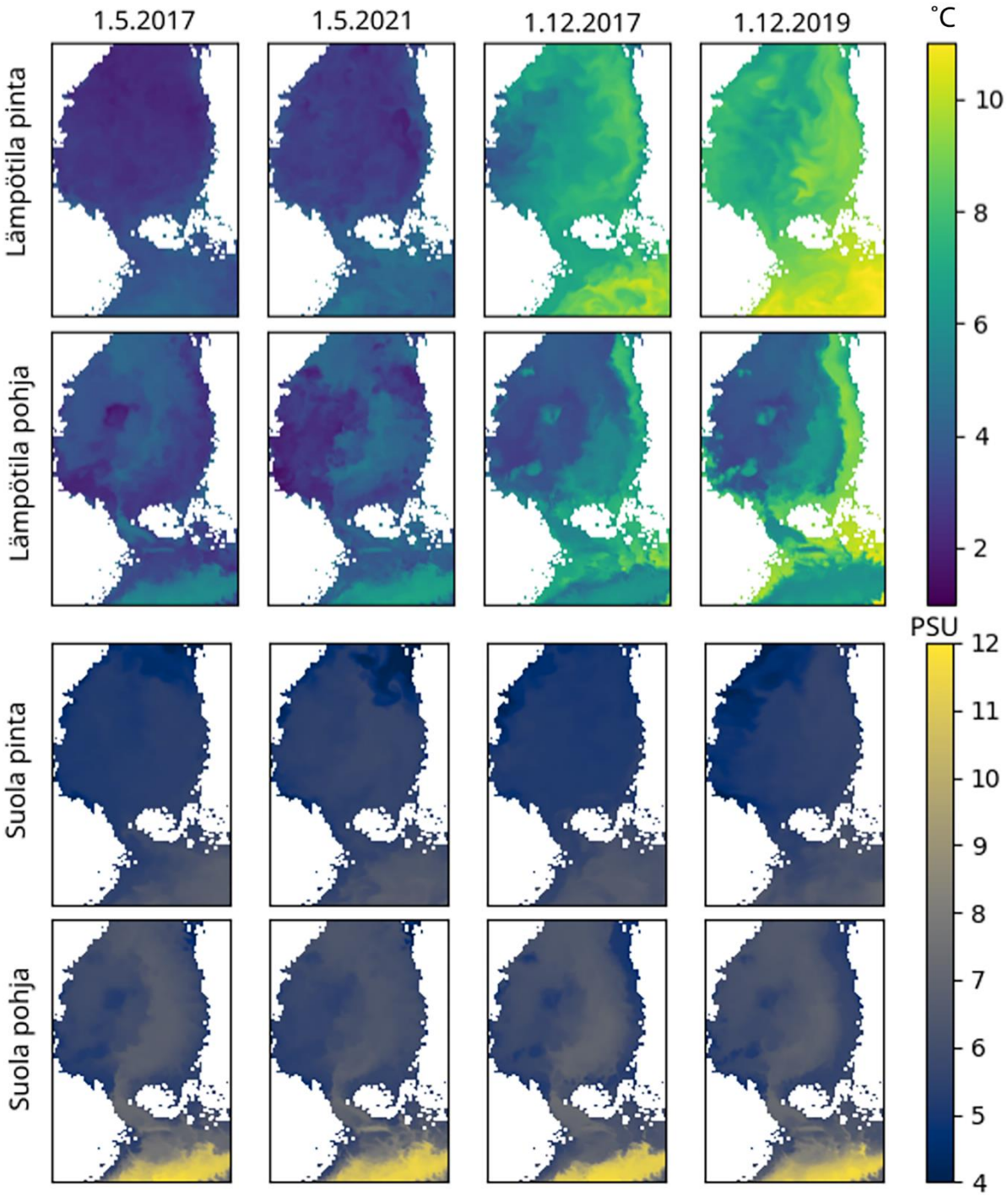
Pinnankorkeudet mallialueen reunoilla ja samalla vedenvaihto laajemmin Itämerelle saatiin CMEMS-datasta, joka on esitetty kuvassa 5. Erityisesti talvijaksoilla näkyy selkeä ero kylmän ja leudon talven välillä, mikä syntyy etelän- ja pohjoisenpuoleisten tuulten yleisyyksistä kyseisinä vuosina.



Kuva 5. Meriveden pinnankorkeudet mallialueen etelä- (musta) ja pohjoisreunoilla (punainen).

Alkuarvot

Mallisimuloinnit aloitettiin toukokuun alusta (kesäjaksot) ja joulukuun alusta (talvijaksot), jolloin merivesi on kevät- ja syyskierron jäljiltä sekoittunut. Alkuarvoina käytettiin EU:n Copernicus Marine Service Information (CMEMS) palvelun Baltic Sea Physics Reanalysis dataa, josta saatiin sekä lämpötilalle että suolaisuudelle lähtöarvot. Datan horisontaaliresoluutio on alle 2 km ja vertikaalisuunnassa käytetyn mallin tapaan pintakerroksissa tiheämpää ja syvemmälle mentäessä harventuen. Kuvassa 6 on esitetty eri simulointijaksojen lähtötilanteissa olleita lämpötila- ja suolajakaumia pinta- ja pohjakerroksista.



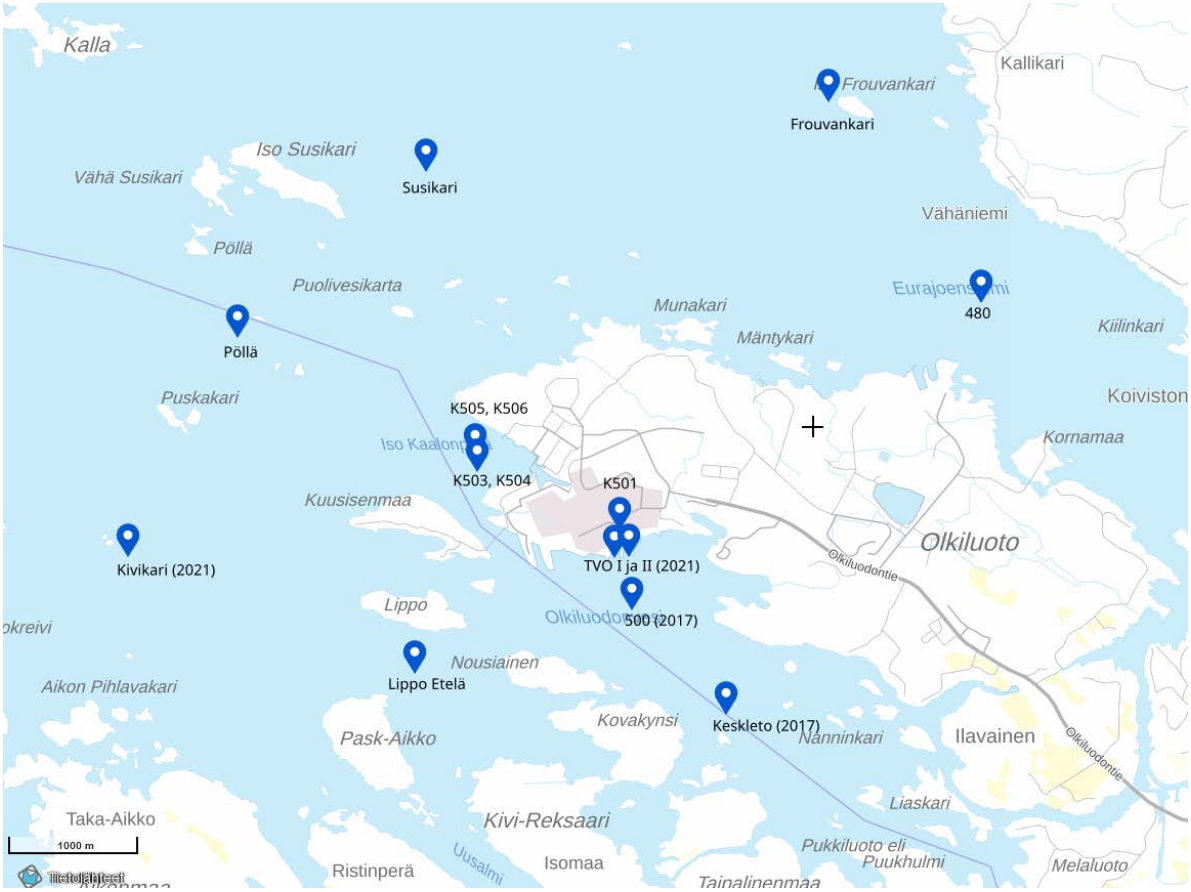
Kuva 6. Lämpötilan ja suolaisuuden alkuarvojen interpolointiin käytettyä dataa pinta- ja pohjakerroksista eri simulointitilanteiden alussa.

Sekä mallialueen etelä- että pohjoisreunoilla alkuarvojen vaihtelua pienennettiin kymmenen hilaruudun osalta vähentämään laskennan alkuun syntyviä keinotekoisia alkuarvoista syntyviä virtauksia. Lisäksi mallilla laskettiin kuukauden pituinen alustusjakso ennen skenaariovertailujen tekemistä, jolloin lähtötilanteesta syntyneet epävakaudet ehtivät tasoittumaan ja Olkiluodon edustan merialueen lämpöjakauma kehittymään oikealle tasolle.

4. MALLIN VERTAILU MITTAUSTULOKSIIN

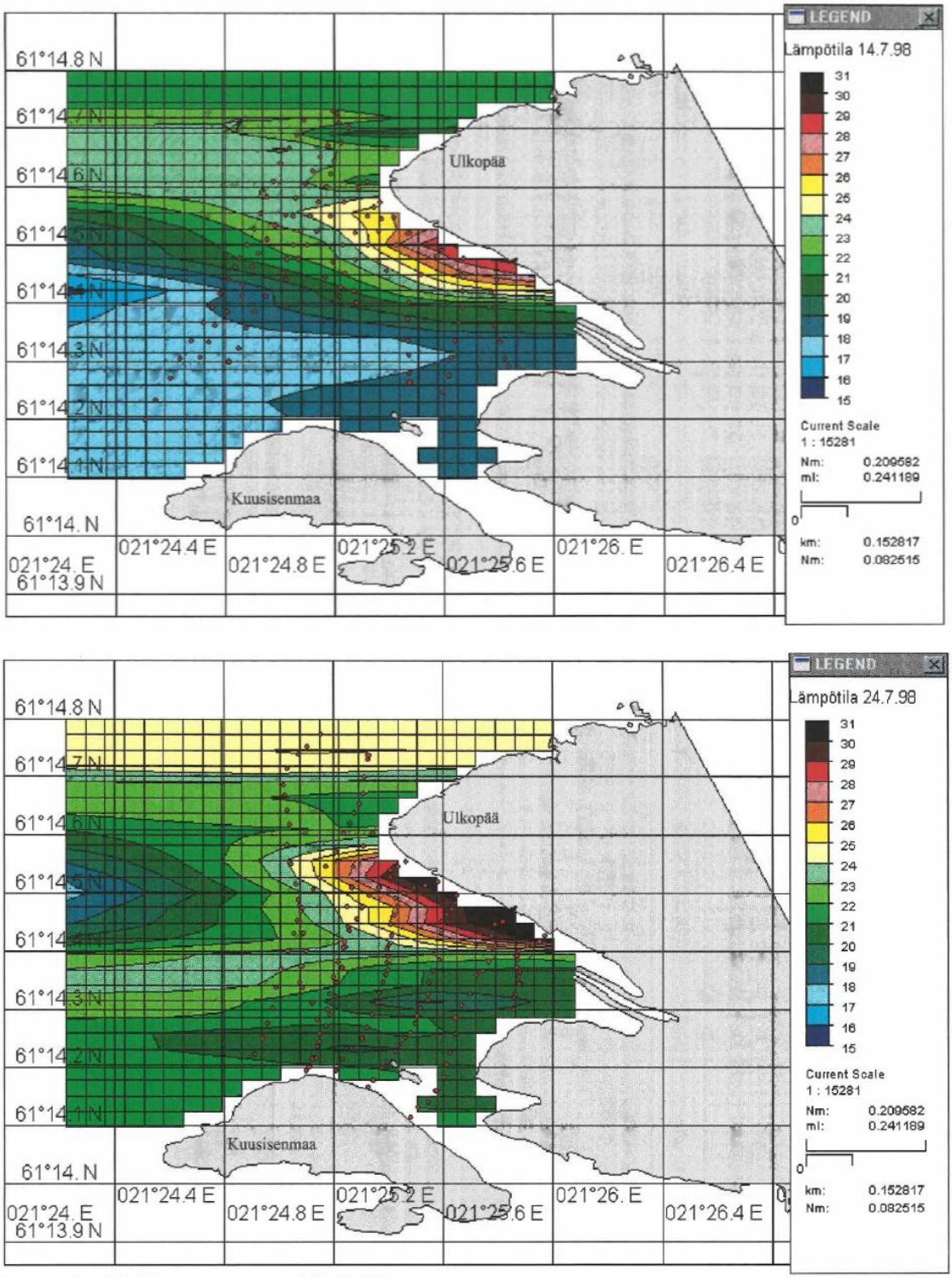
Lämpötilavertailu

Ydinvoimalaitosyksiköiden vaikutuksia Olkiluodon edustan merialueeseen tarkkaillaan jatkuvasti, joten Olkiluodon edustalla oli saatavilla paljon mittausdataa mallivertailuun. Jatkuvatoimisten paikallaan olevien lämpötilamittareiden (K501-K506) lisäksi kesäaikaan alueella tehdään osittain vaihtuvilla mittauspisteillä ja syvyyksillä automaattista lämpötilan mittausta. Kuvassa 7 on esitetty mallivertailussa käytettyjen paikallaan olevien lämpötilamittauspisteiden ja TVO:n lämpötilatallentimien eli lämpötilaloggereiden sijainnit.

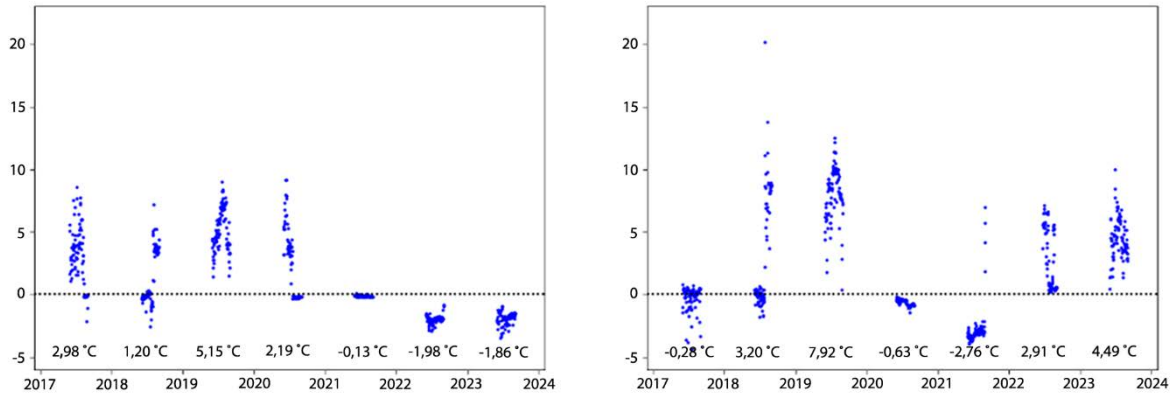


Kuva 7. Mittauspisteiden sijainnit. TVO:n lämpötilaloggereilla on mitattu vain toisena simulointikesänä, mikäli sen perässä on vuosiluku.

Olkiluodon edustalla on tehty lämpötilan pintakartoitus vuonna 1998 (Peltonen 1998), jonka tulokset on esitetty kuvassa 8. Lämpökuorma kulkeutuu Iso Kaalonperän lahden pohjoisreunaa pitkin avomerelle. Tätä pidettiin tavoiteltavana vallitsevana tilanteena myös mallissa, vaikka simulointijaksot olivatkin eri vuosilta.



Kuva 8. Mitatut pintalämpötilat kesällä 1998 (Peltonen 1998).



Kuva 9. Pinta- ja pohjakerroksen lämpötilojen erotus eteläisellä pisteellä (vasemmalla) K504 ja K503 sekä pohjoisella pisteellä (oikealla) K506 ja K505 kesäkuukausina 1.6–31.8. vuosina 2017–2023. Lukuarvo vuoden kohdalla kuvaa keskimääristä eroa.

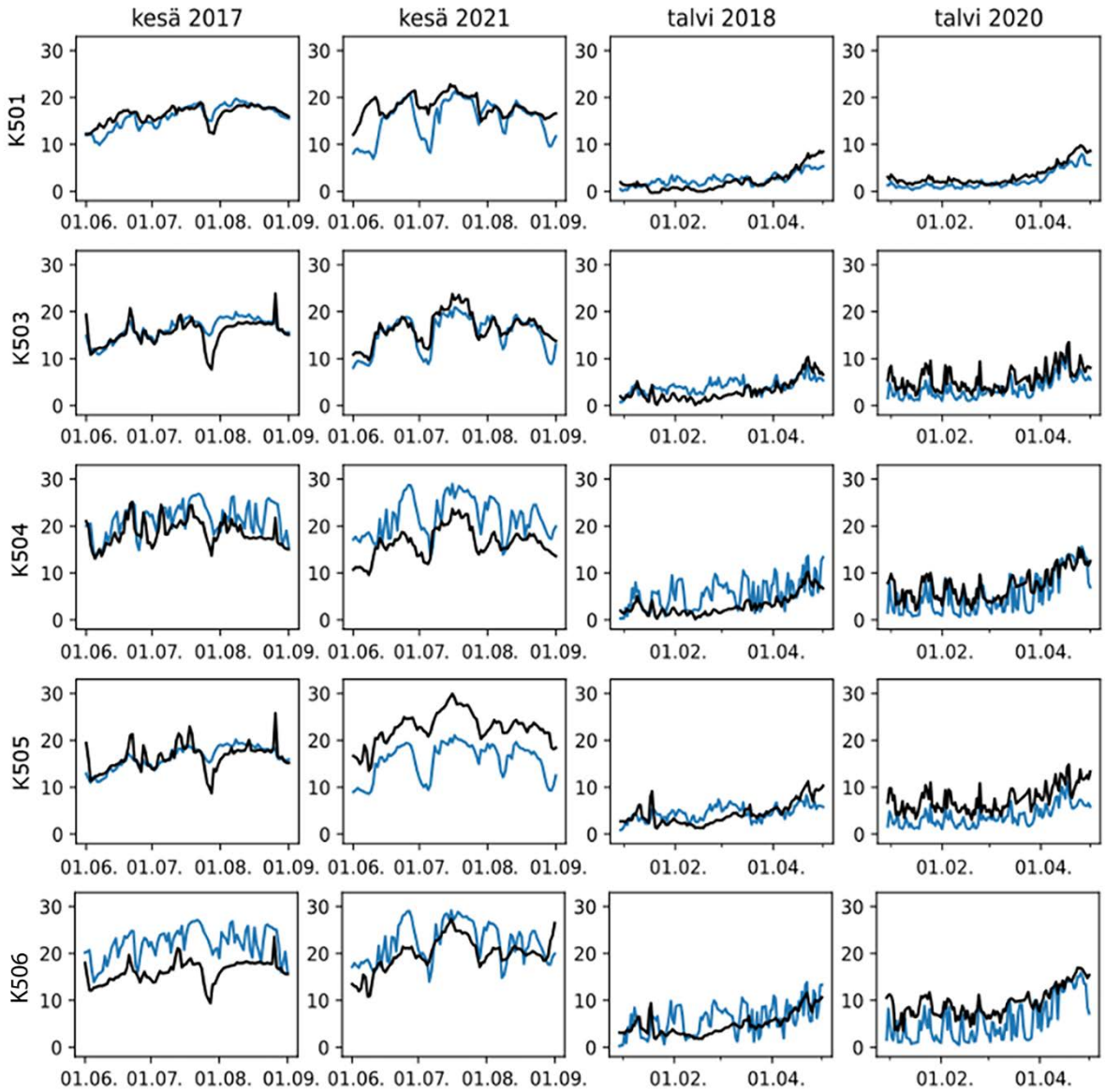
Kuvassa 9 on esitetty mitattua lämpötilakerrostuneisuutta eri kesiltä jäähdytysveden purkupaikan edustalta. Mittauksissa on useampana vuonna epästabiili lämpötilakerrostuneisuus, jossa pohjakerroksessa on lämpimämpää kevyempää vettä kuin pintakerroksessa. Vastaavaa kerrostuneisuutta ei havaittu kauempana olevilla mittauspisteillä ja tyypillisesti ne normalisoituvat nopeasti.

Epästabiili lämpötilakerrostuneisuus voisi syntyä suolaisuuserosta, jos lämpimämpi vesi olisi suolaisempaa. 10 ºC lämpötilaero edellyttäisi 3 PSU:n suolaisuuseroa, jotta veden tiheys pysyisi samana. Päällys- ja alusveden välillä ei kuitenkaan ole Olkiluodon edustalla aina minkäänlaista suolaisuusgradienttia ja suurimmillaankin pinnan ja pohjan välinen suolaisuusero on noin 0,3 PSU.

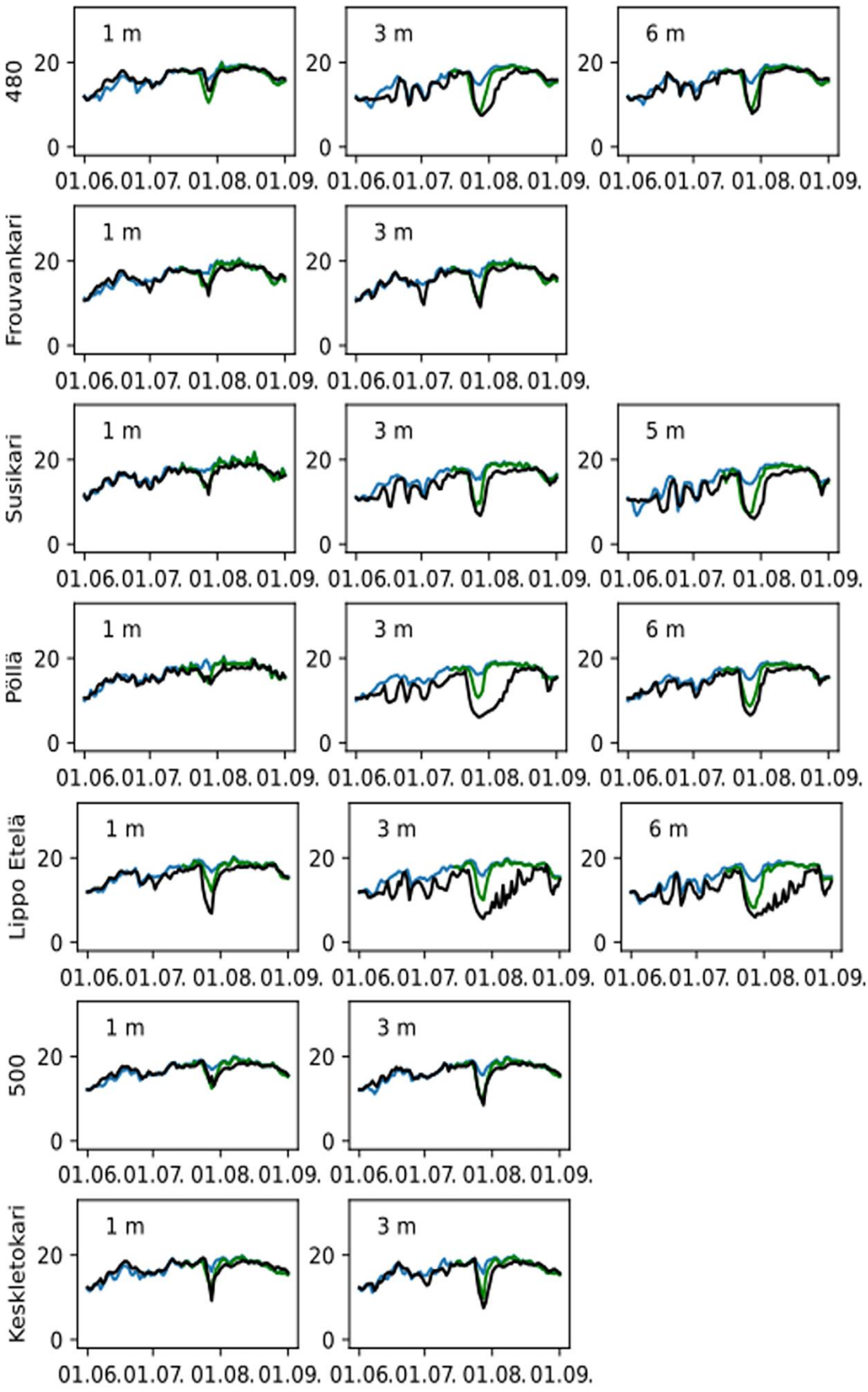
Sopivissa sääoloissa pintaan voisi kummuta kylmempää vettä, mutta ilmiön vaikutukset olisivat havaittavissa laajemmalla alueella kuin vain purkupisteen välittömässä läheisyydessä. Sää voi myös kylmetä äkillisesti, jolloin pintavesi viilenisi pohjaa nopeammin, koska nämä tilanteet eivät jatku pitkään, niillä ei voi selittää koko kesän kestävää epästabiilia lämpötilakerrostuneisuutta. Mallin erotustarkkuutta pienemmän mittakaavan ilmiöt ja purkuveden epätasainen lämpötilajakauma voisivat myös vaikuttaa epästabiilin lämpötilakerrostuneisuuden syntyyn, mutta vaikutuksen voisi olettaa pysyvän samansuuntaisena vuosien välillä.

