

# TEOLLISUUDEN VOIMA OYJ

## OL4 NATURA-ARVIOINTI

Viite 82122257



Ramboll  
Terveystie 2  
FI-15870 Hollola  
Finland

Puhelin: +358 20 755 7800  
[www.ramboll.fi](http://www.ramboll.fi)

## SISÄLLYS

<b>ESIPUHE</b> .....	<b>1</b>
<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. NATURA-ARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN</b> .....	<b>3</b>
2.1 NATURA-SUOJELU JA SEN TOTEUTTAMINEN .....	3
2.2 HANKKEIDEN JA SUUNNITELMIEN NATURA-ARVIOINTI.....	5
<b>3. ARVIOINNIN PERUSTEET JA RAJAUKSET</b> .....	<b>6</b>
<b>4. ARVIOITAVAN HANKKEEN KUVAUS</b> .....	<b>7</b>
4.1 ARVIOITAVA HANKE.....	7
4.2 JÄÄHDYTYSVEDEN OTTO- JA PURKUVAIHTOEHDOT .....	8
<b>5. YHTEISVAIKUTUKSINA TARKASTELTAVAT ASIAT</b> .....	<b>9</b>
5.1 MUUT OLKILUODON VOIMALAITOSYKSIKÖT .....	9
5.2 SELKÄMEREN TILAN KEHITYS.....	9
5.3 ILMASTONMUUTOS .....	20
<b>6. KIRJALLISUUSSELVITYS</b> .....	<b>21</b>
6.1 TAUSTA JA LÄHTEET .....	21
6.2 LEVÄVYÖHYKKEET, AVAINLAJIT, MUU ELIÖSTÖ JA YMPÄRISTÖVAATIMUKSET 22	22
6.3 RAKKOLEVÄ.....	23
<b>7. AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	<b>24</b>
7.1 YLEISTÄ.....	24
7.2 VIRTAUSMALLINNUS.....	25
7.3 KENTTÄTUTKIMUKSET .....	29
7.4 ARVIOINNIN EPÄVARMUUSTEKIJÄT.....	31
<b>8. OLKILUODON EDUSTAN MERIALUEELLA VALLITSEVAT OLOSUHTEET</b> .....	<b>32</b>
8.1 TUULISUUS .....	32
8.2 VIRTAUKSET.....	33
8.3 LÄMPÖTILAT .....	34
8.4 RAVINNEKUORMITUS.....	35
<b>9. NATURA-ALUEEN KUVAUS</b> .....	<b>36</b>
9.1 YLEISKUVAUS.....	36
9.2 SUOJELUTILANNE JA SUOJELUN TOTEUTUSKEINOT .....	36
9.3 LUONTOTYYPIT JA LAJISTO.....	37
9.4 RAUMAN SAARISTON NATURA 2000 -LUONTOTYYPPIEN KUVAUS.....	38
9.4.1 <i>Rannikon laguunit</i> .....	38
9.4.2 <i>Riutat</i> .....	38
9.4.3 <i>Rantavallit</i> .....	39
9.4.4 <i>Kivikkorannat</i> .....	40
9.4.5 <i>Kasvipeitteiset merenrantakalliot</i> .....	40
9.4.6 <i>Ulkosaariston saaret ja luodot</i> .....	41
9.4.7 <i>Merenrantaniityt</i> .....	41
9.4.8 <i>Itämeren hiekkarannat</i> .....	42

9.4.9	Pikkujoet ja purot.....	42
9.4.10	Runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt.....	42
9.4.11	Luonnonmetsät (kuusivaltaiset vanhat).....	42
9.4.12	Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheiden luonnontilaiset metsät* .....	43
9.4.13	Lehdot .....	43
9.4.14	Hakamaat ja kaskilaitumet .....	43
9.5	SÄILYMISEEN VAIKUTTAVAT TEKIJÄT .....	43
9.6	ARVIOINNIN RAJAUS .....	43
<b>10.</b>	<b>LUONTOTYYPPIEN ESIINTYMINEN TUTKIMUSALUEELLA</b>	<b>44</b>
10.1	LUONTOTYYPPI "RIUTAT" .....	44
10.2	RANTAVALLIT .....	47
10.3	RANNIKON LAGUUNIT .....	50
10.4	MAANKOHOAMISRANNIKON PRIMÄÄRISUKNESSIOVAIHEIDEN LUONNONTILAISET METSÄT* .....	50
10.5	MERENRANTANIITYT .....	50
<b>11.</b>	<b>VAIKUTUSTEN TARKASTELUALUE</b>	<b>50</b>
<b>12.</b>	<b>VIRTAUS- JA LÄMPÖTILAMALLIN TULOKSET</b>	<b>52</b>
12.1	KESÄAJAN LÄMPÖTILANNOUSU MERIVEDESSÄ NYKYTILANTEESSA JA ERI PURKUPAIKKAVAIHTOEHDUISSA.....	52
12.1.1	Keskimääräinen lämpötilanousu.....	52
12.1.2	Hetkellinen lämpötilanousu .....	56
12.1.3	Maksimilämpötilat.....	57
12.2	TALVI- JA KEVÄTKAUDEN TILANNE .....	59
12.2.1	Jääolosuhteet.....	59
12.2.2	Meriveden lämpötilaolosuhteet kesällä ja talvella.....	61
<b>13.</b>	<b>ARVIO LÄMPÖKUORMAN VAIKUTUKSISTA RAUMAN SAARISTON NATURA-ALUEELLA</b>	<b>64</b>
13.1	VAIHTOEHTOJEN VAIKUTUKSET MERIVEDEN LÄMPÖTILAAN .....	64
13.2	RAKENTAMISEN AIKAISET VAIKUTUKSET .....	64
13.2.1	Jätevedet.....	64
13.2.2	Jäähdytysvesikanavien rakentaminen .....	64
13.3	KÄYTÖN AIKAISET VAIKUTUKSET .....	65
13.3.1	Eliöiden suhteesta ympäristöönsä .....	65
13.3.2	Riutat (kovien pohjien leväyhteisöt) .....	66
13.3.3	Rantavallit.....	72
13.3.4	Rannikon laguunit.....	72
13.3.5	Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheen luonnontilaiset metsät .....	72
13.3.6	Merenrantaniityt.....	73
13.3.7	Muut luontotyypit.....	73
13.3.8	Luontodirektiivin liitteen II lajit.....	73
13.4	EKOLOGINEN VAIKUTUSALUE .....	73
13.5	VAIKUTUKSEN VOIMAKKUUS JA PYSYVYYS .....	74
13.6	VAIKUTUKSEN MERKITTÄVYYS .....	74

<b>14. VAIKUTUKSIA LIEVENTÄVÄT TOIMENPITEET</b> .....	75
<b>15. SEURANTA</b> .....	76
<b>16. JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	76
<b>17. LÄHTEET</b> .....	78

#### **LIITTEET**

1. Kirjallisuuskatsaus
2. Virtausmallin tulosraportti
3. Kenttätutkimusten tulosraportit
  - Vesikasvikartoitus vuosina 2007 ja 2008
  - Videokuvaukset vuosina 2008 ja 2009
4. Alustava esitys seurannan järjestämisestä Natura-alueella

## ESIPUHE

Teollisuuden Voima Oyj suunnittelee Olkiluotoon neljännen ydinvoimalaitosyksikön (OL4) rakentamista ja käyttöönottoa. Alueella on jo ennestään kaksi käytössä olevaa ydinvoimalaitosyksikköä Olkiluoto 1 (OL1) ja Olkiluoto 2 (OL2). Lisäksi rakenteilla on yksi ydinvoimalaitosyksikkö (OL3). Hanke vaatii paitsi useita lupia, myös valtioneuvoston tekemää ja eduskunnan hyväksymää periaatepäätöstä siitä, että ydinvoimalaitosyksikön rakentaminen on yhteiskunnan kokonaisedun mukaista.

OL4-voimalaitosyksikön Natura-arvioinnin on laatinut Ramboll Finland Oy Teollisuuden Voiman toimeksiannosta. Rambollissa arvioinnin työryhmään ovat kuuluneet johtava asiantuntija, FM, hydrobiologi Ari Hanski; ryhmäpäällikkö, FM, hydrobiologi Veli-Matti Hilla; johtava asiantuntija, MMM, metsänhoitaja Antti Lepola; suunnittelija, ins. AMK, fil.yo (limnologia) Anne Mäkynen; vanhempi ympäristötutkija, FM, biologi, Tarja Ojala; ins. (AMK) Markus Hytönen, tutkimusteknikko, iktyonomi Timo Soinisto; tutkimusavustaja, ympäristöhoitaja Jani Ala-Kyyny ja suunnitteluavustaja Kirsi Hakala. Kasvillisuuskartoitukseen osallistui tutkimussukeltaja, FM Niko Nappu (UWC Underwater Consulting). YVA Oy:ssä mallinnustyöstä on vastannut TkT Arto Inkala. TVO:ssa arviointityön yhteyshenkilöinä ovat olleet Olli-Pekka Luhta ja Riitta Dersten.

Arviointityöhön perustettiin ohjausryhmä, joka kokoontui arvioinnin aikana kolme kertaa. Ohjausryhmään kutsuttiin seuraavat tahot: työ- ja elinkeinoministeriö, ympäristöministeriö, Suomen ympäristökeskus, Eurajoen kunta, Rauman kaupunki, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Merentutkimuslaitos, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Metsähallitus, Helsingin yliopisto ja Turun yliopisto. Ohjausryhmään osallistuivat seuraavat henkilöt: Jorma Aurela, työ- ja elinkeinoministeriö, Timo Huttula, Suomen ympäristökeskus, Sinikka Jokela, Suomen ympäristökeskus (Kokkola), Jouko Vastamäki, Eurajoen kunta, Juhani Korpinen, Rauman kaupunki, Tapio Kovanen, Länsi-Suomen ympäristölupavirasto, Maiju Lehtiniemi, Suomen ympäristökeskus (aikaisemmin Merentutkimuslaitos), Olli Mattila, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Iiro Ikonen, Lounais-Suomen ympäristökeskus, Jouko Högmänder, Metsähallitus, Ari Ruuskanen, Helsingin yliopisto, Petri Vahteri, Turun yliopisto ja Ilppo Vuorinen, Turun yliopisto.

Ohjausryhmä on antanut arvokkaita kommentteja työstä. Arviointityöstä ja sen päätelmistä vastaa edellä esitetty Ramboll Finland Oy:n työryhmä, kuitenkin siten, että mallinnustyöstä vastaa YVA Oy.

## 1. JOHDANTO

Teollisuuden Voima Oyj (TVO) jätti 14.2.2008 työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) ympäristövaikutusten arviointiselostuksen, jossa on tarkasteltu monipuolisesti Olkiluotoon mahdollisesti rakennettavan uuden ydinvoimalaitosyksikön (OL4) ympäristövaikutuksia, ottaen huomioon Olkiluodon nykyisten ja alueelle suunniteltujen toimintojen yhteisvaikutukset. Laitosyksikön OL4 jäähdytysvedet johdettaisiin Olkiluodon edustalle.

Rauman saariston Natura 2000 -alue (FI0200073) sijaitsee Rauman ja Eura-joen kuntien alueella. Sen pinta-ala on 5 350 hehtaaria ja se on esitetty Natura-verkostoon ns. luontodirektiivin (SCI-aluetyyppi, *Sites of Community Importance*) perusteella.

Vuonna 2007 silloinen yhteysviranomaisena, kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM), esitti ympäristövaikutusten arviointiohjelmasta antamassaan lausunnossa, että YVA-menettelyn aikana tulee tehdä luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen selvitys Natura-arvioinnin tarpeellisuudesta. Lausunnossa todettiin, että mahdolliset haitalliset vaikutukset voivat muodostua lähinnä jäähdytysveden merivettä lämmittävistä vaikutuksista ja kohdistuvat siten Natura-alueen meri- sekä rantavyöhykkeen luontotyyppisiin.

Vuonna 2007 valmistui Natura-arvioinnin tarveselvitys, jonka tehtävänä oli vastata kysymykseen, aiheutuuko OL4:n rakentamisesta ja käytöstä yhdessä jo toiminnassa olevien yksiköiden ja rakenteilla olevan yksikön (OL3) kanssa sellaisia merkittäviä haitallisia vaikutuksia Natura-alueella suojelun kohteena oleviin luontotyyppisiin, että sen perusteella olisi toteutettava varsinainen Natura-arviointi. Selvityksen keskeisenä johtopäätöksenä oli, että käytettävissä olleiden tietojen perusteella ei arvioitu olevan todennäköistä, että OL4-hankkeen ympäristövaikutukset koko Natura-alueeseen suhteutettuna olisivat niin merkittäviä ja laaja-alaisia, että ne vaarantaisivat suotuisan suojelun tason tarkasteltavassa vedenalaisessa luontotyyppissä. Siten luonnonsuojelulain 65 §:n mukaista arviointimenettelyä ei katsottu tarpeelliseksi. Arvioon liittyi epävarmuutta, joka johtui tietojen (edustavuus, sijoittuminen) vähäisyydestä tai puutteesta tarkasteltavan Natura 2000 -alueen vedenalaisissa luontotyypeissä (koviin pohjien leväyhteisöt).

Tämän arviointiraportin tehtävänä on vastata kysymykseen, aiheutuuko Olkiluodon uuden ydinvoimalaitosyksikön (OL4) rakentamisesta ja toiminnasta, yhdessä jo käytössä olevien yksiköiden ja rakenteilla olevan yksikön kanssa, merkittäviä haitallisia vaikutuksia Rauman saariston Natura 2000-alueella suojelun kohteena oleviin Natura-luontotyyppisiin.

Mahdolliset vaikutukset voivat aiheutua lähinnä jäähdytysveden merivettä lämmittävistä vaikutuksista ja kohdistuvat siten Natura-alueen meri- sekä rantavyöhykkeen luontotyyppisiin.

## 2. NATURA-ARVIOINNIN TOTEUTTAMINEN

### 2.1 Natura-suojelu ja sen toteuttaminen

Natura 2000 -verkoston avulla suojellaan EU:n luontodirektiivin (892/43/ETY) ja lintudirektiivin (79/409/ETY) tarkoittamia luontotyypppejä, lajeja ja niiden elinympäristöjä, jotka esiintyvät jäsenvaltioiden Natura 2000 -verkostoon ilmoittamalla tai ehdottamalla 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 2000 -verkostoon, *ei merkittävästi heikennetä*. Suojeluarvoja heikentävä toiminta on kiellettyä sekä alueella että sen rajojen ulkopuolella. Sitä, milloin luonnonarvot heikentyvät tai milloin ne merkittävästi heikentyvät, ei ole määritelty luonto- tai lintudirektiivissä.

Natura 2000 -verkostoon kuuluvalla alueella on toteutettava suojelutavoitteita vastaava suojelu. 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 tavansaomaista maankäyttöä. Luonnonsuojelulaissa on säädetty myös maanomistajalle maksettavista korvauksista.

Natura -tietolomakkeen mukaan **Rauman saariston** Natura 2000 -alueen suojelu toteutetaan *luonnonsuojelulailla, vesilailalla ja rakennuslailla*. Suojelu ei rajoita puolustusvoimien toimintaa ja sen kehittämistä.

Valtion omistamista alueista, joita hallinnoi Metsähallitus, voidaan joko perustaa ns. tavallinen luonnonsuojelualue tai kansallispuisto.

Pääministeri Matti Vanhasen II hallituksen ohjelmassa (päivitetty 4.5.2007) todetaan kohdassa 11 Ympäristöpolitiikka / 11.2 Luonnon monimuotoisuus:

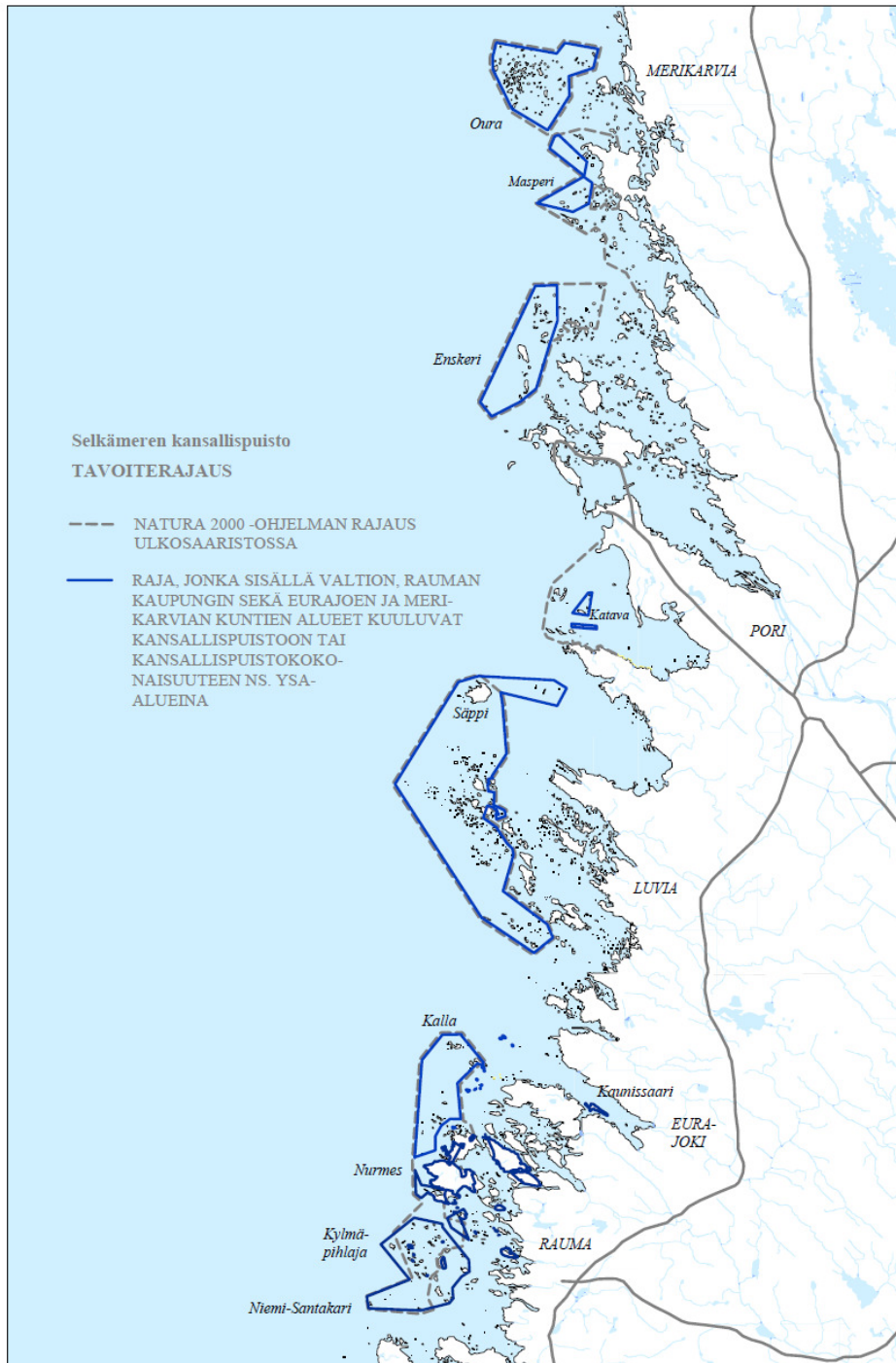
*"Selvitetään mahdollisuudet perustaa Sipoonkorven ja Selkämeren kansallispuistot.*

*Hallitus huolehtii suojelupäätösten yhteydessä kirjattujen valtion velvoitteiden täyttämisestä."*

Selkämeren kansallispuiston tarkoituksena on toteuttaa Natura 2000 -ohjelmaa Rauman Santakarin ja Merikarvian Ouran välillä. Selkämeren kansallispuisto perustetaan vain valtion alueille. Kansallispuistoon voidaan liittää muun julkisyhteisön alueita suostumuksen, käytännössä sopimuksen perusteella. Kansallispuistoon ei voi kuulua yksityisiä maa- tai vesialueita (Rauman kaupunki 2009).

Selkämeren kansallispuiston luontoarvoihin kuuluu myös vedenalainen luonto. Puiston valmistelussa on kuitenkin pidetty lähtökohtana, että Olkiluodon ydinvoimalaitosten jäähdytysveden vaikutusalueella puiston luontoarvot ovat vesirajan yläpuolella eli saarissa sekä avoimessa merimaisemassa länteen. Tämä periaate on tarkoitus sisällyttää myös puiston perustamislain perusteluihin. Rauman kaupunki on myös päättänyt periaatteista, joilla osa kaupungin omistamista alueista täydentää Selkämeren kansallispuistokokonaisuutta (Korpinen 2009).

Valtioneuvosto teki 2.10.2009 periaatepäätöksen Selkämeren kansallispuiston perustamisesta. Kansallispuiston aluerajauksista sovitaan myöhemmin ja lopullisesti sen perustamisesta päättää eduskunta.



Kuva 1. Selkämeren kansallispuiston tavoiterajaus (Rauman kaupunki 2008).



## 2.2 Hankkeiden ja suunnitelmien Natura-arviointi

### Luonnonsuojelulain määräykset

Mitä tahansa lupa-asiaa tai viranomaisasiaa ratkaistaessa on noudatettava, mitä luonnonsuojelulain 10 luvussa säädetään Natura 2000 -verkostosta. Useimpiin maankäyttöä tai luontoa mahdollisesti muuttavaa toimintaa tavalla tai toisella sääteleviin lakeihin on otettu tätä koskeva viittaussäännös luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:iin.

*”Jos hanke tai suunnitelma joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon, hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on asianmukaisella tavalla arvioitava nämä vaikutukset. Sama koskee sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia.”*

Luonnonsuojelulain 65 ja 66 §:n säännökset merkitsevät tiivistetysti sitä, että hankkeet tai suunnitelmat eivät saa yksistään eivätkä yhdessä merkittävästi heikentää niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi alue on sisällytetty Natura 2000-verkostoon. Mikäli on todennäköistä, että tällaisia vaikutuksia on, tulee vaikutukset arvioida. Lupa voidaan myöntää tai suunnitelma hyväksyä vasta kun arviointi- ja lausunnot osoittavat, etteivät vaikutukset ole merkittäviä. Kyseeseen tulevat tällöin paitsi Natura-alueelle kohdistuvat toiminnot myös sellaiset alueen ulkopuolelle sijoittuvat hankkeet, joiden vaikutukset ulottuvat Natura-alueelle. Toisaalta alueen sisällekin voi kohdistua luontoa muuttavia toimintoja, mikäli ne eivät merkittävästi heikennä Natura-alueen suojeluperusteita.

### Natura-arviointivelvollisuus

Natura-arviointivelvollisuus syntyy, jos hankkeen tai suunnitelman vaikutukset:

- kohdistuvat Natura-alueen suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin
- ovat luonteeltaan heikentäviä
- laadultaan merkittäviä ja
- ennalta arvioiden todennäköisiä.

Natura-luontoarvot, joita SCI-perustein Natura-verkostoon valitulta alueelta on tarkasteltava, ovat:

- luontodirektiivin liitteen I luontotyyppit
- luontodirektiivin liitteen II lajit

### Lähtökohdat Natura-arvioinnille

Luontotyyppi heikentyy, jos:

- pinta-ala supistuu tai
- ekosysteemin rakenne ja toimivuus huonontuvat

Lajin elinympäristö heikentyy, tai laji häiriintyy, jos:

- elinympäristön ala supistuu, tai
- laji ei ole enää alueella elinkelpoinen

#### Vaikutusten merkittävyys

- merkittävyyteen vaikuttaa muutosten laaja-alaisuus
- suhteutettava kuitenkin alueen kokoon sekä sen luontoarvojen merkittävyyteen ja sijoittumiseen
- ratkaisevaa ei ole hankkeen vaikutusten laajuus vaan niiden laatu, ts. vaikutuksen merkittävyys suojeltavien luontoarvojen kannalta
- pienikin muutos voi olla merkittävä, toisaalta laaja-alaiset muutokset voivat olla merkityksettömiä.

#### **Poikkeamismahdollisuus**

Valtioneuvosto voi myöntää luvan Natura-alueen luonnonarvoja heikentävälle hankkeelle, jos se on toteutettava erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottavasta syystä eikä vaihtoehtoista ratkaisua ole.

*Poikkeaminen heikentämiskiellosta* on mahdollista, mikäli a) vaihtoehtoja ei ole ja b) valtioneuvosto yleisistunnossaan katsoo, että hanke on kuitenkin yleisen edun vuoksi erittäin tärkeästä, pakottavasta syystä toteutettava. Mikäli vaikutukset kohdistuisivat luontodirektiivin liitteessä I tarkoitettuun ensisijaisesti suojeltavaan luontotyyppiin tai liitteessä II tarkoitettuun ensisijaisesti suojeltavaan lajiin, on lisäksi oltava käsillä ihmisten terveyteen, yleiseen turvallisuuteen tai ympäristölle toisaalla koituviin erittäin merkittäviin suotuisiin vaikutuksiin liittyvä syy. Muun erittäin tärkeän, pakottavan yleiseen etuun liittyvän syyn tapauksessa on tällöin pyydettävä myös komission lausunto.

### **3. ARVIOINNIN PERUSTEET JA RAJAUKSET**

#### **Arvioinnin tarve**

OL4-ydinvoimalaitosyksikön ympäristövaikutusten arviointiselostuksesta antamassaan lausunnossa yhteysviranomaisen, työ- ja elinkeinoministeriö (TEM) edellytti, että Rauman saariston Natura-alueelle tulee tehdä luonnon-suojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi erillisen aikataulun mukaisesti.

## **Perustilanne, johon vaikutuksia verrataan**

OL4-hankkeen Natura-vaikutusten arviointi tehdään siten, että vaikutukset Naturaan arvioidaan kokonaisvaikutuksina ja tarkastellaan niiden merkittävyyttä tästä lähtökohdasta käsin. Vaikutuksen aiheuttajana merialueelle tarkastellaan tässä arvioinnissa yksiköiden OL1-OL4 jäähdytysvesipäästöjä.

Rauman saariston Natura-alue on perustettu suojelemaan niitä arvoja, jotka ovat olleet olemassa, kun valtioneuvosto vuonna 1997 teki ehdotuksen alueen ottamisesta Natura 2000-verkoston. Jotta alue on voitu liittää Natura-verkoston, on ensin tullut selvittää ko. luontoarvot. Näitä luontoarvoja selvittäessä laitousyksiköt OL1 ja OL2 olivat jo olleet käytössä useita vuosia (19 ja 17 vuotta). Tarkasteltavat luontoarvot ovat aluetyyppi SCI-alueella luontodirektiivin liitteen I luontotyyppit ja liitteen II lajit. Arvioinnissa ei tarkastella lintudirektiivin liitteen I lajeja tai uhansalaisia lajeja.

Lounais-Suomen ympäristökeskus on vuonna 2008 OL4 YVA-selostuksesta antamassaan lausunnossa todennut, että "Natura 2000 -verkoston kuuluvan Rauman saariston alueen (FI020073) raja-alue on tapahtunut osittain sen mukaisesti, miten laajalle OL1 ja OL2 ovat vaikuttaneet veden lämpötilaan".

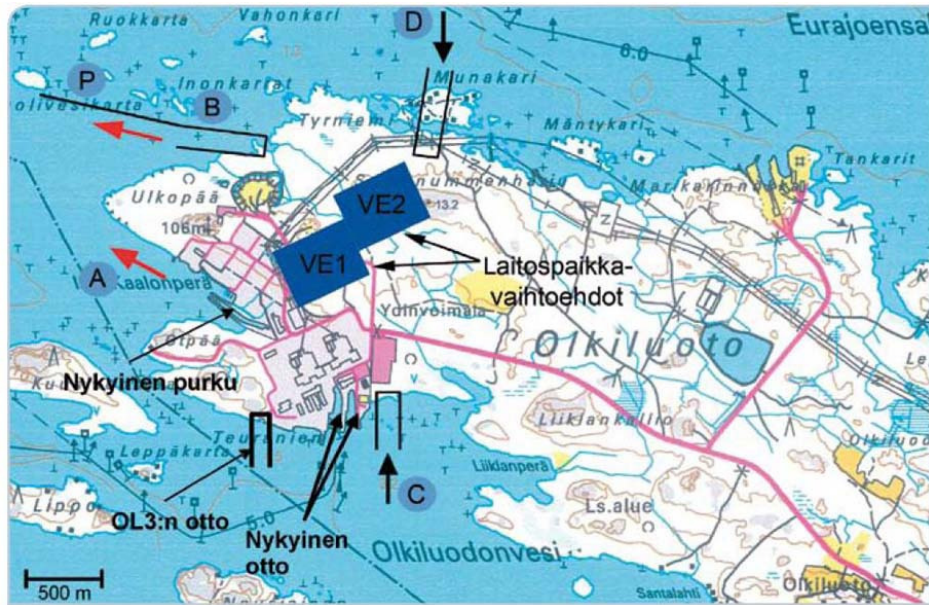
Edellä esitetyn perusteella OL4-hankkeen Natura-vaikutukset on tässä raportissa arvioitu vertaamalla tulevaa kehitystä niihin luonnonarvoihin, joita ko. alueella oli 1990-luvun loppupuolella.