Mahdollisena selittävä tekijänä voi myös olla purku- ja takaisinvirtausten lukkiutuminen eri vuosina hieman eri tavalla vuosihuollon jälkeisen käynnistymisen yhteydessä, jolloin lämmin purkuvesi jäisi pidemmäksi aikaa kiertämään hieman eri reittejä pohjan lähellä.

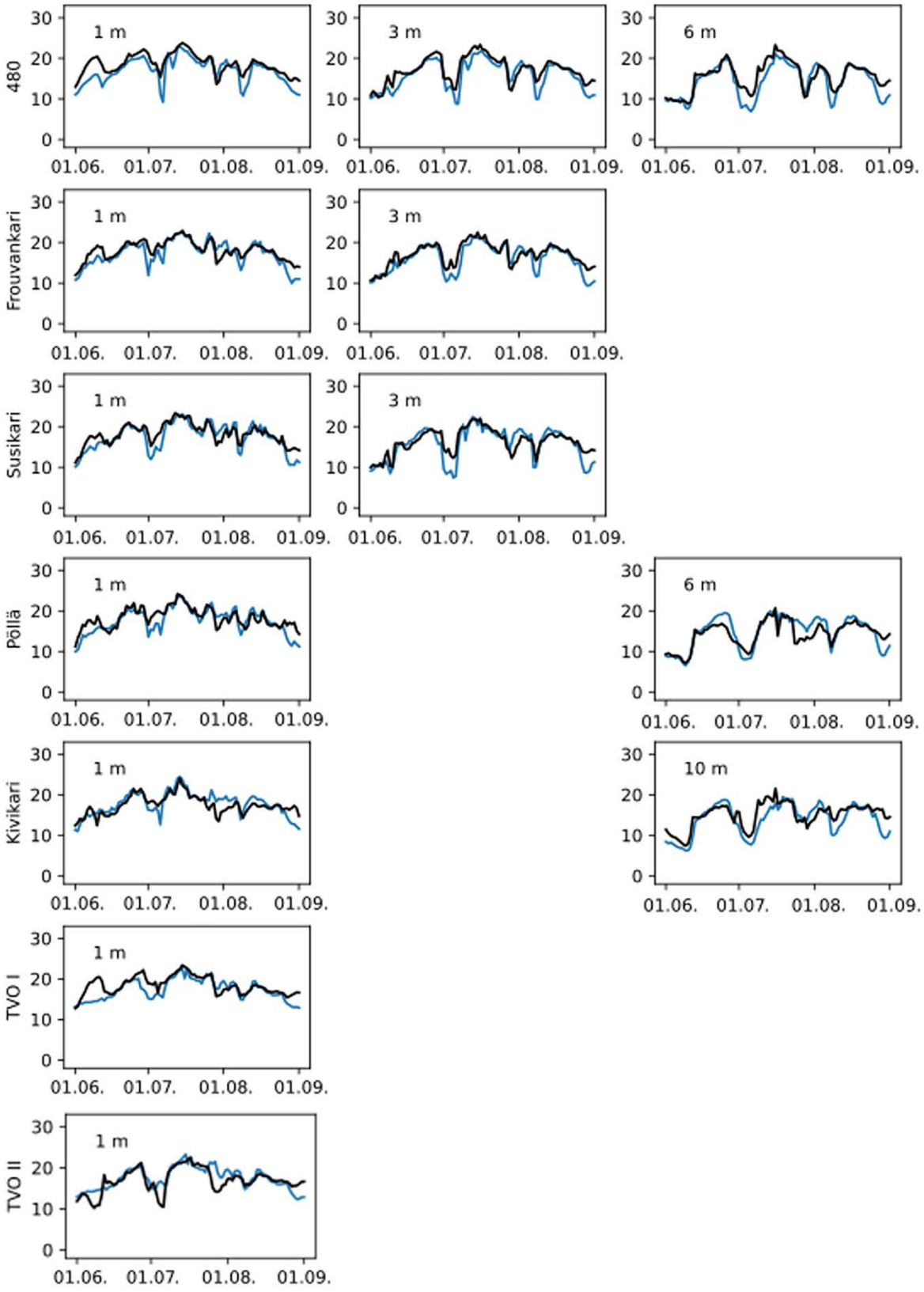
Mallisimuloinneissa Iso Kaalonperän lahdelle ei syntynyt epästabiilia lämpötilakerrostuneisuutta kumpanakaan simulointikesänä, vaan noin 4 ºC:een stabiili lämpötilakerrostuneisuus. Tämä vastaa suuruusluokaltaan tilannetta niinä kesinä, kun myös mittauksissa lämpötilakerrostuneisuus kehittyi fysikaalisesti oletetulla tavalla. Kuvissa 10-12 on esitetty vertailut mittaustuloksiin.



Kuva 10. Mitatut (musta) ja mallinnetut (sininen) lämpötilat jatkuvatoimisten lämpötilamittareiden sijainneissa kaikilla simulointijaksoilla.



Kuva 11. Mitatut (musta), mallinnetut (sininen) ja mallinnettu alusveden lämpötilakorjauksen jälkeen (vihreä) lämpötilat TVO:n lämpötilaloggereilla kesällä 2017. Aikasarjakuvissa ilmoitettu lukuarvo on mittaussyvyys.



Kuva 12. Mitatut (musta) ja mallinnetut (sininen) lämpötilat TVO:n lämpötilaloggereilla kesällä 2021. Aikasarjakuvissa ilmoitettu lukuarvo on mittaussyvyys.

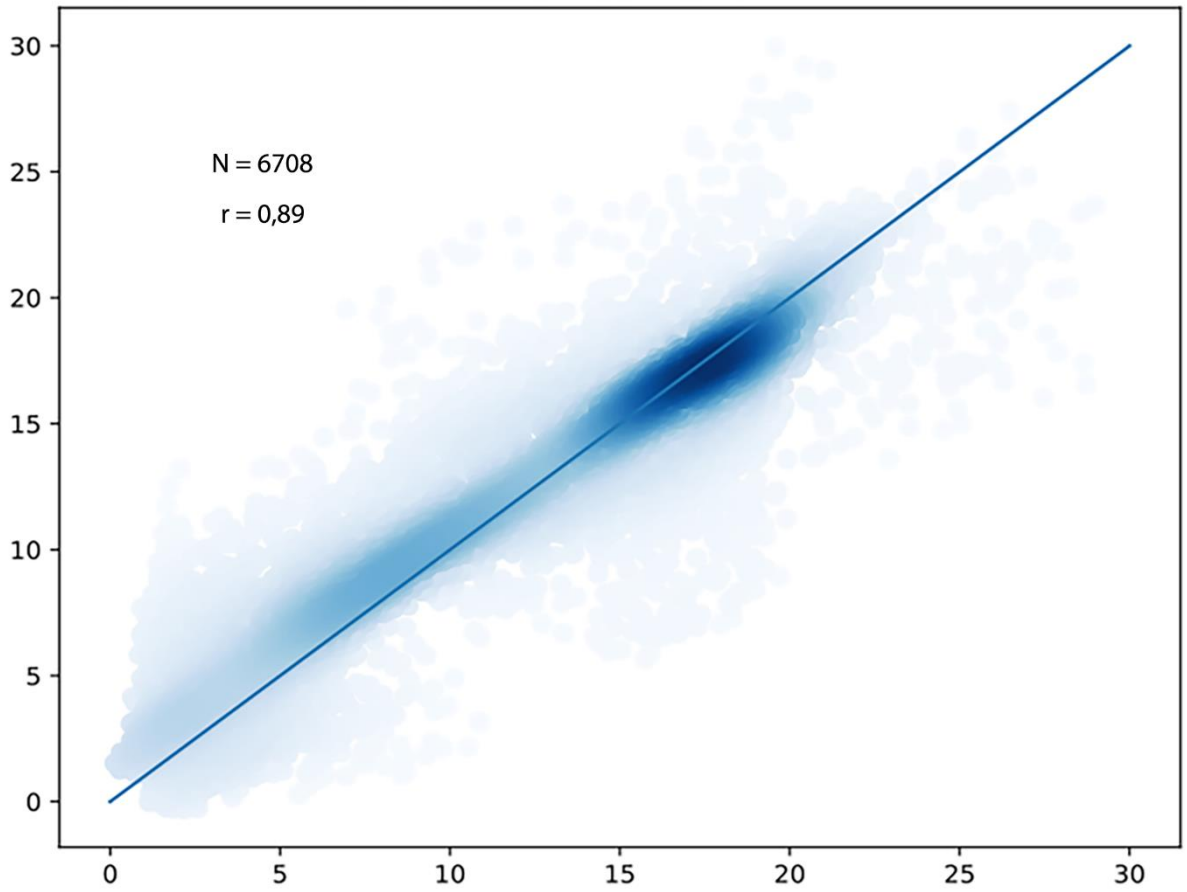
Lämpötilamittauspisteet K501–K506 ovat samoilla paikoilla jatkuvasti, joten niistä saatiin vertailuaineistoa myös talvijaksoille. Mittari K501 sijaitsee voimalaitosten jäähdytysvedenottopisteessä, joten pisteen mallinnusvirhe siirtyy sellaisenaan purkuvesiin. Purkukanavan ympäristössä olevat neljä mittaria sijaitsevat noin puolen kilometrin etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä, eteläpuolella ovat mittarit K503 (pohja) ja K504 (pinta), sekä pohjoispuolella vastaavasti K505 (pohja) ja K506 (pinta). Pintamittarit ovat noin puolen metrin syvyydessä ja pohjamittarit vastaavasti puoli metriä pohjan yläpuolella.

Kaikissa purkupuolen mittareissa esiintyi sekä mittauksissa että mallissa nopeita, jopa kymmenen asteen lämpötilamuutoksia ja niiden dynamiikka on samankaltaista. Suurimmat lämpötilaerot olivat pintamittarilla K506, jossa kesän 2017 mallisimuloinnit olivat selvästi mitattua korkeammat ja talven 2020 simuloinnit selvästi matalampia. Kesällä 2021 mitattu epästabiili lämpötilakerrostuneisuus näkyi K505-pisteellä mallinnettua selvästi korkeampina lämpötiloina ja lähes samansuuruinen päinvastainen erona pintapisteellä K504.

TVO on tehnyt kesäisin omatoimisia mittauksia meriveden lämpötiloista neljän tunnin välein lämpötilan tallentavilla loggereilla. Mittareilla pyritään selvittämään lämpökuorman vaikutuksia velvoitetarkkailua laajemmin.

Mittausdatan esitarkistuksessa vaihdettiin keski- ja pohjakerroksen mittausdatojen paikkoja Kallipöllän, Kivikarin ja Susikarin mittauspisteiltä. Keskisyvyyden matalimmat lämpötilat olivat ristiriidassa oletetun vertikaalijakauman ja velvoitetarkkailupisteillä tehtyjen mittausten kanssa.

Vuoden 2017 mittausten aikaan Olkiluodon edustalla vaikutti heinäkuun lopulla voimakas kumpuamisilmiö, joka nosti Selkämeren syvemmistä vesikerroksista viileämpää alusvettä pintaan, ja lämpötilat laskivat monella mittauspaikalla kymmenisen astetta. Mallissa ilmiö kuvautui selvästi heikompana, koska mallissa avomeren alusvedestä kulkeutuu numeerisen sekoittumisen takia todellista lämpimämpää vettä Olkiluodon edustalle.

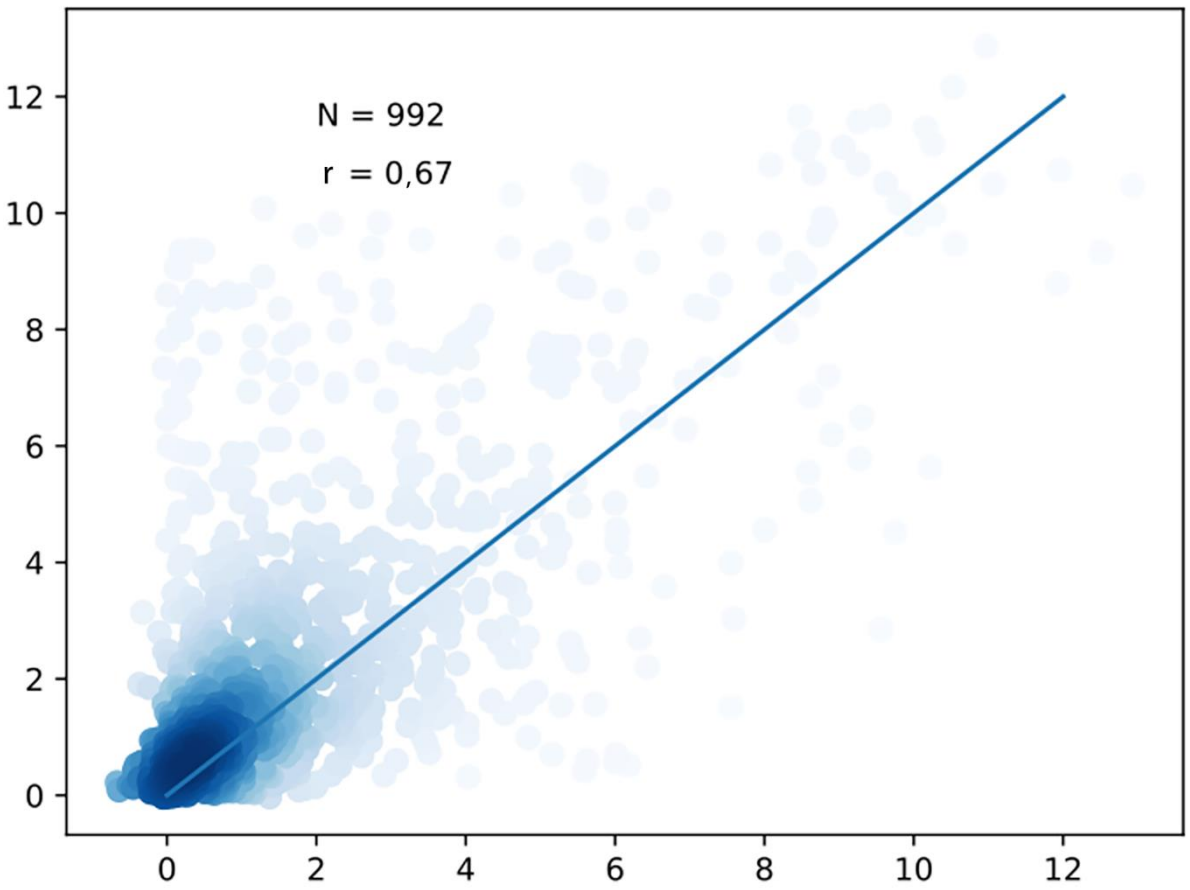


Kuva 13. Kaikkien jatkuvatoimisten lämpötilamittausten ja lämpötilaloggereiden mittausten yhteensopivuus mallisimulointien kanssa kaikilla simulointijaksoilla. Kuvassa ovat tummemmalla pisteet, joissa on enemmän vertailutuloksia. Mallin laskemat lämpötilat on esitetty x-akselilla ja tehdyt mittaukset y-akselilla. Kultakin mittauspisteeltä on otettu vertailuun päiväkeskiarvo, jolloin eri aikaresoluutiolla tehdyt mittaukset painottuvat tasaisesti.

Numeerinen sekoittuminen on yleinen ongelma virtausmalleissa, sitä syntyy mallin numeerisen kuvauksen yksinkertaistuksista esimerkiksi siitä, että pitoisuus hilakopin sisällä on kaikkialla sama. Numeerista sekoittumista mallissa tapahtuu eniten tihennysalueiden rajoilla ja se kumuloituu pitkillä simulointijaksoilla aiheuttaen pinta- ja alusveden lämpötilojen tasaantumista. Tämän vaikutusta testattiin korjaamalla lämpötiloja +5 °C:een yli 15 m syvyydellä (eli pääosin tiheimmän mallialueen ulkopuolella) kesken laskennan 15.7., jolloin meriveden viileneminen kuvautui samalle tasolle mittausten kanssa. Skenaariosimuloinneissa vastaavaa korjausta ei voida tehdä, sillä silloin saatettaisiin poistaa tutkittavaa vaikutusta.

Vuonna 2021 lämpötilaloggereissa selkeä viilentyminen meriveden lämpötiloissa tapahtui heinäkuun alussa. Simuloitu muutos oli mallissa hieman voimakkaampi kuin mittauksissa. Mittauksissa ja mallituloksissa havaittu lämpötilan ajallinen kehitys vastasivat hyvin toisiaan.

Kuvaan 13 on yhdistetty kaikki mittauspäivät (yhteensä 6 708 vertailupäivää) jatkuvatoimisilta lämpötilamittareilta, TVO:n lämpötilaloggereilta ja mittausjaksoilta, jolloin mittausten ja mallisimulointien Pearsonin korrelaatioksi saatiin 0,89. Vastaavuutta voidaan pitää kohtuullisen hyvänä, kun huomioidaan paikallisiin säätietoihin liittyvät epävarmuudet ja vaikeasti selitettävä epästabiili lämpötilakerrostuneisuus Iso Kaalonperän lahdella. Keskimäärin simuloidut lämpötilat olivat noin 0,3 °C mitattuja alempia ja mediaanivirhe oli noin 1,2 °C.



Kuva 14. Kaikkien TVO:n lämpötilaloggereiden kesinä 2017 ja 2021 samasta paikasta mitattujen pinta ja yli 5 m syvyisen mittauksen lämpötilaero (y-akseli) ja mallisimulointien synnyttämä lämpötilaero (x-akseli). Kuvassa ovat tummemmalla pisteet, joissa on enemmän vertailutuloksia. Kultakin mittauspisteeltä on otettu vertailuun päiväkeskiarvo, jolloin eri aikaresoluutiolla tehdyt mittaukset painottuvat tasaisesti.

TVO:n lämpötilaloggerit sijaitsivat riittävän kaukana purkuvirrasta, joten niistä pystyttiin havaitsemaan luonnollisesti syntynyttä lämpötilakerrostuneisuutta. Kuvassa 14 on verrattu mittauksissa ja mallituloksessa havaittuja lämpötilaeroja pinnan ja syvimmän mittaussyvyyden välillä. Sekä mittaus että mallituloksissa havaitaan ajoittain voimakasta yli 10 °C lämpötilakerrostuneisuutta. Pääsääntöisesti mallin lämpötilakerrostuneisuus on hieman vähäisempää kuin mitattu. Erityisesti loppukesän 2017 kumpuaminen ei näy mallissa riittävän pitkäkestoisena. Ilman tätä jaksoa kesällä 2017 ja kokonaisuudessaan kesällä 2021 kerrostuneisuus vertailun Pearsonin korrelaatio oli noin 0,8.

Jäävertailu

Mallilla simuloitiin kahta lämpötiloiltaan erilaista talvijaksoa. Leuto talvi 2020 oli mittaushistorian ensimmäinen, jolloin Olkiluodon edustalle ei syntynyt lainkaan jäätä. Siksi jäävertailussa on mukana vain kylmempi talvi 2018.

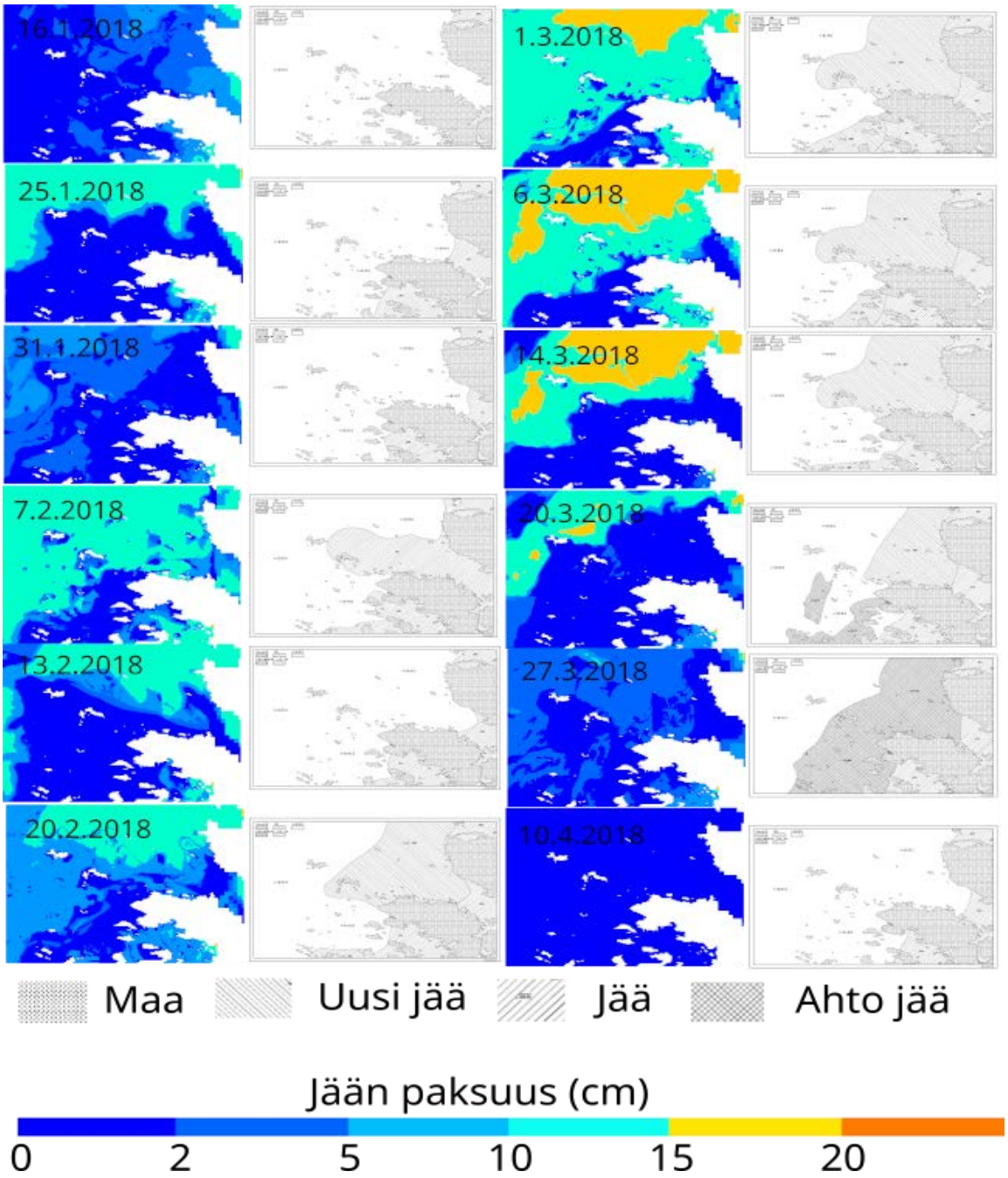
Itämeren jäätalvet luokitellaan leutoihin, keskimääräisiin tai ankariin riippuen jääpeitteen laajuudesta. Talvella 2018 Itämeren jääpeite oli laajimmillaan vuosikymmeneen ja jääpinta-alaa oli suurimmillaan 170 000 km^2, mutta talvi luokiteltiin siitä huolimatta keskimääräiseksi jäätalveksi. Selkämeren syvimmät alueet olivat avoimia koko talven ja paksuimmillaan avomeren jääpeite oli 10–25 cm (Ilmatieteenlaitos 2023a). Mallinnettu jääpeite puolestaan kattoi koko Selkämeren merialueen ja jääpeite oli vahvimmillaan etelässä noin 15 cm paksua ja pohjoisessa 30 cm paksua, mikä oli hieman enemmän kuin Selkämerellä mitatut arvot.

Jään ja avoimen veden rajapinnan dynamiikka on kaoottinen prosessi varsinkin tilanteessa, jossa jää on heikkoa. Pienikin ero lämpökuormassa vaikuttaa siihen, jääkö alueelle ohut jääkerros vai sulaako se kokonaan pois. Avoimessa vedessä tuulet muuttavat pintavirtaukset täysin erilaisiksi jääpeitteeseen verrattuna. Lisäksi ahtojäiden kulkeutumiseen vaikuttavat sääolot kaukana tarkastelualueen ulkopuolella.

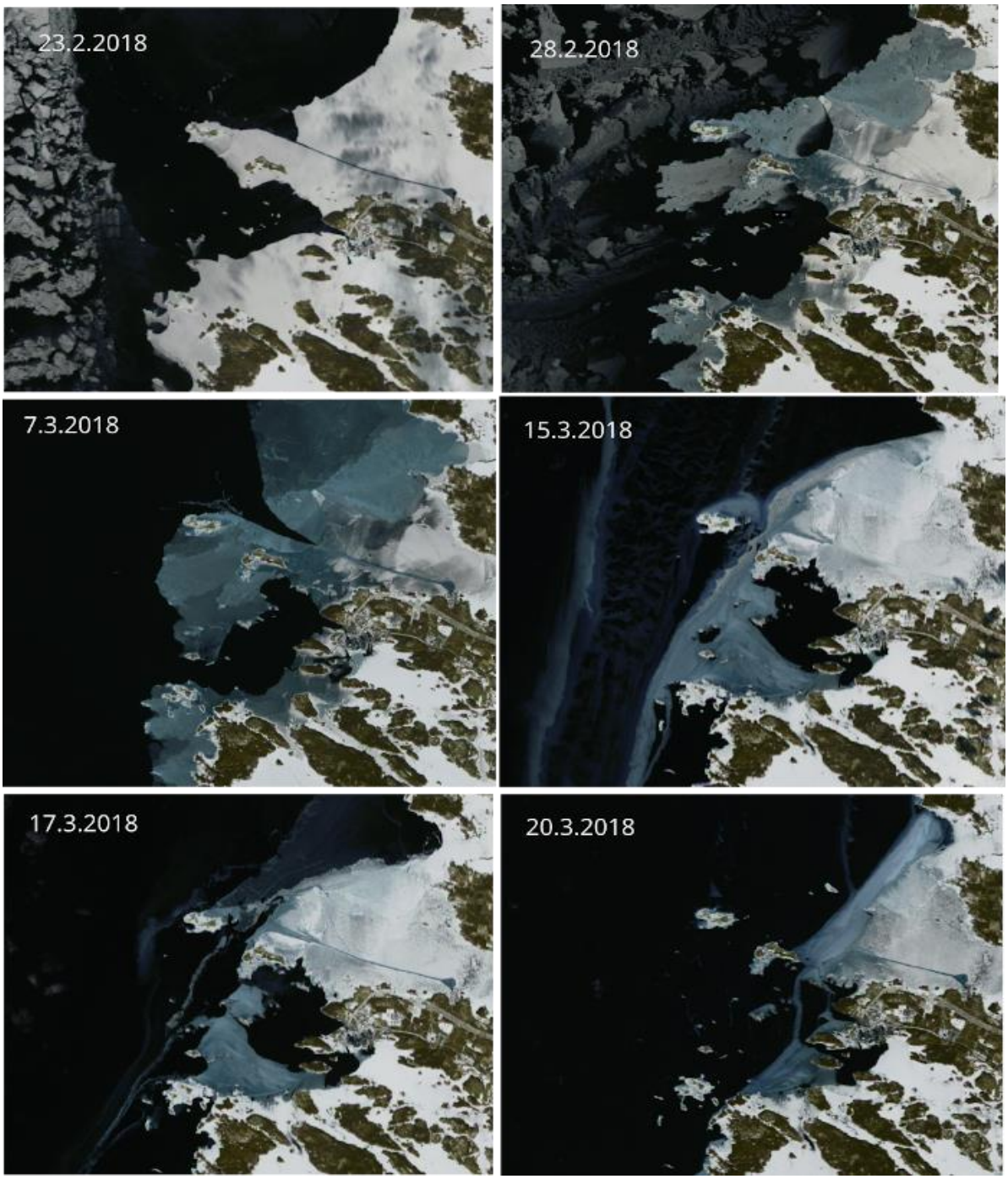
Käytössä ollut jäämalli ei laske jään kulkeutumista, joten sillä syntyy helposti hentoa jääkantta avoimille alueille, josta kehittyvä jää todellisuudessa kulkeutuisi tuulten vaikutuksesta rannoille. Tästä syystä mallisimuloinneissa jäätä syntyy avoimelle merialueelle todellisuutta enemmän ja aikaisemmin.

Puutteistaan huolimatta malli kykeni simuloimaan oikeansuuntaisesti jään vetäytymistä sekä heikkenemistä tammikuun lopulla ja uudelleen helmikuun puolivälissä. Suurimmillaan ja vahvimmillaan jääpeite oli sekä mittauksissa (Teollisuuden Voima Oyj 2019) että mallisimuloinneissa maaliskuun alkupuolella noin 10–20 cm. Maaliskuun loppupuolella alueelle kulkeutui paljon ahtojäätä, jota malli ei laske, mikä hidasti jään sulamista todellisuudessa. Mallissa sen sijaan jää suli etuajassa. Simuloitua jään paksuutta on verrattu saatavilla olleisiin jääkarttoihin kuvassa 15.

Kuvassa 16 on lisäksi Sentinel2 MSI -satelliitin ottamia kuvia Suomen ympäristökeskuksen tarkkapalvelusta (Suomen ympäristökeskus 2024) helmi-maaliskuulta, jolloin alueella oli eniten pilvettömiä päiviä. Kuvista nähdään, miten nopeasti jäätilanne muuttuu alueella sekä mallituloksissakin tyypillinen lämpökuorman leviäminen lounaan suuntaan.



Kuva 15. Simuloidun jäänpaksuuden vertailu jääkarttoihin.



Kuva 16. Esimerkkikuvia Sentinel 2 MSI (10 m) satelliitista muutamilta pilvettömiltä päiviltä.

5. SKENAARIOT

Vaikutukset meriveden lämpötilaan

Eri skenaarioiden vertailua varten perustilanteena käytettiin vaihtoehtoa, jossa kaikki kolme laitosyksikköä (OL1, OL2 ja OL3) ovat koko laskentajakson toiminnassa normaalilla teholla eikä ilmastonmuutoksen vaikutuksia huomioida. Keskimääräiset vertailujaksojen lämpötilat on esitetty kuvassa 17.

Mallilla ei laskettu luonnontilaista vertailutilannetta ilman voimalaitosta, mutta simuloinneista voidaan arvioida nykyisen toiminnan nostavan meriveden keskimääräisiä pintalämpötiloja kesällä 3–4 km etäisyydellä noin 3–4 ºC ja 5–8 km etäisyydellä noin asteen. Lämpökuorma leviää vallitsevien virtausten takia eniten pohjoisen suuntaan ja vähiten länteen/itään. Hetkellisesti lämpötilan nousua voi esiintyä noin kaksi kertaa kauempana tai noin kaksi kertaa suurempana kuin keskimääräinen lämmönnousu.

Eri laskentajaksoilla, ilmastonmuutosvuosina ja tehoskenaarioilla saadut muutokset meriveden lämpötiloihin on esitetty kuvissa 18–25. Lisäksi kuvassa 26 on hahmoteltu hetkellisempiä tehonkorotuksen vaikutuksia vuoden 2017 kesäjakson aikana.

Vuoden 2058 aikoihin SSP5-8.5 ilmastonmuutos skenaariolla lasketut pintalämpötilat nousevat noin 1–1,5 ˚C. Avovesikaudella pintalämpötilan nousu on suurinta viileinä kuukausina tai vuosina ja alhaisempaa kuumina kesinä. Jääpeitteisellä jaksolla ilmastonmuutoksen vaikutukset meriveden lämpötiloihin ovat vähäiset, sillä nouseva ilman lämpötila vaikuttaa lähinnä jääpeitteen kehittymiseen.

Vesipatsaan kerrostuneisuuden takia ilmastonmuutoksen vaikutukset näkyvät hieman selkeämmin pintakerroksessa. Laitosyksiköt ottavan purkuveden alemmista vesikerroksista, joten myös purkupaikan läheisyydessä ilmastonmuutoksen vaikutukset jäävät hieman muuta aluetta vähäisemmiksi.

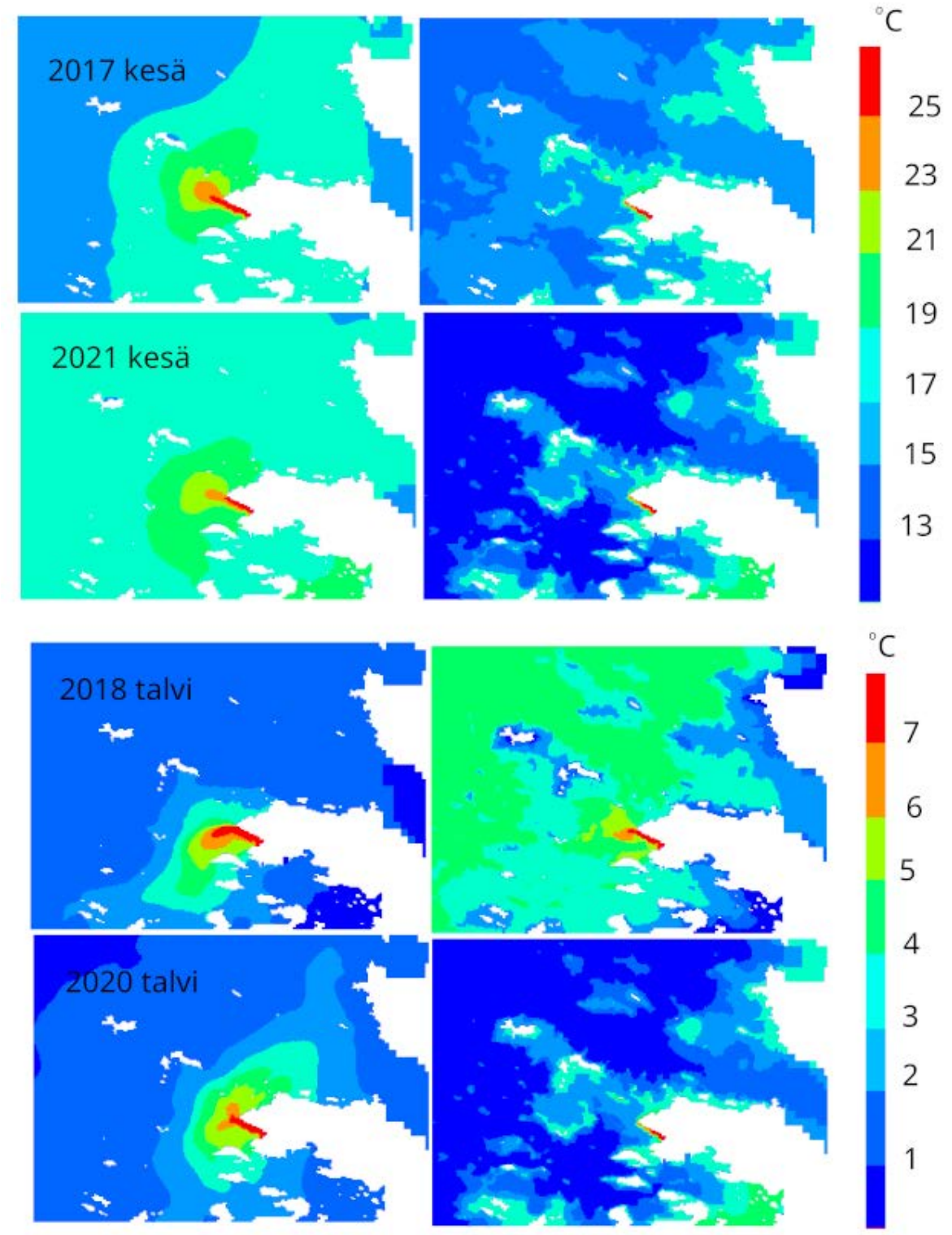
Mallinnustulosten perusteella tehonkorotuksen lämpökuorma leviää purkukanavan suunnassa nopeasti noin 300 m levyiselle ja 1 500 m pituiselle alueelle, jossa vesi ei ehdi merkittävästi viiletä (yli 0,5 ˚C lämpötilan nousu). Tämän jälkeen virtaus heikkenee ja lämpö leviää enemmän vallitsevien tuulten aiheuttamien virtausten mukana pääasiassa koilliseen ja lounaaseen. Tehonkorotus nostaa keskimääräisiä meriveden pintalämpötiloja noin 2–2,5 km:n etäisyydellä 0,2 ˚C ja noin 3–4 km:n etäisyydellä 0,1 ˚C. Lämpötilan nousu 0,1 ˚C on tyypillinen ympäristömittausten erotustarkkuus, joten sitä pienempiä muutoksia merivedessä on hankala todentaa.

Tehonkorotuksen aiheuttama lämpökuorma näkyy meriveden lämpötiloissa lähinnä pintakerroksessa, sillä ympäristöään lämpimämpi ja kevyempi vesi pysyy luonnostaan pinnalla, kunnes jäähtyy 4 ˚C:een. Pinnalla lämpökuorman kulkeutuminen riippuu pääasiassa tuulitilanteesta. Stabiilissa tuulitilanteessa 0,1 ˚C:een lämpötilannousua voi ilmetä noin kaksinkertaisella etäisyydellä keskimääräiseen arvoon verrattuna. Hetkellistä lämmönvaihtelua tapahtuu myös vuorokauden sisällä ja se on suurempaa kuin 0,1 ºC.

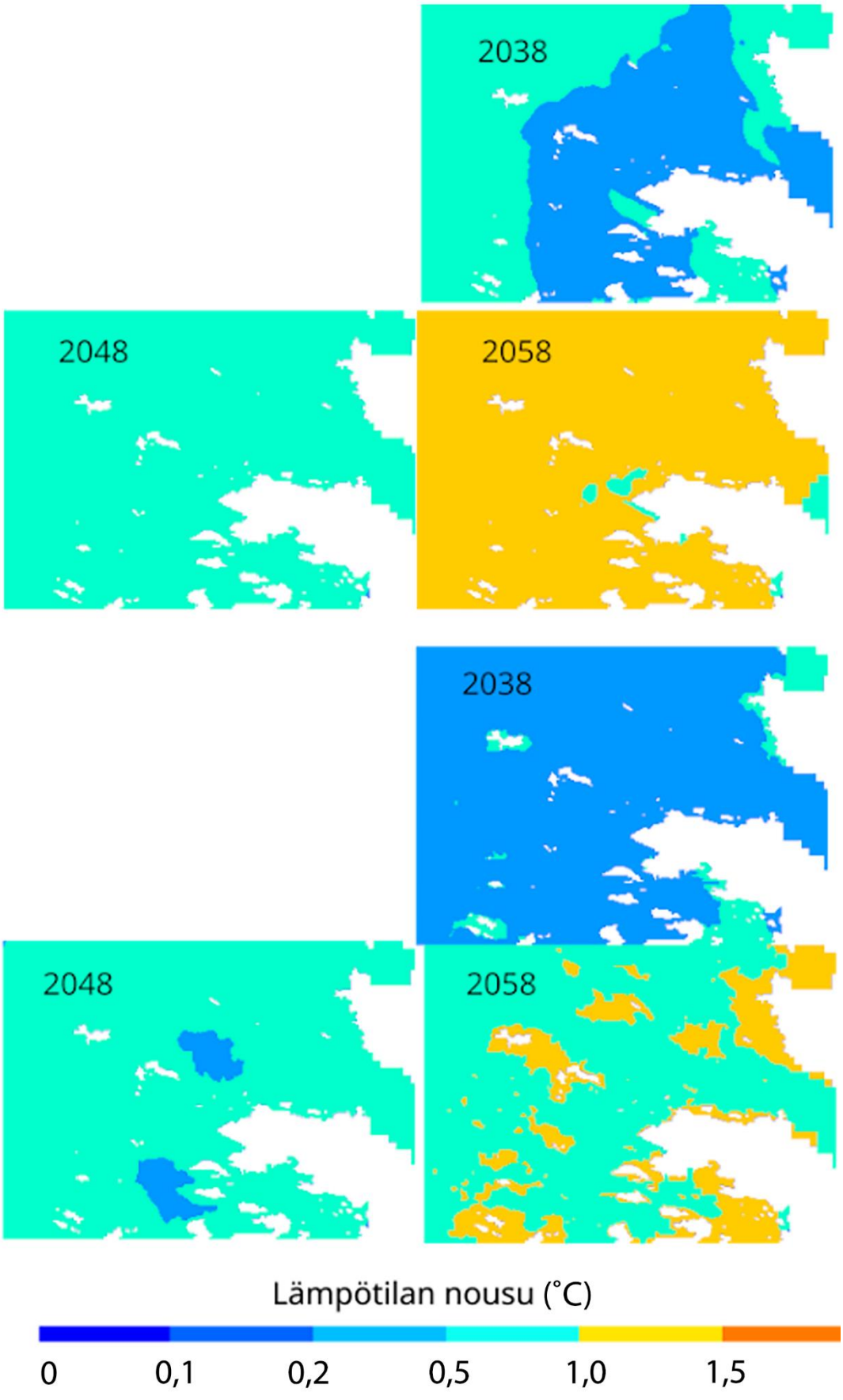
Taulukko 5. Keskimääräinen merialueen pinta-ala (km^2), joilla meriveden lämpötilan nousu ylittää rajaarvon (0,1 ºC, 0,2 ºC ja 0,5 ºC) hetkellisesti (vasemmalla) sekä pitkäaikaisesti (oikealla) tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta.

	0,1 ºC	0,2 ºC	0,5 ºC
Kesä 2017	22,1/12,1	8,6/3,5	0,68/0,39
Kesä 2021	18,8/11,2	7,5/3,3	0,50/0,24
Talvi 2018	18,4/10,7	11,2/2,2	0,82/0,11
Talvi 2020	13,1/10,7	5,6/2,4	0,73/0,11

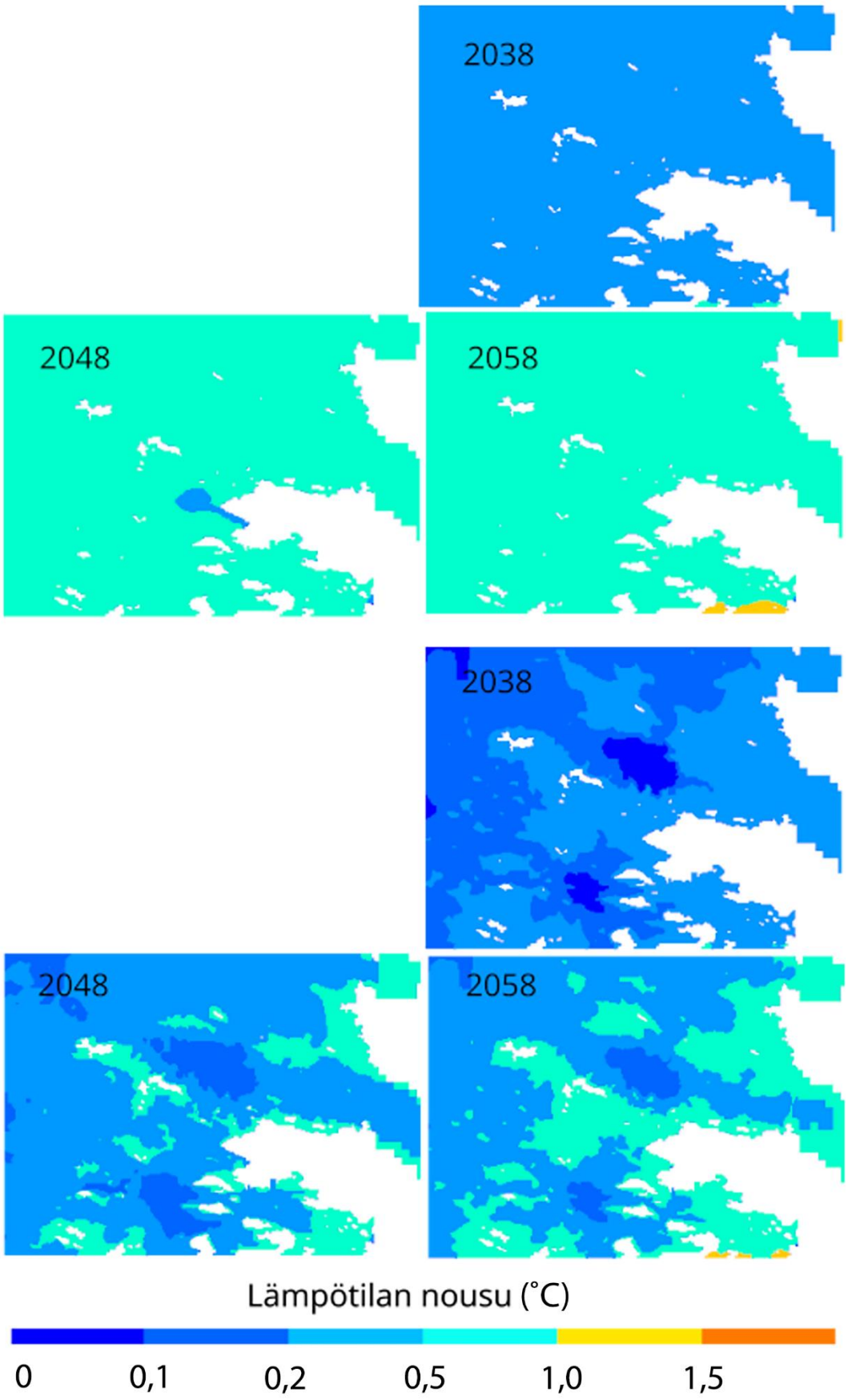
Taulukkoon 5 on koottu keskimääräiset merialueen pinta-alat, joilla lämpötilan nousu ylittää tietyt raja-arvot hetkellisesti ja pitkäaikaisesti. Merialueen pinta-alat ovat 0,1 raja-arvolla noin kaksinkertaisia verrattuna pinta-alaan, jolla sama lämmönnousu tapahtuu koko simulointijakson ajalta. Sopivissa sääoloissa merialueet voivat olla hetkellisesti vielä 2–3 kertaa keskimääräistä pinta-alaa suurempia.



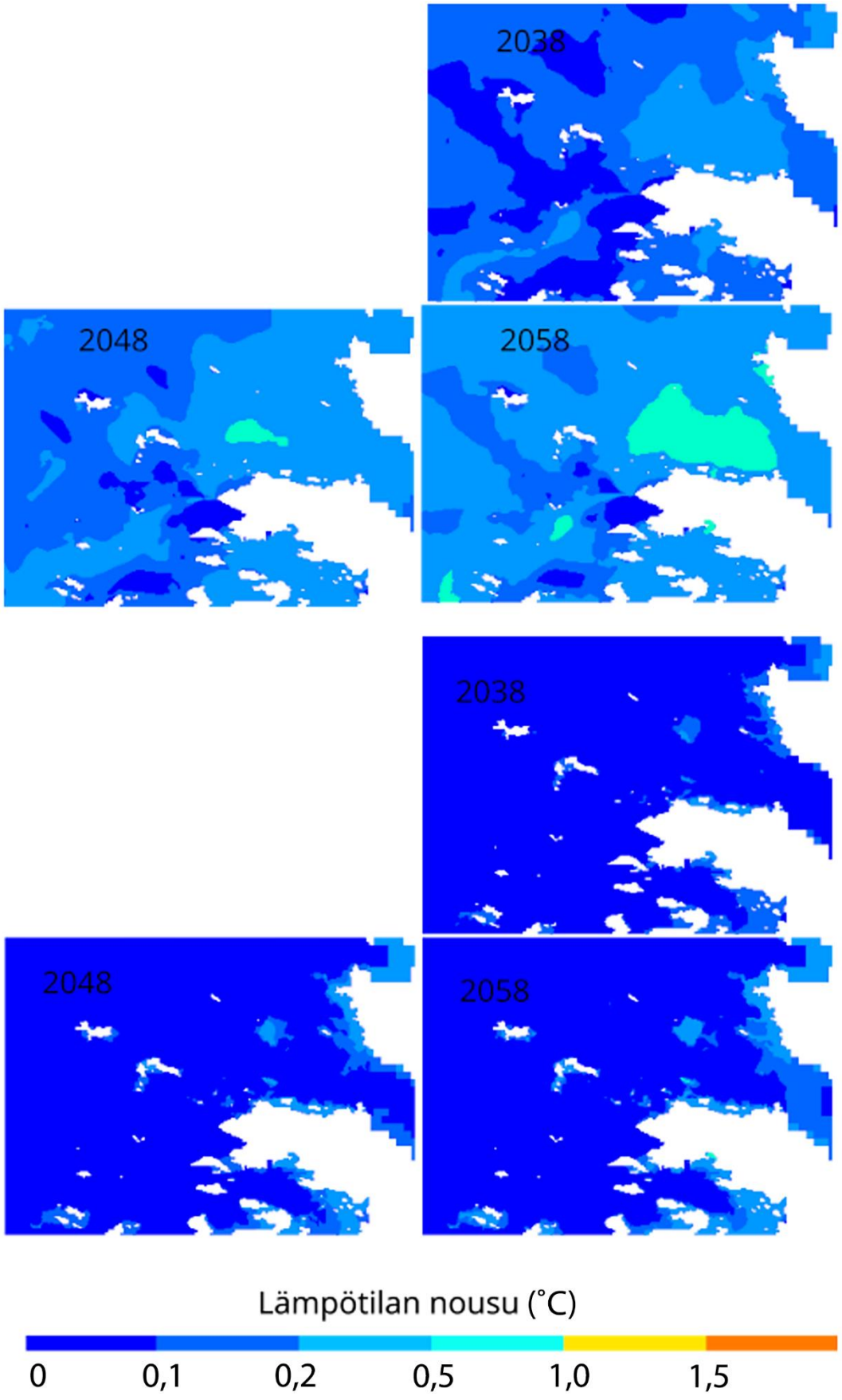
Kuva 17. Keskimääräiset lämpötilat vertailujaksoilla. Kuvassa vasemmalla on pintakerros ja oikealla on pohjakerros.