## **4. ARVIOITAVAN HANKKEEN KUVAUS**

### **4.1 Arvioitava hanke**

OL4-ydinvoimalaitosyksikkö on sähköteholtaan noin 1 000–1 800 MW ja lämpöteholtaan noin 2 800–4 600 MW. Laitos voi olla kiehutus- tai painevesireaktorilaitos. Ympäristövaikutusten kannalta merkityksellisin on laitostyyppin koko, sillä se vaikuttaa mereen johdettavaan lämpökuormaan. Toisaalta jäähdytysvesi ei sisällä levätuotantoa lisääviä ravinteita tai vesieliöstölle vaaraa aiheuttavia haitallisia aineita.

Jäähdytysveden tarve on noin 40–60 m<sup>3</sup>/s. Suunniteltua laitospaikkaa ympäröivät vesialueet mahdollistavat uuden laitousyksikön edellyttämän jäähdytysveden riittävän saannin ja jäähdytysveden purkamisen takaisin mereen. Vesi kulkee putkistossa turbiinin lauhduttimen läpi ja palautuu mereen noin 12 °C lämmenneenä. Laitos on käynnissä vuotuista huoltoseisokkia lukuun ottamatta jatkuvasti. Sen tekninen käyttöikä on noin 60 vuotta. Voimalaitosyksikön vaihtoehtoiset sijoituspaikat (2 kpl) sijaitsevat nykyisten yksiköiden (OL1 ja OL2) pohjoispuolella.



Kuva 2. Suunnitteilla olevan ydinvoimalaitosyksikön (OL4) vaihtoehtoiset sijoituspaikat Olkiluodossa.

#### 4.2 Jäähdytysveden otto- ja purkuvaihtoehdot

OL4 tarvitsee 40–60 m<sup>3</sup>/s merivettä jäähdytysvetenä. Yhteensä neljä laitosyksikköä tarvitsee jäähdytysvettä enimmillään 160–180 m<sup>3</sup>/s. Prosessissa jäähdytysvesi lämpenee 11–13 °C.

Laitosyksikön OL4 ympäristövaikutusten arviointimenettelyssä ja sen yhteydessä tehdyssä jäähdytysvesien leviämisen mallilaskennassa (Lauri 2007) tarkasteltiin kahta jäähdytysveden ottoaikkavaihtoehtoa (C ja D; Kuva 2) ja kahta purkupaikkavaihtoehtoa (A ja B; Kuva 2). Ympäristövaikutusten arvioinnissa oli lisämääränä mukana myös poistokanavan B pohjoispuolen virtauksia ohjaavalla penkereellä (P). Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat laitosyksiköille OL1, OL2 ja OL3 olivat vakioita.

Taulukko 1. Natura-arvioinnissa tarkastellut OL4:n jäähdytysveden otto- ja purkuvaihtoehdot (VA4).

Päävaihtoehto	Alavaihtoehto	Aktiiviset yksiköt	4 yks. otto	4 yks. purku	Kuusisenmaan salmi
VA 4	4CA	1-4	C	A	suljettu
-"	4CB	1-4	C	B	suljettu

Natura-arvioinnissa laitosyksikön OL4 jäähdytysveden ottoaikalalle oli yksi vaihtoehto:

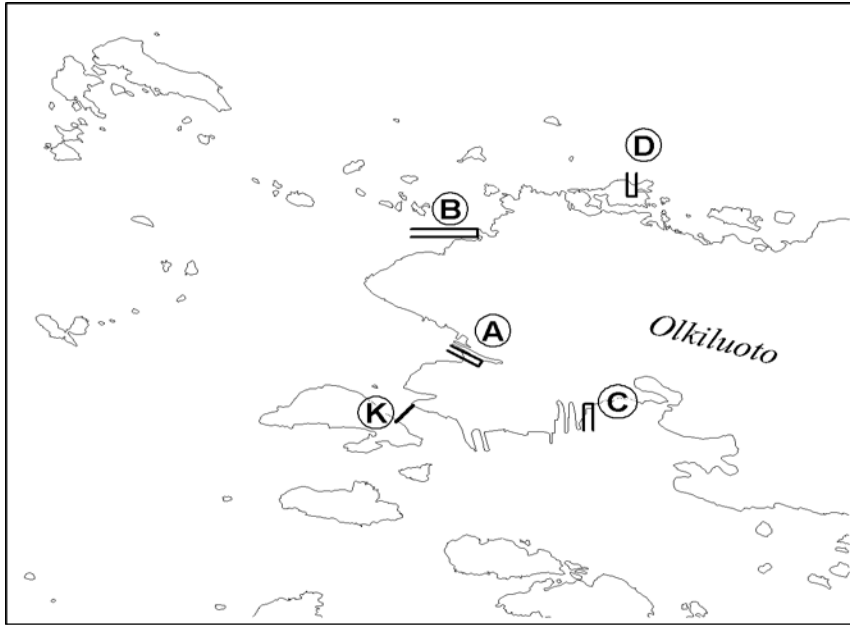
C Ottopaikka laitosyksiköiden OL1 ja OL2 ottojen itäpuolella

Laitosyksikön OL4 jäähdytysveden purkupaikalalle oli kaksi vaihtoehtoa:

A Purkupaikka yksiköiden OL1, OL2 ja OL3 purkupaikkaan

B Purkupaikka Olkiluodon yksiköiden OL1, OL2 ja OL3 purkupaikan pohjoispuolelle

Molemmissa purkupaikkavaihtoehdoissa Kuusisenmaan ja Olkiluodon välinen salmi on suljettu penkereellä. Jäähdytysveden otto- ja purkupaikat laitosyksiköille OL1, OL2 ja OL3 olivat vakioita.



Kuva 3. Jäähdytysveden otto- (C ja D) ja purkupaikkavaihtoehdot (A ja B). K= Kuusisenmaan salmi on suljettu penkereellä (Ottovaihtoehtoa D ei tarkasteltu Natura-arvioinnin yhteydessä).

## 5. YHTEISVAIKUTUKSINA TARKASTELTAVAT ASIAT

Seuraavassa tarkastellaan tekijöitä, jotka vaikuttavat tai voivat tulevaisuudessa vaikuttaa merialueen fysikaalis-kemialliseen ja ekologiseen tilaan yhdessä OL4:n jäähdytysvesien kanssa.

### 5.1 Muut Olkiluodon voimalaitosyksiköt

Arvioinnissa oletetaan, että kun OL4 otetaan käyttöön, ovat laitosyksiköt OL1, OL2 ja OL3 edelleen käytössä. Näin ollen tarkastellaan tilannetta, jossa merialueelle kohdistuu neljän voimalaitosyksikön jäähdytysvesipäästöt maksimitilanteessa yhtä aikaa. Huoltoseisokkien aikana jokin yksiköistä on aina kerrallaan pysäytettynä, mutta tätä ei huomioida arvioinnissa.

### 5.2 Selkämeren tilan kehitys

Selkämeren ja viime kädessä koko Itämeren tilan kehitys voi vaikuttaa Rauman saariston Natura 2000 -luontotyyppeihin ja niiden edustavuuteen. Ehkä suurin uhkakuva on merialueen rehevöitymiskehitys ja sen mukanaan tuomat negatiiviset muutokset vesien ravintoverkostossa.

## **Pintavesien käyttökelpoisuus**

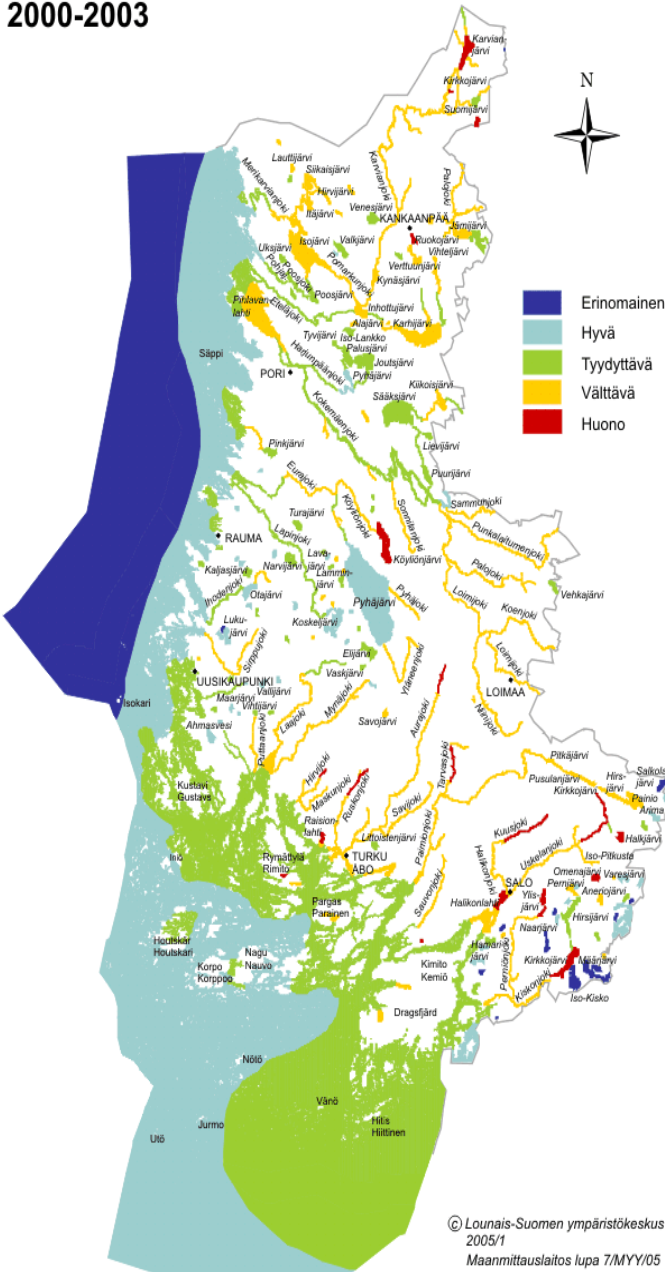
Pintavesien *yleinen käyttökelpoisuusluokitus* jakaa vesistöt viiteen luokkaan: erinomainen, hyvä, tyydyttävä, välttävä ja huono. Ympäristöhallinnossa kehitetty luokitus perustuu seuranta-asetelmalla kerättyihin vedenlaatutietoihin (mm. ravinteiden ja a-klorofyllin pitoisuudet, pohjanläheisen veden happitilanne). Myös sinilevien esiintyminen ja haitalliset aineet vaikuttavat luokitus päätökseen ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)).

Pintavesi luokitellaan *ekologiselta tilaltaan* erinomaiseksi, hyväksi, tyydyttäväksi, välttäväksi tai huonoksi. Luokittelussa tarkastelun kohteena ovat ensisijaisesti biologiset laatutekijät. Planktonlevien, piilevien, vesikasvien, pohjaeläinten ja kalojen tilaa verrataan olosuhteisiin, joissa ihmistoiminta ei ole aiheuttanut havaittua vaikutusta eliöstössä. Mitä vähäisempi ihmisen vaikutus on, sitä parempi on vesistön ekologinen laatu. Lisäksi arvioinnissa otetaan huomioon myös veden laatutekijät (Ympäristöministeriön kirje 2007).

Kuvassa 4 on esitetty Saaristomeren ja eteläisen Selkämeren tilaa edellä esitetyn kaltaisesti luokiteltuna. Käyttökelpoisuusluokitus perustuu vuosittain otettujen vedenlaatuaineistoon. Vuonna 2008 laadittu ekologisen tilan kokonaisarvio perustuu merialueelta olemassa olevaan aineistoon.

Luokittelut osoittavat, että nyt tarkasteltavalla merialueella meriveden laatua voidaan kuvata hyväksi tai erinomaiseksi ja ekologista tilaa hyväksi. Kuitenkin aivan rannikon tuntumassa laatuluokka voi paikoitellen olla luokkaa huonompi. Tämä johtuu jokien tuomista ravinteista ja niiden rehevöittävästä vaikutuksesta.

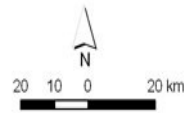
## Pintavesien laatu Lounais-Suomessa 2000-2003



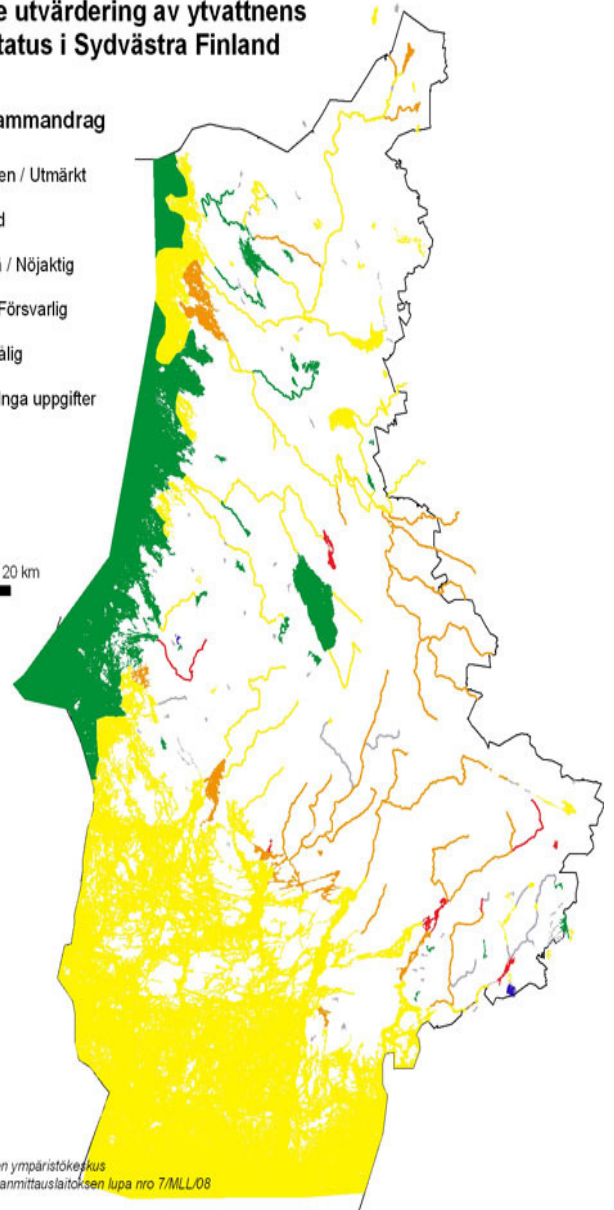
## Ekologisen tilan kokonaisarvio Lounais-Suomen pintavesissä Övergripande utvärdering av ytvattens ekologiska status i Sydvästra Finland

### Yhteenveto / Sammandrag

- Erinomainen / Utmärkt
- Hyvä / God
- Tyydyttävä / Nöjaktig
- Välttävä / Försvarlig
- Huono / Dålig
- Ei tietoa / Inga uppgifter



© SYKE, Lounais-Suomen ympäristökeskus  
Rantaviiva-aineisto © Maanmittauslaitoksen lupa nro 7/MLL/08  
LOS 9.6.2008/TP



Kuva 4. Merialueen fysikaalis-kemiallinen ja ekologinen tila lounaisilla merialueilla (Lounais-Suomen ympäristökeskus).

Vuonna 2008 valmistuneessa Alahuhdan (2008) selvityksessä kartoitettiin Lounais-Suomen ympäristökeskuksen toimesta Selkämeren rehevöitymiselle herkkiä alueita mm. vesinäytteenoton ja ilmakuvien avulla. Samalla arvioitiin merialueelle laskevien jokien tuomaa kuormitusta. Tulosten perusteella saatiin kokonaisvaltainen kuva Selkämeren tilasta ja rehevöitymiseen liittyvistä uhkakuvista.

Johtopäätöksenä raportissa todetaan, että Selkämeren eteläosissa ravinnepitoisuudet heijastavat karua tai lievästi rehevää tasoa. Selvitysalueella erityisiä riskialueita rehevöitymisen ja vähittäisen umpeenkasvun kannalta ovat rannikon läheiset suojaisat lahdet ja salmet. Merenlahdissa, kuten Kuivalahdensalmella, Eurajoensalmella, Olkiluodonvedellä, Rauman Sorkanlahdella ja Unajanlahdella, erityisesti kokonaisfosforipitoisuudet olivat taustapitoisuuksia korkeampia. Rehevimmillä alueilla keskeisin tekijä voimistuneelle ravinnetasolle on jokien tuoma kiintoaine- ja ravinnekuormitus. Lisäksi erityisesti Selkämeren eteläosissa merivirtojen mukana kulkeutuva ravinteikas pintavesi kohottaa ravinnetasoa (Alahuhta 2008).

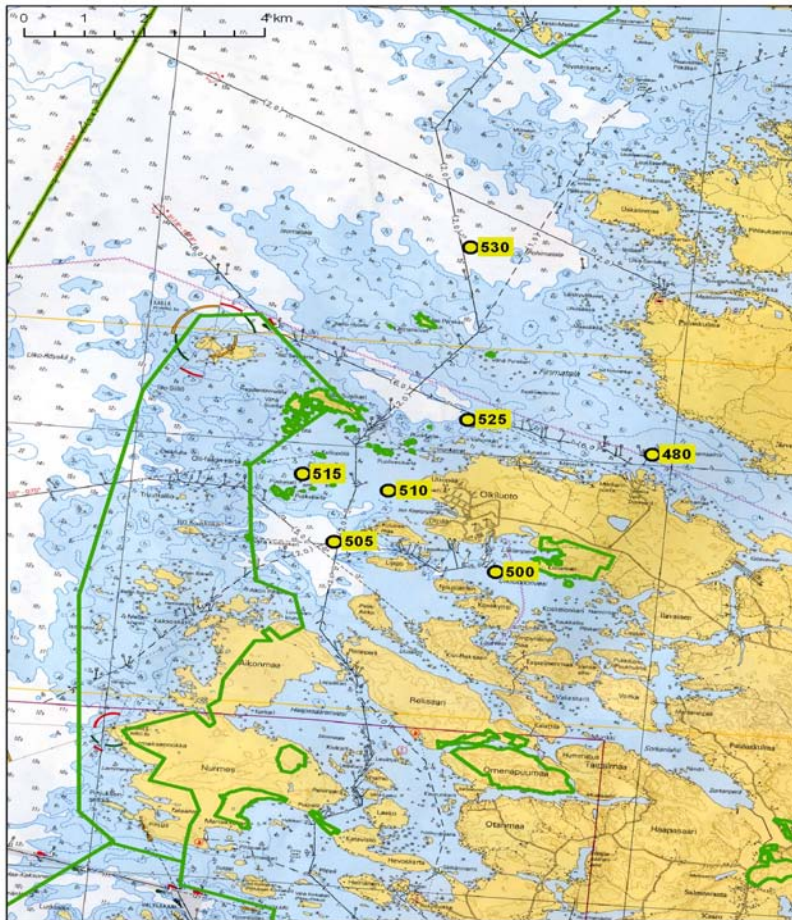
### **Rannikon veden laadun kehitys Olkiluodon edustalla**

Vuodesta 1972 lähtien Olkiluodon edustalla on tehty aluksi merialueen perustilaselvityksiä (mm. perustuotannon määrää ja laatua) sekä myöhemmin säännöllistä meriveden laatuun liittyvää fysikaalis-kemiallista ja vesieliöstöön liittyvää biologista tarkkailua (Kuva 5). Ympäristölupaan sisältyvän seurantavelvoitteen tarkoituksena on selvittää ydinvoimalaitoksen jäähdytysvesien vaikutuksia merialueen tilaan purkupaikan lähiympäristössä (Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006). Tarkkailua ei ole ulotettu koskemaan Rauman saariston Natura 2000 -aluetta.

Merialueen seuranta teki aluksi Säteilyturvallisuuslaitos (nykyisin Säteilyturvakeskus). Velvoitetarkkailua teki ensin Lounais-Suomen vesiensuojeluyhdistys ry ja tällä hetkellä Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy (jatkossa LSVY). Seuraavassa esitettävät tulokset perustuvat näiden tahojen laatimiin velvoitetarkkailuraportteihin.

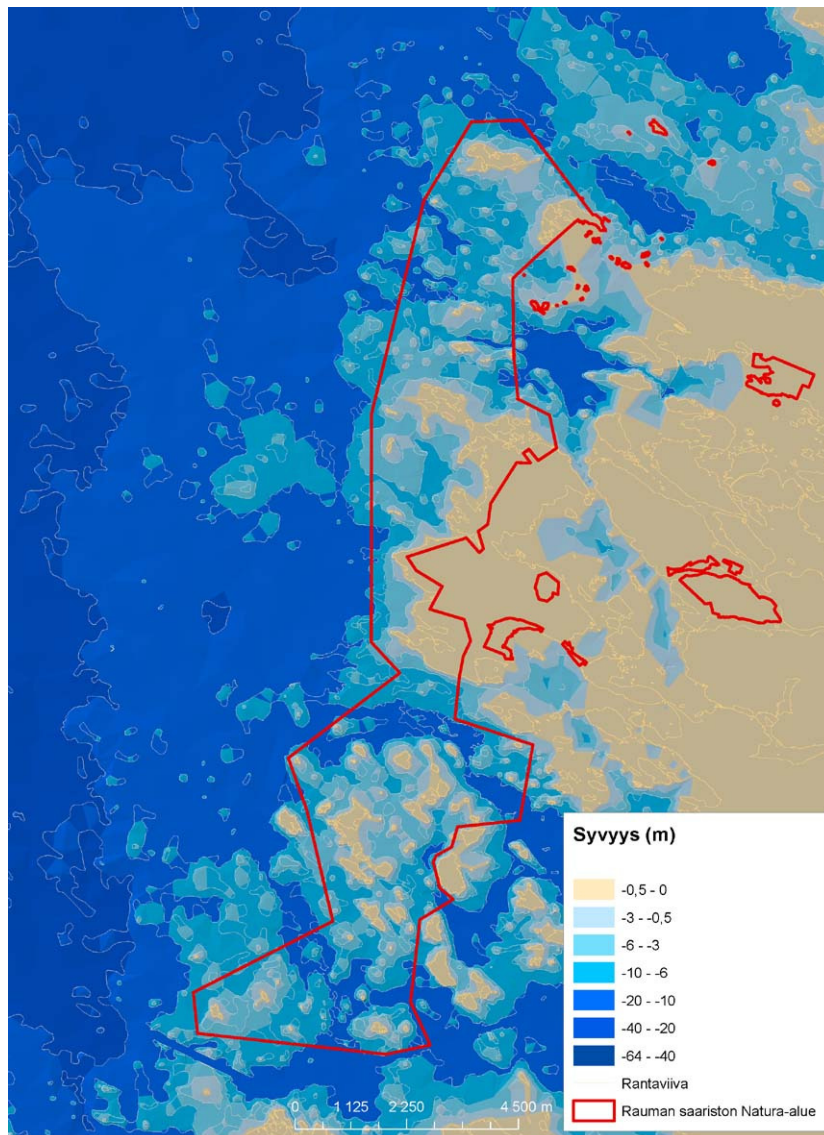
Taustatilanteeseen verrattuna jäähdytysvesien (OL1 ja OL2) vaikutukset merialueen ekologiseen tilaan ovat jääneet paikallisiksi ja suhteellisen vähäisiksi. Tämä johtuu purkualueen avonaisesta luonteesta ja siitä, että jäähdytysvesien mukana Olkiluodon edustalle ei kulkeudu ravinteita. Lisäksi voimakas virtaus tehostaa veden vaihtuvuutta purkualueella.





*Kuva 5. Velvoitetarkkailun havaintoasemat Olkiluodon edustalla (TVO 2003).*

Päävirtaussuunta Suomen rannikolla on etelästä pohjoiseen. Tarkasteltavalla osalla Selkämeren rannikon läheinen vesialue on varsin avointa ja matalaa. Tuulten vaikutus virtausoloihin on saariston puuttumisen vuoksi suuri. Keskiisyvyys merialueella on alle 10 metriä ja suurin syvyys noin 15 metriä. Noin 6 kilometrin päässä Olkiluodosta syvyys kasvaa yli 10 metriin (Kuva 6). Meriveden sekoittumis- ja vaihtumisolot avomeren reunassa ovat vesien käytön ja suojelun kannalta hyvin edulliset. Tuulten vaikutus virtausoloihin Olkiluodon edustalla on saariston puuttumisen vuoksi epätavallisen voimakas (LSVY 2009).



Kuva 6. Syvyysuhteet Rauman saariston Natura 2000-alueella.

### **Fysikaalis-kemiallinen ja biologinen seuranta**

#### *Näkösyvyys*

*Näkösyvyyden* kehitys säännöllisen seurannan havaintoasemilla antaa hyvän kuvan olosuhteiden muutoksista vesipatsaassa (Taulukko 2). Havainnon tehoketkellä vallitsevilla säättekijöillä on kyseisellä merialueella suuri vaikutus näkösyvyyteen.

Taulukko 2. Meriveden näkösyvyys Olkiluodon edustalla vuosina 2000-2008 (LSVY 2009). Havaintoasemat on esitetty kuvassa 5.

Tutk.piste	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
480	2,5(0,8)	2,1(0,9)	2,5(0,6)	2,2(1,3)	3,0(1,0)	2,5(0,8)	2,4(0,7)	2,8(1,0)	2,5(1,3)
500	2,2(0,8)	2,4(0,4)	3,3(1,4)	3,2(1,2)	2,4(0,9)	2,7(0,5)	2,8(0,7)	3,1(0,8)	3,2(1,2)
505	3,1(0,6)	2,8(0,5)	3,6(0,9)	3,8(1,2)	3,5(1,1)	3,6(0,8)	3,5(0,5)	3,3(0,9)	3,8(0,9)
510	2,5(0,6)	2,7(0,6)	2,9(0,7)	3,4(1,0)	2,4(0,7)	3,0(0,5)	2,9(0,6)	3,0(0,9)	3,6(0,8)
515	2,8(0,7)	2,9(0,7)	3,8(0,9)	3,5(1,1)	3,2(0,9)	3,5(0,7)	3,3(0,7)	3,8(1,3)	3,7(1,1)
525	3,2(0,8)	2,8(0,9)	3,5(0,9)	3,1(0,8)	3,3(0,8)	3,5(0,7)	3,1(0,6)	3,6(1,2)	3,6(0,7)
530	3,7(1,2)	3,6(0,9)	4,0(0,9)	3,1(0,9)	4,9(1,5)	4,5(0,5)	3,7(0,6)	4,9(0,3)	4,8(0,5)
<b>Pran 310</b>			4,5(0,4)		4,6(0,3)	5,3(1,1)	4,5(0,9)	4,7(0,8)	3,6(0,6)

Kuten taulukon lukuarvoista nähdään, 2000-luvulla muutokset näkösyvytydessä ovat olleet vähäisiä.

#### Happi

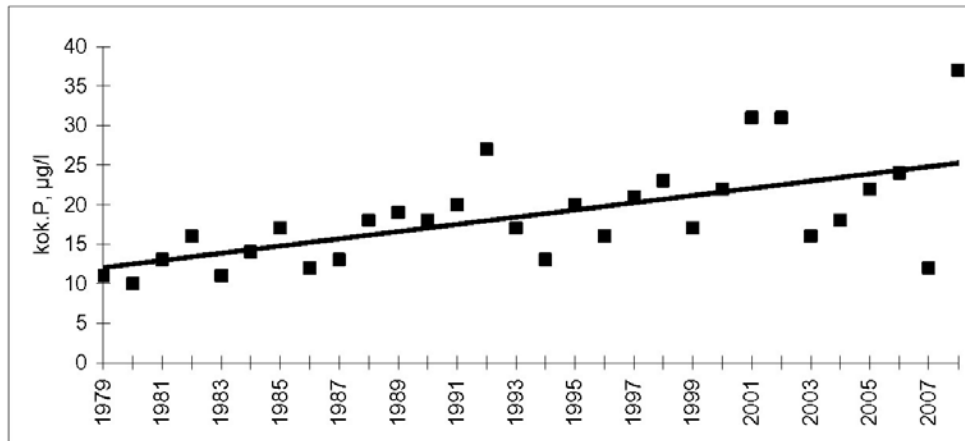
Vuonna 2008 meriveden *happipitoisuus* havaintoasemilla oli hyvä tai erinomainen. Ainoastaan keskikesällä, Kaalonperän edustalla ja Kuusisenmaan lounaispuolella, pohjan läheisen kerroksen happipitoisuus oli lievästi heikentynyt (kyllästysaste <70 %).

Avovesikauden tilanne Olkiluodon edustalla vastasi Selkämeren taustarvoja.

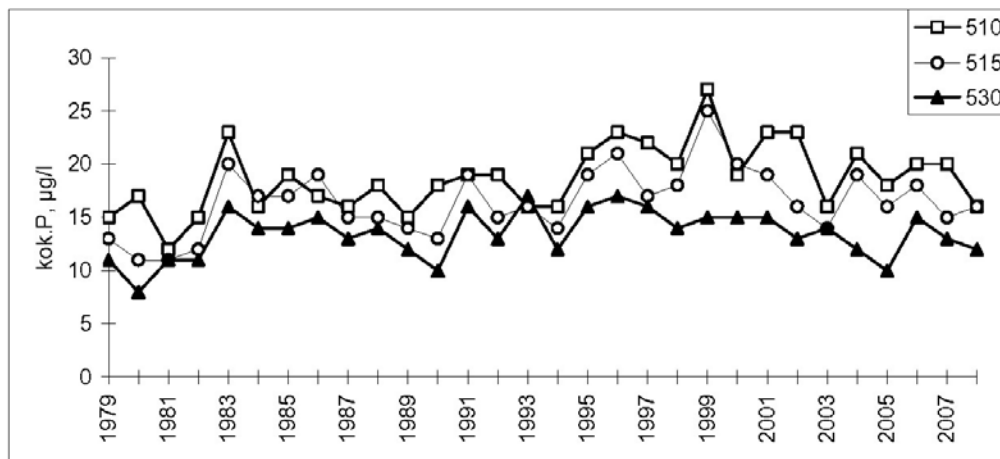
#### Ravinteet

Olkiluodon edustalla meriveden *ravinnepitoisuudet* ovat olleet Selkämeren rannikkovesille tyypillisiä. Vuoden 2008 talvella kokonaistyyppipitoisuus, vesipatsaan keskiarvona ilmoitettuna, oli 380–770 µg N/l. Avovesikautena vastaava vaihteluväli oli 250–500 µg N/l. Kokonaisfosforipitoisuus vaihteli kasvukauden aikana välillä 11–31 µg P/l.

Kuvissa 7 ja 8 esitetään merialueen fosforipitoisuuden kehitys 1970-luvun lopusta lähtien. Talvitilanteessa fosforipitoisuus osoittaa nousevaa trendiä, kun taas kesällä merkittävää muutosta suuntaan tai toiseen ei havaita. Ensiksi mainittuun tilanteeseen vaikuttaa keskeisesti talviajan sääolosuhteet (lämpötila, sateisuus) ja niistä johtuvat valunnan ja valumavesissä kulkeutuvien ravinteiden määrän vaihtelut eri vuosina.



Kuva 7. Talviajan fosforipitoisuuden kehitys (0-10 m) Olkiluodon lähivesillä vuosina 1979-2008. Lukuarvot havaintoasemien 505, 515 ja 525 keskiarvoja (LSVY 2009). Havaintoasemat on esitetty aiemmin (Kuva 5).



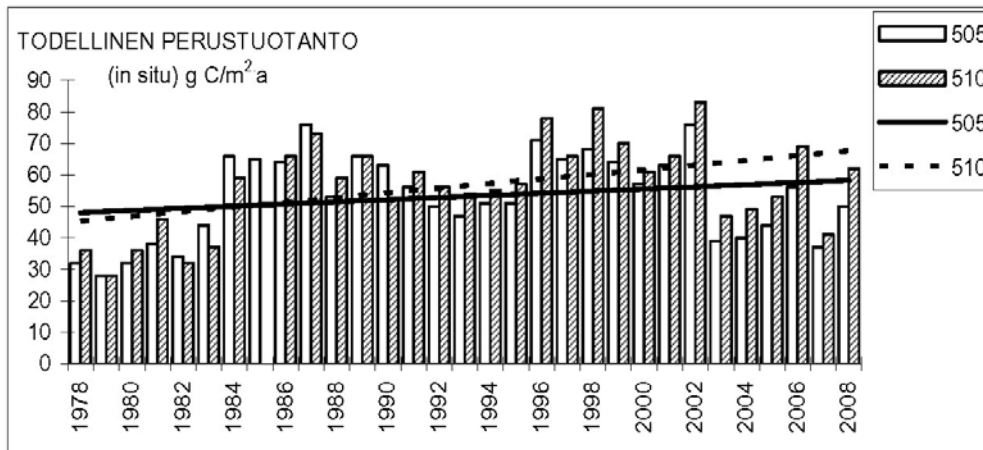
Kuva 8. Avovesikauden fosforipitoisuuden kehitys (0-10 m) Olkiluodon lähivesillä vuosina 1979-2008. Lukuarvot havaintoasemien 505, 515 ja 525 keskiarvoja (LSVY 2009). Havaintoasemat on esitetty aiemmin (Kuva 5).

## Biologinen seuranta

### *a*-klorofylli ja kasviplankton tuotanto

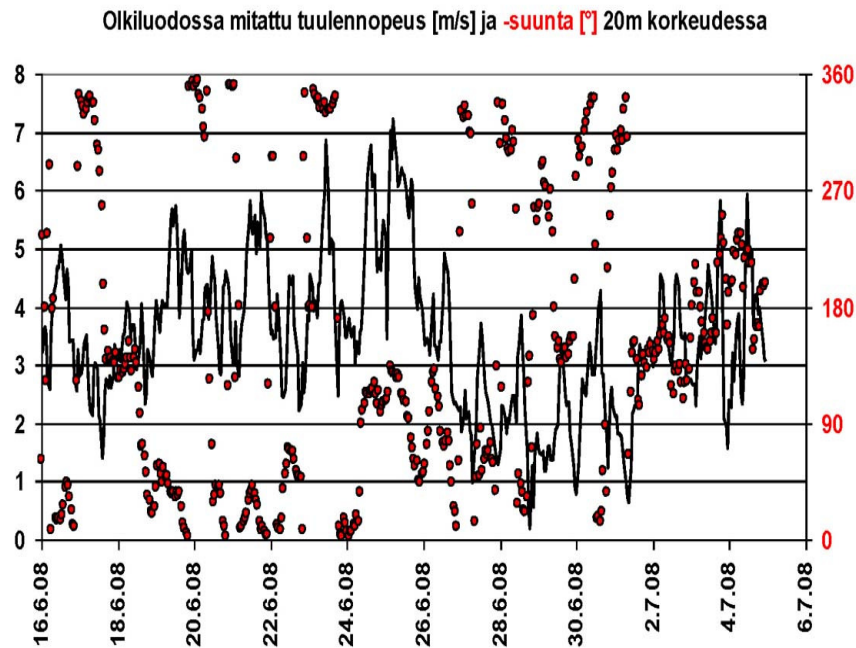
Vuonna 2008 kasviplankton tuotantoa (leväbiomassaa) kuvaavan *a*-klorofyllin pitoisuudet (keskiarvona ilmaistuna) havaintoasemilla vaihtelivat välillä 0,8–2,0 µg/l. Pitoisuudet olivat samalla tasolla tai pienempiä kuin Selkämeren rannikkovesissä yleensä.

*Perustuotantomittausten* perusteella merialue Kuusisenmaan lounaispuolella voitiin luokitella karuksi ja Kaalonperän edustalla lievästi reheväksi. Jäähdytysvesien purkualueella tuotannon määrä oli 30–80 % suurempaa kuin Kuusisenmaan edustalla. Olkiluodon lähivesillä perustuotannon taso pitkällä aikavälillä osoittaa vain lievää nousua (Kuva 9).

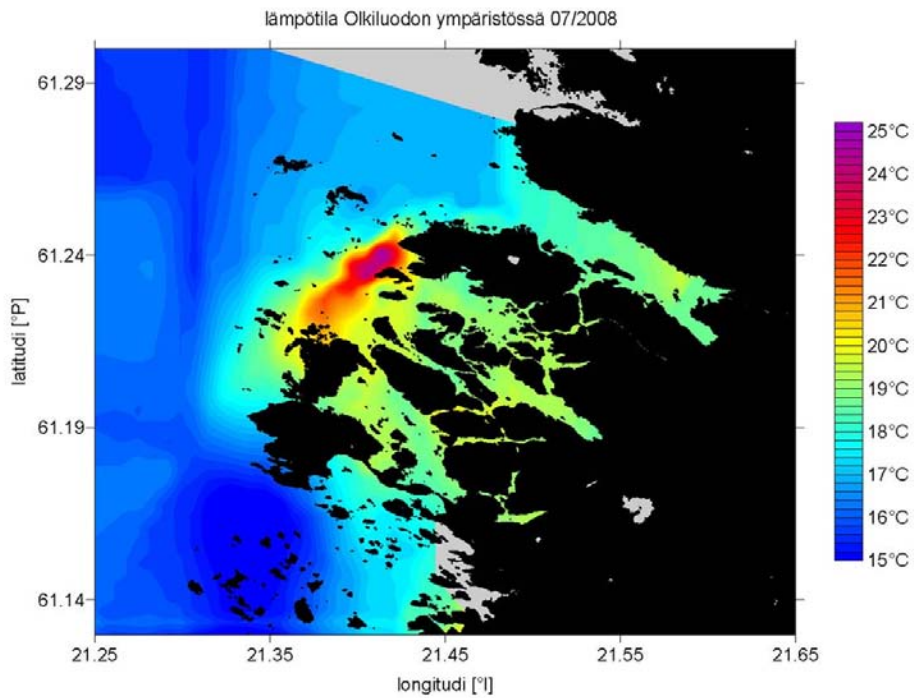


Kuva 9. Kasviplanktontuotanto Olkiluodon lähivesissä vuosina 1978-2008 (LSVY 2009). Havaintoasemat on esitetty aiemmin (Kuva 5).

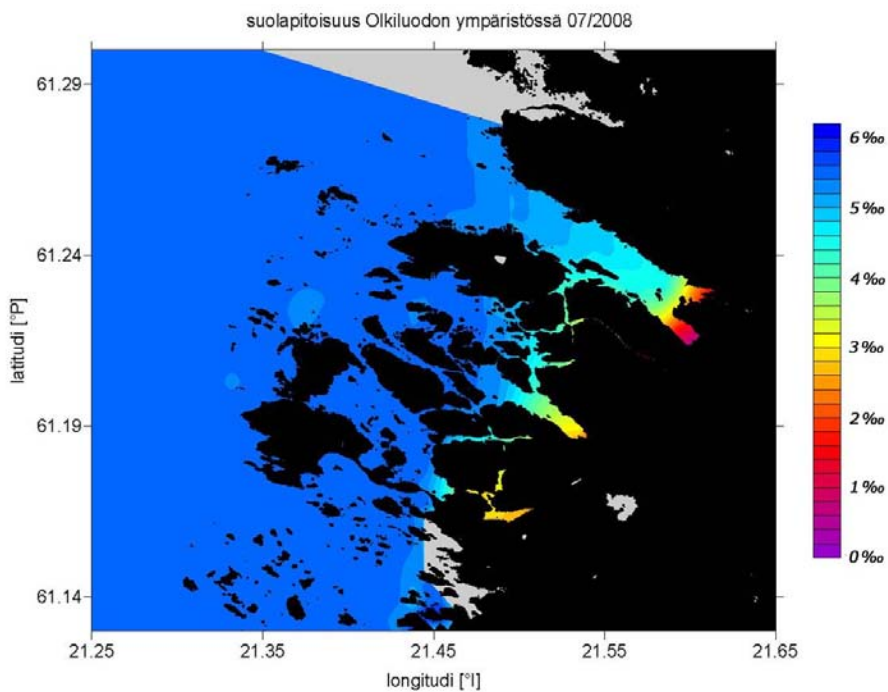
Vuoden 2008 heinäkuun alussa Olkiluodon edustalla tehtyjen läpivirtausmittausten tulosten perusteella jäähdytysvesien vaikutus näkyy voimakkaana lähiympäristössä (Lindfors ym. 2008). Vallitsevilla tuulilla on kuitenkin suuri merkitys alueen vedenlaatuun ja sääoloista johtuvat muutokset voivat olla nopeita.



Kuva 10. Olkiluodossa 16.6–4.7.2008 välisenä aikana 20 metrin korkeudella mitattu tuulen tulosuunta ja tuulennopeus (Lindfors ym. 2008).

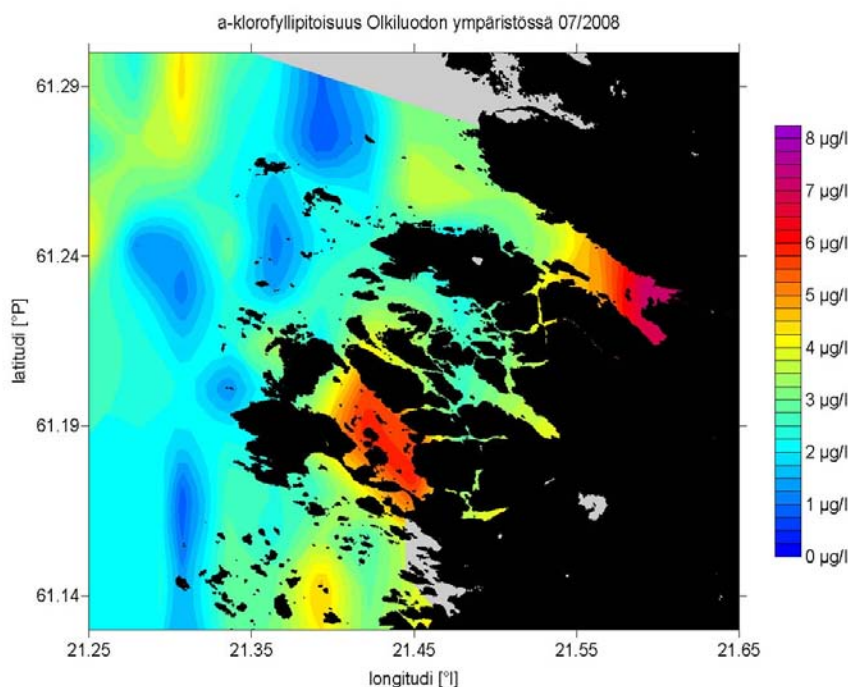


Kuva 11. Meriveden pintalämpötila pohjoisenpuoleisilla tuulilla Olkiluodon edustalla 3.7.2008 tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella (Lindfors ym. 2008).



Kuva 12. Meriveden suolapitoisuus (‰) Olkiluodon edustalla 3.7.2008 tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella (Lindfors ym. 2008).

Merialueella klorofyllipitoisuudet olivat suhteellisen matalia, mutta alueelliset erot olivat suuria. Korkeimmat pitoisuudet mitattiin Eurajoensalmen suualueella ja Haapasaaressa.



Kuva 13. Arvio a-klorofyllipitoisuuden ( $\mu\text{g/l}$ ) vaihtelusta 3.7.2008 Olkiluodon edustalla tehtyjen läpivirtausmittausten perusteella (Lindfors ym. 2008).

#### Pohjan makrokasvillisuus

Jäähdytysvesien vaikutusalueella rantavyöhykkeiden vedenalaiskasvillisuudessa (lajien välisissä runsaussuhteissa ja peittävydessä) on tapahtunut samoja muutoksia, jotka ovat tyypillisiä rehevyyden seurausvaikutuksia myös muulla osalla Selkämeren rannikkoa.

**Kesällä 2007** tehdyssä sukelluskartoituksessa selviä jäähdytysvesien aiheuttamia muutoksia esiintyi purkupaikan, Iso Kaalonperän lahden edustalla (Kuva 24, Ramboll Finland Oy 2007a). Rihmalevien voimakas kasvu ja lähes kaiken alleen jättävä peittävyys osoittivat rantavyöhykkeen selvää rehevyyttä. Matalassa vedessä esiintyi myös pohjan hapettomuutta, joka on seurausta alueelle runsaana ajautuneen irtonaisen levämassan happea kuluttavasta vaikutuksesta.

Iso Susikarin kasvillisuuslinja oli valtalajistoltaan samankaltainen kuin kolme vuotta aiemmin. Pehmeiden pohjien putkilokasvit olivat vallitsevia. Saaren itäpäässä sijainneella linjalla oli nähtävissä kasvillisuuden muutosta kohti pehmeiden pohjien putkilokasvivaltaista yhteisöä. Kovien pohjien lajit olivat joutuneet väistymään rehevyyttä paremmin sietävien putkilokasvien tieltä.

Uloimmilla, Natura-alueen sisällä sijaitsevilla kasvillisuuslinjoilla selviä jäähdytysvesien aiheuttamia kasvillisuusvaikutuksia ei ollut todettavissa. Täällä kasvillisuuden lajiversiteetti oli lähialueita runsaampaa ja valtalajeina esiintyivät useimmin kovien pohjien lajit, jotka ovat herkempiä rehevöitymisen vaikutuksille.

**Kesällä 2008** kartoitettiin kovien, avointen pohjien makrokasvillisuutta Rauman saariston Natura-alueen keski- ja eteläosassa (Kuva 24, Ramboll Finland Oy 2009a). Tutkimuslinjoilla kasvillisuus oli hyväkuntoista ja erittäin monimuotoista. Erityisen huomionarvoista oli rakkolevän hyvä kunto ja runsaus kaikilla linjoilla.

### 5.3 Ilmastonmuutos

Arviot ilmastonmuutoksesta Suomessa ennakoivat keskilämpötilan nousevan vuoteen 2080 mennessä enimmillään 4–6°C ja keskimääräisen sademäärän kasvavan 15–25 % (Marttila ym. 2005). Ilmakehän lämpenemisen myötä Itämeren tilassa ennustetaan tapahtuvan muutoksia, jotka vaikuttavat mm. kasvukauden pituuteen ja valuntaoloihin valuma-alueilla.

Ilmakehän lämpeneminen merkitsee meriveden pintalämpötilan nousua ja sen seurauksena jääpeitteen esiintymisen vähenemistä talvella. Esimerkiksi Selkämerellä jääpeitteisen ajan on ennustettu lyhenevän 1–2 kuukautta. Meriveden pintalämpötilan arvioidaan kohoavan 2–4 °C vuosisadan loppuun mennessä. Samalla jääpeitteen on ennustettu pienenevän jopa 50–80 % nykyisestä (Helsinki Commission 2007).

Sadannan ennustetaan kasvavan etenkin talvikausina. Niinpä tämän vuosisadan loppuun mennessä talviaikaisten virtaamien on ennustettu kasvavan jopa 50 %. Tällä voi olla ainakin alueellista vaikutusta meriveden suolapitoisuuteen ja sitä kautta murtovesiolosuhteisiin sopeutuneiden lajien levinneisyyteen. Samalla valunnan kasvu lisää ravinteiden määriä rannikkovesissä, jolloin olosuhteet levätuotannon kasvulle (rehevöitymiselle) paranevat.

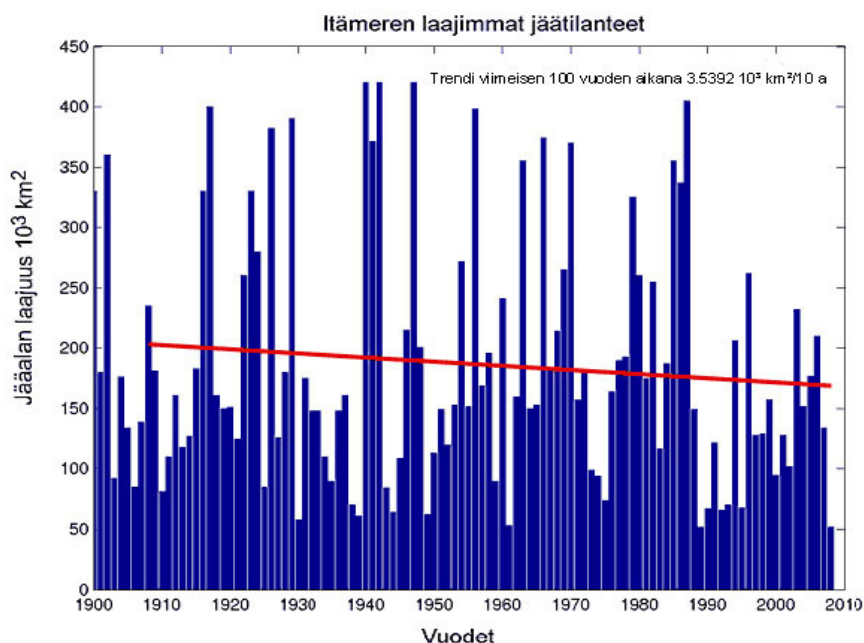
Ilmastonmuutoksen seurauksena tapahtuva Itämeren veden suolaisuuden lasku, lämpötilan nousu, jääpeitteisyyden väheneminen ja tuulisuuden muutokset tulevat vaikuttamaan sekä meriveden fysikaalisiin (kerrostuneisuus ja sekoittumisolosuhteet, ravinnekierto) että biologisiin ominaisuuksiin. Biologiset vaikutukset kohdistuvat koko ravintoverkon rakenteeseen ja toimintaan planktonista pohjaeläimiin, kaloihin, lintuihin ja merinisäkkäisiin (Haapala ym. 2009).

*Taulukko 3. Yleiskatsaus ilman lämpötilan, sadannan, valtameren tason ja ilman hiilidioksidipitoisuuden kohoamisen vaikutuksista Itämeren olosuhteisiin (Haapala ym. 2009).*

Ilmastoparametri	fysikaalinen vaikutus Itämeressä	bio-geokemiallinen vaikutus	yhteiskunnallinen vaikutus
Ilman lämpötila ↑	pintalämpötila ↑ kerrostuneisuus ↑ jään peittävyys ↓ jään kesto aika ↓ jään paksuus ↓	perustuotanto ↑ lajisto ↑ leväkukinnat ↑ jäältä riippuvat yhteisöt ↓ rannikkoeroosio ↑	talvikalastus ↓ talvinen virkistyskäyttö ↓ talvimerenkulku ↑ jäätiet ↓
Sadanta ↑	suolaisuus ↓ kerrostuneisuus ↑	perustuotanto ↑ lajisto ↓	
Valtamerten pinta ↑	tulvariski ↑		rakentaminen ↓ merenkulku ↑
CO <sub>2</sub> pitoisuus ↑		alkaliniteetti ↓	



Vaikka ilmastonmuutoksen todellisen laajuuden ennustamiseen liittyy monia epävarmuustekijöitä, lämpeneminen voi aiheuttaa herkkään meriekosysteemiin ekologisia muutoksia, joiden seurausvaikutuksia voidaan nykytiedoilla vain karkeasti arvioida.



Kuva 14. Itämeren jääpeitteen vuotuisen laajimman peittävyuden pinta-ala vuosina 1900-2008 (Haapala ym. 2009).

Ankarimpina talvina Itämeri on jäätynyt kauttaaltaan (pinta-ala 420 000 neliökilometriä) ja leudoimpina talvina jäätä on esiintynyt ainoastaan Perämerellä ja Suomenlahden pohjukassa (pinta-ala 49 000 neliökilometriä).

## 6. KIRJALLISUUSSELVITYS

### 6.1 Tausta ja lähteet

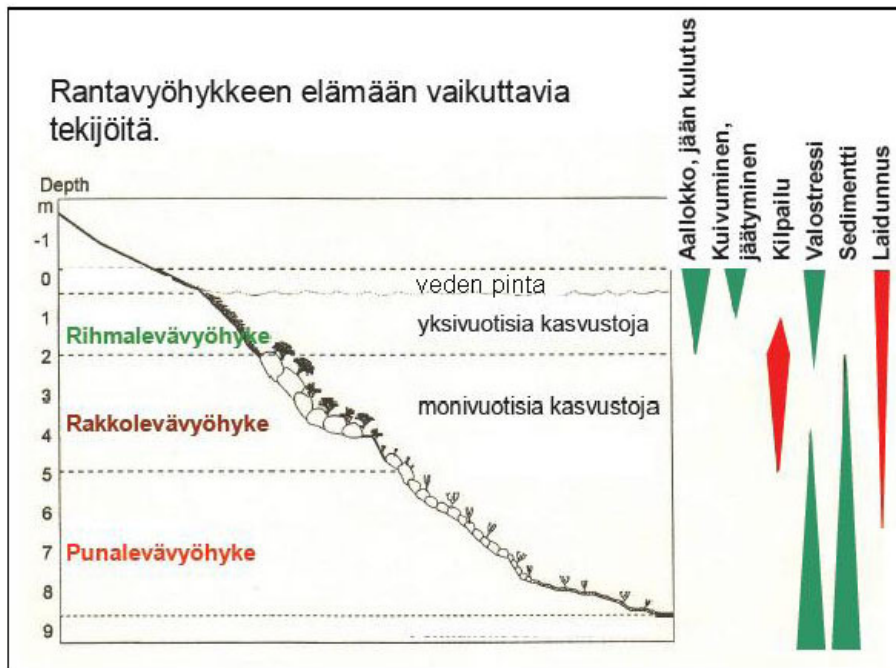
Jäähdytysvesien keskeinen vaikutus meriympäristössä kohdistuu veden lämpötilaan. Purkualueella lämpötilannousu voi olla joko väliaikainen tai pysyväisluonteinen, riippuen vallitsevista virtauksista ja tuulisuusolosuhteista. Väliaikaiset vaikutukset eliöyhteisöihin riippuvat keskeisesti mm. muutoksen suuruudesta, kestoajasta ja toistuvuudesta. Jos muutos on pysyvää, ekologisia seurausvaikutuksia alkaa ajanlooon ilmetä. Tässä tapauksessa vaikutuksen suuruuden määrää odotettavissa oleva (tässä arvioinnissa virtausmallin avulla ennustettu) meriveden keskimääräinen lämpeneminen taustatilanteeseen verrattuna.

Laaditussa kirjallisuuskatsauksessa on tarkasteltu eräiden Itämeren olosuhteissa keskeisten avainlajien ja muiden kovien pohjien leväyhteisöissä esiintyvien eliöiden ympäristövaatimuksia mm. meriveden lämpötilan ja sen muutoksista johtuvien seurausvaikutusten (kuten rehevöityminen) suhteen (Liite 1, Ramboll Finland Oy 2009b).

Kirjallisuustiedot perustuvat uusimpiin Itämerellä tehtyihin tutkimuksiin ja 1970-1980-luvuilla Suomen rannikkoalueella sijaitsevista voimalaitosympäristöissä (Loviisan Hästholmen ja Eurajoen Olkiluoto) tehtyihin tutkimuksiin lämpökuorman vaikutuksista vesieliöihin. Suurin osa nykyisestä Suomen Itämeritutkimuksesta tehdään SYKE:n tutkimusohjelmissa. Niissä tutkitaan mm. Itämeren tilaa ja suojelumahdollisuuksia (esim. Itämeri Argumenta -projekti). Muita käynnissä olevia hankkeita ovat mm. Itämereen maalta tuleva ravinne- ja raskasmetallikuormitus (HELCOM tietokanta PLC-5), Itämeren operatiiviset havainnot ja merelliset ennusteet -palvelujen kehittäminen kansainvälisen yhteistyön puitteissa (BOOS), Itämeren virtaus- ja kulkeutumismallien kehittämissyhteistyö (HIROMB), rannikkovesien laadun kartoitus, vedenlaadun alueellinen vaihtelu, rannikon pohjaeläinten pitkäaikaisseuranta sekä jokien mereen kuljettamien ainemäärien seuranta.

## 6.2 Levävyöhykkeet, avainlajit, muu eliöstö ja ympäristövaatimukset

Itämeren rantojen levävyöhykkeet ovat jakautuneet kolmeen osaan: rihma-, rakko- ja punalevävyöhykkeisiin, jotka esiintyvät eri syvyyksissä. Eri vyöhykkeisiin vaikuttavat eri tekijät, kuten valon määrä, aallokko ja lajien välinen kilpailu. Yksivuotiset kasvustot hallitsevat ylintä eli rihmalevävyöhykettä ja monivuotiset rakko- ja punalevävyöhykettä (Kuva 15).



Kuva 15. Kalliorantojen levävyöhykkeet Itämeressä ja niihin vaikuttavat tekijät: punainen bioottiset ja vihreä abioottiset (Leskinen 2007).

Avainlajiksi kutsutaan lajia, jonka olemassaolo on tärkeää koko ekosysteemin ja sen eliöiden kannalta. Jos avainlaji häviäisi, saattaisi koko ekosysteemi romahtaa. Jokaisella ekosysteemillä on oma avainlajinsa. Itämeren vesiekosysteemin avainlajeja ovat muun muassa sinisimpukka ja rakkolevä. (Itämeriportaali)

Kullakin eliölajilla on sille tyypillinen *optimilämpötila* sekä minimi- ja maksimilämpötila. Suhde lämpötilaan voi lajikohtaisesti vaihdella suuresti elinkier-ron eri vaiheissa. Herkkiä jaksoja monilla lajeilla ovat lisääntyminen ja nuoruusvaiheet. Siten keskilämpötilan vähäisetkin pysyvät muutokset, vaikka kriittisiä arvoja ei saavutettaisikaan, voivat pitkällä aikavälillä aiheuttaa muutoksia eliöyhteisöjen koostumuksessa.

### 6.3 Rakkolevä

Rakkolevä on Itämeren rantavyöhykkeen avainlaji, jonka suojassa elää runsas eliöyhteisö. Rakkoleväkasvustot tarjoavat suojaa ja ravintoa lukuisille selkärangattomille sekä lisääntymispaikan useille kalalajeille. Rakkolevän ylläpitämä kovien pohjien eliöyhteisö on Itämeren eliöyhteisöistä monimuotoisimpia ja siksi tärkeimpiä luontotyyppisiä. Hallinnollisesti se luetaan kuuluvaksi luontodirektiivin luontotyyppiin *riutat* (1170).

Suomen rannikolta rakkoleväkasvustot ovat viime vuosikymmeninä merkittävästi vähentyneet tai joiltain alueilta jopa kadonneet kokonaan. Viimeisten 50 vuoden aikana luontotyyppi on heikentynyt myös laadullisesti. Saaristomerellä rakkoleväyhteisöjen tilanne on nykytietämyksen mukaan heikoin. Suomenlahdella rakkolevä on osittain palautunut, mutta palautuneet rakkolevävyöhykkeet eivät esiinny yhtä syvällä kuin aiemmin. Selkämerellä ja Merenkurkun alueella rehevöitymisestä aiheutuvat haittavaikutukset ovat toistaiseksi jääneet melko vähäisiksi (Raunio ym. 2008).