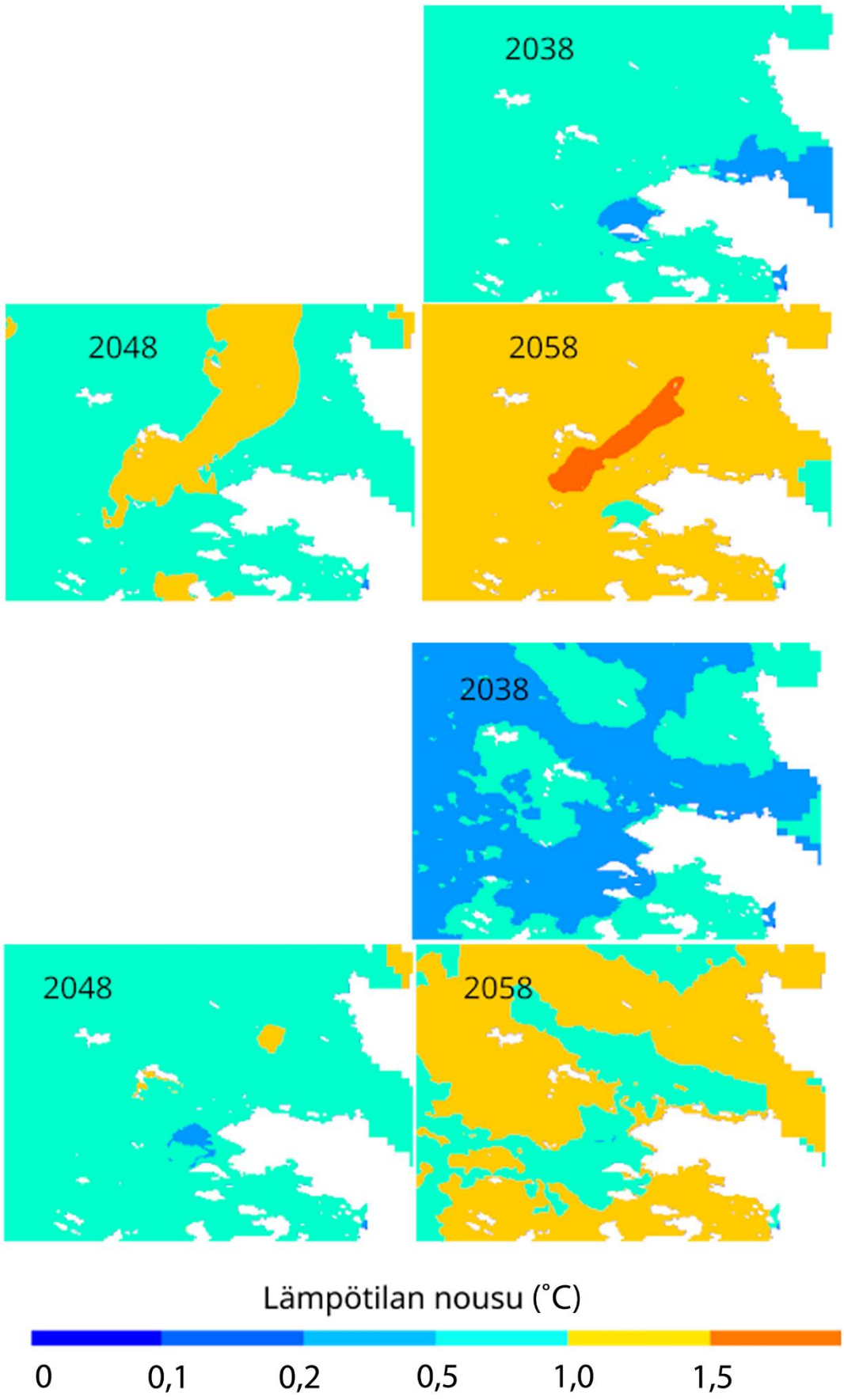
Kuva 18. Ilmastonmuutoksen vaikutus lämpötiloihin viileänä kesänä 2017. Ylimmät 3 kuvaa ovat pinta-kerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



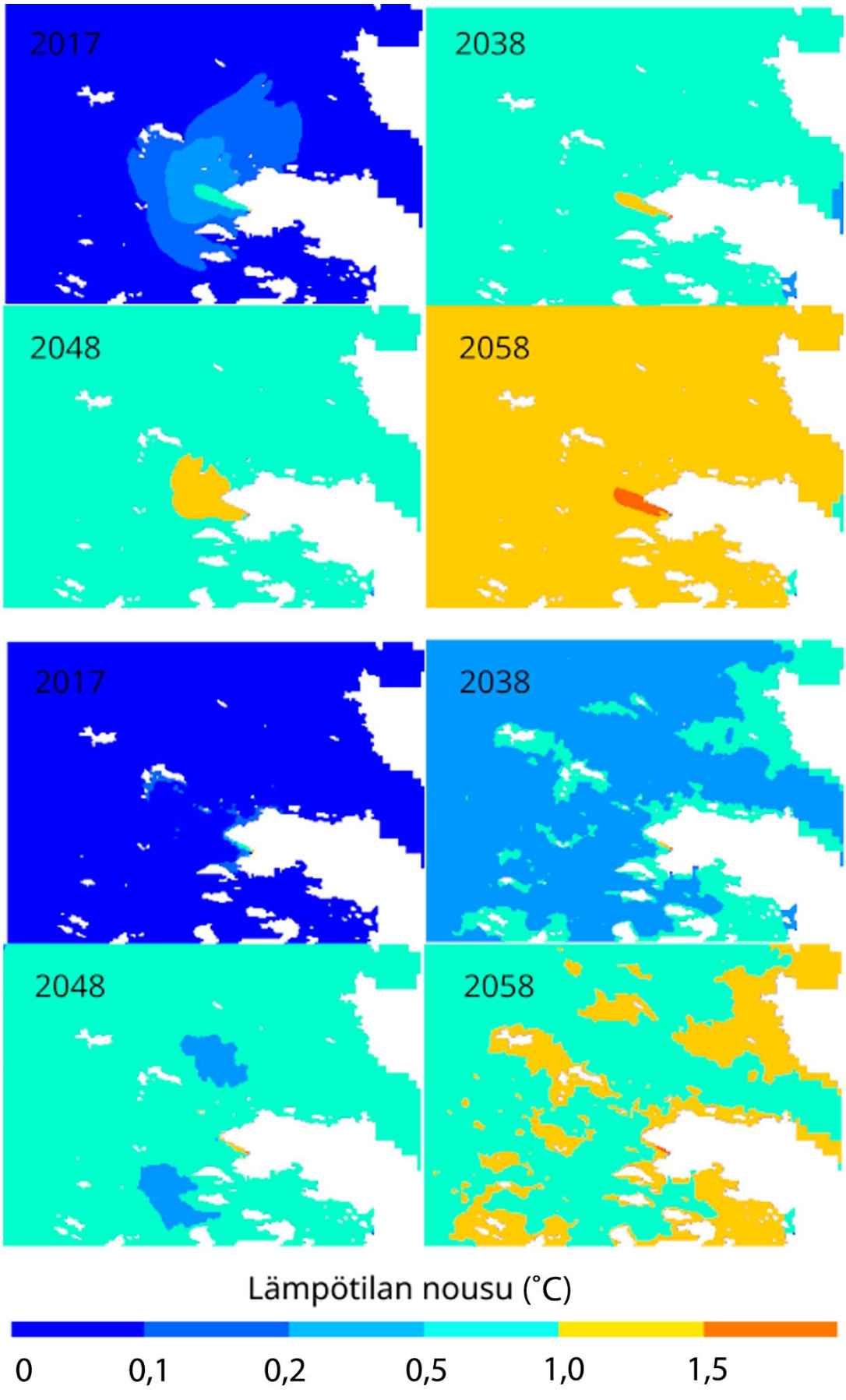
Kuva 19. Ilmastonmuutoksen vaikutus lämpötiloihin kuumana kesänä 2021. Ylimmät 3 kuvaa ovat pinta-kerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



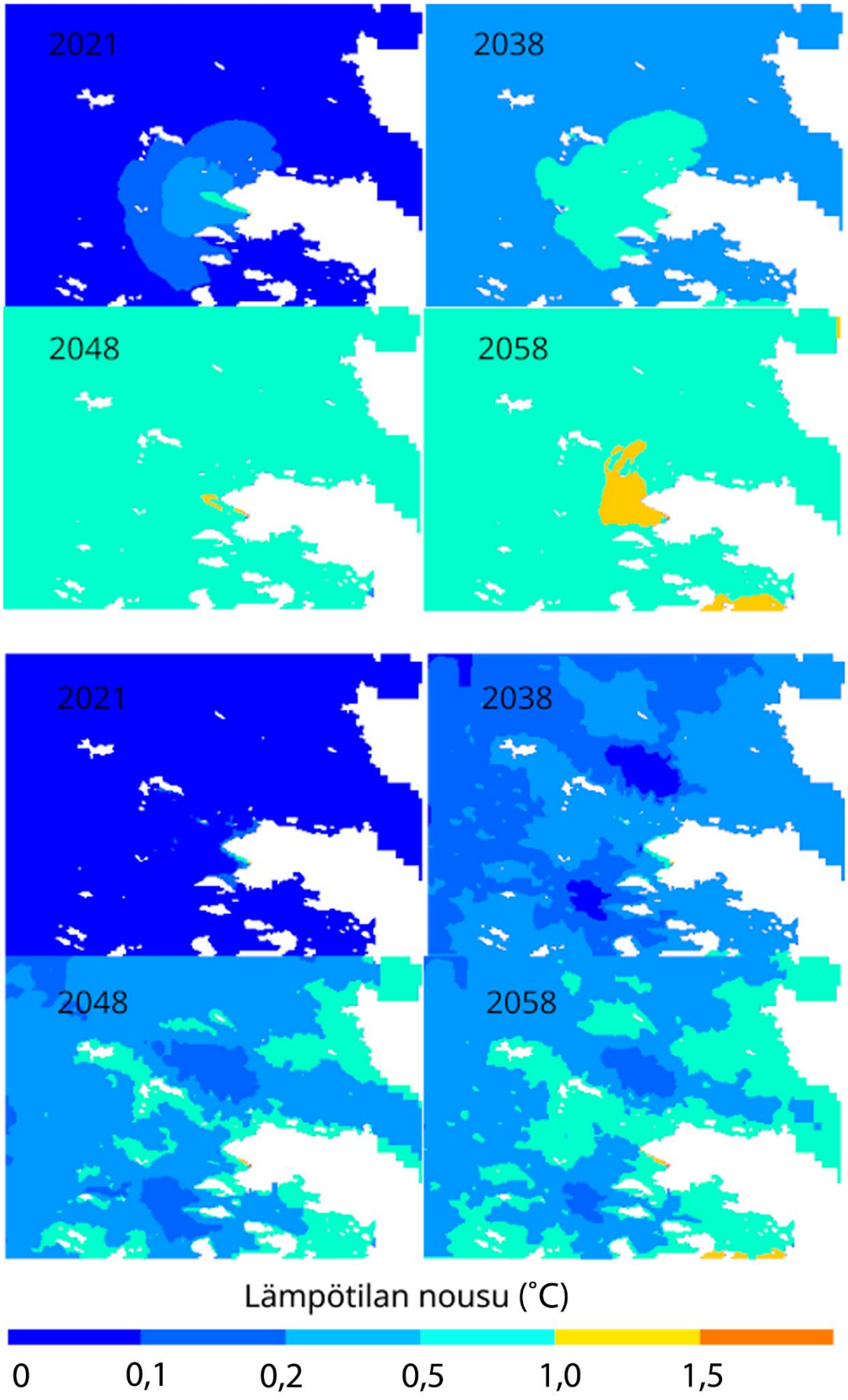
Kuva 20. Ilmastonmuutoksen vaikutus lämpötiloihin kylmänä talvena 2018. Ylimmät 3 kuvaa ovat pinta-kerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



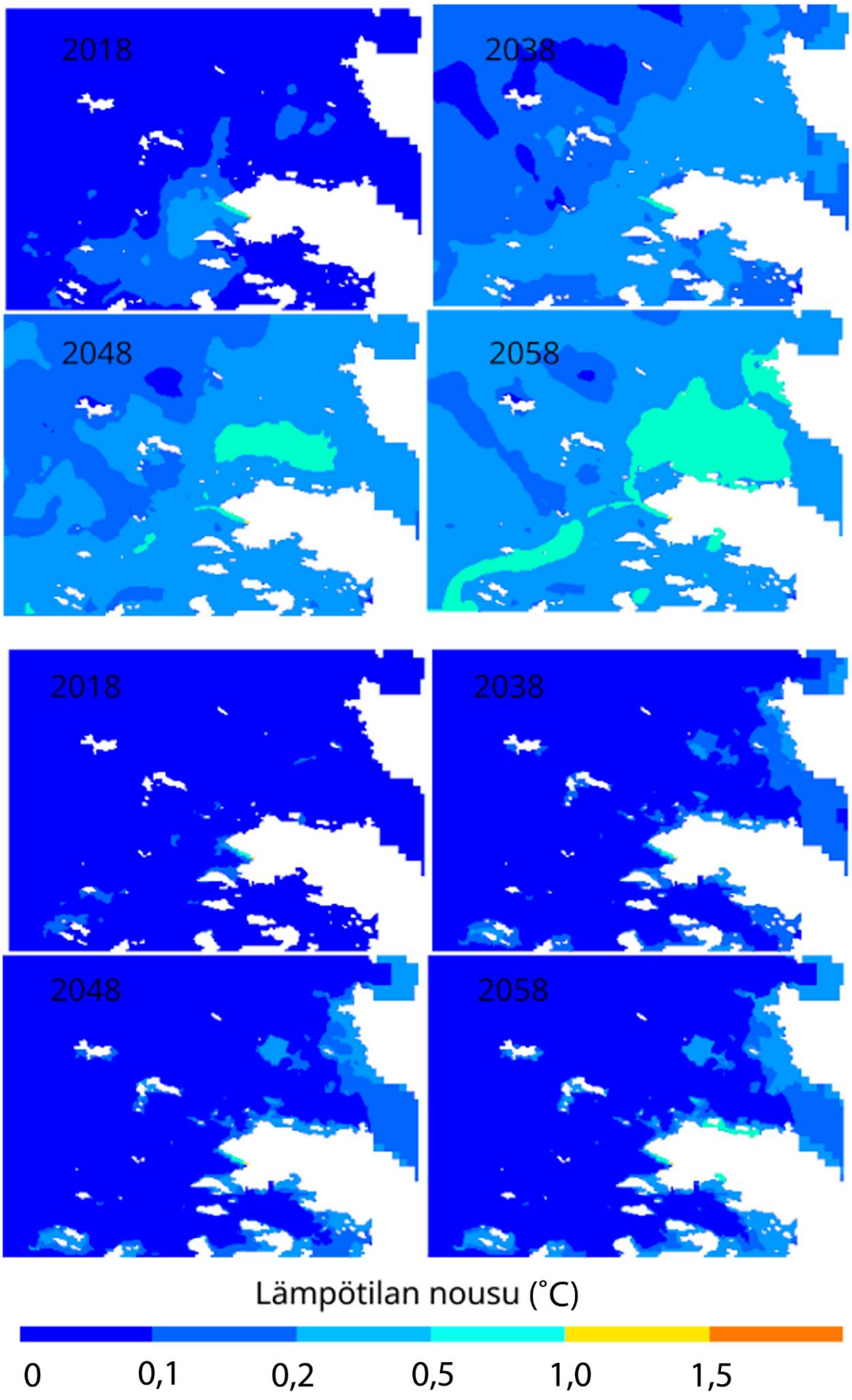
Kuva 21. Ilmastonmuutoksen vaikutus lämpötiloihin leutona talvena 2020. Ylimmät 3 kuvaa ovat pinta-kerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



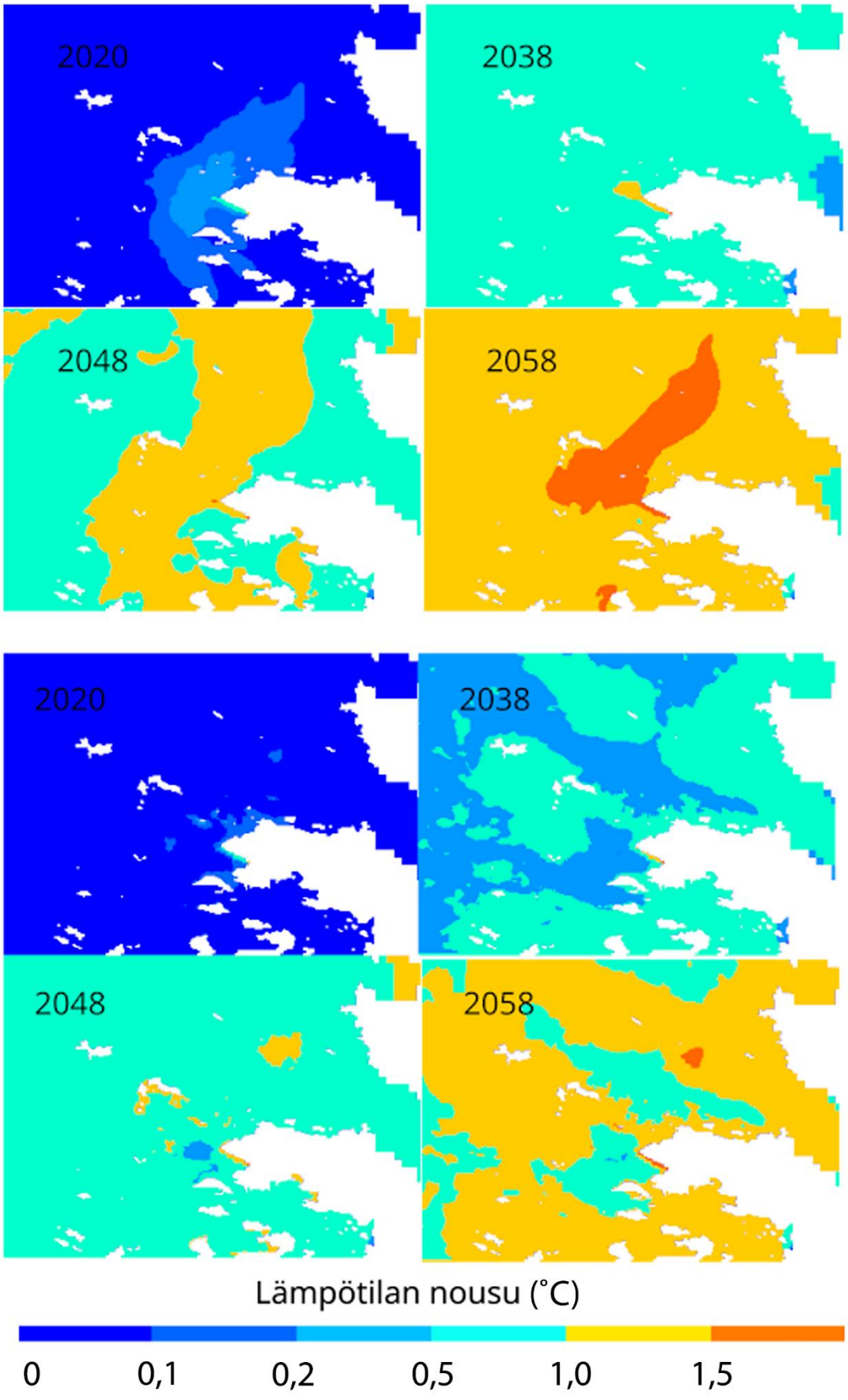
Kuva 22. Ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen vaikutus lämpötiloihin viileänä kesänä 2017. Ylimmät 4 kuvaa ovat pintakerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



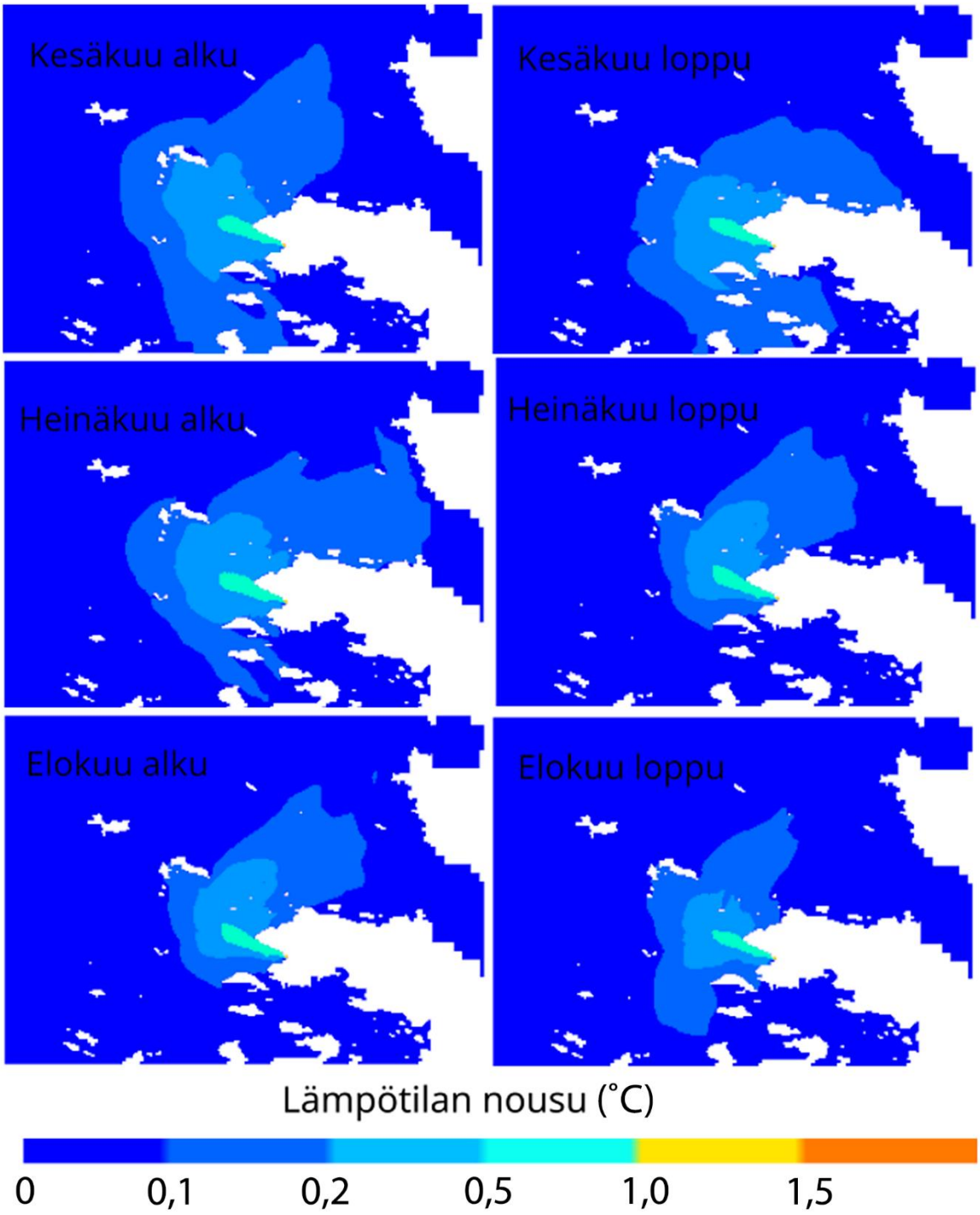
Kuva 23. Ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen vaikutus lämpötiloihin kuumana kesänä 2021. Ylimmät 4 kuvaa ovat pintakerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



Kuva 24. Ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen vaikutus lämpötiloihin kylmänä talvena 2018. Ylimmät 4 kuvaa ovat pintakerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



Kuva 25. Ilmastonmuutoksen ja tehonkorotuksen vaikutus lämpötiloihin leutona talvena 2020. Ylimmät 4 kuvaa ovat pintakerroksesta ja alimmat pohjakerroksesta.



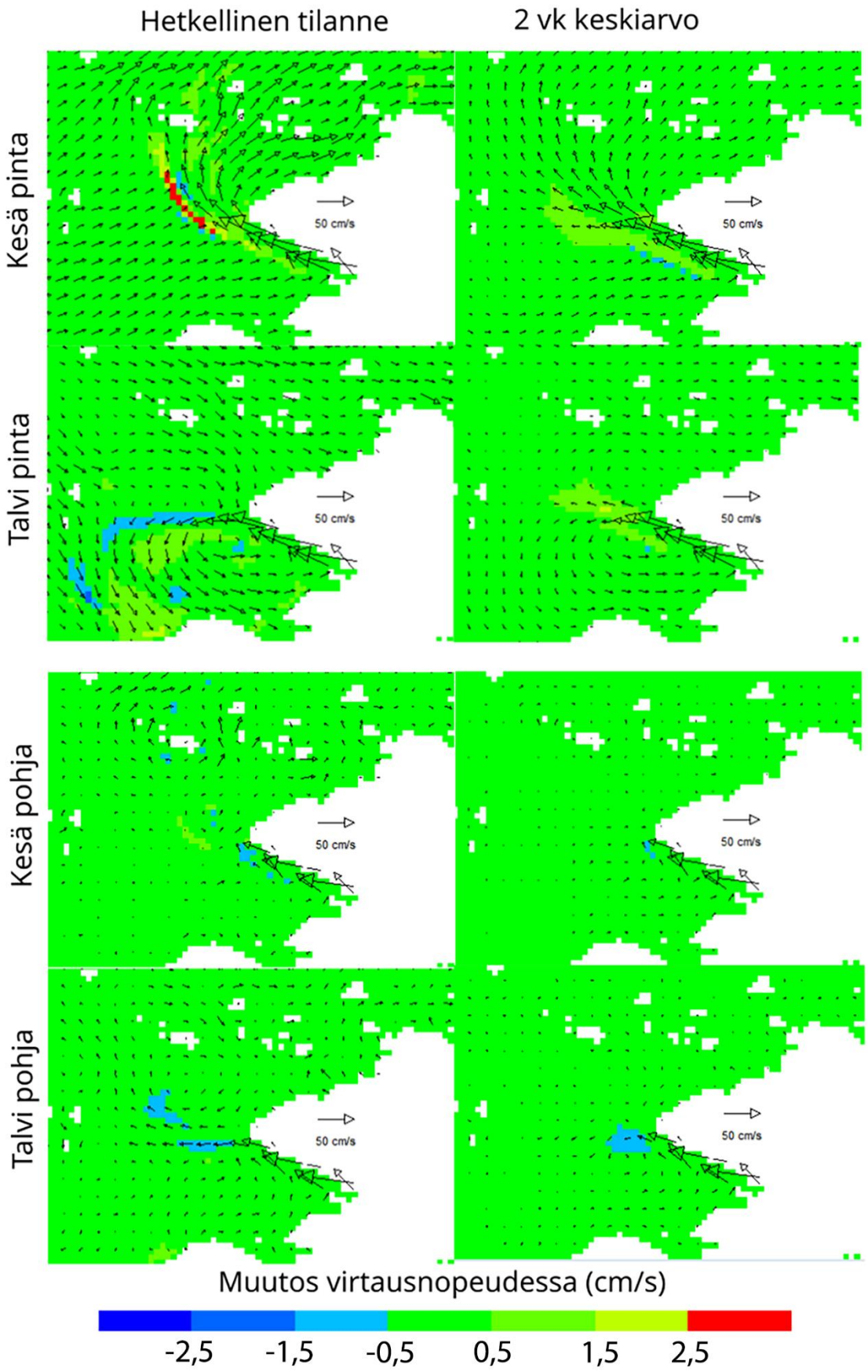
Kuva 26. Lämpötilamuutoksen vaihtelut tehonkorotuksen vaikutuksesta viileänä kesänä 2017 puolen kuukauden jaksoissa (alku: 1.–15. pvä, loppu: 16.-30/31. pvä).