Rakkolevää tavataan vain kovilla (kivi, kallio) pohjilla, joihin se kiinnittyy tiukasti tukilevynsä avulla. Levä muodostaa vyömäisiä kasvustoja näille pohjille, veden kirkkaudesta riippuen, muutamien kymmenien senttien syvyydestä useisiin metreihin. Kuitenkin suurin osa lajin biomassasta muodostuu olosuhteiltaan optimaalisella kasvuvyöhykkeellä melko matalassa vedessä, 0,5–5 m syvyydessä. Rannoille ajautuneet rakkolevät muodostavat oman luontotyyppinsä, rakkolevävallit.

Olkiluodon edustalla vuonna 2007 tehdyissä linjasukelluksissa lajin peittävyysprosentti oli keskimäärin suurimmillaan 1–3 m syvyydessä. Vuonna 2008 Natura-alueen eteläosassa tehdyssä kartoituksessa vastaava syvyyssyöhyke oli 1–4 m.

Kriittisiä tekijöitä rakkolevän esiintymiselle ja hyvinvoinnille ovat veden suolapitoisuus, ravinteisuus, jään hankaus, jääkannen puuttuminen, jätevedet ja vesiselkärangattomien aiheuttama laidunnuspaine (Nilsson 2004, Raunio ym. 2008).

Tutkimustietoa Itämeressä esiintyvän rakkolevän altistumisesta pitkäkestoiselle veden lämpötilan nousulle on vähäisesti saatavilla. Lämpötilan vuodenaikaisvaihtelujen vaikutuksia on jonkin verran tutkittu. Laboratorio-oloissa tehdyssä tutkimuksessa testattiin kyseisen makrolevän selviytymistä Itämeren vedessä kesälämpötiloissa 10–20 °C ja syksyn lämpötiloissa 7–10 °C. Levän kasvussa ei havaittu juuri mitään eroja mainittujen lämpötila-alueiden kesken (Bäck ym. 1992).

1970–80-luvun vaihteessa Olkiluodon edustalla tehdyssä tutkimuksessa selvitettiin ydinvoimalaitoksen lämpökuorman vaikutusta alueen makrofyttikasvillisuuteen (Keskitalo 1988). Rakkoleväkasvustot olivat yleisiä alueella, joka sijaitti 200 m päässä tulevan voimalaitoksen jäähdytysvesien purkupaikasta. Vuonna 1978, voimalaitoksen aloitettua toimintansa, rakkoleväkasvustot hävisivät alueelta. Alle kahden kilometrin etäisyydellä jäähdytysveden purkupaikasta rakkoleväkasvustot olivat normaalia pienempiä ja heikosti haaroitettuja. Tämä saattaa osittain johtua myös siitä, että alueella oleva pohjatyyppe ei täysin vastannut levän kasvupaikkavaatimuksia. Kauempana, 5–12 km päässä purkupaikasta, rakkoleväkasvustot olivat hyväkuntoisia.

## Rehevöityminen

Rakkolevä kärsii epäsuorasti rehevöitymisestä. Perustuotannon kasvuun liittyvä veden sameneneminen, runsas pohjalle vajoava eloperäinen aines ja rakkolevän pinnalle muodostuva päällyslievästä (rihmalevät) varjostavat ja hidastavat kasvua ja vaikuttavat levän esiintymissyvyyteen (Ruuskanen ja Bäck 1999).

Pohjoisella Itämerellä rakkolevää tavataan usein paksun rihmalevä-kasvuston peittämänä. Uusissa olosuhteissa koko rakkolevävyöhyke eläimistöineen saattaa hävitä. Toisaalta ulkosaaristossa muutokset meriveden lämpötila-, suolaisuus- ja virtausolosuhteissa voivat selittää rakkolevän taantumista.

## Jääpeite

Rakkolevän menestys levitä uusille alueille on riippuvainen sopivista, puhtaista pohjan pinnoista joihin levä pystyy kiinnittymään. Tätä edesauttavat jääkannen muodostuminen ja myrskyt. Otollisin ajankohta lajin levittäytymiselle on tammikuusta kesäkuuhun (Kiirikki ja Ruuskanen 1996).

Lisääntyvien jäähdytysvesien vaikutuksesta sulan alueen laajuus Olkiluodon edustalla voi kasvaa. Pitkä jääpeitteetön aika on yksi rakkoleväkasvustoja uhkaava tekijä. Pidempi kasvukausi edistää ja aikaistaa monien rihmalevien kasvua. Tämä suo näille lajeille kilpailuedun rakkolevän kustannuksella.

## 7. AINEISTO JA MENETELMÄT

### 7.1 Yleistä

Natura-arvioinnin lähtötietoina ovat olleet maastossa eri aikoina tehdyt selvitykset Natura-alueen ja laajemmin Selkämeren nykytilasta sekä ennusteet ilmastonmuutoksen mahdollisista vaikutuksista Itämeren ekologiaan. Lisäksi käytettävissä on ollut 1970-luvun puolivälistä lähtien velvoitetarkkailun tulokset jäähdytysvesien vaikutuksista Olkiluodon edustan merialueen fysikaalis-kemialliseen ja biologiseen tilaan. Apuna työssä on ollut myös OL4:n ympäristövaikutusten arviointivaiheessa laadittu raportti Natura-arvioinnin tarpeellisuudesta.

Natura-arviointi perustui käytettävissä olevaan tietoon (mm. OL4:n YVA-selostus; Pöyry Energy Oy 2008) hankkeen rakentamisen ja käytön aikaisista ympäristövaikutuksista, mallitarkasteluun jäähdytysvesien leviämisestä ja vaikutuksista meriveden lämpötilaan, alueelta tehtyihin ympäristöselvityksiin kovien pohjien leväyhteisöistä ja rantavalleista sekä Natura 2000 -alueen suojeluperusteisiin.

Jäähdytysvesien vaikutuksia suojeltuihin luontotyyppeihin arvioitiin karttatarkastelun ja virtausmallin avulla lasketun lämpötilannousun sekä pinta-ala-suhteiden (vaikutusalueen laajuus – Natura-alueen kokonaispinta-ala) perusteella. Eriytynyt huomio kiinnitettiin rakkolevän esiintymisalueen laajuuden arviointiin arvioidulla jäähdytysvesien vaikutusalueella ja koko Rauman saariston Natura-alueella.

Työn kuluessa selvitettiin myös mahdollisuuksia käyttää vaikutusten arvioinnissa sopivaa vesiekologista mallia. Lähinnä arvioitiin Yhdysvaltain ympäristötoimistossa (EPA) kehitetyn, makeisiin vesiin tarkoitetun *Aquatox*-ekosysteemimallin käyttökelpoisuutta (Park & Clough 2008). Vuonna 2008 mallista on esitelty versio, jossa rannikkovesien olosuhteet (mm. suolapitoisuus) on huomioitu. Se on kuitenkin tarkoitettu lähinnä estuaariolosuhteisiin, joten siitä jouduttiin lopulta luopumaan tarkasteltavan merialueen avonaisuudesta johtuen.

### *Virtausmallinnus*

Olkiluodon ydinvoimalan jäähdytysvesipäästöjen vaikutuksia meriveden lämpötiloihin Olkiluodon edustalla simuloitiin 3D-virtausmallin avulla (hydrostaattisiin Navier-Stokesin yhtälöihin perustuva barokliininen, vesialueille soveltuva malli). Talvijakson laskennassa käytettiin jäämallia (YVA Oy 2009).

Tarkastelun kohteena olivat erityisesti OL4:n jäähdytysvesien purkupaikka- vaihtoehtojen vaikutukset veden lämpötilaolosuhteisiin Rauman saariston Natura 2000 -alueella. Käytetty malli perustui kaksi vuotta aiemmin Olkiluodon edustalle tehtyyn mallisovellukseen (Lauri 2007). Erotuksena oli, että nyt käytettiin tarkempaa laskentahilaa, mallihilojen reuna-alueilla tarkempia menetelmiä turbulenssin sekä liikemäärän kulkeutumisen laskennassa, parannettua jäämallia ja tarkempia syöttötietoja. Mallin kuvaus esitetään liiteraportissa 2. Mallin syöttötietojen epätarkkuuksien vaikutuksia simuloinnin lopputuloksiin arvioitiin simuloimalla skenaariot kahdelle sääolosuhteiltaan erilaiselle vuodelle ja tekemällä erilaisia herkkyytstarkasteluja.

Mallitarkastelun tulokset loivat perustan vaikutusalueen rajaukselle ja Natura-vaikutusten arvioinnille. Aiemmassa mallitarkastelussa laskentatulokset osoittivat pintavedessä hetkellisen lämpötilannousun esiintymisalueen laajuutta eri tuulitilanteissa. Uusissa laskennoissa lähtökohdaksi otettiin kasvukauden (1.5.-1.9.) keskimääräinen veden lämpeneminen vertailutilanteeseen nähden (kaksi laitossyksikköä toiminnassa ennen Natura 2000 -alueen perustamista). Tämän lähestymistavan voidaan katsoa mahdollisimman luotettavasti kuvaavan sitä aluetta, jossa kohonneen lämpötilan vaikutuksia vesieliöstöön voi pitkällä aikavälillä alkaa esiintyä. Arvioinnissa käytettiin kuitenkin molemmilla laskentatavoilla saatuja tuloksia.

### *Haittojen merkittävyys*

Haitallisten vaikutusten merkittävyys kuvaa tarkasteltavan vaikutuksen suuruutta suhteessa vaikutuksen koko vaikutuspotentiaaliin tarkasteltavalla Natura-alueella. Merkittävyyttä on tarkasteltu siten, että ensin on arvioitu vaikutuksen suuruus ja sen jälkeen arvioitu missä määrin vaikutus (muutos lähtötilanteeseen) kohdistuu kyseisen luontotyypin määrään ja laatuun paikallisesti ja koko Rauman saariston Natura-alue huomioiden.

Vuosien 2007-2009 kenttätutkimusten tulosten perusteella voitiin esittää näkemys rannikkovesissä keskeisen avainlajin, rakkolevän, esiintymissyvyydestä (1-6 m) Natura-alueella. Lisäksi havaittiin, että lajin esiintymistä suosii paitsi kova pohjan laatu, myös kasvupaikan avonaisuus. Osana merkittävyyden arviointia ensin määritettiin edellä mainitun syvyyvyöhykkeen avonaisuusaste (*effective fetch*; Håkanson 1981) koko Natura-alueella. Tätä elinympäristön avonaisuuden korrelaatiota pohjan laadun ja rakkolevän kunnan suhteen testattiin olemassa olevan inventointiaineiston tuloksilla. Haitan suuruutta ja osaksi myös merkittävyyttä voitiin edellä esitetyn perusteella arvioida suhteuttamalla vaikutusalueella sijaitsevien, rakkolevälle soveliaiden pohjien pinta-alatieto lajin potentiaaliseen esiintymisalueeseen (vastaava syvyyvyöhyke ja avonaisuus) koko Natura-alueella.

## **7.2 Virtausmallinnus**

### **Aikaisemmat selvitykset ja mallinnukset**

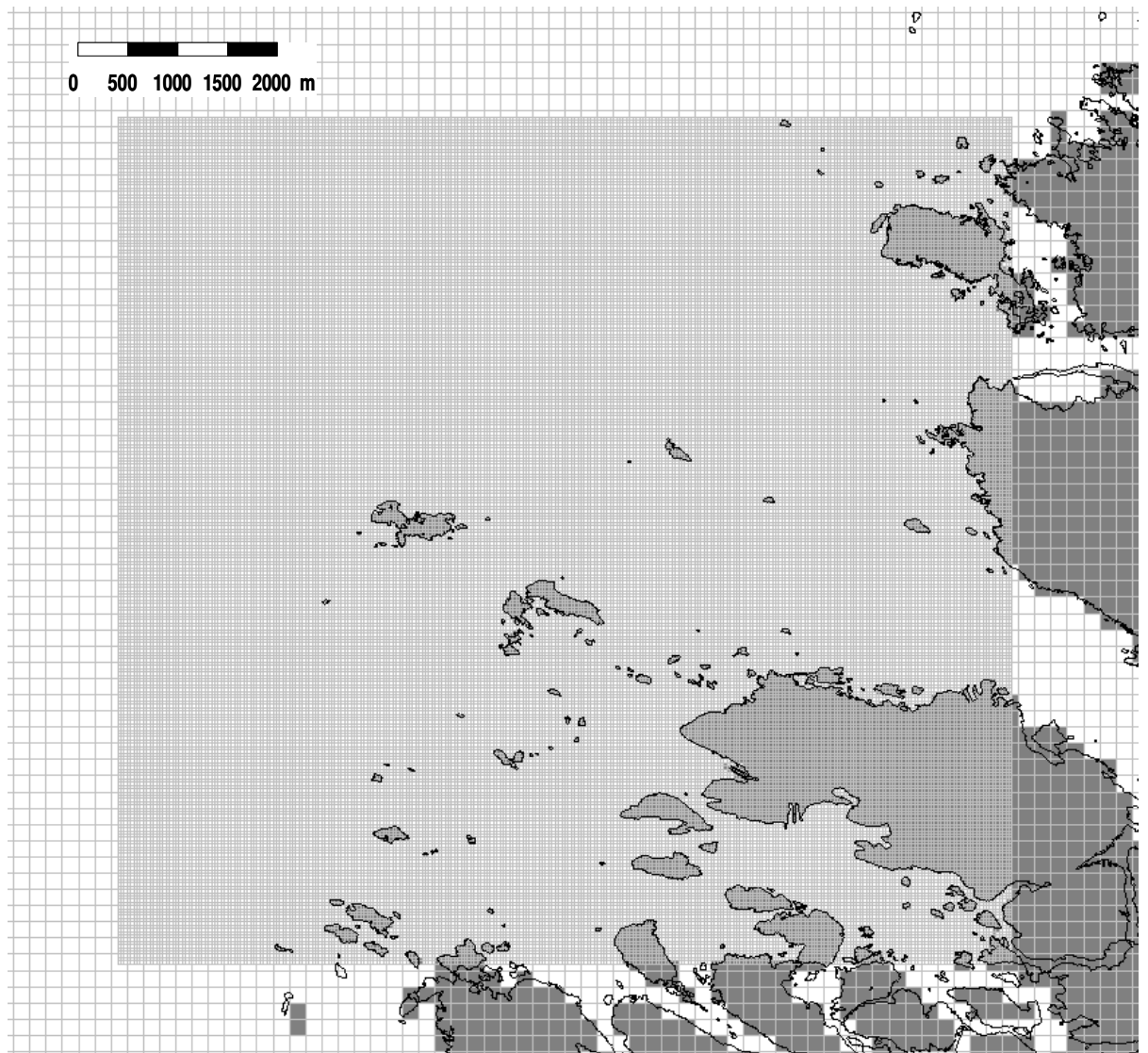
Kuten aiemmin on kerrottu (luku 6), jäähdytysvesien eliöstövaikutuksia on Suomessa tutkittu nykyisillä ydinvoimalaitospaikkakunnilla. Tämän raportin laadinnassa käytetyt lähdeaineistot on luetteloitu raportin loppuun (kohta 17) ja esitelty erillisessä kirjallisuuskatsauksessa (liite 2).

Jäähdytysvesien kulkeutumista ja vaikutuksia meriveden lämpötiloihin on vuosien mittaan selvitetty 1970-luvulta lähtien. Mallinnusta on tehty mm. uusien reaktoriyksiköiden ympäristövaikutusten arvioinnin yhteydessä. 2000-luvulla mallinnusta on pääosin tehnyt YVA Oy. Viimeisimpiä Olkiluodon edustan merialueella tehtyjä selvityksiä ovat:

- Koponen, J. 1999. Olkiluodon voimalayksiköiden jäähdytysveden lämpötila matemaattisella mallilla tarkasteltuna. YVA Oy.
- Koponen, J. ja Ylinen, H. 1999. Olkiluotoon suunnitellun uuden voimalayksikön jäähdytysvedestä merialueelle aiheutuvien vaikutusten laskenta. YVA Oy.
- Lauri, H. 2007. Virtausmalli Olkiluodon edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin. YVA Oy.
- Inkala, A. 2008. Jäähdytysveden otto- ja purkujärjestelyjen Olkiluodon ympäristön merialueelle aiheutuvien lämpötila- ja jäävaikutusten laskenta kuuden laitousyksikön tapauksessa. YVA Oy.

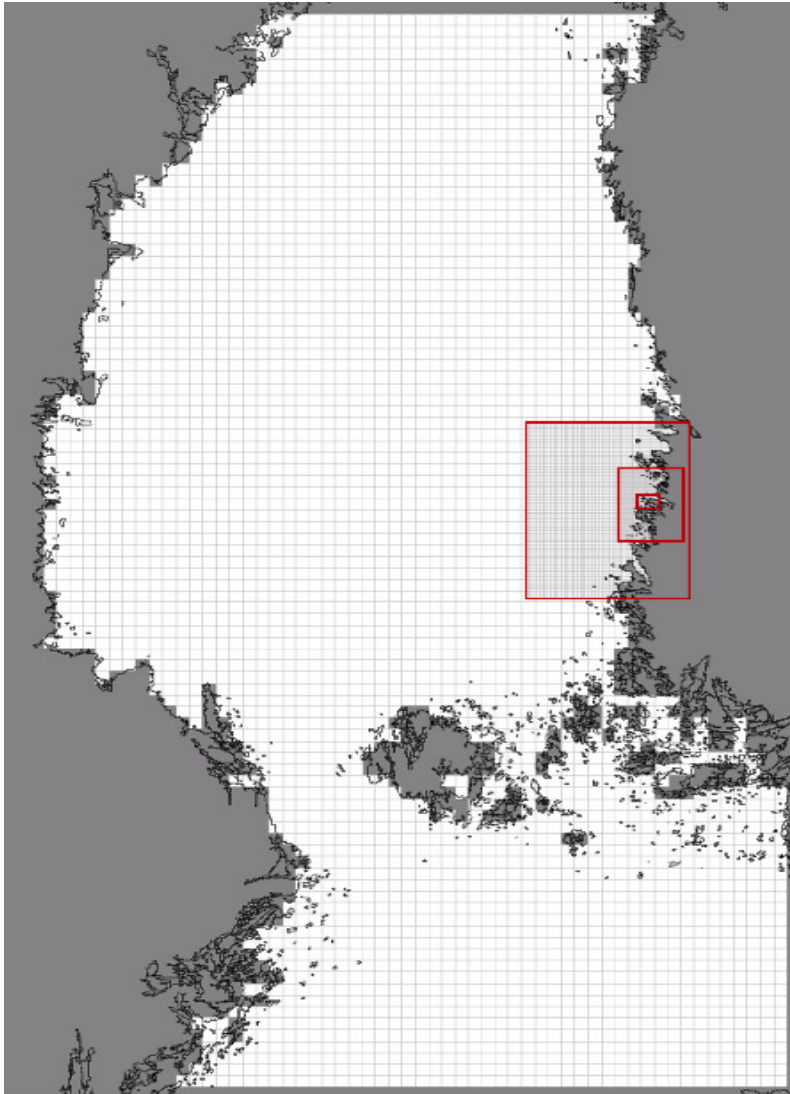
#### **Nyt käytetty virtausmalli ja tehdyt laskennat**

Mallitarkastelun perusteita ja tuloksia on yksityiskohtaisemmin tarkasteltu laaditussa raportissa (YVA Oy 2009). Sovelluksessa Olkiluodon lähialue mallinnettiin 40 m tarkkuudella (hilatason koko 11 x 10,4 km; Kuva 16).



*Kuva 16. Olkiluodon lähialueen hilakoppien koko 200 m ja 40 m.*

Hilan uloin taso käsitti osan Itämeren Hiidenmaan tasolta Merenkurkkuun (tarkkuus 5 km; Kuva 17).



*Kuva 17. Koko mallihila, jossa hilakoppien koot laajimmasta pienimpään 5 km, 1 km, 200 m ja 40 m.*

Syvyysuunnassa hila jaettiin 21 syvyystasoon, joiden koko vaihteli pinnan lähellä käytetystä puolesta metristä avomeren syvänteissä käytettyyn sataa metriin.

Vuoden 2009 kesä- ja talvitilanteiden laskennassa mallilla simuloitiin ilman keskilämpötilan suhteen kaksi toisistaan mahdollisimman poikkeavaa vuotta. Jaksot valittiin 2000-luvun alusta, koska tällöin mittaus- ja syöttötietoja oli parhaiten saatavilla. Kesäjaksot olivat lämmin vuosi 2003 ja viileä vuosi 2004 sekä talvijaksot kylmä vuosi 2003 ja leuto vuosi 2005.

Vuoden 2007 laskennassa hetkelliset, vallitsevien tuulien mukaiset lämpötilan nousut simuloitiin ajankohdille 3.8.2003 klo 0:00 (etelätuuli) ja 9.8.2003 klo 0:00 (pohjoistuuli).



Simulointien tulostukset valittiin siten, että ne kuvaisivat mahdollisimman hyvin lämpökuorman biologisia vaikutuksia merialueella. Kesäjaksoilta tulostettiin keski- ja maksimilämpötilojen lisäksi muutokset nykytilanteeseen sekä pinta- että pohjakerroksessa. Talvijaksoilla lämpökuorman vaikutus näkyy jäättömän kauden pidentymisenä ja sulan alueen suurenemisena.

Nykytilanteen mukaisessa mallitarkastelussa toiminnassa on yksiköt OL1 ja OL2. Kuusisenmaan ja Olkiluodon välinen salmi on auki. Neljän yksikön (OL1-OL4) tilanteessa mainittu salmi on suljettuna ja OL4:n jäähdytysvesille on erikseen laskettu kaksi vaihtoehtoista purkupaikkaa.

### **7.3 Kenttätutkimukset**

#### **Vesikasvikartoitukset linjasukeltamalla**

Vuosina 2007 ja 2008 merialueen eri osissa tehtiin kasvillisuusinventointia sukeltamalla Natura-alueella suojellun luontotyypin eli kovien pohjien leväyhteisöjen (*riutat*) nykytilan selvittämiseksi. Menetelmä on kuvattu yksityiskohtaisesti laadituissa tulosraporteissa (Ramboll Finland 2007a, 2009a). Maastoon merkittyjen kasvillisuuslinjojen säännöllinen seuranta antaa arvokasta tietoa kasvillisuuden muutoksista nykyisessä ja tulevassa jäähdytysvesitilanteessa. Inventointia on tehty sekä Rauman saariston pohjois- että keskiosassa. Tutkimusmenetelmät ovat samoja kuin VELMU-ohjelmassa ([www.ymparisto.fi](http://www.ymparisto.fi)).

#### **Pohjien videokuvaukset**

Kesällä 2008 ja 2009 Natura-alueen eri osissa tehtiin pohjien videokuvausta sukeltamalla inventoitujen kasvillisuuslinjojen ympäristössä (Kuva 18). Näin saatiin linjatutkimuksia laajempi käsitys pohjien tilasta ja keskeisen avainlajin, rakkolevän, esiintymisestä. Kuvauksia tehtiin myös Natura-alueen eteläosassa, alueella, jonne jäähdytysvedet eivät missään olosuhteissa kulkeudu. Näin saatiin vertailuaineistoa lämpökuormituksen haitallisten vaikutusten merkittävyyden arviointiin.

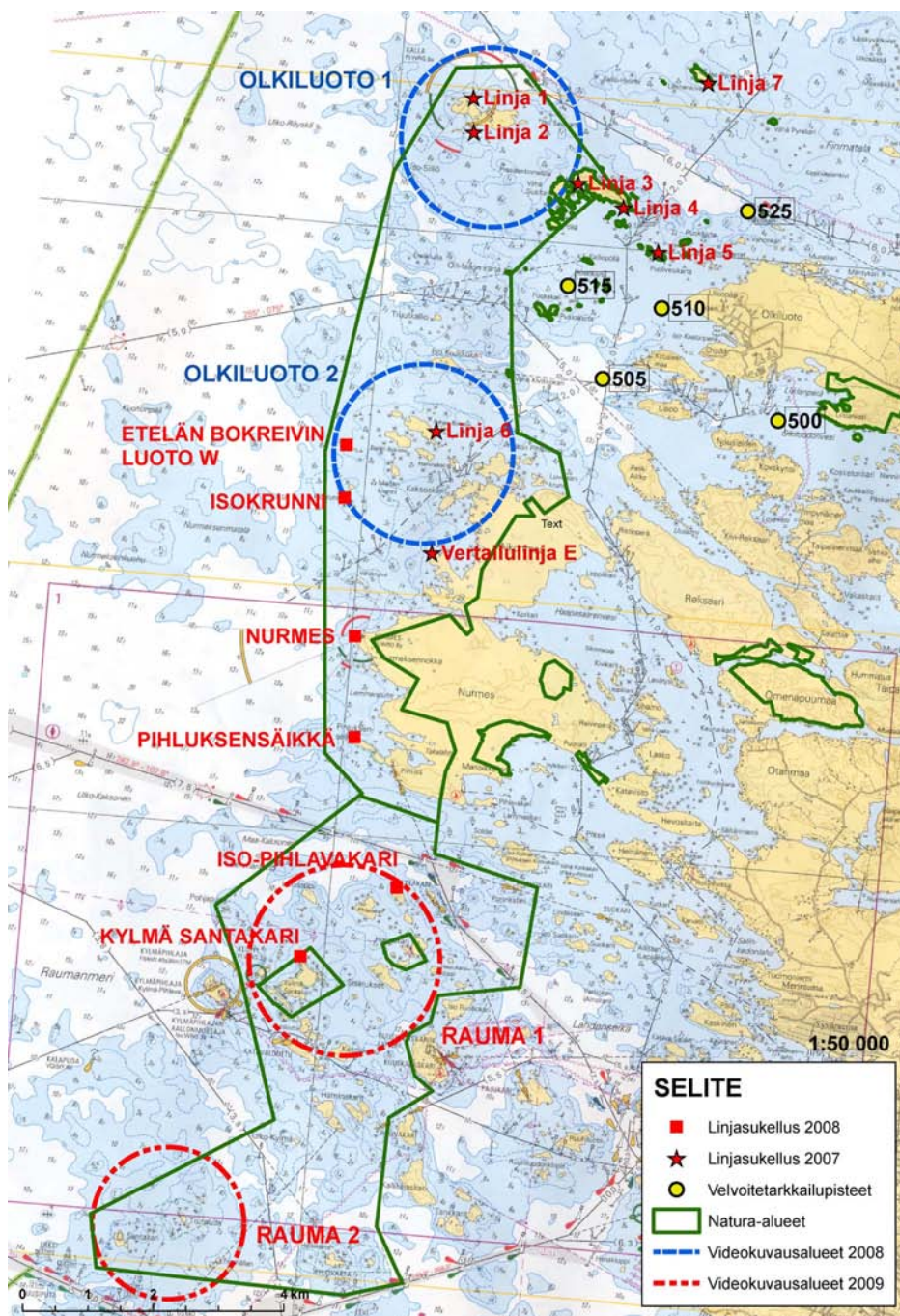
Menetelmä on sovellettu VELMU -inventoinnissa käytetystä tutkimusmenetelmästä. VELMU:ssa tutkimusalue jaetaan ruutuihin, jonka jälkeen kuvaus tehdään 100 m tai 200 m hilaverkolla. Tässä työssä rajattiin kartalle tutkimusalueet, jonne kuvauspisteet sijoitettiin n. 1–10 metrin syvyiseen vyöhykkeeseen. Vedenalaiskuvauksessa vesitiivis videokamera laskettiin merenpohjaan ja annettiin tuulen kuljettaa venettä. Kuvauksen kesto vaihteli välillä 30–60 s. Jos vene liikkui vähän ja pohjan laatu oli yhtenäistä, kuvausaika oli noin 30 s. Jos pohja oli vaihtelevaa, kuvausaika oli noin 60 s (liite 3).

Videokuvista analysoitiin pohjan laatu, rakkolevän peittävyys, rakkolevän kunto, mahdolliset muut havaitut levät ja muut vesikasvit (ilmaversoiset, kelluslehtiset ym. putkilokasvit). Aineiston tulkinnaassa kiinnitettiin erityisesti huomiota rakkolevän esiintymiseen ja kuntoon. Peittävyys ja kunto kuvastavat luontotyyppioppaan määritelmän mukaisesti luontotyypin *riutat* edustavuutta (Airaksinen ja Karttunen 2001). Hyväkuntoisten ja yhtenäisten rakkoleväkasvustojen yhteydessä esiintyy todennäköisesti myös *riutat* -luontotyyppiä.

Videokuvausaineistolla saadaan selvitettyä rakkoleväkasvustojen kuntoa ja peittävyyttä tehokkaasti laajalta alueelta. Luontotyypin *riutat* määritelmässä mainittua leväkasvustojen vyöhykkeisyyttä on tarkasteltu linjasukellusten avulla. Linjasukellusten tulokset on esitetty erillisissä raporteissa (Ramboll Finland 2007a, 2009a).

## Rantavalli-inventointi

Olkiluodon edustalle tehdyn **maastokäynnin** yhteydessä selvitettiin rantavallit- luontotyyppien esiintymistä Olkiluodon edustalla ja lähiympäristön saarissa. Selvitysalueeksi rajattiin Kallan ja Aikonmaan pohjoisrannan välinen alue. Rakkolevän muodostamia valjeja havainnointiin veneestä käsin ja vallien laajuus merkittiin kartalle. Lisäksi kirjattiin ylös rantavallien yksivuotista kasvillisuutta. Rantavalleja muodostavan rakkolevän potentiaalisia kasvu- paikkoja kartoitettiin myös syvyyskäyrätarkastelun avulla. Rantavalli- inventointi tehtiin heinäkuun lopussa 2009.



Kuva 18. Natura-alueen inventointikohteet vuosina 2007–2009 (Ramboll Finland Oy).

#### 7.4 Arvioinnin epävarmuustekijät

Vuonna 2008 laadittuun, Natura-arvioinnin tarpeellisuutta käsitelleeseen raporttiin verrattuna tässä arviointiraportissa tehtyihin johtopäätöksiin liittyvää epävarmuutta on pyritty poistamaan virtausmallia kehittämällä ja validoimalla saatuja laskentatuloksia. Lisäksi on kenttätutkimuksin hankittu lisää tietoja Natura-luontotyypeistä, niiden edustavuudesta ja alueellisesta esiintymisestä, niin arvioidulta vaikutusalueelta kuin ulkopuoliselta osalta Natura-alueita.

##### *Virtausmalli*

Laskennallisten menetelmien käyttö tuo aina mukanaan käytetystä menetelmästä riippuvaa virhettä. Tätä epävarmuutta on pyritty vähentämään käyttämällä laskennassa turbulenssin mallinnusta, hyviä kulkeutumisalgoritmeja ja riittävän tiheää hilaverkostoa.

Talvijakson laskennassa haasteellisin simulointiongelma oli jään laskeminen. Mallissa ei oteta huomioon jäiden liikkumista, mutta muuten oleellimmat jään kehittymiseen vaikuttavat yhtälöt ovat mukana.

Tuulitietona tässä mallissa käytettiin sekä koko mallialueen kattavaa hila-muotoista dataa että Olkiluodossa yhdestä pisteestä mitattua tuulta. Datan melko karkean resoluution vuoksi se voi poiketa melko paljonkin paikallisesti mitatuista tuulista erityisesti ranta-alueilla. Voidaan kuitenkin olettaa, että Olkiluodon mittauksista arvioidut tuulet edustavat hyvin vallitsevaa tilannetta purkuvesien vaikutusalueella.

##### *Kenttätutkimukset ja arvioinnin johtopäätökset*

Kenttätutkimuksista saadut tulokset edustavat otosta tarkasteltavasta ilmiöstä luonnossa. Siten niiden yleistämiseen koskemaan laajempaa aluetta (tässä koko Natura-alueita) liittyy aina tiettyä epävarmuutta jonka määrään ja laatuun vaikuttaa mm. arvioitavan alueen laajuus. Tätä epävarmuutta on pyritty poistamaan keräämällä useana vuonna eri osista Natura-alueita tietoja tässä vaikutusarvioinnissa tärkeän avainlajin, rakkolevän alueellisesta esiintymisestä ja kunnosta.

Rakkolevän potentiaalista esiintymistä Natura-alueen nyt kartoittamattomilla pohjilla arvioitiin kerätyn tutkimusaineiston analysoinnilla ja sen tuloksena saaduilla korrelaatioilla (kasvupaikan pohjan laatu ja avonaisuus). Avonaisuutta tarkasteltiin yleisesti hyväksytyjen kriteerien (*fetch*) perusteella.

Seurannan järjestäminen on keskeinen osa Natura-arviointia, sillä vasta sen avulla voidaan tulevina vuosina nähdä, mitä ja kuinka laaja-alaisia muutoksia jäähdytysvesistä voi alueelle aiheutua. Tässä raportissa esitetään yksityiskohtainen suunnitelma seurannan toteuttamiseksi.

On huomattava, että kaikki virtausmallinnukseen ja sen laskentatuloksiin liittyvät epävarmuudet heijastuvat tehdyn arvioinnin johtopäätöksiin.

##### *Tutkimustieto ja ilmastonmuutos*

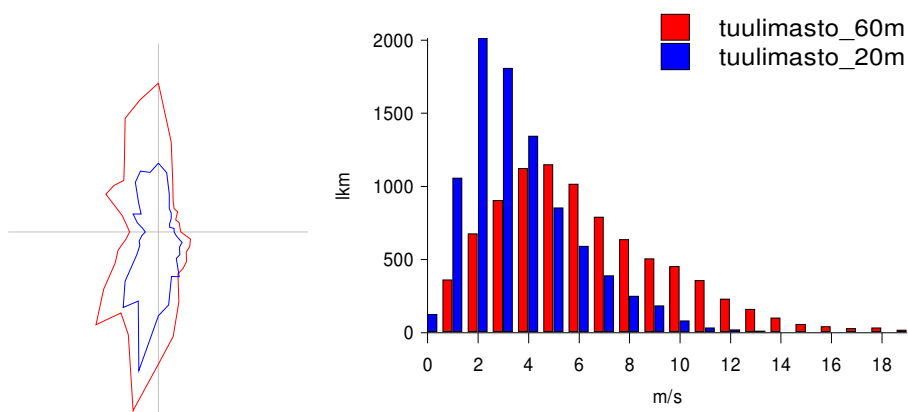
Vaikka rakkolevän toimeentulon kriteereitä on Itämeren olosuhteissa selvitetty melko paljon, tutkittua tietoa levän altistumisesta pitkäkestoiselle veden lämpötilannousulle on melko vähän. Toisaalta muualla tehtyjä selvityksiä mahdollisesta lämpötilariippuvuudesta ei voida suoraan soveltaa tarkasteltavassa murtovesiympäristössä.

Ilmastonmuutoksen nopeudesta ja seurausvaikutuksista on esitetty runsaasti erilaisia näkemyksiä puolesta ja vastaan. Mallilaskelmiin ja niiden pohjalta tehtyihin ennusteisiin liittyy paljon epävarmuutta. Kuitenkin suursäättilassa tapahtuvat muutokset Itämeren alueella heijastuvat keskeisesti tässä tarkasteltavana olevaan jäähdytysvesien vaikutusarviointiin.

## 8. OLKILUODON EDUSTAN MERIALUEELLA VALLITSEVAT OLOSUHTEET

### 8.1 Tuulisuus

Kuva 19 esitetään tuulijakauma Olkiluodossa vuodelta 2003. Vallitsevat tuulet olivat enimmäkseen etelänpuoleisia. Nopeuksien keskiarvo 20 m tuulimastosta oli 4,1 m/s ja 60 m mastosta 6,6 m/s (YVA Oy 2009). Alkukesän 2008 tuulitilanne alueella on esitetty aiemmin (Kuva 10).



Kuva 19. Tuulen suunta- ja nopeusjakaumat (tulosuunta) 20 m ja 60 m tuulimastoista tehdyistä havainnoista vuonna 2003 (YVA Oy 2009).

Taulukossa 4 esitetään tarkemmin Olkiluodosta mitattua tuulidataa.

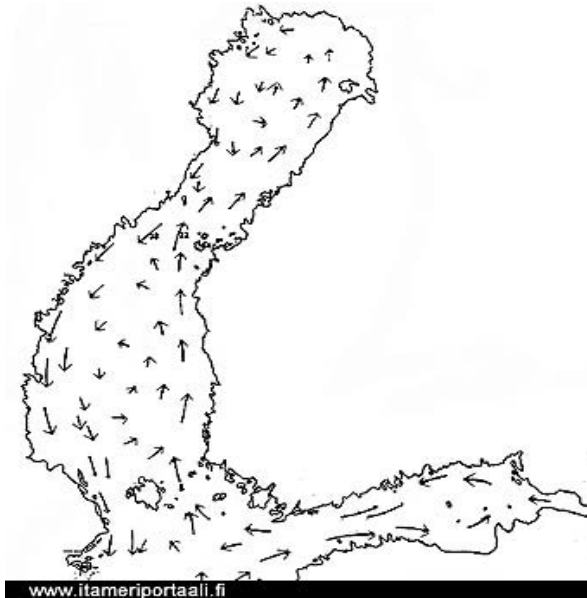
Taulukko 4. Tuulensuunta ja sen esiintyminen Olkiluodossa vuosina 2002-2003.

Tuuli 20 m korkeudella maanpinnasta			
Suunta	Aste	Tunnit	%
N	0	656,5	17,9
NE	45	227,5	6,2
E	90	255,0	7,0
SE	135	430,0	11,7
S	180	626,0	17,1
SW	225	555,5	15,2
W	270	325,0	8,9
NW	315	588,5	16,1
		3664,0	100

Tuloksista nähdään, että etelänpuoleiset tuulet edustivat lähes puolta (44 %) pää- ja väli-ilmasuuntien mukaisesta tuulijakaumasta (suhteellinen osuus). Koillis- ja itätuulien, jolloin jäähdytysvedet kulkeutuvat selvimmin kohti Natura-alueita, yhteenlaskettu osuus tässä tarkastelussa oli noin 13 %.

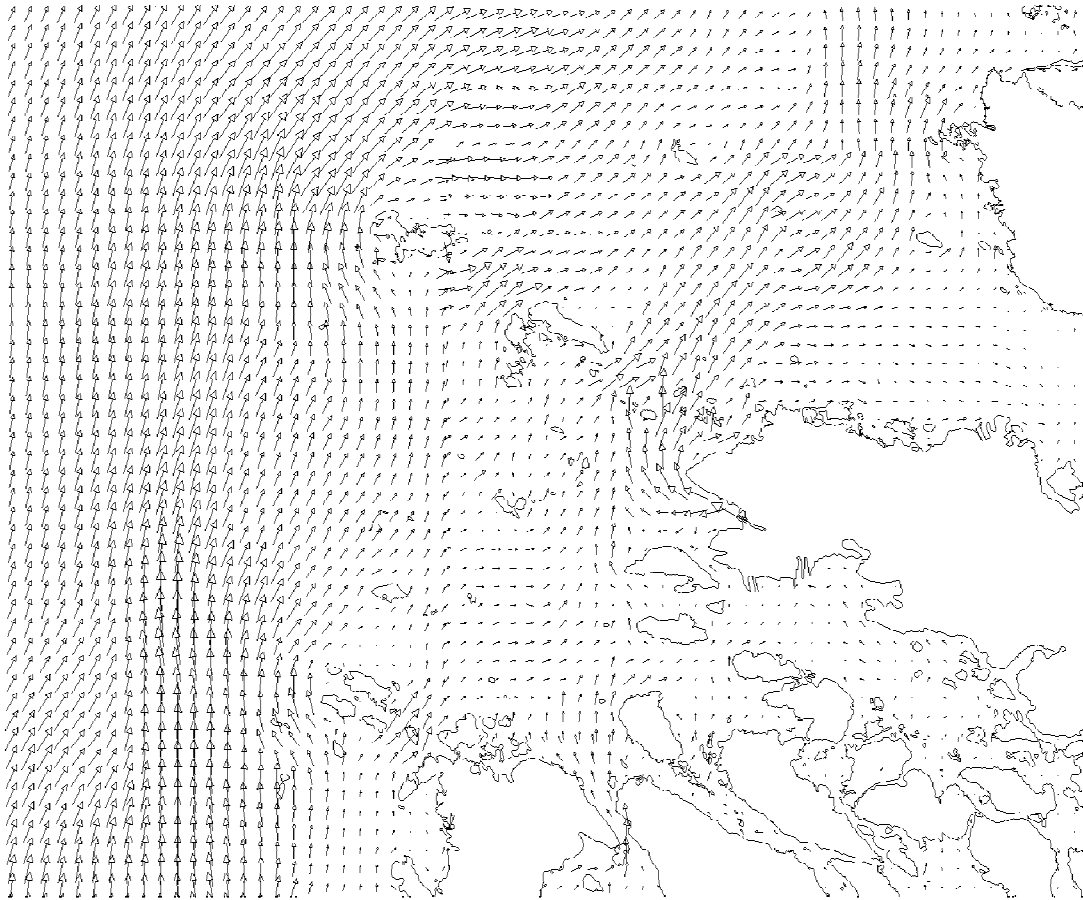
## 8.2 Virtaukset

Pohjoisella pallonpuoliskolla *coriolis* -ilmiö aiheuttaa tuulien ja merivirtojen kääntymisen oikealle, eteläisellä vasemmalle. Itämeressä *coriolis* vaikuttaa pintakerroksen virtauksiin, suunnaten niitä 20–40 astetta tuulen suunnasta oikealle. Keskimääräinen pintaveden virtaus käy vastapäivään: Itämeren etelärannikkoa itään ja pohjoiseen, pitkin Suomenlahden etelärannikkoa itään ja pohjoisrannikkoa länteen, pitkin Pohjanlahden itärannikkoa pohjoiseen ja läntistä etelään (Kuva 20).



Kuva 20. Veden kierto pohjoisella Itämerellä (Itämeriportaali).

Olkiluodon edustan merialueella kulloinkin esiintyvä pintavirtaus riippuu pääasiassa tuulen suunnasta ja nopeudesta. Etelänpuoleisilla tuulilla rannikon edustalle syntyy pohjoiseen kulkeva virtaus, jonka leveys on luokkaa 2–5 km. Virtaus kulkee Olkiluodon kohdalla pääasiassa Kallan länsipuolelta, mutta haarautuu osittain myös Olkiluodon, Susikarin ja Kallan välisiin salmiin (Kuva 21).



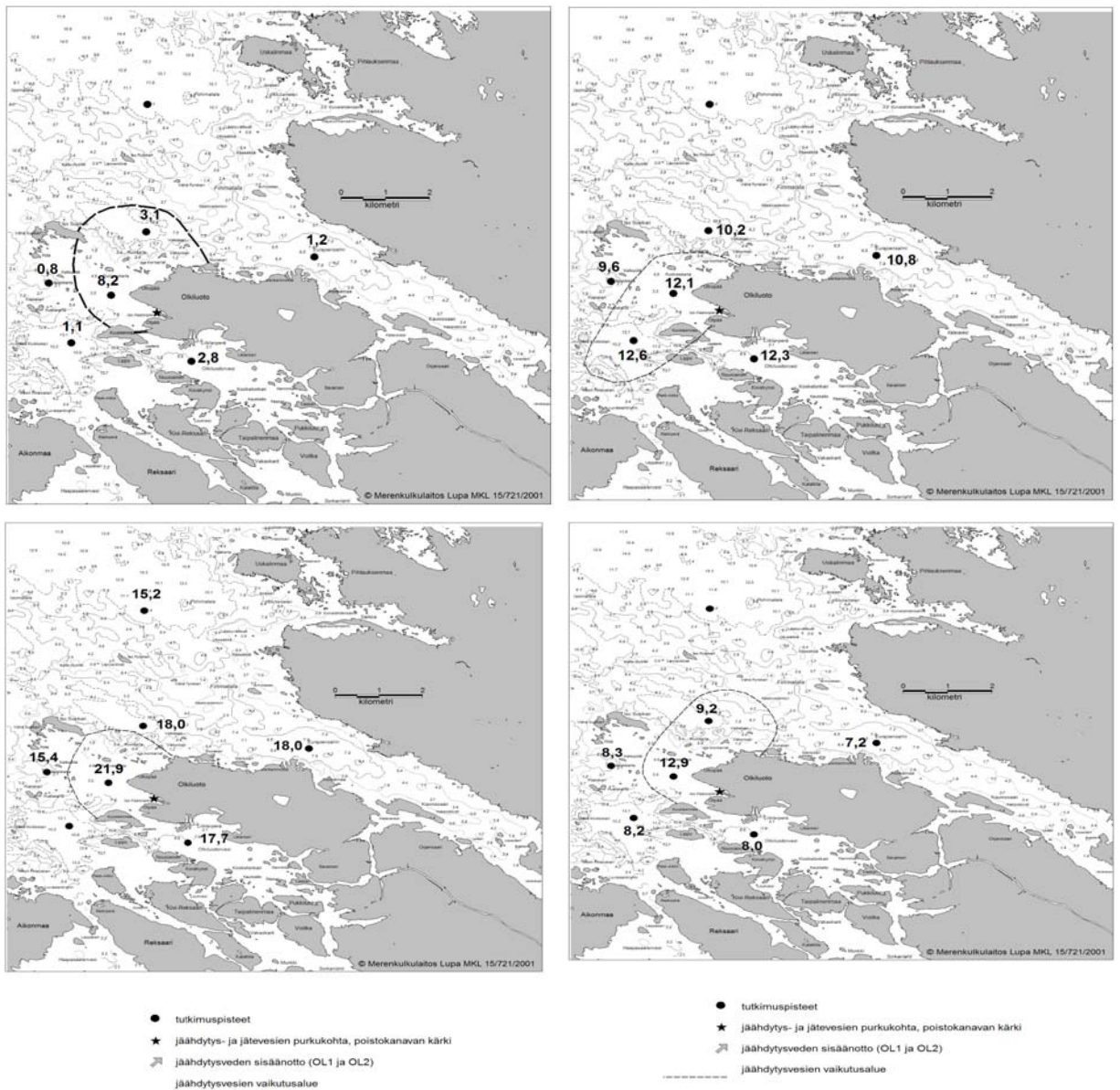
Kuva 21. Pintavirtaus etelätuulella nykytilanteessa (OL1-OL2; simulointiaika 3.8.2003; YVA Oy 2007).

### 8.3 Lämpötilat

Seurannan perusteella jäähdytysvesien aiheuttama meriveden lämpötilanousu kahden ydinvoimalaitosyksikön toimiessa on varsin paikallista ja lievä. Toisaalta jäähdytysvesien sekoittuminen meriveteen vaihtelee huomattavasti kulloinkin vallitsevien tuuli- ja kerrostuneisuusolojen mukaisesti.

Talvella jäähdytysvedet sekoittuvat pintakerrokseen ja vaikutuksia havaitaan 3...5 km etäisyydellä rannikosta. Heti purkualueella pintakerroksen vesi lämpiää 5...7 °C ja ulompana 0,5...2 °C. Avovesikaudella lämpötilannousu jää paikalliseksi.

Vuonna 2008 jäähdytysvesien vaikutus oli havaittavissa kaikilla tarkkailukeroilla, lähinnä pintakerroksessa. Viime vuosina vaikutuksen voimakkuudessa eikä laajuudessa ole tapahtunut erityisiä muutoksia. Helmikuussa kohonneen lämpötilan vaikutusalue pintavedessä arvioitiin ulottuneen Iso Susikarin itäosan tasolle. Toukokuussa, pohjoistuulten vallitessa, vaikutusalue ulottui etelässä Kuusisenmaan lounaispuolelle. Heinäkuussa, lounaistuulten vallitessa, kohonneita lämpötiloja mitattiin varsin suppealla alueella Kaalonperän edustalla. Jo Susikarissa pintaveden lämpötila vastasi Eurajoensalmen suualueen lämpötilaa. Lokakuun lopussa, lounaistuulella, vaikutus näkyi purkualueen lisäksi lievempänä Susikarien itäpuolisella merialueella (Kuva 22).



Kuva 22. Vuonna 2008 Olkiluodon edustalla esiintynyt meriveden lämpötila metrin syvyydellä talvesta syksyyn (LSVY 2009). Ylhäällä vasemmalta oikealle ovat helmikuu ja toukokuu. Alhaalla vasemmalta oikealle ovat heinäkuu ja lokakuu.

#### 8.4 Ravinnekuormitus

Olkiluodon edustalla merialueen ravinteisuuteen ja perustuotannon määrään vaikuttavat keskeisesti alueelle laskevat joet: Eurajoki ja Lapinjoki. Vuonna 2008 Eurajoen ravinnekuormitukseksi arvioitiin noin 26 tonnia fosforia ja 980 tonnia typpeä. Ravinnekuormasta vajaa 40 % kulkeutui mereen tammi-maaliskuun välisenä aikana ja samaan suuruinen osuus loppuvuodesta (lokajoulukuu). Keväällä ja kesällä ainekuormat olivat melko pieniä. Varsinkin typen osalta kuormitus oli pitkän ajan (vuodet 1990-2002) vertailuarvoa selvästi suurempi (noin 24 tonnia fosforia ja 640 tonnia typpeä; Sarvala ja Sarvala 2005).

## 9. NATURA-ALUEEN KUVAUS

### 9.1 Yleiskuvaus

Natura 2000 -alue *Rauman saaristo* (FI0200073) sijaitsee Rauman ja Eura-joen kuntien alueella. Sen pinta-ala on 5 350 hehtaaria ja se on esitetty Natura -verkostoon ns. luontodirektiivin (SCI-aluetyyppi) perusteella. Natura-alueen rajaus Olkiluodon saaren lähiympäristössä on esitetty kartalla (Kuva 28).

Selkämeren ulkosaaristot ja merivyöhykkeen saaristo ovat Rauman edustalla kapeita. Rannat ovat avoimia. Alueeseen sisältyy sisäsaariston osia, joissa on mm. kasvistollisesti arvokkaita lehtoalueita. Alueen linnusto on rikas ja lajistoltaan monipuolinen. Vahva mereisyys on alueen luonnolle ominaista, jopa sisäsaaristonkin rannat ovat enimmäkseen melko avoimia. Saariston luodot toimivat vesilintujen pesimäympäristönä ja muutonaikaisena levähdysalueena.

Rauman saariston Natura 2000-alueeseen kuuluu useita tärkeitä luontokohteita, jotka eivät kuitenkaan ole Olkiluodon jäähdytysvesivaikutusten alueella. Näitä kohteita ovat:

- Avomereen rajautuva Nurmeksen länsiranta
- *Pihluksensäikän* matala mereen suuntautuva moreeniharju
- *Lintikkarin perän* rehevä lahti rantalehtoineen
- *Aikonmaan länsiranta* maisema- ja kasvillisuuskokonaisuutena
- *Pinokari – Päivärannan* alueen tervaleppälehdot ja vanhat hakamaat
- *Omenapuumaan* merkittävä lehtoalue
- Kaksi maankohoamisrantojen lehtoa *Reksaaren ja Omenapuumaan* välisen kapean salmen pohjoisrannalla
- Olkiluodon etelärannalla oleva laajahko vanha metsä, *Liiklankarin* alue.

### 9.2 Suojelutilanne ja suojelun toteutuskeinot

Rauman saariston Natura-alueen pinta-alasta valtaosa on merialuetta. Suojelun toteutuskeino Natura-alueen pohjoisosassa on luonnonsuojelulaki ja vesilaki, Natura-alueen eteläosassa rakennuslaki ja vesilaki. Tästä poiketen Kylmä-Santakarista ja Haurukarin suojelu toteutetaan luonnonsuojelulailla ja vesilaille. Suojelu ei rajoita puolustusvoimien toimintaa ja sen kehittämistä. Rauhoituspäätöksin suojeltuja yksityisiä luonnonsuojelualueita on koko alueen pinta-alasta 3 % ja valtion luonnonsuojelualueita 2 %.

Natura-alueen pohjoisosa kuuluu Rauman saariston rantojensuojeluohjelma-alueeseen. Rantojensuojeluohjelman rajaus on Natura-aluetta laajempi ja lähimmillään rantojensuojeluohjelma-alue ulottuu noin 300 metrin etäisyydelle Olkiluodon saaresta.

Puuvallin Katavistonokka, Omenapuumaa, Huhdanpää, Pihluksensäikkä, osa Kylmä-Santakarista ja sen lounaispuolen saaret, Osa Haurukarista ja sen lounaispuolen saaret, Trutpoda, Hylkikarta ja Pieni Hylkikarta ovat yksityisiä luonnonsuojelualueita. Mustanperän metsä kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelmaan. Liiklankarin metsä kuuluu vanhojen metsien suojeluohjelmaan ja on perustettu valtion luonnonsuojelualueeksi. Reksaaren rantalehto kuuluu lehtojensuojeluohjelmaan.

Seutukaavassa eteläinen saaristo ja Nurmeksen länsiranta ovat suojelualueina (s), pohjoinen saaristo, Pinokari, Reksaaren rantalehto ja Liiklanperä luonnonsuojelualueina.



### 9.3 Luontotyypit ja lajisto

#### Luontodirektiivin liitteen I luontotyypit

Rauman saariston alueella ei ole tehty kattavaa Natura -luontotyyppi-inventointia. Tiedot alueen luontotyypeistä perustuvat Natura-tietolomakkeen tietoihin, jonka mukaan Rauman saariston alueella tavataan seuraavassa esitettyjä luontotyyppisiä (Taulukko 5). Luontotyyppien edustavuus ja luonnontilaisuus Rauman saariston Natura-alueella on tietolomakkeessa arvioitu erinomaiseksi tai hyväksi. Lisäksi alue on luontodirektiivin liitteen II lajin, harmaahylkeen, elinaluetta.

*Taulukko 5. Rauman saariston Natura-alueella esiintyvät luontodirektiivin liitteen I luontotyypit, \* = ensisijaisesti suojeltava luontotyyppi.*

Luontotyyppi	Koodi	Peittävyys, %	Peittävyys, ha
Ulkosaariston luodot ja saaret	1620	2	107
Riutat	1170	1	54
Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät	9030*	1	54
Kivikkorannat	1220	1	54
Rannikon laguunit	1150*	1	54
Pikkujoet ja purot	3260	<1	27
Luonnonmetsät	9010*	<1	27
Lehdot	9050	<1	27
Merenrantaniityt	1630*	<1	27
Kasvipeitteiset merenrantakalliot	1230	<1	27
Runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt	6270*	<1	27
Hakamaat ja kaskilaitumet	9070	<1	27
Itämeren hiekkarannat	1640	<1	27
Rantavallit	1210	<1	27

#### Luontodirektiivin liitteen I lajit

Luontodirektiivin liitteen II lajeista alueella esiintyy harmaahylje.

#### Lintudirektiivin liitteen I lajit

Rauman saariston Natura-alue on suojeltu luontodirektiivin perusteella (SCI-alue, *Sites of Community Importance*), minkä vuoksi lintudirektiivin liitteen I lajit eivät sisälly arviointiin.

#### Muuta lajistoa

Lisäksi Natura -tietolomakkeella on lueteltu muuta kohdetta edustavaa eliölajistoa (45 lintulajia, 6 kasvilajia ja 1 uhanalainen hyönteislaji (pikku-apollo), jolla ei kuitenkaan ole merkitystä luonnonsuojelulain 65 §:n mukaisen Natura-arvioinnin kannalta.

#### **9.4 Rauman saariston Natura 2000 -luontotyyppien kuvaus**

Rauman saariston Natura 2000 -suojeluperusteiksi esitetyt 14 luontotyyppiä edustavat seuraavia pääryhmiä:

- Meri ja rannikko 8 kpl
- Sisävedet 1 kpl
- Nummet, niityt ja pensastot 1 kpl
- Tunturit -
- Suot -
- Kallioiset luontotyypit -
- Metsät 4 kpl

Seuraavassa kuvataan Rauman saariston Natura -alueen luontotyyppejä keskittyen meriluonnon ja rantavyöhykkeen tyyppeihin. Mantereiset luontotyypit lähinnä mainitaan, koska hankkeen jäähdytysvesistä ei aiheudu niiden Natura-luontoarvoihin vaikutuksia.

##### **9.4.1 Rannikon laguunit**

Rannikon laguunit (fladat, kluuvijärvet ja 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. Luontotyyppin tunnuspiirteitä ovat hyvin kehittynyt ruovikkovyöhyke ja rehevä uposlehtinen kasvillisuus.

Fladat ovat merestä kuroutuvia matalia, selvästi rajautuneita murtovesialtaita, jotka ovat yhä yhteydessä mereen yhden tai useamman suuaukon (salmen) kautta. Suuaukon kohdalla on yleensä selvä kynnyسالue, virtapaikka. Veden suolapitoisuus on fladassa yleensä sama kuin fladan ulkopuolella olevissa saaristovesissä. Fladojen rantoja reunustaa tavallisesti ruovikko, mutta keskusta on avointa vettä. Fladojen pohjia peittää yleensä runsas ja erikoislaatuinen uposkasvillisuus.

Kluuvit ovat pieniä, matalia ja selvästi rajautuneita murtovesialtaita, joiden yhtäjaksoinen yhteys mereen maankohoamisen myötä on katkennut. Myös kluuvien pohjia peittää yleensä makrofyttikasvillisuus, mutta makean veden lajit ovat täällä yleisempiä kuin fladoissa. Kluuvivaiheen jälkeen allas usein muuttuu suoksi tai korveksi.

Näiden luontotyyppien edustavuutta ilmentävät 1) runsaslajinen kasvillisuus, 2) harvinaisten tai uhanalaisten lajien esiintyminen, 3) tärkeä merkitys kalojen kutu- ja poikasalueena sekä 4) tärkeä alue linnustolle niin pesivien kuin muuttavien lajien osalta. Luonnontilaan vaikuttavat rantarakentaminen, ojittukset, veneilystä aiheutuneet haitat tai rehevöityminen/saastuminen ja ruoppaukset. Fladoja ja kluuveja on vain Suomessa ja Ruotsissa. Melko yleisiä ne ovat Uudellamaalla, Saaristomerellä, Ahvenanmaalla ja Pohjanlahdella.