Vaikutukset virtauksiin

Laitosyksiköiden meriveden otto- ja purkumäärät säilyivät samoina kaikissa skenaarioissa. Merialueen virtauksiin ei siis synny suoria muutoksia, mutta purkuveden lämpötilan nousu ja tiheysmuutokset aiheuttavat välillisiä vaikutuksia virtauksiin. Tiheyserojen tasaantuminen kestää hieman pidempään ja virtauksen kulkeutumisreitit lämpötilan tasoittumiseen muuttuvat. Kuvassa 27 on esitetty muutoksia virtausnopeuksissa, sekä hetkellisissä tilanteissa että kahden viikon keskiarvona, kesä- ja talvijaksoilla.

Samansuuruinen lämpötilan muutos purkuvesissä aiheuttaa suuremman tiheysmuutoksen kesällä kuin talvella. Tästä syystä virtaukset muuttuvat kesällä enemmän. Suurimmat muutokset ilmenivät purkuvirran läheisyydessä ja olivat suuruusluokaltaan joitakin cm/s eli muutamia prosentteja purkuvirran voimakkuudesta. Purkuvirran sijaintiin vaikutti tuulitilanne, joten suurimman muutosalueen paikan vaihdellessa keskimääräinen muutos jää vähäisemmäksi. Lämpötilamuutokset painottuvat pintakerroksiin, joten myös virtausmuutokset olivat pinnalla suurempia.

Laajemmasta näkökulmasta katsottuna tehonkorotus voimistaa meren lämpötilakerrostuneisuutta kesäaikaan Olkiluodon lähialueella ja näin ollen vähentää veden vaihtuvuutta pinta- ja pohjakerrosten välillä. Talvella lämpökuorma sulattaa jääpeitettä ja mahdollistaa tuulen aiheuttamat virtaukset sulaneilla alueilla. Nämä muutokset ovat kuitenkin pieniä verrattuna eri vuosien väliseen vaihteluun.



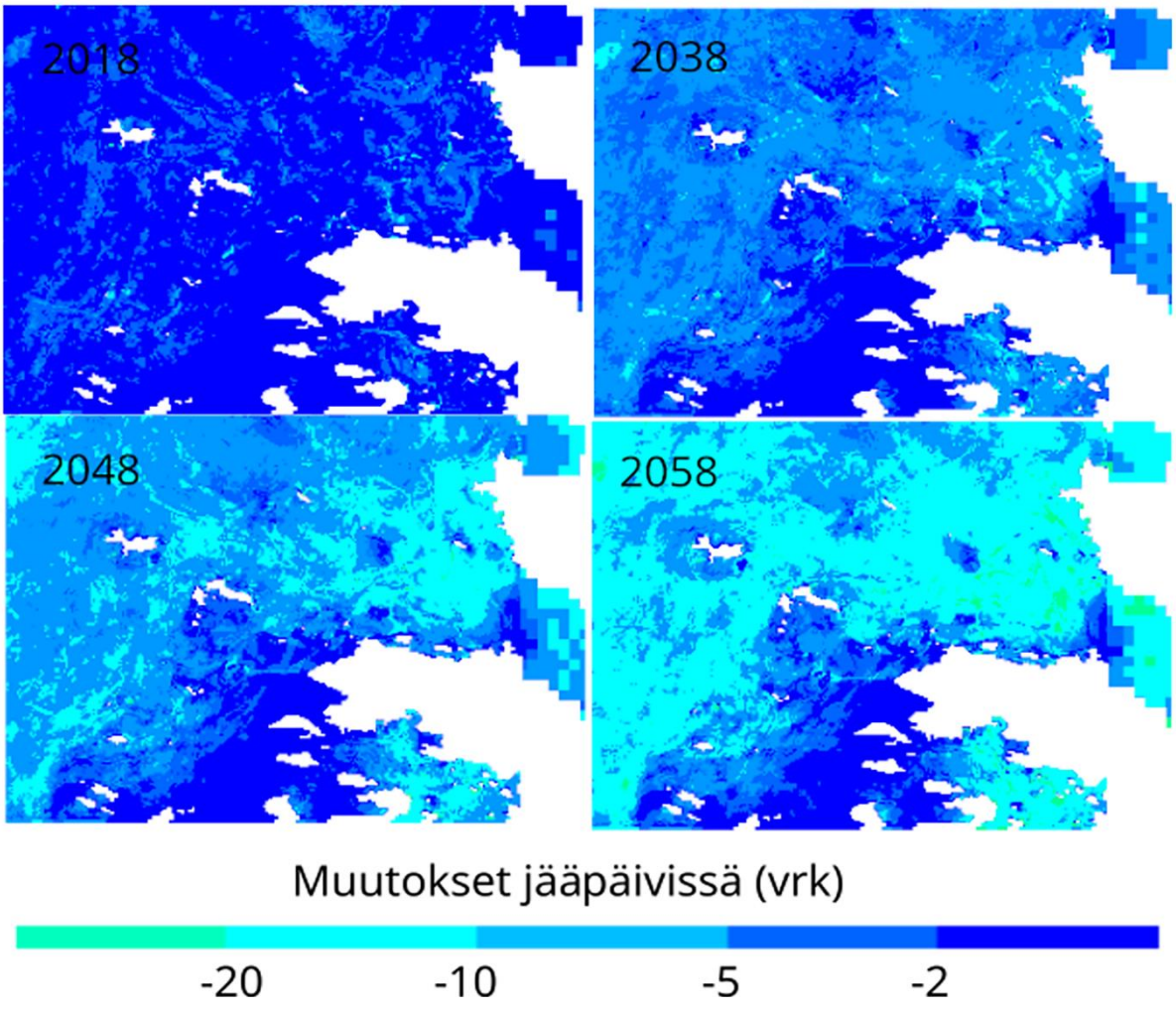
Kuva 27. Muutoksia virtausnopeuksissa hetkellisissä tilanteissa (kesä 1.8.2017, talvi 1.4.2020) ja 2 viikon keskiarvoina näistä ajankohdista eteenpäin sekä pinta että pohjakerroksista. Virtausnuolet kuvaavat virtaustilannetta alueella ilman tehonkorotusta.

Vaikutukset jääpeitteeseen

Jääpeitteessä tapahtuvia muutoksia havainnollistavaksi muuttujaksi valittiin muutokset jääpäivissä. Tulokset tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksista jääpäivien määrään on esitetty kuvassa 28. Mallituloksia arvioitaessa on syytä muistaa, että mallisimuloinneissa jäätä muodostui Olkiluodon edustalla myös alueille, joilla sitä ei havaittu. Tästä syystä tuloksia tulee tulkita enemmänkin yleisinä suuruusluokkamuutoksia niillä alueilla, joilla todellisuudessakin havaittiin jäätä kuvan 15 jääkartoissa.

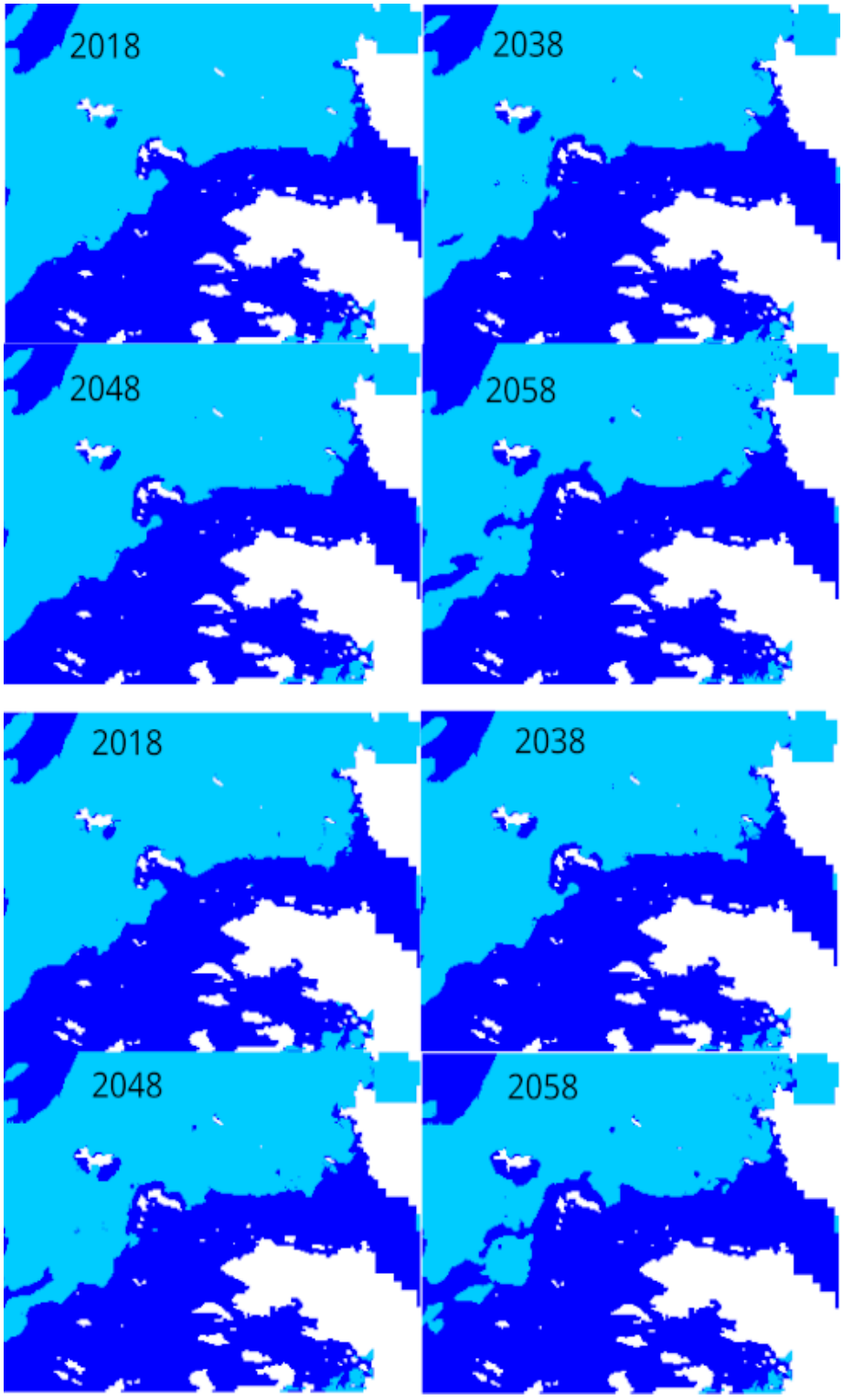
Toisin kuin lämpötilamuutokset, jotka levisivät tasaisesti purkupaikasta etäännyttäessä, muutokset jääpäivissä ovat enemmän satunnaisia. Alueilla, joilla jäätä ei ole myös muutokset jääpäivissä ovat nollaa. Samoin käy tilanteissa, joissa lämpökuorma ohentaa jäätä, mutta se jäätyy myöhemmin vastaavaan paksuuteen. Muutoksia jääpäiviin syntyy lähinnä tilanteissa, joissa jää on juuri sulamassa tai syntymässä, joten tuulitilanteella kyseisenä ajankohta on paljon merkitystä.

Simuloiduista jääpäivämuutoksista voidaan tehdä se johtopäätös, että tehonkorotuksen vaikutukset jääpeitteiseen aikaan ovat vähäiset keskimäärin alle 2 vrk, mutta satunnaisten sääolojen takia paikoitellen voi esiintyä suurempiakin muutoksia. Ilmastonmuutoksella on tehonkorotusta suurempi vaikutus jääpeitteeseen. Vuoden 2058 tilanteessa jääpeitteinen aika oli lyhentynyt 2–3 viikkoa.



Kuva 28. Muutokset jääpäivissä tehonkorotuksen ja ilmastonmuutoksen vaikutuksesta.

Merialueen virkistyskäytön kannalta jääpeitteen vahvuudella on oleellinen merkitys. Kuvassa 29 on esitetty alue, jolle eri simulointitilanteissa syntyy talven aikana yli 10 cm vahva jääpeite. Sekä ilmastonmuutoksella että tehonkorotuksella oli vähäinen vaikutus tähän alueeseen, sillä kovalla pakkasjaksolla jää paksuuntuu nopeasti ja lämpimämpi vesi ehtii jäähtyä heikompaa jäätä ohentaen ennen kuin kulkeutuu kantavalle alueelle. Kantavan jään aluetta syntyy siis melko samalla laajuudella kuin nykyisinkin, mutta ajanjakso alueelle lyhenee samaan tapaan kuin jääpäivissäkin.



Kuva 29. Alueet, joilla simuloinneissa esiintyy yli 10 cm vahvaa jäätä nykytilassa ja ilmastonmuutoksen edetessä (neljä ylintä kuvaa) ja tehonkorotuksen kanssa (neljä alinta kuvaa). Vaaleansininen väri kuvastaa yli 10 cm paksua jääpeitettä, ja tummansininen alle 10 cm paksua jäätä tai sulaa aluetta.

6. LUOTETTAVUUSARVIOT

Vesistömalli on kompromissi luonnon prosessien kuvausten, erotustarkkuuden ja mallin vaatiman laskenta-ajan välillä. Malliin sisällytettiin yleisimmät vesistömalleissa käytetyt virtauksiin, kulkeutumiseen ja sekoittumiseen vaikuttavat yhtälöt ja tarkimmalla mallialueella horisontaali erotustarkkuus oli 40 m. Näillä valinnoilla mallisovelluksen yksi laskentajakso pystyttiin simuloimaan noin viikossa.

Erotustarkkuutta pienemmän mittakaavan prosesseja tai virtausten ja pitoisuuksien hilakopin sisäistä jakaumaa ei mallissa pystytä kovin tarkkaan huomioimaan. Purkukanavan suulta vettä virtasi 132 m^3/s mallin erotustarkkuutta kapeammasta (noin 30 m) kanavasta, joten purkukanavan lähistön virtausten kuvaamiseen mallin erotustarkkuus ei ole riittävä. Purkuvirran levittyä useamman hilaruudun levyiseksi (noin 100 m) mallin erotustarkkuus ei enää ole ongelma. Tämä toteutuu viimeistään purkuvirran kulkeuduttua Ulkopään kärjen yli avoimemmalle merialueelle.

Mallin tarkimman resoluution alue kattoi 10,4 x 11 km^2 alueen. Tehonkorotuksen oleellisimmat vaikutukset meriveden lämpötilaan syntyivät tämän alueen sisällä, joten mallisovelluksen luotettavimman alueen laskennan alueet kattoivat oleelliset vaikutusalueet.

Mallin yksinkertaistuksien lisäksi mallitulosten luotettavuuteen vaikuttaa simuloinnin syöttötietojen luotettavuus, joista tärkeimpiä ovat voimalaitosten purkuvesien määrään ja lämpötilaan liittyvät tiedot (voidaan pitää luotettavina) sekä meteorologiset tiedot. Olkiluodon edustan merialueen säätilaa arvioitiin sekä Olkiluodon säämaston mittauksista että ERA5-datasta. Näistä kahdesta lähteestä saaduilla tuulitiedoilla ei ollut juurikaan korrelaatiota keskenään ja myös suunta- ja nopeusjakaumat poikkesivat selvästi toisistaan. Lämpötiloissa oli pitkiä jaksoja, jolloin erot olivat useita asteita.

Epätarkkuudet paikallisessa säätilassa voivat selittää suurimman osan eroista mittaus- ja mallituloksissa. Skenaariovertailuihin epätarkoilla säätiedoilla ei ole niin suurta merkitystä, koska kaikissa tilanteissa vertailtiin samoilla syöttötiedoilla saatuja tuloksia. Erilaisten simulointivuosien valinnalla varmistettiin sitä, että mahdollinen tulevaisuuden säätila on jossain näiden äärijaksojen välissä.

Mallin jäälaskentaa on yksinkertaistettu siten, ettei siinä huomioida jään kulkeutumista, joten siitä aiheutuvia ilmiöitä mallilla ei voida selvittää. Simuloidut talven maksimi jäänpaksuudet olivat samaa luokkaa havaittujen kanssa ja jään dynamiikassa oli samoja suuntauksia havaintojen kanssa, mutta yleisesti jäätä syntyy mallissa liian suurelle alueelle. Realistisin arvio tehonkorotuksen vaikutuksista jääpeitteeseen saadaan yhdistämällä jääkartat ja mallitulokset asiantuntija-arvioon.

7. YHTEENVETO

Raportissa arvioitiin ilmastonmuutoksen ja Olkiluodon OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamisen ja tehonkorotuksen vaikutuksia alueen lämpötiloihin, virtauksiin ja jääpeitteeseen. Laskennassa käytettiin koko Olkiluodon alueelle tarkennettua 3-dimensioista laskentamallia, jossa voimalan lähialueella käytettiin 40 m resoluution laskentahilaa. Reuna-arvojen laskemiseksi mallin karkein hila sisälsi koko Selkämeren 5 km hilaresoluutiolla.

Lähtötietona mallissa oli meteorologisina tietoja noin 31 km:n resoluution ERA5-dataa sekä suurimpien Selkämerelle laskevien tai lähellä Olkiluotoa sijaitsevien jokien virtaamia ja ydinvoimalaitoksen meriveden käyttöä. Mallilla laskettiin lämpötilan lisäksi suolaisuutta veden tiheyteen vaikuttavana tekijänä.

Mallia sovellettiin kahdelle kesä- ja talvijaksolle, jotka valittiin ilman keskilämpötilan suhteen mahdollisimman erilaisiksi. Olkiluodon edustan merialueella on tehty kesäisin mittauksia useilla jatkuvatoimisilla lämpötilamittareilla sekä lämpötilaloggereilla, joihin mallin simulointituloksia verrattiin. Mittauksissa havaitut ilmiöt tulivat kohtuullisen hyvin esiin simulointituloksissa lukuun ottamatta epästabiileja lämpötilakerrostuneisuustilanteita Iso Kaalonperän lahdella. Korrelaatio mittausten ja mallitulosten välillä oli 0,89.

Skenaariolaskelmien oleellisimmat meriveden lämpötilaan liittyvät havainnot olivat seuraavat; ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan meriveden lämpötilaan Olkiluodon edustan merialueella enemmän kuin OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkaminen tai tehonkorotus. Tehonkorotuksen vaikutukset ovat suurimmillaan purkuvirran alkuosassa noin 0,5 °C ja keskimäärin yli 4 km etäisyydellä alle 0,1 °C. Tehonkorotus vaikuttaa pääasiassa pintaveden lämpötiloihin ja myös ilmastonmuutos vaikuttaa enemmän pintakerrokseen.

Tehonkorotuksella on vain vähäinen vaikutus virtauksiin nykyisen purkuvirran lähettyvillä. Jääpeitteiseen aikaan tehonkorotus vaikuttaa vain joitakin yksittäisiä päiviä, mitä ei voida erottaa vuosien välisestä vaihtelusta. Ilmastonmuutos tulee vaikuttamaan jääpeitteeseen selvästi tehonkorotusta enemmän.

Laskennan luotettavuuden kannalta suurimmat epävarmuustekijät liittyivät paikallisiin säätietoihin, jäämalliin sekä lämpötilajakaumaan purkupisteen lähialueella. Skenaariolaskelmissa vertailtiin kahta samat epävarmuustekijät sisältävää simulaatiota, joten niiden suhteellisiin eroihin liittyvä epävarmuus on pienempää kuin yhden simulointijakson absoluuttisia arvoja verrattaessa.

8. LÄHTEET

Baltic Sea Physics Reanalysis 2024. E.U. Copernicus Marine Service Information (CMEMS). Marine Data Store (MDS). DOI: 10.48670/moi-00013 Viitattu 4.5.2023

Copernicus Climate Change Service (C3S) 2017. ERA5: Fifth generation of ECMWF atmospheric reanalyses of the global climate. Copernicus Climate Change Service Climate Data Store (CDS). Viitattu 15.9.2023. https://cds.climate.copernicus.eu/cdsapp#!/

Ilmatieteenlaitos 2023a. Keskimääräinen jäätalvi 2017–2018. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/jaatalvi-2017-2018

Ilmatieteenlaitos 2023b. Lämpötila- ja sadetilastoja vuodesta 1961. https://www.ilmatieteenlaitos.fi/tilastoja-vuodesta-1961

Inkala A. & Lauri H. 2009. Neljän laitosyksikön aiheuttamat lämpövaikutukset Olkiluodon edustalla, Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus (YVA) Oy, tutkimusraportti.

IPCC 2021. Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. doi:10.1017/9781009157896

Ympäristöministeriö & Tilastokeskus 2022. Finland's Eighth National Communication under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Helsinki. 499 p.

Myrberg, K., Ryabchenko, V., Isaev, A., Vankevich, R., Andrejev, O., Bendtsen, J., Erichsen, A., Funkquist, L., Inkala, A., Neelov, I., Rasmus, K., Rodriguez Medina, M., Raudsepp, U., Passenko, J., Söderkvist, J., Sokolov, A., Kuosa, H., Anderson, T. R., Lehmann, A. & Skogen, M. D. 2010. Validation of three-dimensional hydrodynamic models of the Gulf of Finland. Boreal Env. Res. 15: 453–479

Peltonen A. 1998. Lämpötilamittaukset Olkiluodon ydinvoimalan lauhdevesien purkualueella kesällä 1998, selvitys lämpötilamittauksista 14.7.-13.8.1998, tutkimusraportti, Pirkanmaan ympäristökeskus.

Poutanen M. 2023. Maannousu. https://www.maanmittauslaitos.fi/tutkimus/teematietoa/ maannousu

Suomen ympäristökeskus 2023. Avoin Hertta-tietokanta. syke.fi/avoindata

Suomen ympäristökeskus 2024. Tarkka palvelu, Tosivärikuvat: Sentinel-2 MSI (10m), olosuhteet: lumipeite, tarkka.syke.fi

Teollisuuden Voima Oyj 2019. TVO jäähavainnot 2018–2019 kertomus.

Teollisuuden Voima Oyj 2023. Luotaustiedosto.

LIITE 1. VIRTAUS- VEDENLAATULASKENNAN KUVAUS

Veden virtausten numeerinen mallintaminen perustuu fysikaalisiin massan, liikemäärän ja energian säilymislakeihin. Kun nämä säilymislait kirjoitetaan hyvin pienelle nestetilavuudelle, saadaan Navier-Stokes'in liikeyhtälöt. Tässä mallinnettavan nesteen oletetaan olevan kokoon puristumatonta.

(1) $$\frac{\partial u}{\partial t} = fv - \frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_{hor}\frac{\partial u}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_{hor}\frac{\partial u}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu_{ver}\frac{\partial u}{\partial z}\right) - u\cdot\nabla\ u$$

(2) $$\frac{\partial v}{\partial t} = -fu - \frac{1}{\rho_0}\frac{\partial p}{\partial y} + \frac{\partial}{\partial x}\left(\nu_{hor}\frac{\partial v}{\partial x}\right) + \frac{\partial}{\partial y}\left(\nu_{hor}\frac{\partial v}{\partial y}\right) + \frac{\partial}{\partial z}\left(\nu_{ver}\frac{\partial v}{\partial z}\right) - u\cdot\nabla\ v$$

(3) $$\frac{\partial p}{\partial z} = -g\rho$$

(4) $$\nabla\cdot u = 0$$

u = nopeusvektori, m/s
u,v = vaakasuuntaiset virtausnopeuden komponentit, m/s
t = aika, s
p = paine, Pa
f = corioliskerroin
ρ_0 = veden keskimääräinen tiheys, kg/m^3
ρ=veden tiheys, kg/m^3
g = 9,81 m/s^2
ν_{hor},ν_{ver} = vaaka- ja pystysuuntainen pyörreviskositettikerroin, m^2/s

Yllä olevissa yhtälöissä yhtälöt (1) ja (2) kuvaavat vaakasuuntaisen virtauksen muutosta ajan suhteen. Virtauksen muutos ajan suhteen on summa coriolisvaikutuksesta, pinnankorkeuseron vaikutuksesta, pyörreviskositeetin vaikutuksesta, ja liikemäärän säilymisestä. Yhtälö (3) kuvaa tiheyserojen vaikutusta pystysuuntaiseen painetermiin, ja yhtälö (4) varmistaa massan säilymisen. Tarkempi kuvaus yhtälöistä löytyy alan kirjallisuudesta.

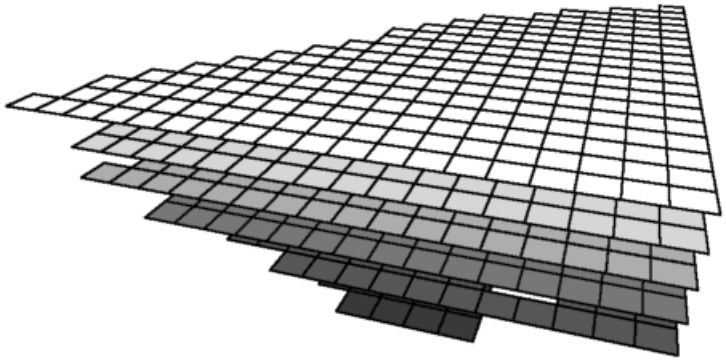
Navier-Stokes'in yhtälöt esittävät kuinka hyvin pieni laatikollinen nestettä käyttäytyy. Jotta yhtälöitä voitaisiin soveltaa käytännön ongelmiin, ne on kirjoitettava muotoon, jossa niiden ratkaiseminen tietokoneella on mahdollista. Tätä varten laaditaan mallihila, jossa yhtälöt sitten ratkaistaan jotakin numeerista menetelmään käyttäen.