##### **9.4.2 Riutat**

Riutat (karit ja kalliorantojen levävyöhykkeelliset vedenalaiset osat) ovat vedenalaisia tai laskuveden aikana paljaana olevia kallioita tai eloperäisiä kivennäistymiä vedenalaisessa vyöhykkeessä. Vedenalaiset kasvi- ja eläinyhteisöt voivat jatkua yhtenäisinä vyöhykkeinä myös ylemmäs rannalle. Riutoilla on yleensä pohjalevä- ja pohjaeläinyhteisöitä vyöhykkeinä, kuten myös kivennäistymiä ja koralliperäisiä muodostumia.

Suomessa ei varsinaisia eloperäisiä riuttoja ole, sen sijaan kalliorannat ja kallioiset karit, joissa on levävyöhykkeitä, ovat ulkosaaristossa yleisiä ja luetaan tähän luontotyyppiin. Pohjoisen Itämeren kalliorannoilla leväkasvillisuudessa on yleensä erotettavissa kolme vyöhykettä: rihmalevä-, rakkolevä- ja Lounais-Suomessa, syvänveden punalevävyöhyke. Ylimpänä on rihmalevävyöhyke, joka on yleensä hyvin kehittynyt loivilla rannoilla. Kasvillisuudessa on suurta vuotuista vaihtelua ja kevätjäiden hankausvaikutus tuhoaa matalalla olevan vesikasvillisuuden. Rihmalevävyöhykkeen jälkeen seuraa rakkolevävyöhyke. Rakkolevä on Itämeren kovapohjaisten rantojen vedenalaisen rantavyöhykkeen suurikokoisin levä. Se kasvaa aina upoksissa, 0,5 metristä yleensä 5-6 metrin syvyyteen veden kirkkaudesta riippuen. Tiheät ja elinvoimaiset rakkoleväkasvustot ovat keskeinen osa rantavyöhykkeen perustuotantoa ja tärkeitä niiden yhteydessä elävän eläimistön kannalta. Rakkolevän ylläpitämä rantavyöhykkeen eliöyhteisö on Itämeren eliöyhteisöistä monimuotoisimpia. Rakkolevävyöhykkeen alapuolella on lounaisaaristossa punalevävyöhyke 5-10 metrin syvyydessä. Muualla rakkolevävyöhykettä seuraa rihmalevävyöhyke.

Pääasiallinen uhka punaleville ja rakkolevälle on Itämeren rannikkovesien rehevöityminen. Rakkolevä kärsii epifyyttisten levien voimakkaasta kasvusta. Suojaisten rantojen rakkoleväkasvustot ovat paikoin kadonneet Suomessa.

Luontotyypin edustavuutta kuvastavat leväkasvillisuuden selväpiirteinen vyöhykkeisyys sekä laajat ja hyväkuntoiset rakkoleväkasvustot. Luonnontilaan vaikuttavat mm. laiturit ja muut rakennelmat sekä veneilyn tai rannan käytön aiheuttama häirintä. Suomessa rakkoleväyhdyskuntia on Merenkurkusta Suomen itärajalle. Punaleväyhdyskuntia on avoimilla saaristoalueilla lounaisella Saaristomerellä ja Hankoniemellä ja siitä itään Helsingin seudulle saakka.

### **9.4.3 Rantavallit**

Luontotyyppi käsittää yksivuotisten kasvien muodostamia yhdyskuntia veden kuljettaman aineksen ja soran kasautumilla, joissa on runsaasti typpipitoista orgaanista ainesta. Rantavalleja esiintyy rannikolla ja saaristossa rakkolevän esiintymisalueella itäiseltä Suomenlahdelta Merenkurkuun. Tätä pohjoisempaa rakkolevävalleja ei esiinny veden alhaisen suolapitoisuuden johdosta.

Rantavallien yksivuotisella kasvillisuudella tarkoitetaan kasvillisuutta sora- ja somerikkorantojen, mutta myös hiekka- 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. Suuria valleja tavataan alueilla, jotka rajautuvat laajoihin, mataliin ja eksponoituneisiin kallio-, moreeni- ja hiekkapohjiin. Valleja muodostuu etenkin kevät- ja syysmyrskyjen yhteydessä, ja myös jäät irrottavat rakkolevää merenpohjasta.

Kasautumat koostuvat yleensä tuoreesta ja maatuneesta rakkolevästä, järvi-ruo'osta ja muusta eloperäisestä aineksesta sekä usein erilaisista jätteistä. Hyvin typpipitoisella kasvualustalla viihtyy erikoislaatuinen, erittäin rehevä kasvillisuus; tuoreella ja vanhalla aineksella on omat kasviyhdyskuntansa. Valleissa elää myös suuri määrä selkärangattomia eläimiä.

Luontotyypin edustavuutta kuvastavat kasautumien suuri koko ja pituus sekä rantavallilla kasvava lajisto. Luonnontilaa kuvastavat koskemattomuus, saariston uloimmissa osissa rakkolevän runsaus kasaumissa sekä rehevä kasvillisuus. Suuret kasautumat ovat harvinaistuneet rakkolevän taantumisen myötä.

#### **9.4.4 Kivikkorannat**

Luontotyyppille on ominaista rannan yläosan monivuotinen kasvillisuus, jonka lajeja ovat merikaali ja suola-arho sekä muut monivuotiset lajit. Laajoilla soraikkomuodostumilla on erotettavissa lukuisia kasvillisuustyyppisiä rannan yläosista sisämaahan päin. Kiinteillä soraikkomuodostumilla voi kehittyä rannikoiden niitty-, kangas- ja pensaikkokasvillisuutta sekä toisinaan myös jäkälien ja sammalien vallitsemaa kasvillisuutta.

Luontotyyppiin luetaan soraiset, somerikkoiset sekä osittain myös kivikkoiset rannat. Kasvillisuuden luonne määräytyy sen mukaan, miten alttiina tuulelle ja aalloille ranta on. Eri saaristovyöhykkeiden kivikkorantojen kasvillisuus on tästä syystä erilaista. Sisäsaariston ja ulkosaariston suojaisemmilla kivikkorannoilla on usein kapea rantaniittyvyöhyke rannan yläosassa. Kivien välissäkin on rantaniittykasvillisuutta. Tyrskyille alttiina olevilla paikoilla kivikkorantojen kasvillisuus on laikuittaista ja niukkaa, eikä rantaniittykasvillisuutta pääse kehittymään. Myös lähes kasvittomia sora- ja somerikkorantoja esiintyy. Kivikkorantojen kasvillisuudessa ja kasvistossa on suuria alueellisia eroja. Kivikkoiset rannat ovat Suomessa yleisiä, sora- ja somerikkorannat ovat harvinaisempia.

#### **9.4.5 Kasvipeitteiset merenrantakalliot**

Kasvipeitteiset kalliot ovat suuresti vaihteleva luontotyyppi, jonka ominaisuuspiirteisiin vaikuttavat sijainti meren suhteen, geologia, geomorfologia, luonnonmaantieteellinen sijainti ja ihmistoiminnan vaikutus. Usein on erotettavissa vyöhykkeisyyttä, joka alkaa lähinnä merta olevien jyrkimpien kallioiden rakojen ja hyllyjen kasvivyöhykkeistä ja jatkuu niittyinä ylempien kallioiden rinteillä, lakiosilla ja tasanteilla, joille kasaantuneen maa-aineksen paksuus on suurempi. Syvempänä sisämaassa ja suojaisemmilla kallioilla on erilaisia kankaita, niittyjä ja puustoisia kasvillisuustyyppisiä, joiden kaikkien kasvilajistolle on luonteenomaista että siinä on rannikkoalueille tyypillistä ainesta. Pehmeillä liikkuvimmilla rannoilla on vaihtelevasti mereistä ja ei mereistä kasvillisuutta eli kasvillisuutta, jonka pääasiallinen kasvuympäristö ei ole merenrannalla.

Merenrantakallioiden lajiston koostumus on riippuvainen kallioperän ominaisuuksista. Suurin osa rannikkomme kalliorannoista on karuja graniitti- ja gneissirantoja, joiden kasvillisuus on suhteellisen niukkalajista. Erikoistapausten muodostavat harvat kalkkikivestä tai muista kasvillisuuden kannalta edullisista kivilajeista koostuvat rantakalliot. Näillä tavataan useita Suomessa harvinaisia kasveja. Rantametsien takana olevat kalliot luetaan sisämaiden kalliotyyppiin.

Koska kasvipeitteiset rantakalliot ovat yleisiä, on Natura-kohteiden valinnassa pyritty kiinnittämään erityistä huomiota edustavuuteen ja uhanalaisten sekä harvinaisten lajien esiintymiseen. Edustavuutta kuvastavat kallion laajuus ja niitty laikkujen laajuus sekä em. lajien esiintyminen. Luonnontilaa on arvioitu kulumisen merkien perusteella. Suomessa luontotyyppiä esiintyy koko rannikolla, eniten Etelä-Suomen saaristoalueilla.

#### **9.4.6 Ulkosaariston saaret ja luodot**

Luontotyyppi käsittää meri- tai ulkosaaristovyöhykkeessä esiintyviä luotojen tai pienten saarien ryhmiä tai yksittäisiä saaria, jotka koostuvat kalliosta, moreenista tai sedimentoituneesta aineksesta. Kasvillisuuteen vaikuttavat murtoveden suolaisuus (vesieliöstön osalta), maankohoaminen (etenkin alueilla, joissa maankohoaminen on huomattavaa) sekä ilmasto. Lisäksi kasvilajistoon vaikuttavat tuuliolosuhteet, kuiva sää (ajoittain pitkät sateettomat kaudet), suolavaikutus (terrestristen kasvien osalta) sekä päivien valoisan jakson pituus. Maankohoaminen aiheuttaa usean kasvillisuustyyppin suksession. Paljaat kalliopinnot ovat tavallisia. Useat pienet luodot ovat puuttomia. Kasvillisuus on usein niukkaa ja muodostuu mosaiikkimaisista pioneerilajien yhdyskunnista. Linnuston ulosteista johtuen lajistoon kuuluu korkeaa tyyppipitoisuutta suosivia kasvilajeja. Kserofyyttisiä kasvilajeja ja jäkälä esiintyy yleisesti. Tilapäisiä tai pysyviä kalliolammikoita esiintyy myös yleisesti ja näissä elää usein hyvin monimuotoinen vesieläin- ja kasvilajisto. Ulkosaariston ja merivyöhykkeen saarien ja luotojen ryhmät ovat tärkeitä pesimäpaikkoja merilinnuille. Luodot ovat myös tärkeitä levähdyspaikkoja hylkeille. Luontotyyppiin kuuluvat myös luotoja ja saaria ympäröivät vedenalaiset pohjat ja näiden kasvillisuus.

Luontotyyppiin kuuluvat luotoryhmät tai yksittäiset saaret ovat tärkeitä lintujen ja hylkeiden pesimis- ja/tai levähdyspaikkoja. Avokalliot ovat vallitsevia. Suurin osa löytyy saariston uloimmista osista, mutta yksittäisiä linnuille tärkeitä luotoja voi löytyä sisäsaaristostakin. Lintujen ulosteiden lannoittava vaikutus näkyy erittäin selvästi lintuluotojen kasvillisuudessa, joka alkukesästä on värikäs ja rehevä, mutta joka nopeasti kulottuu.

Luontotyyppin edustavuutta kuvastavat runsas linnusto, runsas vedenalainen kasvillisuus, kulumisen vähäisyys ja runsas jäkäläkasvusto. Luonnontilaan vaikuttavat ihmisen tekemien rakennelmien ja roskaantumisen määrä. Luontotyyppiä esiintyy Suomessa koko rannikolla saaristoalueilla, paikoin se on harvinainen.

#### **9.4.7 Merenrantaniityt**

Itämeren boreaaliset rantaniityt ovat merenrantaniittyjä, joilla kasvillisuus on matalaa. Joskus esiintyy suolalaikkuja. Läheisen vesialueen suolaisuus on alhainen (murtovesialueilla), vuoroveden vaihtelua ei juurikaan esiinny, mutta maankohoamisen vaikutusta esiintyy. Useita alueita on perinteisesti laidunnettu tai niitetty. Tämä toiminta on pitänyt rantaniityt avoimena ja kasvilajistoltaan monimuotoisena sekä pesiville kahlaajalinnuille sopivana. Kasvillisuuden vyöhykkeisyys on luonteenomaista. Suolaisuutta sietävä lajisto on tällöin lähimpänä rantaa.

Matalakasvuisten merenrantaniittyjen laajuuteen vaikuttaa rannan luonne ja maankäyttö. Pohjanlahden alavilla rannoilla rantaniityt ovat laajempia kuin Saaristomeren tai Suomenlahden pienipiirteisillä ja rikkonaisilla rannikoilla. Luonnostaan matalakasvuina 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.

Luontotyyppin edustavuutta kuvastavat seuraavat piirteet: laajuus, matalakasvuisuus ja lajiston monipuolisuus, järviruo'on ja pensaiden niukkuus tai pieni peittävyys. Edustavimmat ovat useimmiten laidunnettuja tai laidunnuksen loppumisesta on kulunut vain vähän aikaa. Luontotyyppiä esiintyy Suomenlahdella, Saaristomerellä ja Pohjanlahdella, mutta se on harvinaistuva. Laajoja matalakasvuisia merenrantaniittyjä on harvassa koko rannikolla, laajimmat Pohjanlahden rannikolla. Pieniä matalakasvuisia ja useimmiten umpeen kasvavia merenrantaniittyjä löytyy vielä laidunkäytön jäänteinä pitkin Suomen rannikkoa.

#### **9.4.8 Itämeren hiekkarannat**

Itämeren boreaaliset hiekkarannat ovat erityyppisiä, aaltojen muokkaamia hiekkarantoja, joilla vuoroveden vaikutus on hyvin heikko, minkä takia monivuotisten kasvien määrä on korkea. Yksittäisiä kiviä tai lohkkareita voi esiintyä rannalla. Kasvillisuus on useimmiten niukkaa ja kasvittomia alueita esiintyy yleisesti etenkin lähellä vedenrajaa. Hiekkaa sitovat kasvilajit ovat yleisiä. Hiekkarannoilla esiintyy luontotyyppille omaleimainen hyönteislajisto. Levävalleja voi esiintyä. Itämeren hiekkarannat ovat usein suojaisia, minkä takia kasvillisuus on melko pysyvää ja kasvillisuudessa vallitsevat monivuotiset lajit. Kasvillisuus on usein harvaa.

Hiekkarannoilla on usein myös eloperäisen aineksen kasaumia. Suurimmalla osalla hiekkarannoista on myös soraa ja kiviä hiekan seassa. Kasvillisuus ei ole täysin peittävää. Edustavuutta kuvastavat luontotyyppin laajuus sekä luontotyyppille tunnusomaisen lajiston runsaus. Luonnontilaan vaikuttavat soranoton, ihmisen tekemien rakennelmien ja roskaantumisen määrä. Luontotyyppiä esiintyy Suomessa koko rannikolla harvassa, mutta paikallisesti se voi olla yleinen, kuten esimerkiksi Hankoniemellä. Useimmiten esiintymät ovat melko pienialaisia.

#### **9.4.9 Pikkujoet ja purot**

Luontotyyppillä tarkoitetaan tasankojen ja vuoristojen jokia ja puroja (kesällä veden pinnan taso alhainen), joissa esiintyy vedenalaista tai kelluslehtistä kasvillisuutta tai vesisammalia.

#### **9.4.10 Runsaalajiset kuivat ja tuoreet niityt**

Luontotyyppiä esiintyy pääasiassa silikaattialustalla Fennoskandian alankomailla. Kasvillisuus on muotoutunut pitkään jatkuneen laidunnuksen ja/tai niittämisen tuloksena.

#### **9.4.11 Luonnonmetsät (kuusivaltaiset vanhat)**

Boreaaliset luonnonmetsät sisältävät vanhoja luonnonmetsiä sekä luonnontilaisia paloaloja ja palon jälkeen luonnontilaisina kehittyneitä nuoria lehtipuumetsiä. Tyypillisesti vanhat luonnonmetsät ovat metsien kliimaksi- tai myöhäisiä sukkessiovaiheita, joihin ihmistoiminta on vaikuttanut vain vähän tai ei lainkaan. Nykyiset vanhat luonnonmetsät ovat vain pieniä jäänteitä Fennoskandian alkuperäisistä luonnonmetsistä. Luonnonmetsät ovat monien uhanalaisten lajien, erityisesti sienten, jäkälien, sammalien ja hyönteisten (etenkin kovakuoriaisten) elinympäristöjä. Nykyisin merkittävimmät vanhojen luonnonmetsien alueet ovat Suomen itä- ja pohjoisosissa. Etelä- ja Länsi-Suomessa on vain pieniä sirpaleita.

#### **9.4.12 Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheiden luonnontilaiset metsät\***

Luontotyyppillä tarkoitetaan Itämeren maankohoamisrannikon lehti-, havu- tai sekapuustoisia pensaikkoja ja metsiä. Maankohoamisrannikolla luonteenomaisia ovat primäärisuknession eri vaiheet rantaniityistä kliimaksivaiheen metsiin tai erilaisiin kosteikkoihin. Nuorimmat pioneerimetsät lähellä merenrantaa ovat usein pensastoja, tuoreita tai kosteita lehtoja tai pensas- ja metsäluhtia. Kasvillisuuden suknessio voi johtaa myös pajuluhdista metsäluhtien kautta avosoihin. Kehitys saattaa viedä aikaa useita tuhansia vuosia.

Meren suora vaikutus (tulvat, pärskeet, jää yms.) kasvillisuuteen rajoittuu vain ranta-alueelle ja maankohoamisen vaikutuskin alueelle, joka on korkeintaan 20 metriä merenpinnan yläpuolella. Korkeammilla paikoilla metsä- ja suokasvillisuus vastaa sisämaan normaaleja kangasmetsä- ja suotyyppettä. Kasvillisuuden kehitys ranta-alueella on hyvin vaihtelevaa ja siihen vaikuttavat merkittävästi rannan maa-aines, kaltevuus ja ekspositio. Kasvillisuuden kehitys on erilaista sora-, hiekka- tai savi-liejurannoilla. Hiekkarannoilla esiintyvä dyynimuodostus on aikaansaanut maankohoamisrannoille myös omia kasvillisuustyyppejään.

#### **9.4.13 Lehdot**

Lehtoja esiintyy boreaalisen vyöhykkeen ravinteisilla multamailla, usein laaksoissa, raviineissa ja rinteillä, joissa maalaji on hienojakoista ja veden saataavuus hyvä.

#### **9.4.14 Hakamaat ja kaskilaitumet**

Fennoskandian hakamaat ja kaskilaitumet ovat yhdistymätyyppettä, jotka vaihtelevat avoimesta metsästä puu- ja pensasryhmien sekä niitty laikkujen mosaiikkiin. Suomessa luontotyyppiä esiintyy syntyhistorialtaan kahdenlaisina lehtimetsinä: 1) Itä-Suomessa 1900-luvun alkupuolella harjoitetun kaskiviljelyn tuloksena syntyneitä lehtimetsiä ja 2) laidunnettuja harva- tai harvahkopuustoisia alueita, joilla puu- ja pensasryhmät sekä avoimet niittyaukot vuorottelevat.

### **9.5 Säilymiseen vaikuttavat tekijät**

On huomattava, että edellä tarkastellut luontotyypit eivät ole staattisessa tilassa tarkasteltavalla Natura-alueella, vaan niihin kohdistuu koko ajan muutospaineita ympäristöstä. Tällainen on ennen kaikkea Suomen rannikkovesien yleinen rehevöitymiskehitys, joka vähitellen muuttaa murtoveden ekologista tasapainoa antamalla kilpailuetua uusissa olosuhteissa parhaiten toimeentuleville lajeille. Lisäksi, jos tämänhetkiset ennusteet ilmastonmuutoksen nopeudesta ja seurausvaikutuksista (Helsinki Comission 2007) osoittautuvat oikeiksi, jo tällä vuosisadalla tarkasteltaviin rannikkovesiin kohdistuu lisääntyvää ravinnekuormitusta. Samanaikaisesti meriveden pintakerros (tuottava kerros) voi lämmentä useilla asteilla. Nämä kaksi tekijää yhdessä voivat kiihdyttää meriveden rehevöitymistä erittäin merkittävästi.

### **9.6 Arvioinnin rajaus**

Jäähdytysvesien aiheuttama lämpökuorma meressä voi aiheuttaa vaikutuksia **ensisijaisesti vedenalaisille luontotyypeille ja välillisesti rantavalien** alueelliseen esiintymiseen ja yleistilaan. Sen sijaan saarten ja luotojen maanpäällisiin osiin niillä ei ole erityistä merkitystä. Tästä johtuen Natura-arviointi on tehty koskemaan pelkästään mainittuja suojeltuja luontotyyppettä. Seuraavassa esitetään lyhyesti keskeiset perustelut.

Meriveden lämpötilan nousu kasvukaudella tai kasvukauden piteneminen keväällä voivat vaikuttaa merialueen ekologiseen tasapainoon. Kuten aiemmin (luku 6) on esitetty, kovien pohjien levälajeilla ja niiden suojaissa elävillä eläimillä on omat optimialueensa eri ympäristömuuttujien suhteen ja siedon vaihteluväli, jonka puitteissa ne reagoivat elinympäristössä tapahtuviin muutoksiin. Näistä lämpötila on eräs keskeinen toimeentuloa säätelevä parametri.

Kuten edellä rantavallien kuvauksesta (luku 9) käy ilmi, ne koostuvat kohdealueella pääosin pohjalta irronneesta kuolleesta ja maihin ajautuneesta rakkolevästä. Siten jäähdytysvesien vaikutus tähän luontotyyppiin on lähinnä välillinen. Jos olosuhteet levän kasvupaikoilla muuttuvat ympäristövaatimukseen nähden selvästi negatiivisiksi, rakkolevä taantuu, eivätkä rantavallit tulevaisuudessa saa enää täydennystä Natura-alueelta. Tämä saattaa merkitä tähän kasvupaikkaan sopeutuneiden eliöiden ja yksivuotisten kasvilajien vähittäistä taantumista ja monimuotoisuuden vähenemistä tarkasteltavassa luontotyyppissä.

Seuraavassa (luku 10) tarkastellaan mainittujen luontotyyppien (kovien pohjien leväyhteisöt, rantavallit) ja Itämeren rantavesissä keskeisen avainlajin, rakkolevän, alueellista esiintymistä Natura-alueella.

## **10. LUONTOTYYPPIEN ESIINTYMINEN TUTKIMUSALUEELLA**

### **10.1 Luontotyyppi "Riutat"**

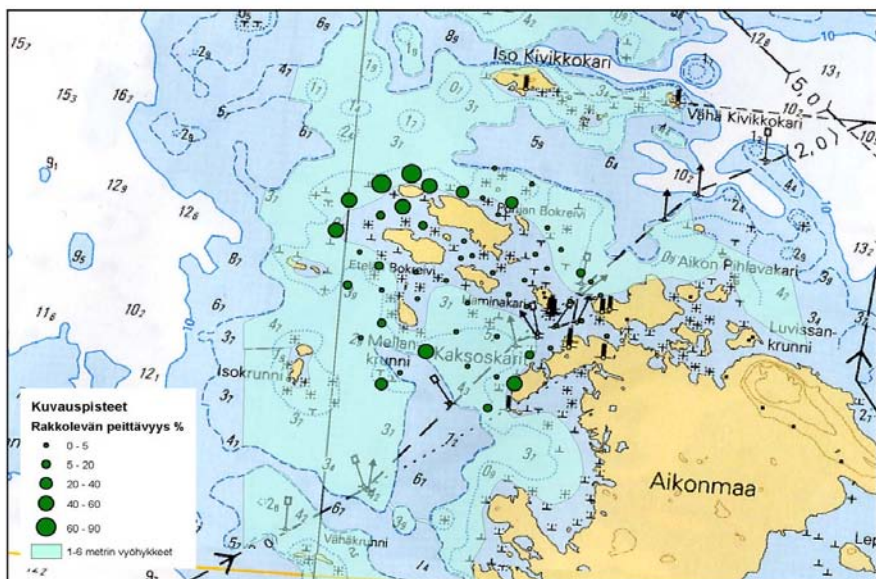
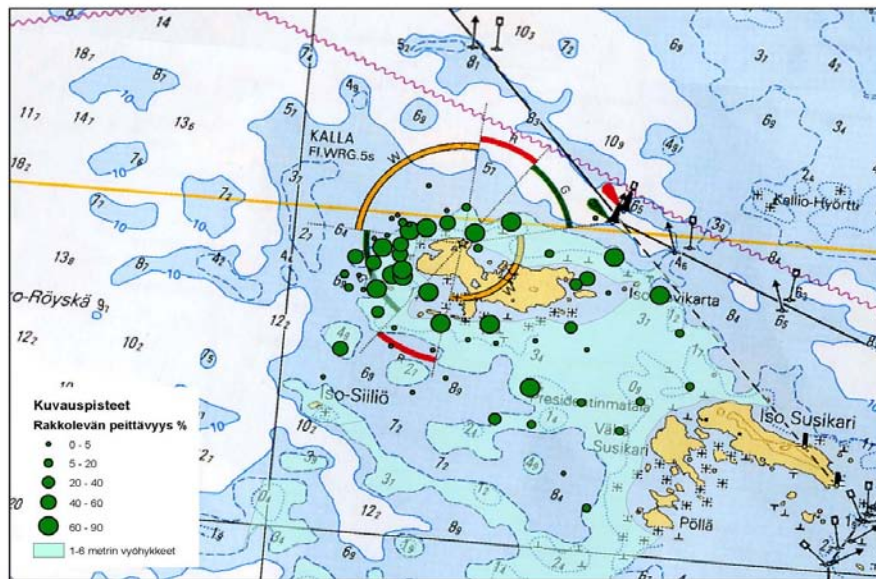
Luontotyyppin "riutat" edustavuutta kuvastavat laajat ja hyväkuntoiset rakkoleväkasvustot sekä leväkasvillisuuden selväpiirteinen vyöhykkeisyys.

#### **Rakkolevän esiintyminen ja leväkasvustojen vyöhykkeisyys**

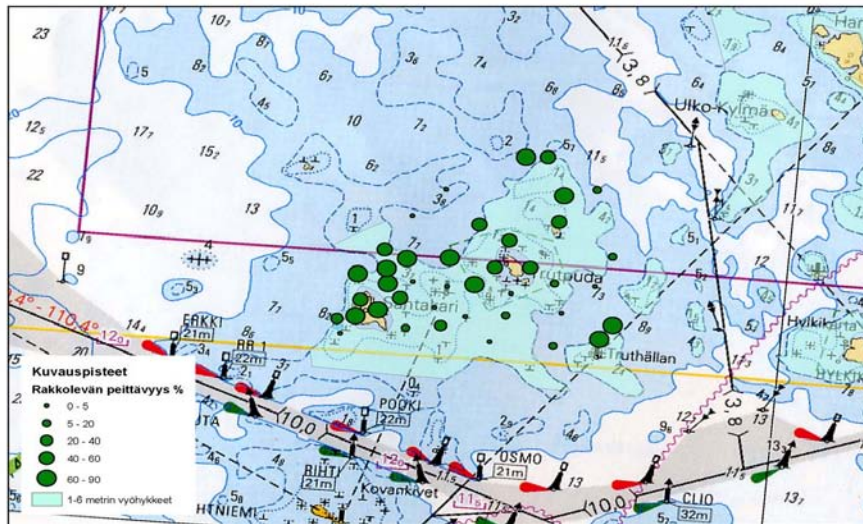
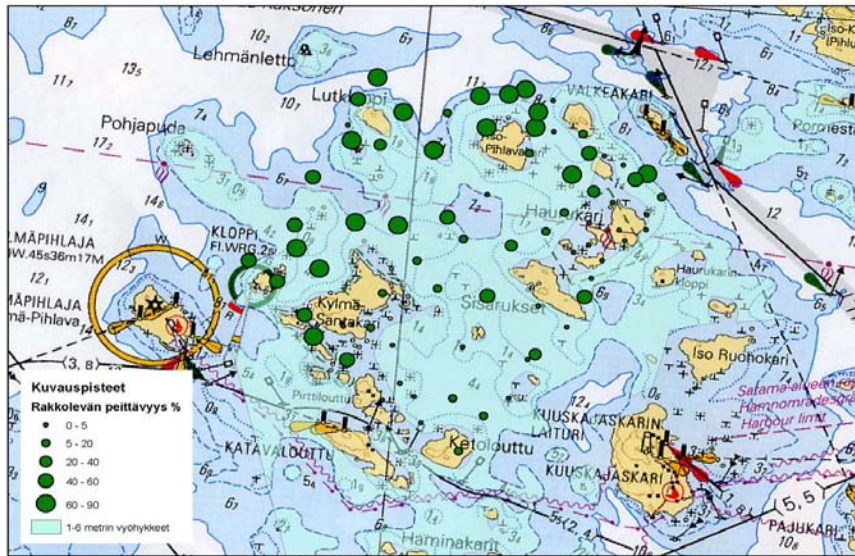
Liiteraportissa 3 esitetään vuosina 2008-2009 tehtyjen Natura-alueen merenpohjan videokuvausten tulokset (Ramboll Finland Oy 2009c). Kuvausalueet on esitetty kartalla (Kuva 18).



Alueet, joissa rakkolevää esiintyy tutkituilla alueilla, on esitetty kuvissa 23 ja 24.



Kuva 23. Rakkoleväkasvustojen esiintyminen Natura-alueen pohjoisosan tutkimuskohteissa vuonna 2008 (Ramboll Finland Oy 2009c).



Kuva 24. Rakkoleväkasvustojen esiintyminen Natura-alueen eteläosan tutkimuskohteissa vuonna 2009 (Ramboll Finland Oy 2009c).

Tulosten perusteella voidaan tehdä johtopäätös, että hyväkuntoisia ja peittäviä rakkoleväkasvustoja esiintyy ulkosaaristossa koko Natura-alueella edellyttäen, että pohjan laatu ja vesisyvyys ovat sopivia sekä aallokon vaikutus riittävä estämään rihmalevien ja putkilokasvien valtaanpääsyn. Sisäsaaristossa putkilokasvien ja rihmalevien suhteellinen osuus kasvaa ja rakkoleväkasvustojen peittävyys sekä kunto ovat alhaisempia kuin ulkosaaristossa. Koviin pohjien leväyhteisöt olivat selvästi vyöhykkeellisiä (Liite 3, Ramboll Finland Oy 2009c).

Linjasukelluksissa todettiin vyöhykkeisiä leväkasvustoja erityisesti siellä, missä linjat sijoittuivat avoimille rannoille. Vuonna 2008 Natura-alueen eteläosassa sukeltetut linjat sijaitsivat pääosin avoimilla alueilla, joten leväkasvustot olivat näillä linjoilla hieman edustavampia ja vyöhykkeellisempiä kuin Natura-alueen pohjoisosassa vuonna 2007 sukeltetuilla linjoilla. Linjasukellusten tulokset on esitetty liiteraportteina.

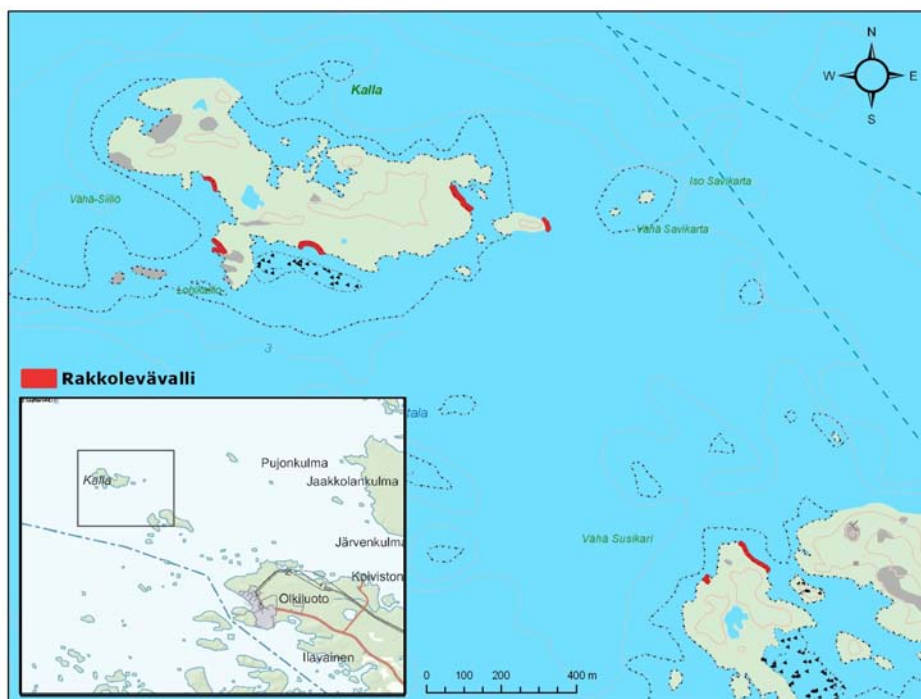
## 10.2 Rantavallit

Rantavalleja esiintyy Rauman saariston Natura-alueen pohjoisosan ulkosaa-ristossa Vähä Susikarin ja Kallan rannoilla. Vallien pinta-ala Kallan ja Aikonmaan pohjoisrannan välisellä alueella on noin 1,5 hehtaaria. Valleista edustavin sijaitsee Vähä Susikarin pohjoisrannalla; vallin pituus on noin 100 metriä ja se muodostuu alueen muiden vallien tavoin pelkästään rakkolevästä. Vallin kasvillisuus on selvästi vyöhykkeistä ja lajisto vaihtelee riippuen siitä, kuinka kauan vallin muodostava rakkolevä on ollut rannalla.

Vallin paksuus on noin puoli metriä ja viimeisimpänä rantaan ajautunut kuollut rakkolevämassa on vielä kasvitonta. Edellisen vuoden rakkolevävalleilla kasvaa maltoja (*Atriplex* sp.), pihatatarta, peltopillikettä, ketohanhikkia ja punanataa. Tämän vyöhykkeen takana yleisiä lajeja ovat virmajuuri, rantakukka, pujo ja poimuhierakka. Kauimpana rannasta kasvaa mesiangervoa, pelto-ohdaketta, nokkosta, pietaryrttiä ja ruokohelmiä. Rantavedessä kasvaa paikoitellen järviruokoa. Pienen Susikarin länsirannalla on lisäksi toinen rantavalli, joka on muodostunut pieneen ja suojaisaan lahteen.

Kallan itäpuolella sijaitsevan luodon itäkärjessä on runsaasti rantaan ajautunutta rakkolevää. Luoto on kuitenkin pysynyt runsaasta rakkolevästä huolimatta kasvittomana ja onkin todennäköistä, että levää ei ajaudu rantaan joka vuosi. Lisäksi Kallan itärannan suojaisassa lahdessa on matala valli, jonka kasvillisuus on rantavalleille tyypillistä ja ominaista. Näiden lisäksi Kallan länsi- ja etelärannalla on suojaisissa lahdissa kolme muuta vallimuodostumaa.

Rantavalli -luontotyypin esiintyminen Vähä Susikarin ja Kallan saarissa on esitetty seuraavassa kuvassa 25.



Kuva 25. Rantavallien esiintyminen Vähä Susikarin ja Kallan saarissa.



*Kuva 26. Rantavalli -luontotyypin kasvillisuutta ja rantaan ajautuneita rakkolevävalleja Vähä Susikarin pohjoisrannalla.*



*Kuva 27. Rakkoleväää Kallan itärannalla suojaisassa lahdessa.*

### **10.3 Rannikon laguunit**

Rannikon laguunit -luontotyyppiin kuuluvia fladoja esiintyy Natura-alueen pohjoisosassa, Kallan saaren pohjoisrannalla.

### **10.4 Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheiden luonnontilaiset metsät\***

Luontotyyppiä esiintyy Natura-alueen pohjoisosassa Susikarin saarien rannalla. Kallan saaren vähäinen puusto on pääasiassa mäntyä.

### **10.5 Merenrantaniityt**

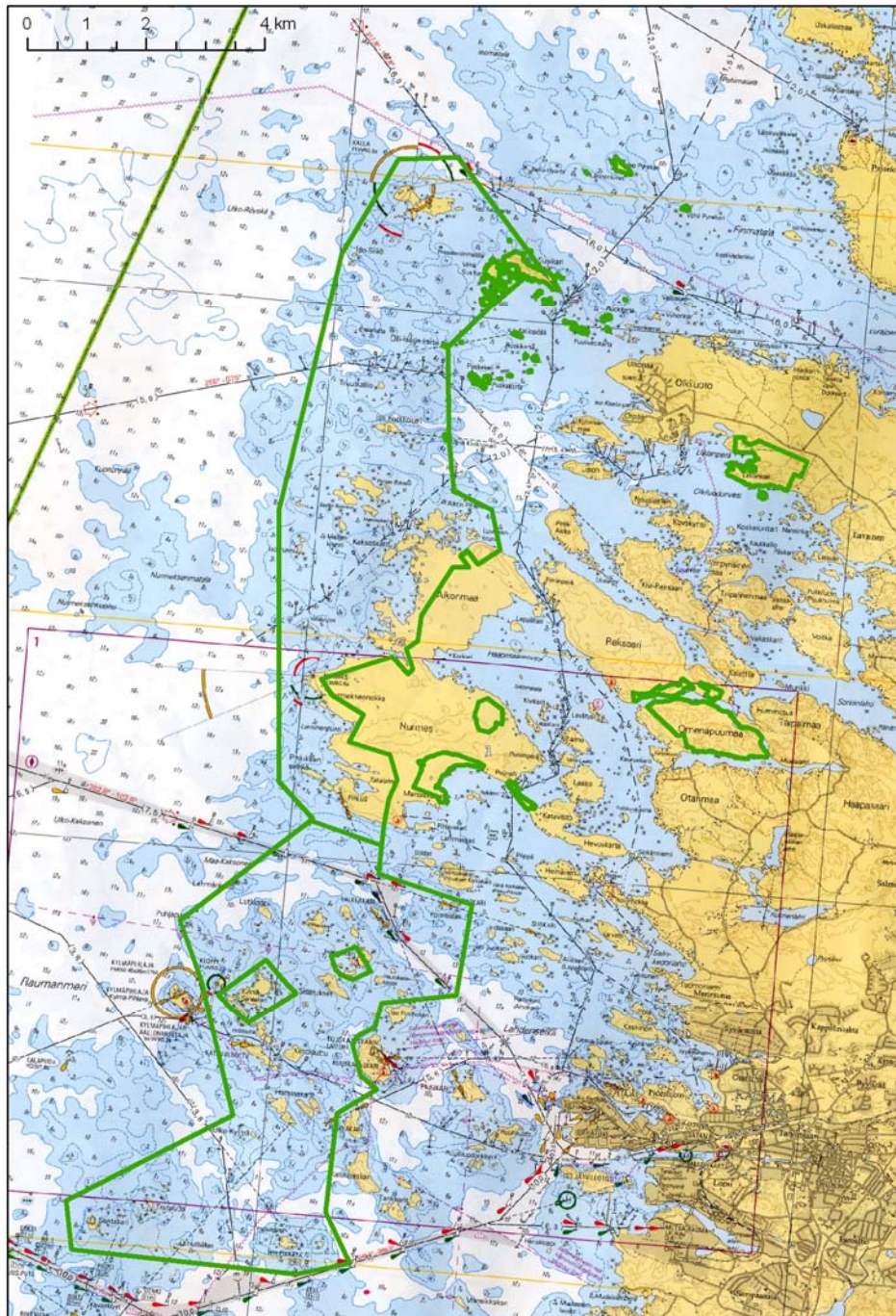
Pienialaisia merenrantaniittyjä on Natura-alueen pohjoisosassa Kallan ja Susikarin saarten suojaisissa lahdissa.

## **11. VAIKUTUSTEN TARKASTELUALUE**

Jäähdytysvesivaikutuksien esiintymistä Natura-alueella arvioitiin ensisijaisesti mallitarkastelun antamien laskentatulosten perusteella. Koska kovien pohjien leväyhteisöjen tilasta ei ollut aiempaa tietoa kuin aivan Olkiluodon lähi-vesiltä, pohjien tilan inventointia tehtiin eri osissa Natura-aluetta (luku 7.3; Kuva 18).

Arvioidun vaikutusalueen ulkopuolisen merenpohjan inventointitulokset Natura-alueen keski- ja eteläosassa luovat pohjan vaikutusten merkittävyyden arvioinnille koko Natura-alueen kannalta.

Huomattakoon, että Olkiluodon edustalla sijaitsevat saaret kuuluvat myös Natura-alueeseen, mutta varsinainen merialue on Natura-aluetta perustettaessa rajattu ulkopuolelle.



Kuva 28. Rauman saariston Natura 2000 -alue Olkiluodon ja Rauman välisellä merialueella.

## **12. VIRTAUS- JA LÄMPÖTILAMALLIN TULOKSET**

Tässä luvussa esitetään keskeiset mallilaskennan tulokset. Varsinainen tulosraportti esitetään liitteenä 2. Siinä on esitetty virtaus- ja vedenlaatumallin tarkempi kuvaus, tulosten vertailu mittausaineistoon, epävarmuustarkastelut, laskennassa käytettyjen simulointivuosien kuvaukset ja herkkyystarkastelut (YVA Oy 2009).

### **12.1 Kesäajan lämpötilannousu merivedessä nykytilanteessa ja eri purkupaikkavaihtoehdoissa**

Seuraavassa esitetään laskentatulokset jäähdytysvesien vaikutukselle meriveden lämpötilaolosuhteisiin Olkiluodon edustalla nykytilanteessa, kun toiminnassa on kaksi reaktoria (OL1 ja OL2) sekä tilanteessa, jossa käytössä on neljä laitossyksikköä (OL1-OL4).

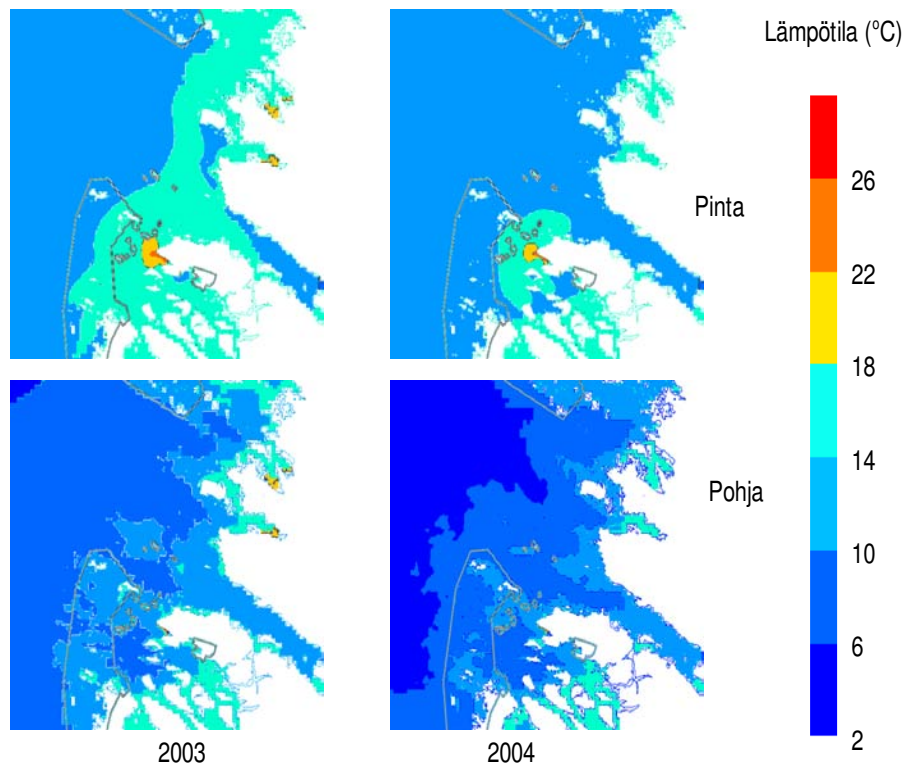
Mallilla on laskettu jäähdytysvesien leviämistä ja vaikutusta meriveden lämpötilaan olosuhteissa, joissa näkyy vallitsevien tuulten vaikutus. Toisaalta on laskettu vaikutus, joka jäähdytysvesillä voi olla kasvukauden aikana.

#### **12.1.1 Keskimääräinen lämpötilannousu**

Kesän keskimääräiset lämpötilat Kuva 29) laskettiin nykytilanteessa (kaksi laitossyksikköä käynnissä) sekä tulevaisuudessa neljän laitossyksikön tapauksessa.

Nykytilanteessa Kuva 29, simulointivuodet 2003 ja 2004) nähdään meriveden selvä kerrostuneisuus lämpötilan suhteen. Keskimääräiset pintalämpötilat ovat 5...10 astetta pohjakerroksen lämpötiloja korkeampia. Samoin vuosien väliset erot näkyvät: vuonna 2003 pintalämpötilat olivat Natura-alueella joitakin asteita viileää vuotta 2004 korkeampia.

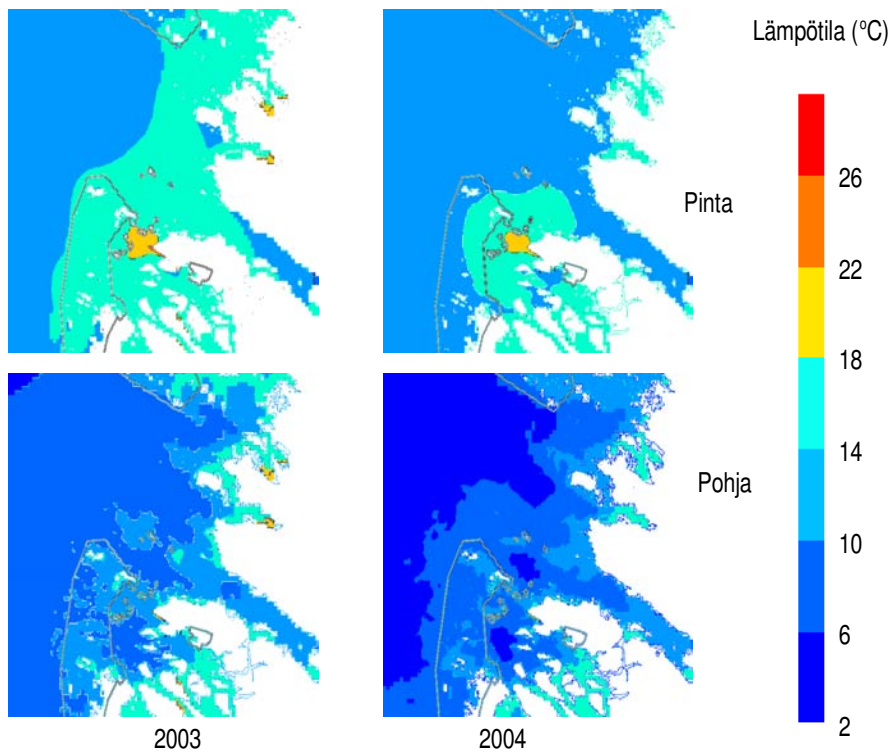




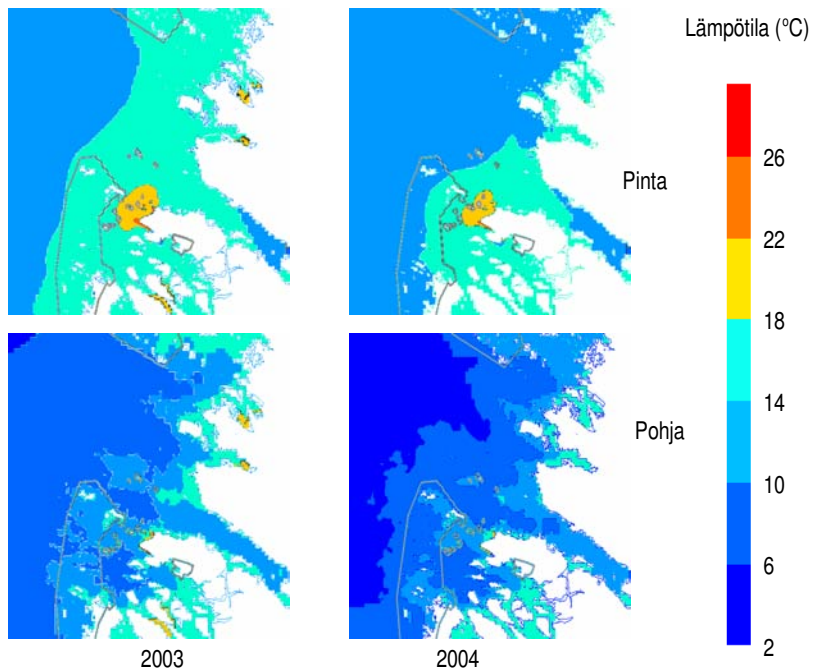
*Kuva 29. Meriveden keskimääräinen lämpötila Olkiluodon edustalla nykytilanteessa simulointivuosina 2003 ja 2004. Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros (YVA Oy 2009).*

Neljän laitosesikön ollessa käytössä keskimääräinen meriveden pintalämpötila nousee purkuvirtauksen suunnassa noin 2 km etäisyydelle purkukanavasta. Lämpökuorman vaikutus määrävänä tekijänä on tällä alueella suurempi kuin eri vuosien sääolosuhteilla. Kauempana purkupaikasta ilman lämpötilan vaikutus kasvaa jäädytysvesiä suuremmaksi.

Lisääntyvä lämpökuorma vahvistaa meriveden lämpötilakerrostuneisuutta Olkiluodon edustalla. Tämän seurauksena pohjan läheiset lämpötilat saattavat laskea. Tämä ilmiö erottuu selkeimmin viileänä vuonna 2004 Kaalonlahden vaihtoehdossa (Kuva 30).

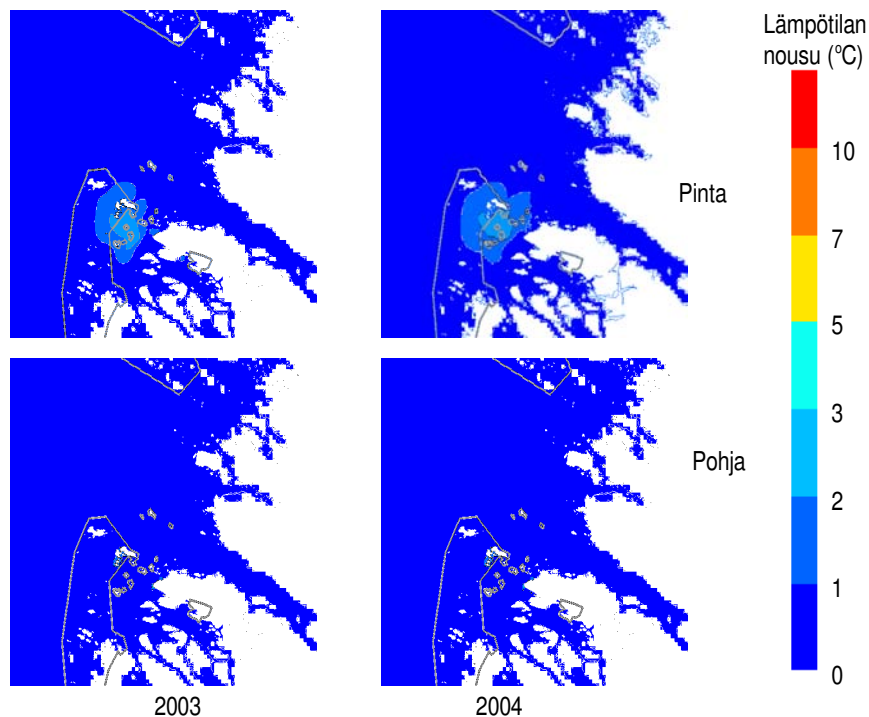


Kuva 30. Meriveden keskimääräinen lämpötila Olkiluodon edustalla simulointivuosina 2003 ja 2004 jäähdytysvesien purkupaikkavaihtoehdossa A (Kaakonlahti; YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.

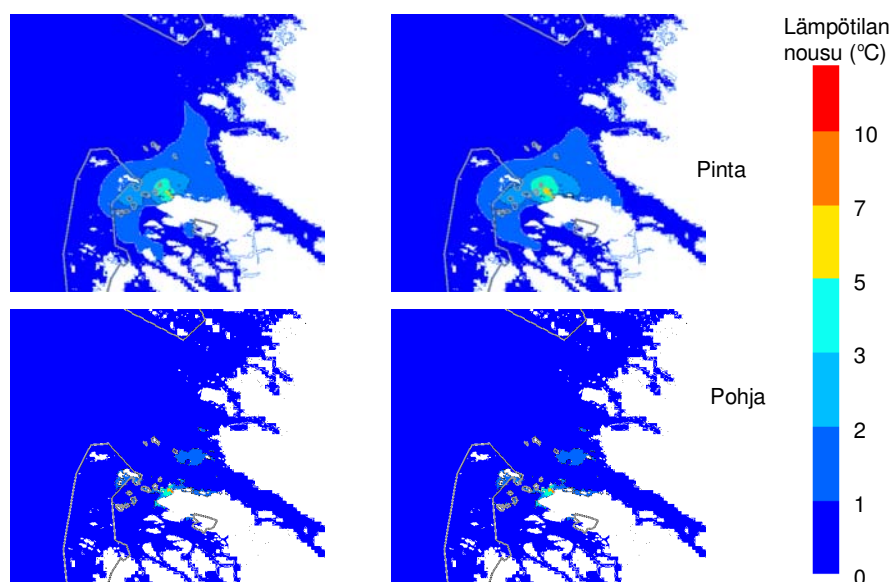


Kuva 31. Meriveden keskimääräinen lämpötila Olkiluodon edustalla simulointivuosina 2003 ja 2004 jäähdytysvesien purkupaikkavaihtoehdossa B (Ulko-pää; YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.

Seuraavassa on esitetty meriveden keskimääräinen lämpötilan muutos kesäkaudella nykytilanteeseen verrattuna. Lämpimän ja viileän vuoden välillä jäähtytysvesistä johtuvat meriveden lämpötilan muutokset ovat tulosten perusteella melko vähäisiä.



Kuva 32. Meriveden keskimääräinen lämpötilannousu Olkiluodon edustalla Kaalonlahden purkupaikkavaihtoehdossa (YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.

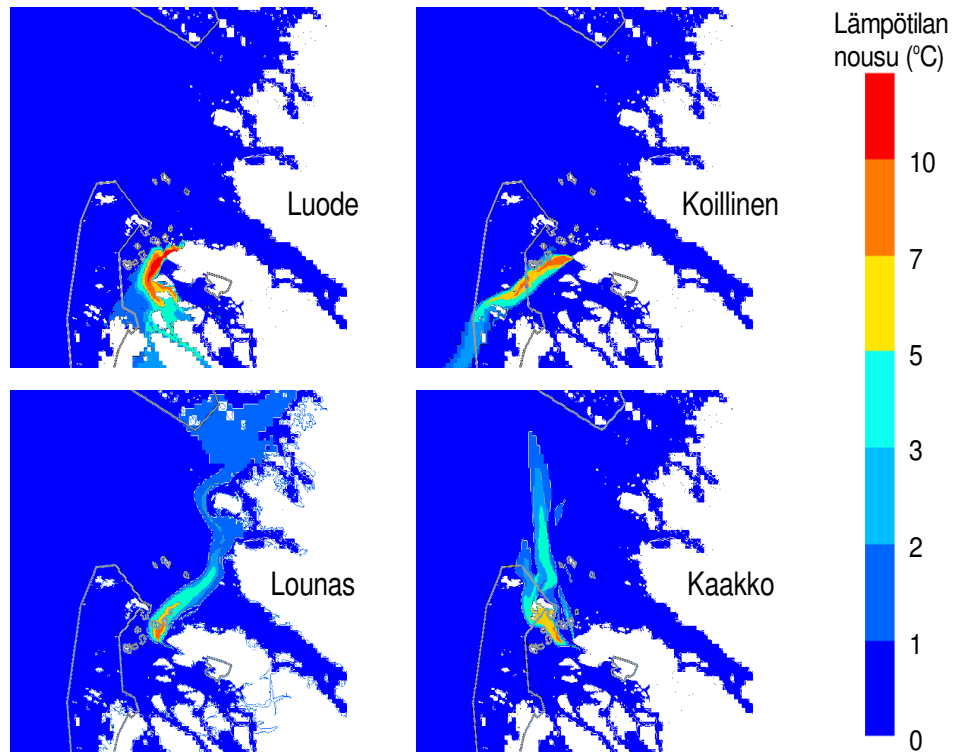


Kuva 33. Meriveden keskimääräinen lämpötilannousu Olkiluodon edustalla Ulkopään purkuvaihtoehdossa (YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.

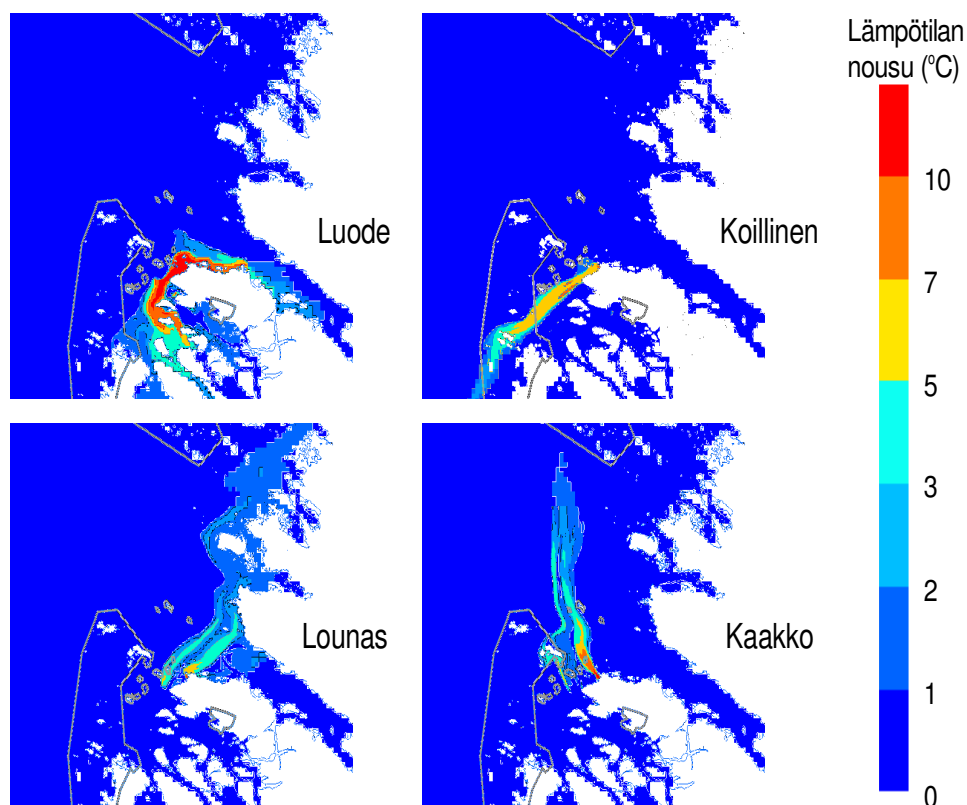
### 12.1.2 Hetkellinen lämpötilannousu

#### Vakiotuulitilanteet

Vuoden 2009 mallitarkastelussa laskettiin vakiotuulilla (7 d, 10 m/s), OL4:n toimiessa, jäähtytysvesien leviämistä ja siitä aiheutuvaa lämpötilannousua merialueella. Simulointijakson alku on 1.6.2003. Laskenta on täysin teoreettinen, eikä vastaavia olosuhteita tai lämpötiloja esiinny luonnossa.