Mallihila on numeerista laskentaa varten laadittu kuvaus mallialueesta, jossa alue jaetaan joukoksi laatikoita eli hilakoppeja. Hilakoppien joukon tulee esittää mallialuetta mahdollisimman tarkasti, mutta luonnollisesti hilakoppien koko määrää miten tarkasti alue voidaan kuvata. Mitä pienempiä hilakopit ovat, sitä tarkemmin alue voidaan esittää ja sitä enemmän hilakoppeja ja laskentakapasiteettia tarvitaan. Jokainen hilakoppi edustaa kattamaansa aluetta, hilakopin sisällä laskettavien suureiden oletetaan pysyvän vakiona tai muuttuvan ennalta määritellyllä tavalla.

Laskentamalli formuloidaan tavallisesti siten, että kun jollakin ajanhetkellä t laskettavien suureiden arvot hilassa tunnetaan, niin malliyhtälöitä käyttämällä voidaan näistä arvoista ja tunnetuista reuna-arvoista laskea tilanne annetun aika-askeleen Δt päästä. Tulos on siten tilanne hetkellä t+Δt.

Vedenlaadun laskenta numeerisesti käsittää laskettavien aineiden siirtämistä hilakopista toiseen tunnettuja virtaama-arvoja hyödyntämällä, sekä aineiden prosessien laskemista. Nämä prosessit voivat olla esimerkiksi sedimentoitumista, hajoamista, hapen kulumista, jne.

Mallihila on tavallisesti kolme dimensioinen eli siinä on hilakoppeja molemmissa vaakasuunnissa ja pystysuunnassa. Hila voi olla sisäkkäinen, eli karkeamman hilan sisällä on hila, jonka kopit ovat karkeaa hilaa pienempiä. Tällä tavoin laskentaa voidaan tarkentaa jollekin alueelle ja ottaa edelleen huomioon suuremman alueen vaikutus tarkennettuun alueeseen.



Kuva: yksinkertainen 3d-hila, syvemmällä olevat tasot on piirretty tummemmalla

Vesi alkaa virrata, kun jokin tekijä pakottaa veden liikkumaan. Virtauksia tuottavia tekijöitä ovat mm. tuuli, alueelle tulevat joet ja vuorovesi. Virtauksiin vaikuttaa myös vesimassan tila, kuten esimerkiksi lämpötilakerrostuneisuus ja suolaisuuserot. Mallialueella on tavallisesti myös reunat, jolloin on tiedettävä myös vedenkorkeudet ja virtaamat alueen reunoilla. Virtausta hidastavat kitkavoimat, lähinnä pohja- ja rantakitkat sekä turbulenssi.

Laskentamalli sisältää joukon parametreja, joita käytetään mallin sovittamisessa mallinnettavalle alueelle. Kaikkia parametreja ei voi arvioida etukäteen, joten ne on kalibroitava mittaustuloksia käyttämällä. Kalibroinnissa malli lasketaan useilla vaihtoehtoisilla parametrikombinaatioilla, ja parhaiten mittauksiin sopiva vaihtoehto valitaan.

Virheitä laskentaan aiheutuu useista syistä. Ensinnäkin malliyhtälöitä on jouduttu yksinkertaistamaan, jotta ne olisivat ratkaistavissa riittävän nopeasti mallin käytännön soveltamista varten. Toinen virhetyyppi aiheutuu mallialueen kuvaamisessa neliskulmaisina hilakoppeina – nämä virheet vähenevät mitä pienempiä hilakoppeja käytetään. Suurimmat virheet aiheutuvat kuitenkin tavallisesti huonosti tunnetuista reuna-arvoista, kuormituksista ja alkutilanteesta.

Liite 6. Natura-tarveharkinta



Vastaanottaja
Teollisuuden Voima Oyj

Asiakirjatyyppi
Natura-tarveharkinta

Päivämäärä
30.8.2024

Viite
1510076597

OLKILUOTO 1- JA OLKILUOTO 2-LAITOSYKSIKÖIDEN KÄYTTÖIÄN JATKAMINEN JA LÄMPÖTEHON KOROTTAMINEN

NATURA-ARVIOINNIN TARVEHARKINTA
RAUMAN SAARISTO (FI0200073)

RAMBOLL

TVO – NATURA-ARVIOINNIN TARVEHARKINTA

Päivämäärä	30.8.2024
Laatija	Ella von Weissenberg
Tarkastaja	Elina Salo-Miilumäki, Saara Vauramo
Kuvaus	Natura-arvioinnin tarveharkinta

Ramboll
PL 25
Itsehallintokuja 3
02601 ESPOO

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Natura-alueiden suojelu ja arvioinnin perusteet	2
2.1	Lainsäädäntö	2
2.2	Arviointivelvollisuuden määräytyminen	2
2.3	Natura-arvioinnin tarveharkinta	3
3.	Natura-tarveharkinnan toteutus ja käytetty aineisto	3
3.1	Aineisto ja menetelmät	3
4.	Rauman saariston natura-alue (FI0200073)	3
4.1	Sijainti ja yleistiedot	3
4.2	Suojelun perusteet ja toteutus	4
4.3	Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit	5
4.4	Luontodirektiivin liitteen II lajit	7
5.	Hankkeen kuvaus	8
5.1	Yleistä	8
5.2	YVA-menettelyn toteutusvaihtoehdot	8
6.	Vaikutusmekanismit ja vaikutusalue	9
6.1	Vaikutusten yleinen kuvaus	11
6.1.1	Vaikutusmekanismit rannikon laguuneihin (1150)	12
6.1.2	Vaikutusmekanismit riuttoihin (1170)	12
6.1.3	Vaikutusmekanismit rantavalleihin (1210)	13
6.1.4	Vaikutusmekanismit merenrantaniittyihin (1630)	13
6.1.5	Luontodirektiivin lajeihin kohdistuvat muutokset	13
7.	Vaikutusten merkittävyyden arviointi	13
7.1	Luontodirektiivin liitteen I luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys	14
7.2	Luontodirektiivin liitteen II lajeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys	15
7.3	Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa	15
8.	Natura-tarveharkinnan johtopäätökset	15
9.	Lähteet	16

1. JOHDANTO

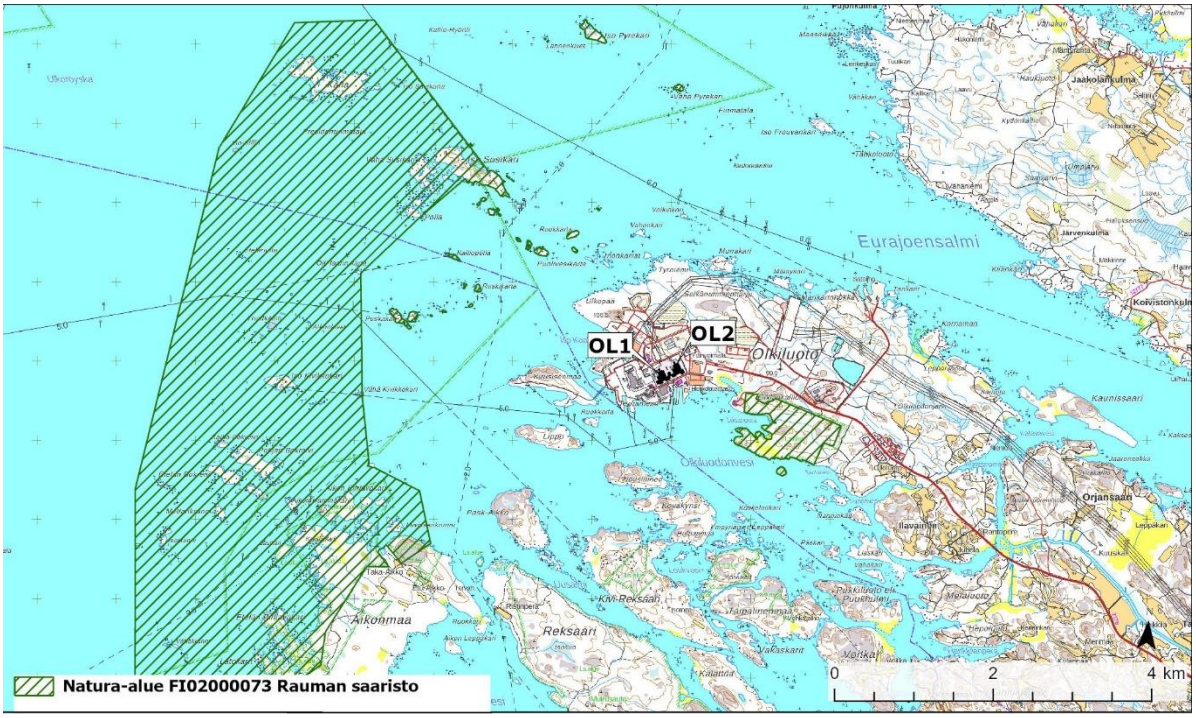
Teollisuuden Voima Oyj (TVO) selvittää osana Olkiluodon ydinvoimalaitoksen eliniän hallintaa OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkamista ja lämpötehon korottamista.

Natura-arvioinnin tarveharkinta on kohdennettu Olkiluodon ydinvoimalaitosalueen läheisyydessä sijaitsevaan Natura-alueeseen Rauman saaristo (FI0200073), joka on luokiteltu erityisten suojelutoimien alueeksi (SAC). Hankealueen ja Natura-alueiden sijainti on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 1).

Natura-arvioinnin tarveharkinta edeltää mahdollisesti tehtävää Natura-arviointia. Sen tarkoituksena on selvittää, voidaanko Natura-alueen suojeluperusteisiin kohdistuvien merkittävien vaikutusten mahdollisuus sulkea pois. Tarveharkinnassa kuvataan hanke, sen aiheuttamat vaikutukset ja vaikutuspiirissä sijaitsevat Natura-alueet sekä arvioidaan vaikutusten merkittävyyttä ja todennäköisyyttä.

Tämä Natura-arvioinnin tarveharkinta on laadittu luonnonsuojelulain 9/2023 35 §:n edellyttämällä tavalla luontotyyppi- ja lajikohtaisena asiantuntija-arviona ja siinä keskitytään niihin suojeluarvoihin eli luontotyyppeihin ja lajistoon, joiden perusteella alue on sisällytetty Suomen Natura 2000 -verkostoon. Tarveharkinnan tuloksena on esitetty arvio siitä, aiheutuuko Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2- ydinvoimalaitosyksiöiden käyttöiän jatkamisesta ja tehon korottamisesta Natura-alueen suojeluperusteille todennäköisesti niin merkittäviä haitallisia vaikutuksia, että varsinainen luonnonsuojelulain 35 §:n mukainen Natura-arviointi tulisi toteuttaa.

Natura-arvioinnin tarpeellisuuden arvioinnin on laatinut meribiologi (FT) Ella von Weissenberg Ramboll Finland Oy:stä.



Kuva 1. Hankealueen sijainti suhteessa Rauman saariston Natura-alueeseen. Taustakartta: Maanmittauslaitos.

2. NATURA-ALUEIDEN SUOJELU JA ARVIOINNIN PERUSTEET

2.1 Lainsäädäntö

Natura-verkoston avulla suojellaan EU:n luontodirektiivin (892/43/ETY) ja lintudirektiivin (79/409/ETY) määrittelemiä luontotyyppejä, lajeja ja niiden elinympäristöjä, jotka esiintyvät jäsenvaltioiden Natura-verkostoon ilmoittamilla tai ehdottamilla alueilla. Jäsenvaltioiden tehtävänä on huolehtia, että ns. Natura-arviointi toteutetaan hankkeiden ja suunnitelmien valmistelussa ja päätöksenteossa sen varmistamiseksi, että niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on sisällytetty tai ehdotettu sisällytettäväksi Natura-verkostoon, ei merkittävästi heikennetä. Suojeluarvoja merkittävästi heikentävä toiminta on kiellettyä sekä alueella että sen rajojen ulkopuolella. Natura-verkostoon kuuluvalla alueella on toteutettava suojelutavoitteita vastaava suojelu. Suomessa suojelua toteutetaan alueesta riippuen muun muassa luonnonsuojelulain, erämaalain, maa-aineslain, koskiensuojelulain ja metsälain mukaan. Toteutuskeino vaikuttaa muun muassa siihen, millaiset toimet kullakin Natura-alueella ovat mahdollisia. Luonnonsuojelulailla on toteutettu niiden Natura-alueiden suojelu, joilla on voimakkaimmin rajoitettu tavanomaista maankäyttöä. Näillä alueilla suurin osa ympäristöä muokkaavista toimenpiteistä on kielletty. Vastaavasti metsä- tai maa-aineslakien kautta suojelluilla alueilla kiellot ovat yleensä lievempiä ja mm. pienimuotoiset metsätaloustoimet sekä maa-ainesten ottotoimenpiteet voivat alueen luontoarvot säilyttävällä tavalla olla sallittuja. (Mäkelä & Salo 2024).

2.2 Arviointivelvollisuuden määräytyminen

Luonnonsuojelulain (9/2023) 34 §:n mukaan viranomainen ei saa myöntää lupaa tai hyväksyä suunnitelmaa, jonka voidaan arvioida merkittävällä tavalla heikentävän niitä luontoarvoja, joiden suojelemiseksi alue on liitetty Natura-verkostoon. Lain 35 §:ssä on hankkeiden ja suunnitelmien Natura-vaikutusten arvioinnista todettu:

”Jos hanke tai suunnitelma joko yksinään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon ehdottaman tai verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty tai on tarkoitus sisällyttää Natura 2000 -verkostoon, hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on asianmukaisella tavalla arvioitava nämä vaikutukset sen kannalta, miten ne vaikuttavat alueen suojelutavoitteisiin.” (LSL 9/2023, 35 §).

Natura-vaikutusten arviointivelvollisuus syntyy, mikäli hankkeen vaikutukset a) kohdistuvat Natura-alueen suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin, b) ovat luonteeltaan heikentäviä, c) laadultaan merkittäviä, sekä d) ennalta arvioiden todennäköisiä. Arvioinnin perusteena tarkastellaan ensisijaisesti niitä luontoarvoja, joiden perusteella alue on liitetty Natura-suojelualueverkostoon. Näitä ovat aluekohtaisesti:

- luontodirektiivin liitteen I luontotyypit (SAC-alueet)
- luontodirektiivin liitteen II lajit (SAC-alueet)
- lintudirektiivin liitteen I lintulajit (SPA-alueet)
- lintudirektiivin 4.2 artiklassa tarkoitetut (SPA-alueet) muuttolintulajit

Arvioinnin lähtökohtana ovat SAC-alueilla siten pääsääntöisesti luontodirektiivin mukaiset suojeluarvot (luontotyypit ja lajit), SPA-alueilla lintudirektiivin mukaiset lajit ja muuttolintulajit sekä SAC/SPA-alueilla molemmat. Yksittäisiin luontotyyppeihin ja lajeihin kohdistuvien vaikutusten lisäksi on arvioitava hankkeen vaikutukset Natura-alueen eheyteen.

2.3 Natura-arvioinnin tarveharkinta

Natura-arvioinnin tarveharkinta edeltää mahdollisesti tehtävää Natura-arviointia. Hankkeen tai suunnitelman osalta Natura-arvioinnin tarpeellisuutta selvitettäessä tulisi koota vähintään seuraavat tiedot (Mäkelä & Salo 2024):

- kuvaus hankkeesta tai suunnitelmasta, sen toiminnoista ja sijainnista suhteessa Natura-alueeseen.
- toiminnan vaikutusalueen rajaus ja tälle alueelle aiheutuvat välittömät tai välilliset ympäristömuutokset.
- Natura-alueen yleiskuvaus ja suojelutavoitteet.
- toiminnan vaikutukset ja yhteisvaikutukset Natura-alueen suojeluperusteena oleviin luonnonarvoihin.

Natura-arviointia edellytetään tilanteessa, jossa merkittäviä vaikutuksia suojeluperusteisiin lajeihin tai luontotyyppeihin ei voida ennalta arvioiden todennäköisesti sulkea pois. Tarveharkinnassa ei käsitellä lieventäviä toimenpiteitä, eikä toteuteta yksityiskohtaista vaikutusten arviointia.

3. NATURA-TARVEHARKINNAN TOTEUTUS JA KÄYTETTY AINEISTO

3.1 Aineisto ja menetelmät

Vaikutusten arviointi on tehty Rauman saariston Natura-alueen luontodirektiivin liitteen I luontotyyppeihin ja liitteen II lajeihin, joiden perusteella alueet on sisällytetty osaksi Euroopan Natura 2000 -verkostoa. Selvitys on tehty kirjallisuusselvityksenä olemassa olevan aineistotietojen perusteella. Arvioinnin on laatinut FT meribiologi Ella von Weissenberg.

Arvioinnissa käytettyjä keskeisimpiä aineistoja ovat olleet:

- Rauman saariston FI0200073 Natura-alueen tietolomake (Metsähallitus 2024a) ja tietolomakkeen tiivistelmä (Syke 2018)
- Rauman saariston FI0200073 Natura-alueen biotooppikuviot (irrotettu Metsähallituksen Sakti -järjestelmästä 8.4.2024)
- Merihylkeiden kantatiheydet 2023 ja karvanvaihtoluodot. Luonnonvaratieto (Luke 2024)
- Vedenalaisen meriluonnon karttapalvelu Velmu (Syke 2024)
- Hankkeen jäähdytysvesimallinnus (AI Innovaatio Oy 2024)

4. RAUMAN SAARISTON NATURA-ALUE (FI0200073)

4.1 Sijainti ja yleistiedot

Rauman saariston Natura-alue (FI0200073) kuuluu boreaaliselle vyöhykkeelle. Alueen kokonaispinta-ala on 5 350 ha, josta 86 % on merellä. Alue sijoittuu Selkämerelle.

Natura-tietolomakkeen (Metsähallitus 2018) mukaan Selkämeren ulkosaaristot ja merivyöhykkeen saaristot ovat Rauman saariston alueella kapeita. Kallioperä on kiilleliusketta. Kallioperää peittää vaihtelevan paksuinen moreenipeite. Louhikko- ja kivikkorannat ovat rantatyypeistä hallitsevia. Alueella on mm. ulkosaaristoa, maannousemarantaa lehtoineen ja perinnebiotooppeineen, vanha kalastajatila ja aarnimetsää.

Rauman saariston Natura-alueen laaja ulappavyöhyke koostuu pienistä saarista ja luodoista sekä suuremmista metsäisistä saarista. Ulkosaarten rannat ovat matalia ja puhdasvetisiä, minkä ansiosta niillä esiintyy poikkeuksellisen laajoja ja hyvinvoivia rakkohauruyhteisöjä (*Fucus vesiculosus*). Natura-alueen ulkosaariston kedot ovat edustavia, ja lisäksi alue on arvokas saaristo- ja

perinnemaisemakokonaisuus. Alueella on rikas linnusto ja kasvilajisto, ja siellä esiintyy useita valtakunnallisesti uhanalaisia lajeja.

Rauman saariston Natura-tietolomakkeella (Metsähallitus 2018) ei mainita erityisiä uhkatekijöitä.

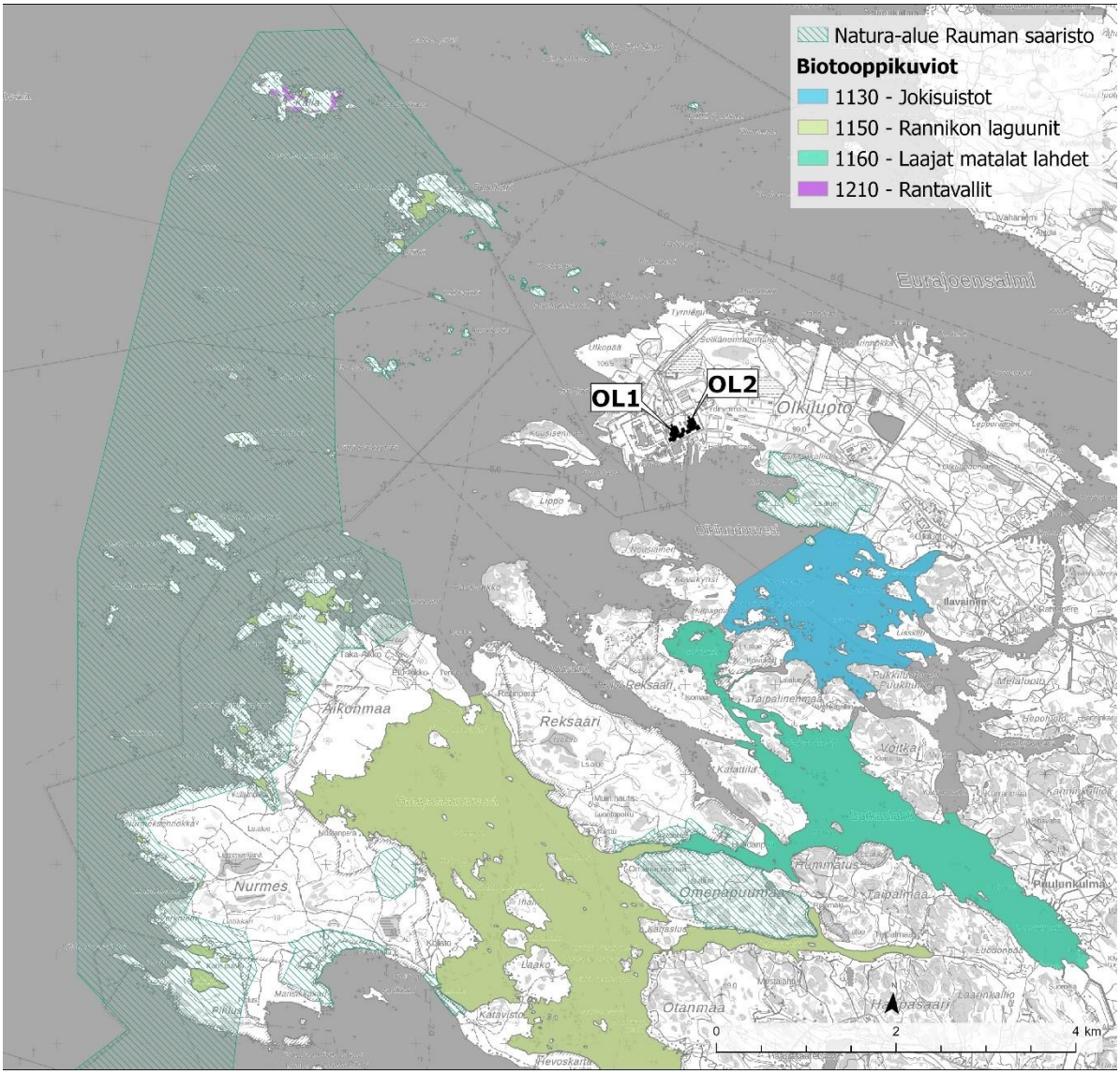
4.2 Suojelun perusteet ja toteutus

Suojelun perusteena Rauman saariston Natura-alueella on 15 luontodirektiivin liitteen I luontotyyppiä (Taulukko 1) sekä yksi luontodirektiivin liitteen II laji (Taulukko 2).

Vähimmäisenä suojelutavoitteena on mainittu alueen merkityksen säilyttäminen osana Natura 2000 -verkostoa. Lisäksi suojelussa painotetaan seuraavia tavoitteita (Metsähallitus 2018):

- ”Alueella vallitseva luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila säilytetään turvaamalla luonnon omien prosessien mukainen kehitys.
- Alueella vallitseva luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila säilytetään hoitotoimenpiteillä.
- Luontotyypin, lajin elinympäristön tai populaation määrää lisätään ennallistamis- ja hoitotoimenpitein.
- Luontotyypin tai lajin elinympäristön laatua tai lajin populaation elinvoimaisuutta parannetaan ennallistamis- ja hoitotoimenpitein”.

4.3 Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit



Kuva 2. Suojelun perusteena olevien luontotyyppien kuviot Rauman saariston Natura-alueella. Kuvassa näkyy myös Natura-alueen ulkopuolisia kuvioita, jotka eivät kuulu arviointiin. Biotooppikuviot on irrotettu Metsähallituksen Sakti-järjestelmästä (2024). Taustakartta: Maanmittauslaitos.

Taulukko 1. Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit sekä niiden pinta-ala ja edustavuus Rauman saariston (SAC) Natura-alueella. Edustavuus: A = erinomainen, B = hyvä, C = merkittävä.

Koodi	Nimi	Pinta-ala (ha)	Edustavuus
1150	Fladat, kluuvijärvet ja laguuninomaiset lahdet	43,3	A
1170	Karit ja kalliorantojen levävyöhykkeelliset vedenalaiset osat	187	B
1210	Rantavallien yksivuotinen kasvillisuus	8	A
1220	Kivikkoisten rantojen monivuotinen kasvillisuus	45	A
1230	Atlantin ja Itämeren rannikoiden kasvipeitteiset ranta-kalliot	27	C
1620	Itämeren ulkosaariston ja merivyöhykkeen saarien ja luotojen ryhmät	76,2	A
1630	Itämeren boreaaliset rantaniityt	34,6	B
1640	Itämeren boreaaliset hiekkarannat, joilla on monivuo-tista ruohovartista kasvillisuutta	0,1	B
3260	Vuorten alapuoliset tasankojoet, joissa on *Ranunculion fluitantis* ja *Callitricho-Batrachium* -kasvillisuutta	0,01	C
6270	Fennoskandian runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt	1	B
9010	Boreaaliset luonnonmetsät	50	B
9030	Maankohoamisrannikon primäärisukkessiovaiheiden luonnontilaiset metsät	50	B
9050	Boreaaliset lehdot	40	B
9070	Fennoskandian hakamaat ja kaskilaitumet	0,59	B
91D0	Puustoiset suot	1,2	C

Alla on esitetty kuvaukset niistä suojelun perusteena olevista luontotyypeistä, joihin hankkeesta voi kohdistua muutoksia tunnistettujen vaikutusmekanismien vuoksi (esitetään luvussa 6).

1150 Rannikon laguunit eli Fladat, kluuvijärvet ja laguuninomaiset lahdet

Airaksinen ja Karttunen (2001) kuvaavat luontotyypin seuraavasti: ”Rannikon laguunit sisältävät laguuninomaiset lahdet, fladat ja kluuvijärvet. Laguuninomaiset lahdet ovat matalia suolaisen veden hallitsemia rannikkoalueita, joissa suolapitoisuus ja veden määrä vaihtelevat. Laguunit erottuvat merestä kokonaan tai osittain hiekkasärkillä tai somerikoilla, joskus myös kallioilla. Suolapitoisuus voi vaihdella hyvin paljon riippuen sademäärästä ja haihdunnasta sekä laguuniin myrskyjen, talviaikaisen korkean veden tai vuoroveden takia tulvivasta merivedestä. Kasvillisuus joko puuttuu tai kuuluu luokkiin *Ruppietea maritimae, Potametea, Zosteretea* tai *Charetea*. Fladat ja kluuvit ovat pieniä, matalia ja selvästi rajautuneita vesialtaita, joilla on vielä yhteys mereen tai jotka ovat juuri kuroutuneet irti merestä. Tunnuspiirteitä ovat hyvin kehittynyt ruovikkovyöhyke ja rehevä uposlehtinen kasvillisuus. Fladoilla ja kluuveilla on useita morfologialtaan ja kasvillisuudeltaan erilaisia kehitysvaiheita, jotka edustavat ekologisesti tärkeitä maankohoamisen sukkessiovaiheita merenpohjan muuttumisesta maaksi.”

Rannikon laguunit -luontotyyppiä esiintyy Natura-alueella noin 43 ha alueella. Luontotyypin edustavuus Natura-alueella on erinomainen. Edustavuutta määrittävät näkinpartaislevien esiintyminen ja kasvilajiston runsaus. Rantarakentaminen, saastuminen, rehevöityminen ja ruoppaukset vähentävät luonnontilaisuutta, ja erityisesti veden laadun heikkeneminen on suuri uhkatekijä rannikon laguuneille (Syke 2023).

1170 Riutat eli karit ja kalliorantojen levävyöhykkeelliset vedenalaiset osat

Riutat ovat Airaksisen ja Karttusen (2001) mukaan ”vedenalaisia tai laskuveden aikana paljaana olevia kallioita tai eloperäisiä kivennäistymiä vedenalaisessa vyöhykkeessä. Kasvi- ja eläinyhteisöjen jatkuessa yhtenäisenä ulottuvat myös rantavyöhykkeelle. Riutoilla on yleensä pohjalevä- ja pohjaeläinyhteisöitä vyöhykkeinä, kuten myös kivennäistymiä ja koralliperäisiä muodostumia”

Riutat kattavat 187 ha Natura-alueesta, ja luontotyypin edustavuus on Natura-alueella hyvä. Edustavuutta kuvaa leväkasvillisuuden selväpiirteinen vyöhykkeisyys sekä laajat ja hyväkuntoiset rakkohaurukasvustot. Tärkein tunnettu uhkatekijä on rehevöityminen, jonka merkitys säilyy myös tulevaisuudessa eliöyhteisöjen hitaan toipumisen vuoksi. Lisäksi ilmastonmuutoksen aiheuttama jäätalvien väheneminen uhkaa riuttoja (Syke 2023).

1210 Rantavallit

Airaksinen ja Karttunen (2001) kuvaavat luontotyypin seuraavasti: ”Rantavallien yksivuotisella kasvillisuudella tarkoitetaan kasvillisuutta sora- (2–64 mm) ja somerikko- (64–256 mm) rantojen, mutta myös hiekka- (0,06–2,0 mm) ja kivikkorantojen veden kuljettaman eloperäisen aineksen kasautumilla rannan ylärajalla. Niitä on yleensä avoimilla rannoilla ja lahtien perukoissa saariston uloimmissa osissa. Tietyille rannoille kertyy muita rantoja enemmän ajautunutta ainesta ja näille muodostuu myös säännöllisesti rantavalleja. Kasautumat koostuvat yleensä tuoreesta ja maatuneesta rakkohaurusta, järviruo’osta ja muusta eloperäisestä aineksesta sekä usein erilaisista jätteistä. Hyvin typpipitoisella kasvualustalla viihtyy erikoislaatuinen, erittäin rehevä kasvillisuus (Borg 1967). Tuoreella ja vanhalla aineksella on omat kasviyhdyskuntansa. Tuoreella aineksella viihtyvät useat yksivuotiset lajit. Rakkohaurun taantumisen myötä suuret rakkohaurukasautumat ovat harvinaistuneet, kun taas järviruokokasautumat ovat yleistyneet.”

Rauman saariston Natura-alueen rantavallit ovat edustavuudeltaan erinomaisia. Rakkohaurun muodostamia rantavalleja tavataan Natura-alueella Kallan ja Susikarin alueella, jonka ympäristössä tavataan paikoin suuriakin peittävyyksiä rakkohaurua (Ramboll 2009). Rantavallien osuus koko Natura-alueesta on vain 0,0015 %.

1630 Merenrantaniityt

Airaksinen ja Karttunen (2001) kuvaavat luontotyypin seuraavasti: ”Matalakasvuisten merenrantaniittyjen laajuuteen vaikuttaa rannan luonne ja maankäyttö. Pohjanlahden alavilla rannoilla rantaniityt ovat laajempia kuin Saaristomeren tai Suomenlahden pienipiirteisillä ja rikkonaisilla rannikoilla (Siira 1970). Luonnostaan matalakasvuisina pysyviä rantaniittyjä ovat lähinnä vain jään säännöllisen kuluttavan vaikutuksen kohteena olevat rantaniityt. Merenrantaniityt koostuvat aina useista kasviyhdyskunnista, jotka esiintyvät rannalla vyöhykkeisesti tai mosaiikkimaisesti. Nykyisin uhkatekijänä on ruovikon ja pensaiden levittäytyminen niittyjen laidunnuksen vähennyttyä ja Itämeren rehevöitymisen vuoksi.”

Kallan ja Susikarien rannoilla tavataan merenrantaniittyjä, jotka olet edustavuudeltaan enimmäkseen merkittäviä (luokka C) tai ei merkittäviä. Kaksi kuviota ovat edustavuudeltaan hyviä (luokka B). Edustavuudeltaan hyviä merenrantaniittyjä tavataan hieman runsaammin Aikonmaan pohjoisosassa sekä Aikon Pihlavakarilla.

4.4 Luontodirektiivin liitteen II lajit

Natura-tietolomakkeella (Metsähallitus 2018) on mainittu yksi luontodirekiivin (92/43/ETY) liitteen II laji, harmaahylje (*Halichoerus grypus),* jonka lomakekohtaiset tiedot ovat alla olevassa taulukossa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Alueella esiintyvä luontodirektiivin liitteen II laji (Natura 2000 -tietolomake, 2018)

Koodi	Laji	Tieteellinen nimi	Populaatiokoko	Suojelu	Eristyneisyys
1364	Harmaahylje	*Halichoerus grypus*	ei tiedossa	B	C

5. HANKKEEN KUVAUS

5.1 Yleistä

OL1- ja OL2-laitosyksiköt ovat identtisiä kiehutusvesireaktoreita, jotka otettiin käyttöön vuosina 1978 (OL1) ja 1980 (OL2). OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyinen nettosähköteho on 890 megawattia (MW) per laitosyksikkö ja niiden sähköntuotanto vuonna 2023 oli yhteensä 14,29 TWh, mikä vastasi noin 18 % Suomen sähkönkulutuksesta. OL1:n ja OL2:n käyttökertoimet ovat 1990-luvun alusta lähtien olleet 90 %:n luokkaa.

OL1- ja OL2-laitosyksiköiden alkuperäinen suunniteltu käyttöikä oli 40 vuotta vuoteen 2018 saakka. Käyttövuosien aikana laitosyksiköitä on modernisoitu monin tavoin vuosittaisilla huolloilla ja samalla niiden turvallisuutta on parannettu. Mittavien investointien ansiosta voimalaitosyksiköt ovat edelleen erinomaisessa käyttökunnossa, joten laitosyksiköiden käyttöikää on voitu jatkaa 60 vuoteen. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden nykyiset käyttöluvat ovat voimassa vuoteen 2038 saakka. Nyt tarkasteltavassa hankkeessa selvitetään laitosyksiköiden käyttöiän mahdollista jatkamista vuoteen 2048 tai vaihtoehtoisesti vuoteen 2058 asti.

Laitosyksiköiden reaktorin lämpöteho oli käyttöön otettaessa 2 000 MW, josta se on korotettu nykyiseen 2 500 MW:iin kahdessa vaiheessa vuosina 1984 (2 160 MW:iin) ja 1994–1998 (2 500 MW:iin). Vastaavasti laitosyksiköiden nimellinen (netto)sähköteho on noussut alkuperäisestä 660 MW:sta 710 MW:iin vuonna 1984 ja 840 MW:iin vuonna 1998. Vuosina 2005–2006 ja vuosina 2010–2012 toteutettujen turbiinilaitoksen modernisointien ja hyötysuhteen parantumisen ansiosta nykyinen sähkötehon nimellisarvo on 890 MW. Nyt tarkasteltavassa tehonkorotuksessa lähtökohtana on reaktorin lämpötehon korotus 10 %:lla 2 750 MW:iin, joka vastaa laitosyksikköjen nimellisen sähkötehon kasvattamista nykyisestä 890 MW:sta 970 MW:iin. Vuodessa saatava sähköntuotannon lisäys OL1- ja OL2-laitoksyksiköillä olisi yhteensä noin 1 200 000 MWh, mikä vastaa suunnilleen Jyväskylän tai Kuopion kaupunkien suuruista vuotuista sähkönkäyttömäärää.

Laitosalueen sijainti suhteessa Rauman saariston Natura-alueeseen on esitetty edellä olevassa kuvassa (Kuva 1).

5.2 YVA-menettelyn toteutusvaihtoehdot

Tässä YVA-menettelyssä hankkeen toteutusvaihtoehtoina tarkastellaan OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytön jatkamista nykyisellä teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE1) sekä käytön jatkamista korotetulla teholla vuoteen 2048 tai 2058 (VE2). Nollavaihtoehdossa laitosyksiköiden käyttöä jatketaan voimassa olevien käyttölupien loppuun vuoteen 2038 saakka (VE0). Tarkasteltavat vaihtoehdot on esitetty oheisessa kuvassa (Kuva 3).



Kuva 3. YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot ja niiden alustavat suunnitellut aikataulut.

Ydinenergialain (990/1987) mukaisia uusia käyttölupia tulee hakea kaikissa toteutusvaihtoehdoissa. Vaihtoehdossa VE1 uudet käyttöluvat haetaan viimeistään ennen vuotta 2038, jolloin voimassa olevat käyttöluvat päättyvät. Vaihtoehdon VE2 tapauksessa tämä tehdään vuoden 2028 aikana.

Mikäli OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käyttöä ei jatketa (VE0), tapahtuu laitosyksiköiden käytöstäpoisto voimassa olevien käyttölupien jälkeen vuodesta 2038 eteenpäin. Jos laitosyksiköiden käyttöä jatketaan, käytöstäpoisto ajoittuu uusien käyttölupien jälkeiseen aikaan, joko vuodesta 2048 tai 2058 eteenpäin. Ydinvoimalaitoksen käytöstäpoisto on luvanvaraista toimintaa, josta on säädetty ydinenergialaissa ja -asetuksessa sekä STUK:n määräyksissä ja ohjeissa. Nykyisen YVA-lain (252/2017) mukaan ydinvoimalaitoksen purkaminen tai käytöstä poistaminen edellyttää YVA-menettelyä. OL1- ja OL2-laitosyksiköiden käytöstäpoistolle laaditaan erillinen ympäristövaikutusten arviointimenettely voimassa olevan lainsäädännön mukaisesti, kun käytöstäpoisto tulee ajankohtaiseksi.

6. VAIKUTUSMEKANISMIT JA VAIKUTUSALUE

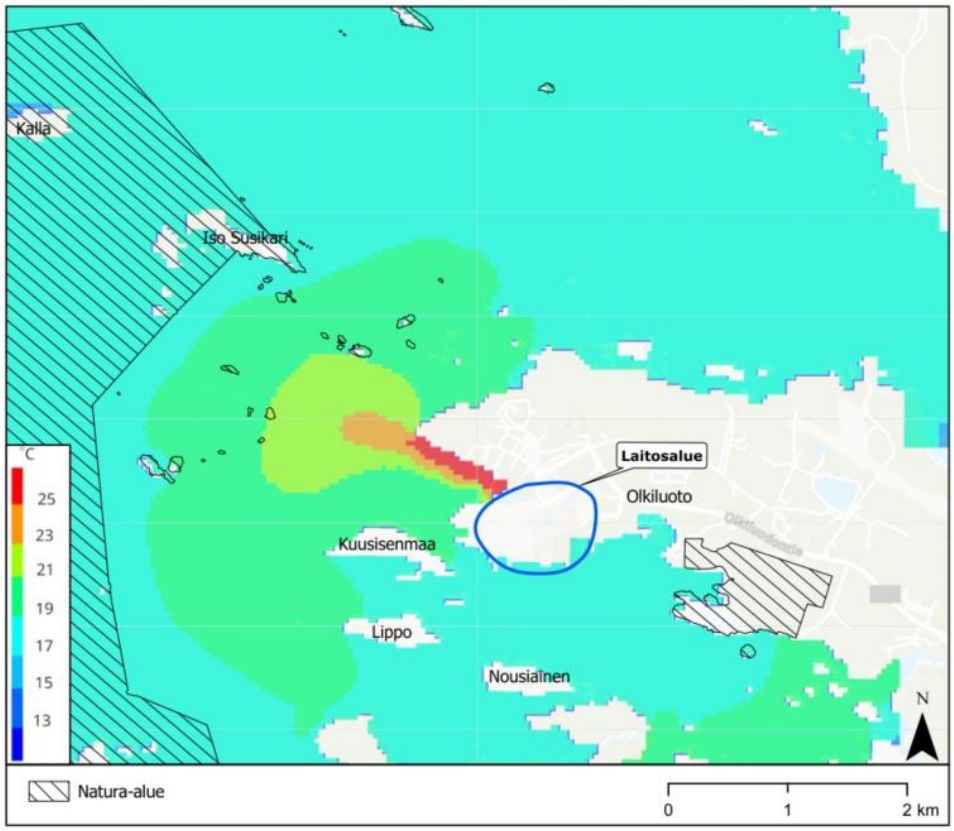
Ydinvoimalaitoksesta mereen johdettava jäähdytysveden lämpökuorma on ainoa hankkeessa tunnistettu vaikutusmekanismi, jolla voisi olla mahdollisia vaikutuksia Rauman saariston Natura-alueen suojeluperusteisiin. Suoria ja välillisiä vaikutuksia kohdistuisi vedenalaisiin luontotyyppeihin, joihin kuuluvat Rannikon laguunit (1150) ja Riutat (1170). Lisäksi välillisiä vaikutuksia voi kohdistua Rantavalleihin (1210) ja Merenrantaniittyihin (1630) jääolosuhteiden muutosten kautta. Lisäksi jääolosuhteiden mahdolliset muutokset voivat vaikuttaa suojelun perusteena olevaan harmaahylkeeseen eli halliin.

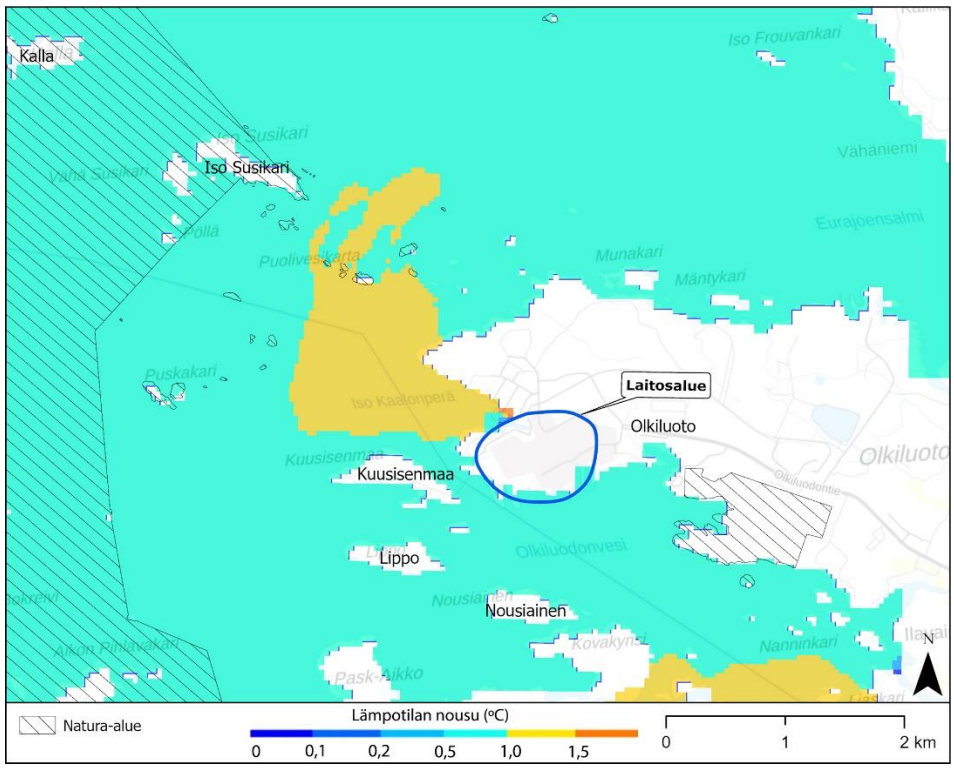
Toiminnan vaikutus meriveden lämpötilaan on jatkunut vuodesta 1978, mahdollistaen ympäristön sopeutumisen tähän muutokseen. Käytön jatkamisessa toiminnan vaikutus ympäristöön ei muutu. Tehonkorotuksessa mereen johdettavan jäähdytysveden lämpötila nousee 1 °C ja lämpökuorma kasvaa nykyiseen toimintaan verrattuna noin 11 000 TJ/v.

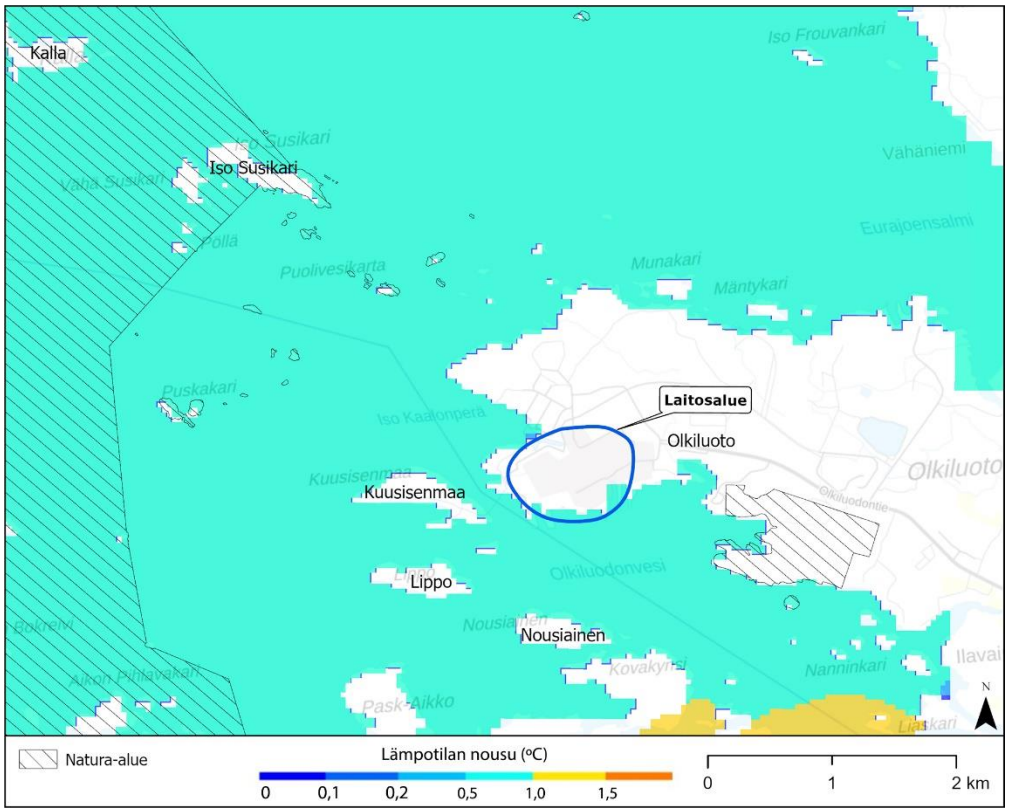
Jäähdytysvesimallinnuksen tulosten perusteella (AI Innovaatio Oy 2024) tehonkorotuksen aiheuttama jäähdytysveden lämpökuormitus vaikuttaa lähinnä meriveden pintakerroksessa. Merkittävin lämpötilan nousu havaitaan jäähdytysvesien purkutunnelin välittömässä läheisyydessä, ja lämpötilan nousun vaikutus ulottuu purkutunnelista edelleen noin 300 metrin levyiselle ja 1 500 m pituiselle alueelle, virtaussuuntaan nähden, lämpötilan vaikutuksen vähentyessä etäisyyden kasvaessa. Jäähdytysvesien vaikutusalue käsittää Rauman saariston itäpuolta suurin piirtein Kallasta Aikonmaalle pohjois-eteläsuunnassa (Kuva 4). Noin 2 km etäisyydellä jäähdytysvesien purkupisteestä tehonkorotus nostaa keskimääräisiä meriveden pintalämpötiloja 0,2 ºC ja 3–4 km etäisyydellä 0,1 ºC. Kummassakin vaihtoehdossa vaikutuksen kesto on pitkäaikainen, yli 20 vuotta.

Taulukko 3. Rauman saariston Natura-alueen luontotyyppeihin kohdistuvat mahdolliset vaikutusmekanismit ja niiden aiheuttajat.

Suojeluperuste	Aiheuttaja	Mahdolliset vaikutusmekanismit
Rannikon laguunit (1150)	Meriveden lämpötilan nousun välilliset ja suorat vaikutukset	Jääolosuhteet, päällyslevien runsastuminen, rehevöityminen
Riutat (1170)		
Rantavallit (1210)	Jääolosuhteiden muutokset, rakkohaurun taantuminen	Rantavalleiksi ajautuvien rakkohaurujen väheneminen ja luontotyypin heikkeneminen
Merenrantaniityt (1630)	Jääolosuhteiden muutos	Jäiden rantaa kuluttavan vaikutuksen pieneneminen voi lisätä pensoittumista ja heikentää luontotyyppiä.
Halli (*Halichoerus grypus)*	Jääolosuhteiden muutos	Mahdollinen vaikutus lisääntymiseen, sillä halli synnyttää mm. ahtojäille.


Kalla
Iso Susikari
Laitosalue
Olkiluoto
Kuusisenmaa
Lippo
Nousiainen
°C
25
23
21
19
17
15
13
N
Natura-alue
0
1
2 km


Kalla
Iso Susikari
Iso Frouvankari
Vähäniemi
Eurajoensalmi
Munakari
Mäntykari
Puskakari
Laitosalue
Olkiluoto
Kuusisenmaa
Lippo
Nousiainen
Olkiluodonvest
Nanninkari
N
Natura-alue
Lämpotilan nousu (°C)
0
0,1
0,2
0,5
1,0
1,5
0
1
2 km



Kuva 4. Käyttöiän jatkon sekä tehonkorotuksen vaikutus Olkiluodon edustan merialueella. Ensimmäisessä kuvassa on mallinnettu pintaveden lämpötilaa nykyisellä teholla. Toisessa kuvassa on mallinnettu pintavesien lämpötilannousu vuonna 2058 nykyisellä teholla ilmastonmuutos huomioon otettuna. Kolmannessa kuvassa on mallinnettu pintaveden lämpötilannousu vuonna 2058 tehonkorotus ja ilmastonmuutos huomioituna.

6.1 Vaikutusten yleinen kuvaus

Meriveden lämpötilan nousulla on useita suoria tai välillisiä mahdollisia vaikutusmekanismeja luontotyyppeihin ja lajistoon jäähdytysvesien vaikutusalueella (Kuva 4). Suorat vaikutukset liittyvät lämpötilan fysiologisiin vaikutuksiin. Lajien välillä on suuria eroja siinä, mikä on niille optimaalinen lämpötila tai millaisia lämpötiloja ne sietävät ilman, että sillä on vaikutuksia kasvuun, lisääntymiseen tai selviytymiseen. Lämpötilan noustessa aineenvaihdunnan taso kohoaa ja kasvu nopeutuu tiettyyn pisteeseen asti, mutta sietokyvyn ylittyessä lämpötilan nousu voi jopa lisätä kuolleisuutta. Lajin sietokyky vaihteleville lämpötiloille heikkenee, mikäli siihen kohdistuu ympäristöstä useita yhtäaikaisia stressivaikutuksia (Sumelius & Boström 2024). Itämerellä matala suolapitoisuus heikentää jo ennestään useimpien lajien sietokykyä eli lisää niiden herkkyyttä ympäristön muutokselle. Tämä johtuu siitä, että vain harva laji on sopeutunut täydellisesti murtoveteen – valtaosa Itämeren lajistosta on sopeutunut joko meriveteen tai makeaan veteen, jolloin vesi on niille jatkuvasti joko liian makeaa tai suolaista (Ahlvik ym. 2021). Lajien sietokyky eri lämpötiloihin vaihtelee, jolloin lämpötilan nousu voi vaikuttaa lajiston koostumukseen niin plankton- kuin kalayhteisöissä.

Lämpötilan nousu voi lisäksi vaikuttaa lajistoon välillisesti biologisten tai fysikaalis-kemiallisten vaikutusten kautta. Kylmässä vedessä voi olla korkeampi happipitoisuus, joten runsaasti happea tarvitsevat akvaattiset eliöt vaativat usein riittävän viileää vettä. Toisaalta korkea lämpötila voi lisätä merialueen rehevöitymistä tai edistää rihmalevien kasvua, sillä kasviplanktonin ja vesikasvien kasvukausi pidentyy (HELCOM 2021). Lisäksi lämpötilan nousu voimistaa vesipatsaan kerrostuneisuutta, mikä voi edistää alusveden happikatoa syvemmillä alueilla.

Rehevöityminen tarkoittaa sitä, että kasviplanktonin perustuotanto voimistuu tavanomaista suuremmaksi esimerkiksi lämpötilan nousun ja ravinteiden lisäyksen vuoksi. Rihmalevien voimakkaasta kasvusta voi aiheutua haittaa silloin, kun ne valtaavat kasvualaa kovilta pohjilta, tai kun vesikasvillisuuden tai makrolevien (mm. rakkohaurun) pinnalla kasvavat päällyslevät yleistyvät ja

estävät niiden valonsaannin. Myös kasviplanktonin, erityisesti sinilevien, kasvun voimistuminen vaikuttaa muun muassa näkösyvyyteen ja sitä kautta pohjakasvillisuuden valonsaantiin.

Lämpötilan nousu voi myös vaikuttaa jään muodostumiseen jäähdytysvesien vaikutusalueella. Vuosittain muodostuvalla merijäällä on tärkeä rooli Itämeren luontotyyppien muovaamisessa. Näihin kuuluvat erityisesti riutat ja merenrantaniityt. Myös lajistoon voi kohdistua vaikutuksia. Jääpeitteen heikkenemisellä voi olla vaikutuksia hallin lisääntymiseen, sillä ne hyödyntävät jäätä synnyttämisessä. Halli voi synnyttää myös rannalle, mutta tutkimuksen perusteella maalle synnyttäminen lisää poikaskuolleisuutta verrattuna jäälle synnyttämiseen Itämerellä (Jüssi ym. 2008). Jääpeitteen heikkeneminen voi toisaalta hyödyntää merilintuja, jotka tarvitsevat avovettä ravinnonhankintaan.

Pintavesivaikutusten arvioinnissa on osana YVA-selostusta todettu, ettei hankkeen vaihtoehtojen VE1 ja VE2 arvioida aiheuttavan merkittävää muutosta merialueen ekologiseen tilaan. Lämpökuormituksen jatkuminen vuoteen 2058 asti ja tehonkorotuksen vaikutukset voivat kuitenkin osaltaan edistää merialueen rehevöitymistä, minkä lisäksi hanke yhdessä ilmastonmuutoksen kanssa voi aiheuttaa lievää kielteistä yhteisvaikutusta Natura-alueen luontotyyppeihin. Hankkeen lisäksi rehevöitymiskehitykseen vaikuttavat ilmastonmuutoksen ennusteet sekä maatalouden ravinnepäästöjen hillitsemiseen suunnitellut toimet. Tässä Natura-arvioinnin tarpeellisuuden arvioinnissa oletuksena on, että ilmastonmuutos voi itsessään lievästi edistää rehevöitymiskehitystä.

6.1.1 Vaikutusmekanismit rannikon laguuneihin (1150)

Rannikon laguunit ovat tyypillisesti suojaisia, jolloin virtausten vaikutukset ovat melko vähäisiä. Rauman saariston rannikon laguunit sijaitsevat lähes 3 km päässä jäähdytysvesien purkupaikasta. Rannikon laguunit ovat lisäksi useimmiten valmiiksi melko matalia ja lämpenevät kesällä herkemmin kuin avoimemmat meriluontotyypit, jolloin hankkeen mahdollinen vaikutus rannikon laguunien lämpötilaan on todennäköisesti pieni. Suurempi vaikutus on todennäköisesti ilmastonmuutoksella tai kesän sääolosuhteiden lämpötilakehityksellä. Vastaavasti hankkeen vaikutukset jääolosuhteisiin ovat todennäköisesti pienet, sillä matalat laguunit jäätyvät herkemmin. On siis epätodennäköistä, että lämpötilan mahdollisesti aiheuttama rehevöityminen voisi aiheuttaa rannikon laguuneihin merkittäviä muutoksia.

6.1.2 Vaikutusmekanismit riuttoihin (1170)

Rakkohauru

Rakkohauru (*Fucus vesiculosus)* on Itämeressä kovien pohjien rantavyöhykkeen avainlaji, jonka muodostamat pensasmaiset kasvustot muodostavat lajistoltaan erittäin monimuotoisen elinympäristön, joka tarjoaa ravintoa ja piilopaikkoja selkärangattomille ja kaloille. Selkämeren alueella rakkohauruyhteisöt ovat tärkeä osa EU:n luontodirektiivin luontotyyppiä Karit ja kalliorantojen levävyöhykkeelliset vedenalaiset osat eli riutat (1170). Rakkohauruyhteisöjen laajuus ja hyväkuntoisuus ovat tärkeitä riuttojen edustavuuteen vaikuttavia tekijöitä (Airaksinen & Karttunen 2001).

Meriveden lämpötilan nousu vaikuttaa rakkohauruun monella tavalla. Ensinnäkin kasvu nopeutuu etenkin keväällä ja alkukesästä lämpötilan noustessa, joskin kokeellisessa tutkimuksessa noin 24 °C:n kriittisen lämpötilan jälkeen kasvun todettiin heikkenevän (Graiff ym. 2015b). Rakkohauru kykenee kasvamaan 5–26 °C:n lämpötilassa, mutta 27 °C lämpimämmässä sen kuolleisuus kasvaa (Graiff 2015b; Liesner ym. 2015). Toiseksi lämpötilan nousu voi vaikuttaa rakkohauruun myös välillisesti muiden lajien kautta. Graiff ym. (2015a) havaitsivat kokeellisessa tutkimuksessaan, että loppukesästä korkeampi lämpötila lisäsi epifyyttisten eli kasvillisuuden pinnalla kasvavien levien määrää rakkohaurun pinnalla. Tutkijoiden mukaan tämä saattoi johtua osittain siitä, että lämpeneminen vähensi epifyyttejä syöviä katkoja ja leväsiiroja.

Myös jääolosuhteiden heikkeneminen voi vaikuttaa riuttoihin. Vuosittain jäät puhdistavat rantakallion vedenalaisia osia ja ylläpitävät levien vyöhykkeellisyyttä. Paljas kallio antaa uusia kasvupaikkoja esimerkiksi rakkohaurulle ja uudistaa vuosittain rihmalevävyöhykettä. Lisäksi heikot jääolosuhteet voivat aikaistaa kasvukautta ja siten kasvattaa rihmalevien määrää erityisesti matalammassa vedessä.

Riuttoihin ja erityisesti rakkohauruun vaikuttaa myös meren yleinen rehevöitymiskehitys. Yksin hankkeen jäähdytysvesien aiheuttamasta lämpötilan noususta aiheutuu todennäköisesti enintään vähäisiä lisäyksiä kasviplanktonin tai rihmalevien kasvuun, mikä vaikuttaisi esimerkiksi rakkohaurun esiintymissyvyyteen.

6.1.3 Vaikutusmekanismit rantavalleihin (1210)

Rantavallit syntyvät, kun veden kuljettama yksi- ja monivuotisten kasvien ja levien tai muun eloperäisen aineksen massa kasautuu rannalle. Vallit ylläpitävät kasviyhdyskuntia, joiden lajistoon vaikuttaa kasautuneen kasvillisuusaineksen koostumus, kuten lajisto tai aineksen tuoreus. Rakkohaurun taantuminen on vähentänyt rakkohauruvallien määrää. Siten aiemmassa alaluvussa 6.1.2 mainitut vaikutukset riuttojen rakkohauruyhteisöihin vaikuttavat edelleen rantavalleihin. Rakkohaurun runsaus rantavallien kasaumissa sekä rantavallien koko ovat olennaisia tekijöitä luontotyypin edustavuuden ja luonnontilaisuuden kannalta (Airaksinen & Karttunen 2001).

6.1.4 Vaikutusmekanismit merenrantaniittyihin (1630)

Merenrantaniityillä kasvillisuus on tyypillisesti matalaa. Laidunnus tai merijään vuosittainen kuluttava vaikutus ylläpitävät merenrantaniittyjen matalakasvuisuutta (Airaksinen & Karttunen 2001). Merenrantaniittyjä uhkaa yleisesti pensoittuminen. Olkiluodon hankkeen aiheuttama ympärivuotinen jäähdytysveden lämpökuorma voi vaikuttaa jääolosuhteisiin, ja sitä kautta mahdollisesti vähentää jään kuluttavaa vaikutusta niityillä. Tämä voisi lisätä pensoittumista, mikäli luontotyyppikuviot eivät ole laidunnuksen piirissä.

6.1.5 Luontodirektiivin lajeihin kohdistuvat muutokset

Luonnonvaratietopalvelun mukaan Olkiluodon edustalla tai jäähdytysvesien vaikutusalueella ei ole tunnettuja merihylkeiden karvanvaihtoluotoja (Luke 2024). Hallin synnyttämisessä suosimia ahtojäitä ei esiinny jäähdytysvesien alueella, jolloin halliin kohdistuvat vaikutukset voidaan sulkea pois.

7. VAIKUTUSTEN MERKITTÄVYYDEN ARVIOINTI

Vaikutusten merkittävyyttä ei ole lähtökohtaisesti määritelty luonto- tai lintudirektiiveissä. Yleisesti ottaen luontotyypin voidaan arvioida heikentyvän, jos sen pinta-ala supistuu tai ekosysteemin rakenne ja toimivuus heikentyvät muutosten seurauksena. Vastaavasti lajitasolla vaikutukset voidaan arvioida heikentäviksi, jos lajin elinympäristö supistuu eikä laji tästä tai jostain muusta syystä johtuen ole enää elinkykyinen tarkastellulla alueella. Vaikutusten merkittävyyteen vaikuttavat tässä yhteydessä erityisesti muutoksen laaja-alaisuus.

Kokonaisuudessaan vaikutukset on suhteutettava alueen kokoon sekä kohteen luontoarvojen merkittävyyteen alueellisella ja valtakunnan tasolla. Joissakin tapauksissa pienikin muutos voi olla luonteeltaan merkittävä, jos se kohdistuu alueellisella tai valtakunnan tasolla poikkeuksellisen arvokkaalle alueelle, tai vaikutuksen kohteena olevan luontotyypin tai lajin arvioidaan olevan ominaispiireiltään tavanomaista herkempi jo pienille elinympäristömuutoksille.

Luontoarvojen heikentyminen voi olla merkittävää, jos joku seuraavista kohdista toteutuu (Byron 2000):

1) Suojeltavan lajin tai luontotyypin suojelutaso ei hankkeen toteutuksen jälkeen ole suotuisa.
2) Olosuhteet alueella muuttuvat hankkeen tai suunnitelman johdosta niin, ettei suojeltavien lajien tai elinympäristöjen esiintyminen ja lisääntyminen alueella ole pitkällä aikavälillä mahdollista.
3) Hanke heikentää olennaisesti suojeltavan lajiston runsautta.
4) Luontotyypin ominaispiirteet turmeltuvat tai osittain häviävät hankkeen johdosta.
5) Ominaispiirteet turmeltuvat tai suojeltavat lajit häviävät alueelta kokonaan.

7.1 Luontodirektiivin liitteen I luontotyyppeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys

Rannikon laguunit

Olkiluodon laitosaluetta läheisimmät rannikon laguunit sijaitsevat noin 2,8 km päässä Susikarilla. Susikarin ja Kallan ympäristöstä etelään Aikonmaalle saakka tavataan useita rannikon laguunien kuvioita, jotka kuitenkin ovat edustavuudeltaan merkittäviä (luokka C), eli selvästi vähemmän edustavia kuin Natura-alueella yleensä. Aikonmaan pohjoisella rannalla on yksi edustavuudeltaan erinomainen flada, joka kuitenkin on lämpökuorman suorilta vaikutuksilta suojassa ja noin 4 km päässä voimalan vesienpurkualueesta. Vaikutukselle altistuu 6,85 ha laajuinen alue rannikon laguunit -luontotyyppiä, joka vastaa noin 16 % koko Natura-alueen rannikon laguuneista (Metsähallitus 2024b).

Ottaen huomioon vaikutusalueelle sijoittuvien rannikon laguunit -luontotyyppikuvioiden keskimääräistä heikomman edustavuuden, pienen pinta-alan suhteessa koko alueeseen, sekä mahdollisten rehevöittämisvaikutusten lievyyden, voidaan merkittävien heikennysten mahdollisuus rannikon laguuneihin sulkea pois.

Riutat ja rantavallit

Kallalla sijaitsee yhteensä noin 4 ha rantavallit -luontotyyppiä, jotka ovat edustavuudeltaan erinomaisia tai hyviä, jolloin ne ovat keskimääräistä edustavampia koko Rauman saariston Natura-alueen mittakaavassa (Metsähallitus 2024b). Rantavalleja on lisäksi Susikarilla, mutta niiden pinta-alat ovat pienempiä ja edustavuudet vähäisempiä. Kallan, Vähä Susikarin ja Ison Susikarin rantojen rantavallit ovat rakkohauruvalleja, joita on inventoitu vuonna 2009 (Ramboll 2009). Vuoden 2009 vedenalaisen inventoinnin mukaan rakkohaurua kasvaa Kallan ympäristössä runsaasti, ja sen peittävyys on paikoin hyvin korkeaa, yli 50 % (Ramboll 2009). Myös Velmu-aineiston perusteella Kallan ja Susikarin ympäristössä kasvaa runsaasti rakkohaurua (Syke 2024). Kallan ja Susikarin ympäristön rakkohauruviuttoja sekä rantavalleja voidaan pitää erityisen merkittävänä koko Natura-alueen ja Natura-verkoston kannalta. Mikäli lämpötilan nousun todettaisiin aiheuttavan rakkohaurun runsasta taantumista, vaikutus Natura-alueen suojeluperusteisiin olisi todennäköisesti merkittävä.

Lämpötilan lisäys meriveden pintakerroksissa Kallan ja Susikarin saarten alueella on kuitenkin vesistömallinnusten perusteella suhteellisen vähäistä: laitosyksiköiden käytön jatkamisesta ja jopa tehonkorotuksesta aiheutuva lämpötilan nousu on enintään 1,5 °C vuoteen 2058 mennessä verrattuna vuoden 2017 viileään kesään, kun ilmastonmuutoksen vaikutukset huomioidaan (AI Innovaatio Oy 2024). Tällöin meriveden lämpötila voisi kesäaikaan olla Kallan ympäristössä keskimäärin 17,5 ja Susikarilla 19,5 °C.

Mallinnetut lämpötilat eivät todennäköisesti ylitä sitä kynnystä, jolla rakkohaurun kasvu heikkenee – läntisellä Itämerellä tehdyn kokeellisen tutkimuksen perusteella rakkohaurun kasvu hidastuisi lämpötilan ylittäessä noin 24 °C (Graiff ym. 2015a). Aivan jäähdytysveden purkuvirtauksen kohdalla, jossa rakkohaurua ei esiinny, meriveden lämpötila saattaa ylittää 27 °C lämpötilan. Purkuvirtauksen kohdalla vesimassat ovat kuitenkin isoja ja veden sekoittuminen on tehokasta. On kuitenkin epätodennäköistä, että rakkohaurun kuolleisuutta merkittävästi lisäävä 27 °C lämpötila ylittyy kauempana jäädytysveden purkupaikasta (Graiff ym. 2015b) (Kuva 4). Mikäli tehonkorotusta ei toteuteta, vaikutukset ovat edellä esitettyä selvästi pienempiä. Ilmastonmuutoksen osuus lämpötilan kokonaisnousussa on kuitenkin huomattavasti suurempi kuin hankkeen. Siten merkittävien fysiologisten vaikutusten mahdollisuus hankkeesta voidaan sulkea pois.

Rakkohaurun tärkein esiintymisvyöhyke Rauman saariston Natura-alueella oli 1–4 m syvyydessä vuonna 2008 (Ramboll 2009). Vaikka jäähdytysvesien vaikutuksesta aiheutuva vähäinen kasviplanktonin tai päällyslevien kasvun lisäys voi yleisesti ottaen heikentää näkösyvyyttä ja siten valon läpäisevyyttä, se ei todennäköisesti kuitenkaan aiheuta rakkohaurun esiintymissyvyyden supistumista, kun rakkohaurun esiintyminen painottuu enimmäkseen näin matalaan veteen. Siten merkittävien, rehevöitymiseen liittyvien vaikutusten mahdollisuus voidaan sulkea pois.

Merenrantaniityt

Hankkeen merkittävät vaikutukset Natura-alueen merenrantaniittyihin eivät ole todennäköisiä, sillä jäätilanteen mahdollisesti heiketessä pensoittuminen tapahtuu melko hitaasti, ja se on mahdollista estää korvaavilla toimenpiteillä, kuten laidunnuksella. Jääpeitteen heikkeneminen tapahtuu ilmastonmuutoksen myötä hankkeesta riippumatta, mutta yhdessä tehonkorotuksen kanssa kokonaisvaikutus on hieman suurempi. Mallinnusten mukaan jääpeite vähenee 10–20 vuorokautta vuoteen 2058 mennessä, kun ilmastonmuutoksen vaikutukset ja tehonkorotus mukana. Tehonkorotuksen osuus on kokonaisuudesta noin 2 vrk, jos ilmastonmuutosta ei huomioida. Jääpeitteen vaihtelevuus voi olla suurta, ja joinakin vuosina jääpeitteen kesto voi olla suurempi tai pienempi kuin mallinnus ennustaa. Osa merialueesta voi olla talvisin jäätön jo tällä hetkellä säästä riippuen. Yksittäisen vuoden heikompi jääpeite ei todennäköisesti ehdi heikentää luontotyyppiä pysyvästi, mutta jäättömien talvien yleistyminen voi pitkällä aikavälillä vaikuttaa rantakasvillisuuteen, mikäli heikko jäätilanne seuraa vuodesta toiseen. Merenrantaniittyjä voidaan ennallistaa tai ylläpitää myös laidunnuksen avulla, mikäli jäiden aiheuttama luonnollinen eroosio vähenee ja niityt uhkaavat pensoittua.

7.2 Luontodirektiivin liitteen II lajeihin kohdistuvien vaikutusten merkittävyys

Jäähdytysvesien aiheuttama lämpötilan nousu ei kohdistu sellaisille alueille, joilla esiintyisi tyypillisesti hallin synnyttämiseen käyttämiä ahtojäitä. Siten merkittävien vaikutusten mahdollisuus halliin voidaan sulkea pois.

7.3 Yhteisvaikutukset muiden hankkeiden kanssa

OL3-laitosyksikön toiminta on huomioitu jäähdytysvesimallinnuksessa, joten malli sisältää yhteisvaikutusten mahdolliset kumulatiiviset vaikutukset. Muita meriympäristöön liittyviä hankkeita ei ole tunnistettu. Hankkeen vaikutusalueella tai sen läheisyydessä 10 km etäisyydellä laitosalueesta ei myöskään ole toiminnassa olevia tai suunnitteilla uusia kalankasvatuslaitoksia.

8. NATURA-TARVEHARKINNAN JOHTOPÄÄTÖKSET

Parhaan käytettävissä olevan tiedon perusteella voidaan ennakolta sulkea pois, että hanke aiheuttaisi merkittäviä heikennyksiä Natura-alueelle FI0200073 Rauman saaristo yksin tai yhdessä muiden hankkeiden kanssa.

Natura-tarveharkinnan perusteella Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2- laitosyksiköiden käytön jatkamisella tai tehonkorottamisella ei arvioida olevan merkittävien kielteisten vaikutusten mahdollisuutta Natura-alueen suojeluperusteisiin. Lämpötilamallinnuksen perusteella lämpeneminen ei todennäköisesti ylittäisi tasoa, jolla olisi merkittäviä suoria vaikutuksia suojeluperusteisiin luontotyyppeihin tai lajeihin. Lämpötilan nousu voi hyödyttää kasviplanktonin (erityisesti sinilevien) kasvua ja vaikuttaa lievän rehevöitymiskehityksen kautta epäsuorasti myös luontotyyppeihin, mutta yksin hankkeen vaikutuksesta merkittävät heikennykset eivät ole todennäköisiä. Hankkeen mahdolliset yhteisvaikutukset Olkiluoto 3 -laitosyksikön kanssa voidaan sulkea pois, sillä sen aiheuttama kumulatiivinen lämpötilannousu muiden laitosyksiköiden kanssa on huomioitu jo jäähdytysvesimallinnuksessa. Alueelta ei tunnistettu muita meriympäristöön liittyviä hankkeita, joista voisi kohdistua vaikutuksia Natura-alueeseen.

Natura-arvioinnin tarpeellisuutta selvittäessä on yleisesti noudatettava varovaisuusperiaatetta; *”Pelkkä merkittävien vaikutusten mahdollisuus laukaisee Natura-arviointivelvollisuuden”* (Mäkelä & Salo 2024). Siksi Natura-tarveharkinnassa on pyritty huomioimaan matalalla kynnyksellä kaikki mahdolliset vaikutusmekanismit ja huomioitu muun muassa ilmastonmuutoksen tuoma yhteisvaikutus pitkällä aikavälillä. Merkittävät vaikutukset voidaan sulkea pois, jolloin luonnonsuojelulain 35 §:n mukaista Natura-arviointia ei katsota tarpeelliseksi.

On kuitenkin suositeltavaa, että hankkeen ja ilmastonmuutoksen edetessä jatketaan luonnonolojen seurantaa. Mikäli käytön jatkamisen tai tehonkorotuksen toteuttamisen aikana ilmenee arvioitua suurempia muutoksia pintavesien tilaan, on merkittävien vaikutusten mahdollisuutta arvioitava uudelleen.

9. LÄHTEET

Ahlvik, L., Boström, C., Bäck, J., Herzon, I., Jokimäki, J., Kallio, K. P., Ketola, T., Kulmala, L., Lehikoinen, A., Nieminen, T. M., Oksanen, E., Pappila, M., Pöyry, J., Saarikoski, H., Sinkkonen, A., Sääksjärvi, I., & Kotiaho, J. S. 2021. Luonnon monimuotoisuus ja vihreä elvytys. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 1/2021.

AI Innovaatio Oy 2024. Olkiluoto 1- ja Olkiluoto 2-laitosyksiköiden käyttöiän jatkaminen ja lämpötehon korottaminen: Vaikutusten simulointi meriveden virtauksiin, lämpötiloihin ja jääpeitteeseen. Teollisuuden Voima Oyj.

Airaksinen, O., & Karttunen, K. 2001. Natura 2000-luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. Ympäristöopas 46. (Suomen ympäristökeskus).

Borg, P. 1967. Ecological notes on Fucus wracks near Helsinki. - Memoranda Soc. Fauna Flora Fennica 43:20-36.

Byron, H. 2000. Biodiversity Impact: Biodiversity and Environmental Impact Assessment: A Good Practice Guide for Road Schemes. The RSPB, WWF-UK, English Nature and the Wildlife Trusts, Sandy.

Graiff, A., Bartsch, I., Ruth, W., Wahl, M., & Karsten, U. 2015a. Season exerts differential effects of ocean acidification and warming on growth and carbon metabolism of the seaweed Fucus vesiculosus in the western Baltic Sea. Frontiers in Marine Science (Frontiers in Marine Science 2, 112) 2 (112).

Graiff, A., D. Liesner, U. Karsten, & I. Bartsch. 2015b. Temperature tolerance of western Baltic Sea *Fucus vesiculosus*–growth, photosynthesis and survival. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology 471 8-16.

HELCOM 2021. Climate Change in the Baltic Sea, Fact Sheet 2021.

Jüssi, M., Härkönen, T., Helle, E. & Jüssi, I. 2008. Decreasing Ice Coverage Will Reduce the Breeding Success of Baltic Grey Seal (*Halichoerus grypus*) Females. AMBIO: *A Journal of the Human Environment* 37(2), 80-85, (1 March 2008).

Luke 2024. Luonnonvarakeskus. Luonnonvaratieto-karttapalvelu. Merihylkeiden kantatiheydet 2023 ja karvanvaihtoluodot. Viitattu 1.4.2024.

Metsähallitus 2024a. Rauman saariston FI0200073 Natura-alueen tietolomake. Viitattu 17.6.2024. https://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tietolomakkeet/fi0200073.pdf

Metsähallitus 2024b. Suojelualueiden kuviotietojärjestelmä, SAKTI. Aineisto irrotettu 8.4.2024.

Mäkelä, K. & Salo, P. 2024. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. 2. korjattu painos. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2023. 374 s.

Ramboll Finland Oy 2009. OL4 Natura-arviointi. Rauman saariston Natura 2000 -alueen nykytilan kartoitus. Merenpohjan videokuvaukset 2008 ja 2009. Teollisuuden Voima Oyj.

Siira, J. 1970. Studies in the ecology of the sea-shore meadows at the Bothnian bay with special reference to the Liminka area. - Aquilo Ser. Bot. 9: 1-109.

Sumelius, H., & Boström, C. 2024. Vedenalaisen luonnon köyhtyminen Suomen rannikkoalueilla. Suomen Luontopaneelin julkaisuja 1B/2024, Raportti.

Syke 2018. Tiivistelmä Rauman saariston Natura 2000 -alueen suojeluperusteista. Viitattu 16.5.2024. https://paikkatieto.ymparisto.fi/natura/2018/tiivistelmat/FI0200073.pdf

Syke 2023. Suomen ympäristökeskus. Viitattu 3.5.2023. www.ymparisto.fi/luontotyyppiesittelyt luettu

Syke 2024. Suomen ympäristökeskus. Vedenalaisen meriluonnon karttapalvelu Velmu. Viitattu 1.4.2024.