Kuva 34. Pintaveden lämpötilan muutos nykytilanteeseen (OL1-OL2) Kaalonslahti -vaihtoehdossa (OL1-OL4) vakiotuulilla. Tuulensuunta on merkitty kuviin (YVA Oy 2009).

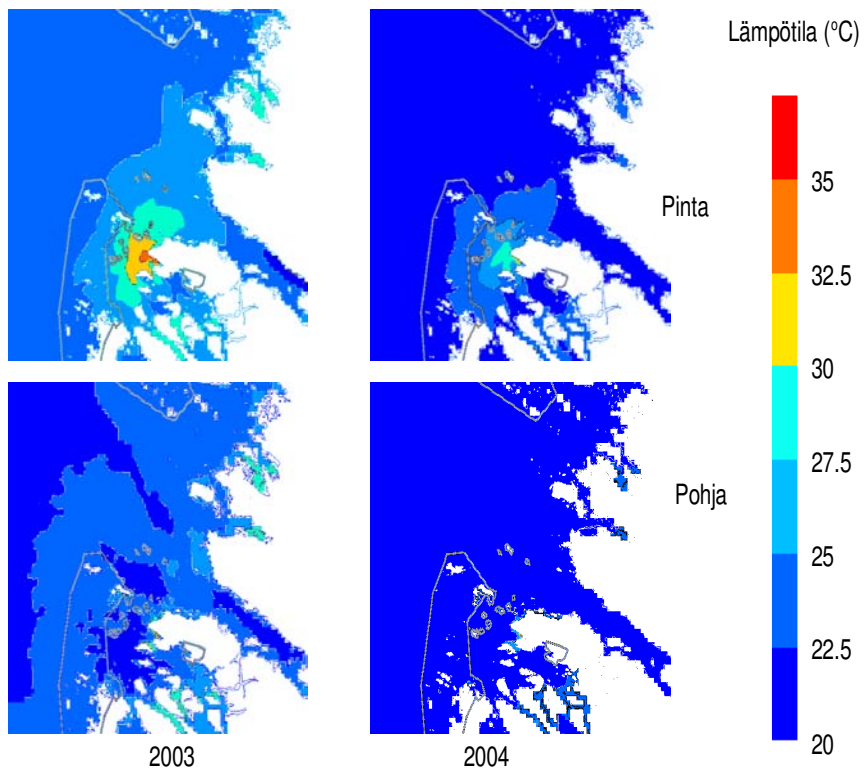


Kuva 35. Pintaveden lämpötilan muutos nykytilanteeseen (OL1-OL2) Ulkopää -vaihtoehdossa (OL1-OL4) vakiotuulilla. Tuulensuunta on merkitty kuviin (YVA Oy 2009).

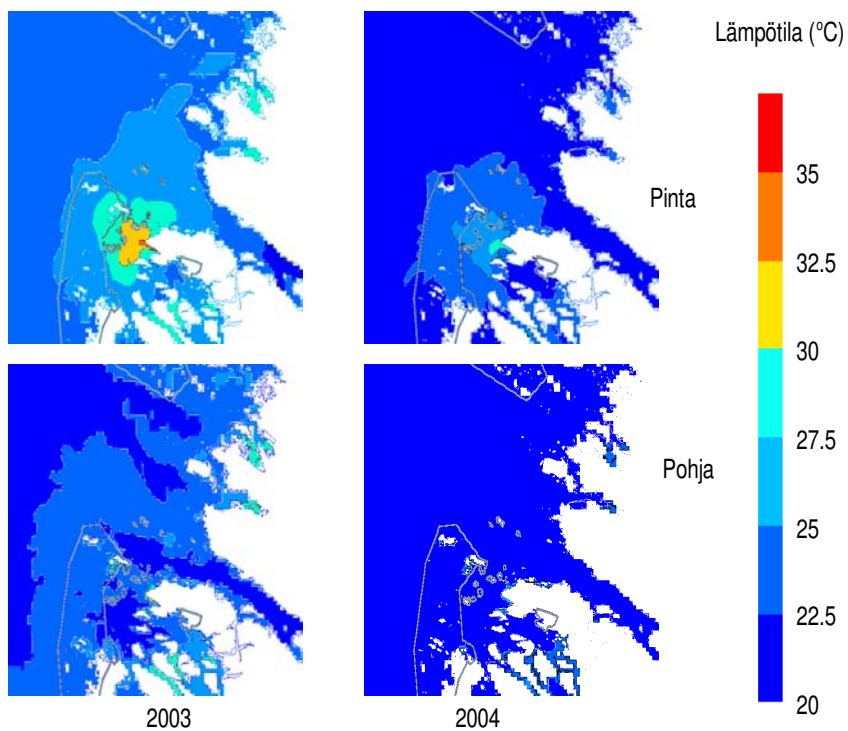
Jäähdytysvesien leviämistä nykytilanteeseen vertaamalla voidaan päätellä, että teoreettisissa vakiotuulitilanteissa OL4:n jäähdytysvesien lämpökuorma kulkeutuu kapeana juovana likimain tuulen suuntaan. Vaihtoehdon, jossa vedet puretaan Kaalonlahteen, vaikutusalue Rauman saariston Natura-alueella on tietyissä tuuliolosuhteissa suurempi kuin Ulkopää- vaihtoehdossa. Kun Olkiluodon edustalla virtaukset ovat syvyysjakauman ja saarien vuoksi painottuneet pohjois-eteläsuuntaan, lämpökuormaa kulkeutuu Natura-alueelle lähinnä pohjoisen ja idän välisillä tuulilla. Nämä tuulensuunnat ovat alueella selvästi keskimääräistä harvinaisempia.

### 12.1.3 Maksimilämpötilat

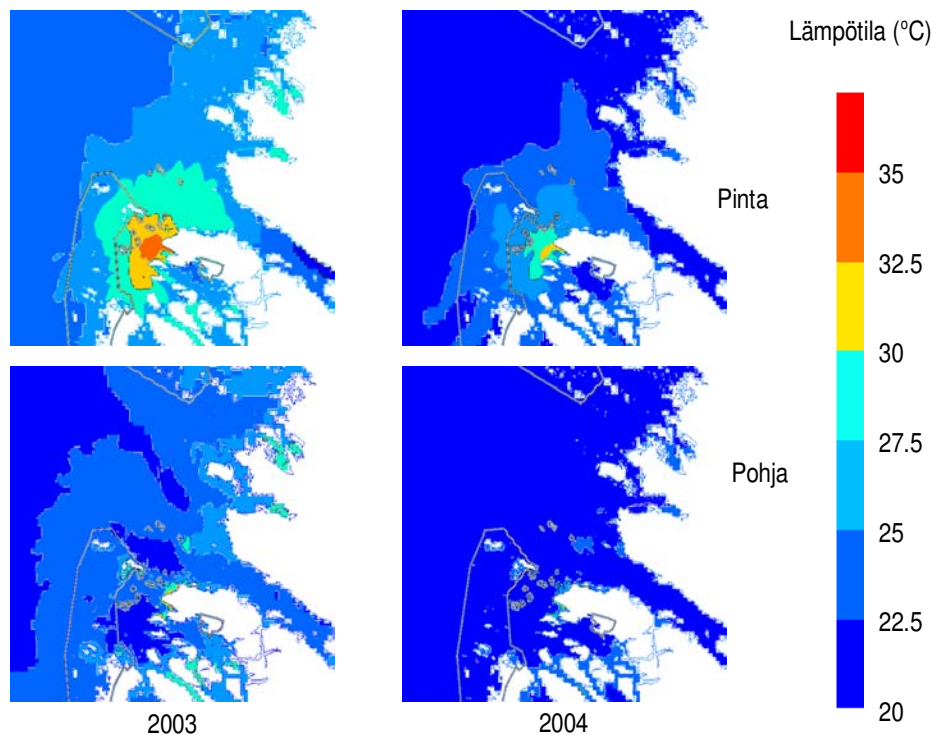
Kesän maksimilämpötilat eri purkupaikkavaihtoehdoissa on esitetty kuvissa 36 ja 37. Maksimilämpötilat on laskettu siten, että simulointivuosien koko kesän laskentajaksolta on kullekin hilaruudulle valittu suurin arvo. Tämä lämpötila saavutetaan eri pisteissä eri aikoina, joten maksimilämpötilakenttä ei kuvaa mitään todellista ajankohtaa merellä.



Kuva 36. Meriveden maksimilämpötilat nykytilanteessa simulointivuosina 2003 ja 2004 (YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.



Kuva 37. Meriveden maksimilämpötilat Kaalonlahden purkupaikka -vaihtoehdossa simulointivuosina 2003 ja 2004 (YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pintakerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.



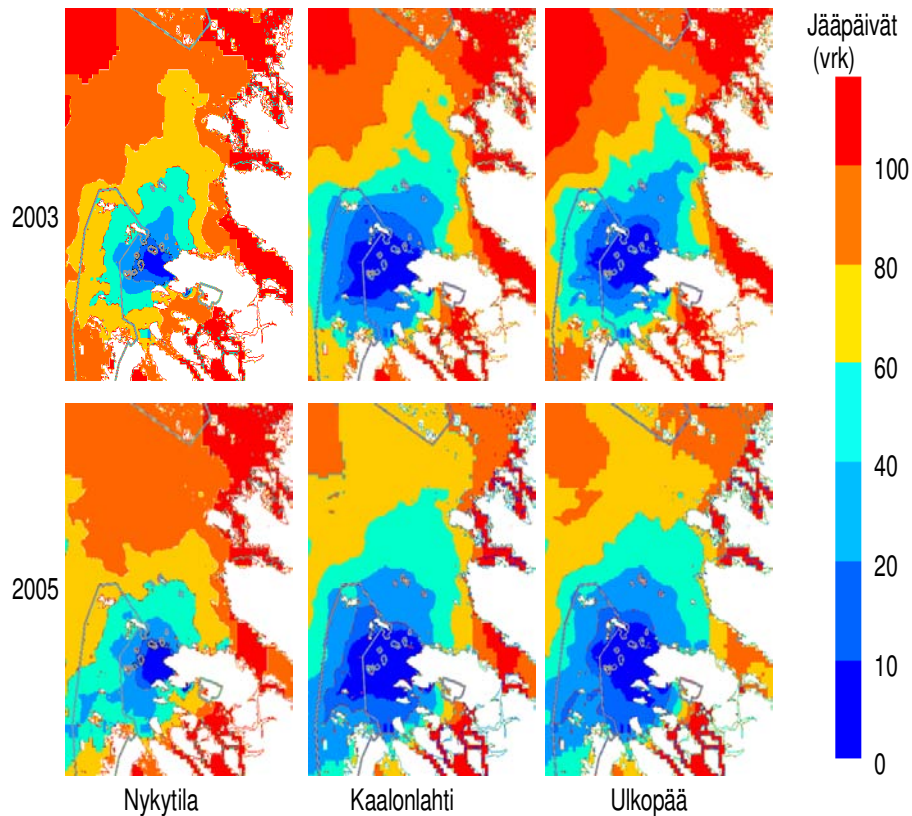
Kuva 38. Meriveden maksimilämpötilat Ulkopään purkupaikkavaihtoehdossa simulointivuosina 2003 ja 2004 (YVA Oy 2009). Ylärivissä on kuvattu pinta-kerros (0–0,5 m) ja alarivissä pohjan läheinen kerros.

Kesällä ilman keskilämpötila vaikuttaa pintaveden maksimilämpötiloihin enemmän kuin keskilämpötiloihin. Lämpimänä kesänä, Natura-alueen itäpuolella, korkeimmat pintaveden lämpötilat ovat 28...30 °C. Viileänä kesänä korkeimmat lämpötilat ovat 3...5 astetta alhaisempia. Pohjan läheisessä vedessä (<1 m pohjasta) maksimilämpötilat ovat noin 20 °C, syvimmillä ja kerrostuneimmilla alueilla vähemmän.

## 12.2 Talvi- ja kevätkauden tilanne

### 12.2.1 Jääolosuhteet

Mallilla simuloitiin kaksi talvijaksoa, kylmä talvi 2003 ja leuto talvi 2005. Laskentatuloksia verrattiin havaittuihin jäätilanekarttoihin. Olkiluodon edustalla sulana pysyvän alueen laajuus voi muuttua nopeasti tuulen suunnan määräämän jäähdytysvesien kulkeutumisen mukaisesti. Lisääntyvä lämpökuorma laajentaa sulana pysyvää aluetta ja vähentää jääpäivien lukumäärää reuna-alueilla.



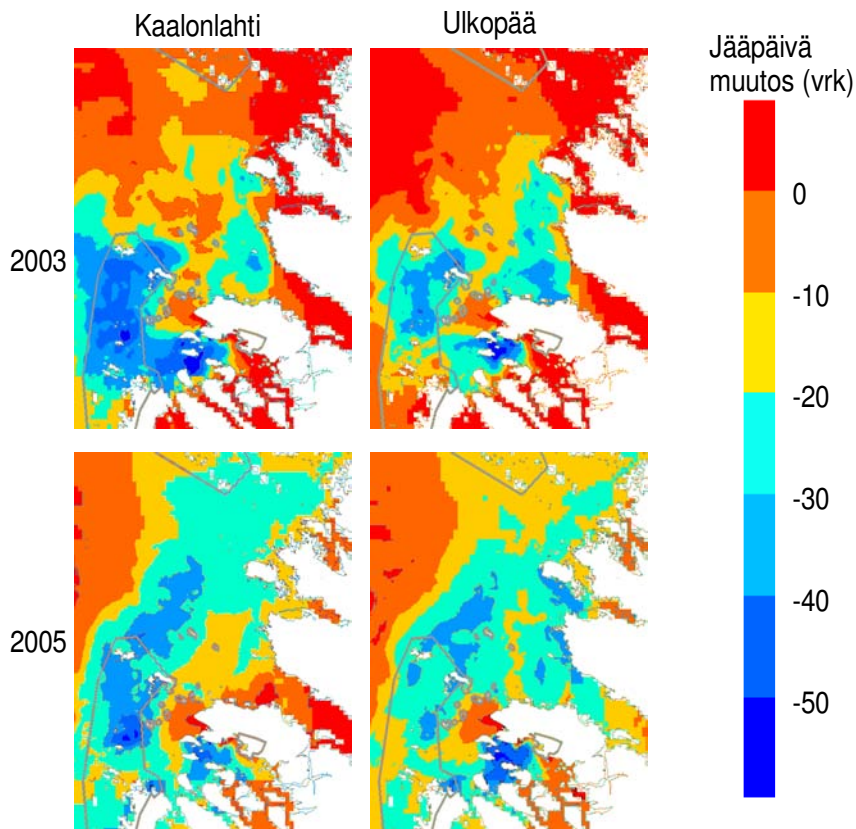
Kuva 39. Jääpäivien lukumäärä nykytilanteessa ja eri purkupaikkavaihtoehdoissa (YVA Oy 2009).

Mallinnusraportin tulosten perusteella nykytilanteessa kokonaan sulana pysyvän merialueen länsireuna Olkiluodon edustalla kulkee 1–2 km Natura-alueen rajauksen itäpuolella. OL4:n toimiessa sulan veden alue laajenee Natura-alueelle, jonka itäreuna pysyy sulana koko talven.

Purkupaikkavaihtoehdoista Kaalonlahti aiheuttaa laajemman sulan alueen Natura-alueelle ja enemmän muutoksia jääpäivien määrään Ulkopää -vaihtoehtoon verrattuna (Kuva 40). Sekä lauhan että kylmän talven välisessä vertailussa kokonaan jäättömänä pysyvän alueen koossa ei näyttäisi olevan suurta eroa.

Koska lämpökuorma ohjautuu Natura-alueen suuntaan, tapahtuu täällä muutoksia myös jääpäivien määrässä. Kylmänä talvena jääpäivien lukumäärän voidaan arvioida vähenevän yli kuukaudella. Sen sijaan leutona talvena muutos nykytilanteeseen verrattuna on todennäköisesti hieman vähäisempi kuin kovilla pakkasilla. Kun jäätä on keskimääräistä vähemmän, sulamista tapahtuu laajemmalla alueella ja samalla vallitsevan tuulen sekoittava ja ohjaava vaikutus korostuu.





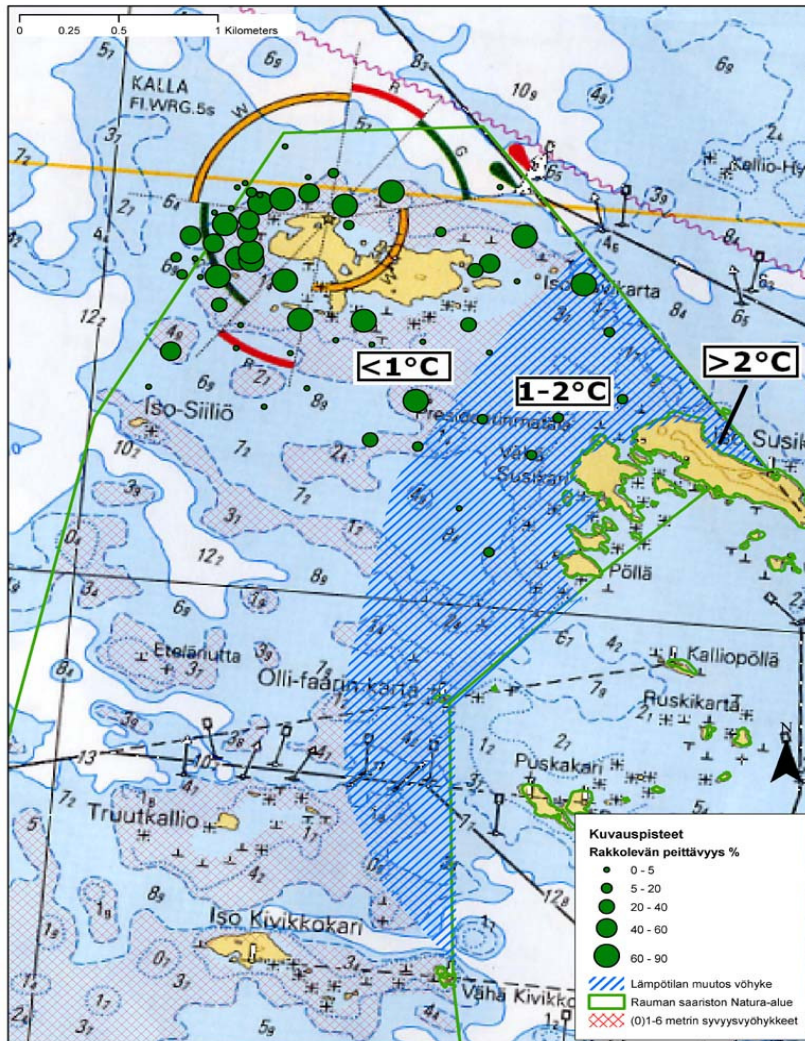
Kuva 40. Muutokset jääpäivien lukumäärässä Kaalonlahden ja Ulkopään purkupaikkavaihtoehdoissa (YVA Oy 2009).

### 12.2.2 Meriveden lämpötilaosuhteet kesällä ja talvella

Tarkasteltavista vaihtoehdoista keskimäärin vähemmän lämpökuormaa Natura-alueelle kulkeutuu johdettaessa jäähdytysvedet Ulkopäähän verrattuna Kaalonperän purkupaikkavaihtoehtoon. Tämä näkyy ennen kaikkea talvitilanteessa kokonaan sulana pysyvän merialueen koossa Natura-alueen itäreunalla (Kuvat 39 ja 40).

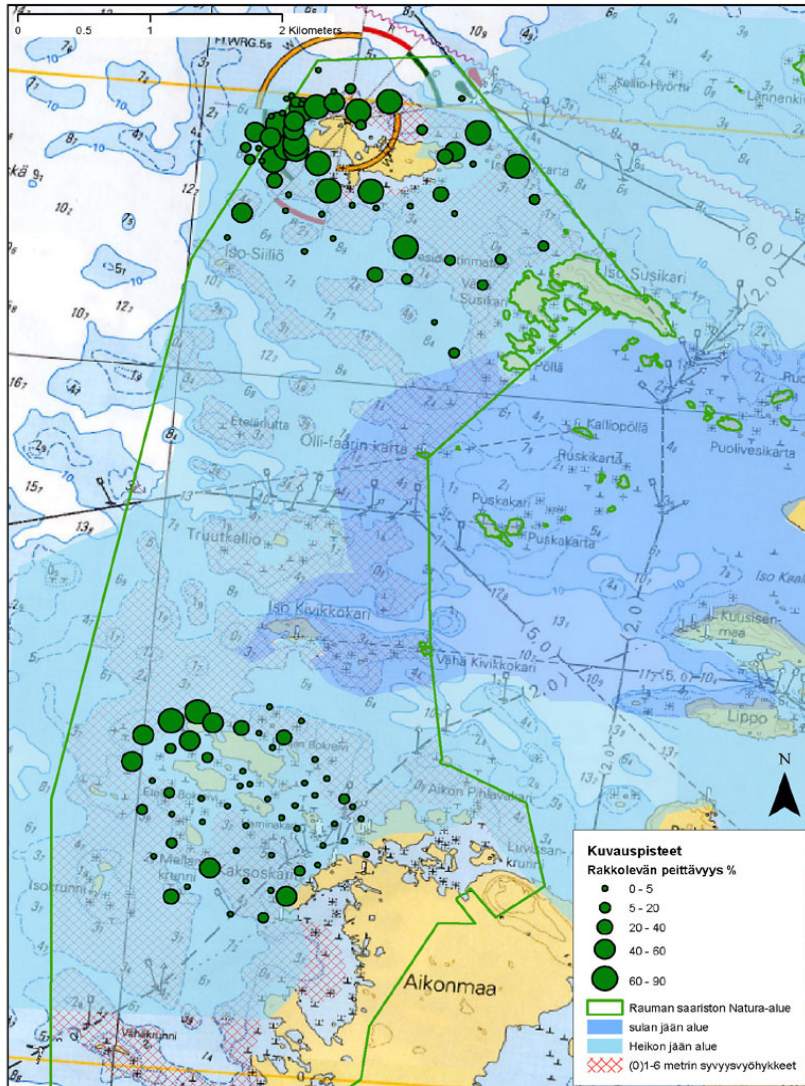
#### Lämpötilat

Jäähdytysvesien vaikutusalue laajenee OL4:n käyttöönoton myötä Olkiluodon edustalla sijaitsevalle Natura-alueelle. Virtausmallin tulosten perusteella meriveden pintalämpötila kohoaa Natura-alueen itäreunalla, Olkiluodon tasolla, keskimäärin 1–2 astetta ja länsireunalla nousu on alle asteen luokkaa (Kuva 41). Koillisosassa sijaitsevien saarten (Susikarit) rannoilla lämpötilannousu on hieman yli kaksi astetta. Yli 3 metriä syvillä pohjilla lämpötila nousee alle asteen tai voi jopa hieman laskea jyrkemmän lämpötilakerrostuneisuuden seurauksena.



Kuva 41. Meriveden pintalämpötilan nousun muutosvyöhykkeet Natura-alueen pohjoisosassa OL4:n toimiessa. Kuvassa myös videokuvausinventoinnin tulokset rakkolevän esiintymisestä Susikarien-Kallan välisellä alueella.

Kokonaan sulana pysyvällä Natura-alueen itäreunalla lämpötilaolosuhteet muuttuvat verrattuna tilanteeseen, jossa jääpeite kattaa merenpinnan talvikaudella. Keskeisin piirre tulee olemaan, että keväällä pintavesi lämpenee normaaliolosuhteita selvästi aikaisemmin lämpötilaan, jossa levätuotanto voi käynnistyä. Sama ilmiö voi esiintyä, tosin astetta myöhemmin, myös heikon jään alueella (Kuva 42).



Kuva 42. Sulana pysyvän ja heikon jään vyöhykkeet Natura-alueen pohjoisosassa OL4 toimiessa, Kaalonlahden purkupaikkavaihtoehdossa. Kuvassa myös videokuvasinventoinnin tulokset rakkolevän esiintymisestä Aikonmaan ja Susikarien-Kallan alueilla.

### Ilmastonmuutos

Mallilaskennassa tarkasteltiin erikseen, mitä ilmastonmuutoksen (luku 5.3) toteutuminen tietyillä reunaehdoilla (liite 2) aiheuttaisi Natura-alueella meriveden lämpötilaan yhdessä OL4:n jäähditysvesistä aiheutuvan lämpökuorman kanssa. Lämpötilakerrostuneisuuden voimistuminen yhdessä vesitilavuuden kasvamisen kanssa (arvioitu pinnannousu +50 cm) heikentävät lämpötilannousua Natura-alueella simulointivuosien tuloksiin verrattuna.

Edellä esitetty laskentatulokset osoittaa näiden kahden (laajasti käsitettynä) muuttujan välistä fyysikaalista riippuvuutta tietyissä ennustetuissa olosuhteissa. Tämän perusteella voidaan arvioida, että skenaariolaskelman toteutuesissa OL4:n jäähditysvesien johtaminen ei ainakaan merkittävästi voimistaerialueen rehevöitymistä Natura-alueella, vaikka ravinnekuormitus valunnan kasvun seurauksena voimistuisi ilmastonmuutoksen edetessä.

## **Yhteenveto**

Yhteenvetona edellä esitetystä voidaan todeta, että nykytilanteeseen verrattuna OL4:n käyttöönotto laajentaa vaikutusalueen, jossa meriveden pintakerros on lämpökuormasta johtuen nykyistä lämpimämpää, koskemaan koko Natura-alueen pohjoisosaa. Kuitenkin kasvukauden aikainen meriveden keski- ja maksimilämpötilojen muutos- ja esiintymisalue rajoittuu Natura-alueen pohjois-koillisosaan. Tämän alueen pinta-ala on noin 6 % koko Natura-alueen vesipinta-alasta. Pohjan läheisissä olosuhteissa lämpötilamuutokset jäävät erittäin vähäisiksi.

Suurin muutos aiheutuu talvella sulana pysyvän merialueen laajenemisesta koskemaan myös Natura-alueen itäreunaa. Heikon jään vyöhyke voi kylminä talvina ulottua laajimmillaan koskemaan koko Natura-alueen pohjoisosaa.

## **13. ARVIO LÄMPÖKUORMAN VAIKUTUKSISTA RAUMAN SAARISTON NATURA-ALUEELLA**

### **13.1 Vaihtoehtojen vaikutukset meriveden lämpötilaan**

Lähimmillään Rauman saariston Natura 2000 -alueen rajaus sijoittuu noin 3 km etäisyydelle OL4:n toisesta vaihtoehtoisesta jäähdytys- ja jätevesien purkupaikasta, Kaalonlahdesta (Kuva 28). Lähimmät erilliset Natura-ohjelmaan liitetyt luodot ja karit sijaitsevat noin kahden kilometrin päässä lahdekkeesta. Vastaavat etäisyydet Olkiluodon saaren pohjoisreunalta, Ulkopäästä, jossa sijaitsee toinen purkupaikkavaihtoehto, ovat keskimäärin kaksi kilometriä ja 500 metriä.

### **13.2 Rakentamisen aikaiset vaikutukset**

#### **13.2.1 Jätevedet**

Voimalaitosyksikön rakentamisvaiheen aikainen jätevesikuormitus on suurempi kuin käyttövaiheessa. Ajallisesti rajallisen kuormituslisän suhde Olkiluodon alueelle kohdistuvaan hajakuormitukseen on erittäin pieni. Merialueella, tehokkaan sekoittumisen ja laimenemisen seurauksena, jätevesien pääasiallisin vaikutusalue rajoittuu purkupaikan välittömään läheisyyteen (Ramboll Finland 2007b). Edellä esitetyn perusteella ei ole odotettavissa, että lisääntyvä jätevesikuormitus aiheuttaa haitallisia muutoksia meriveden laatuun ja sitä kautta suojeltaviin luonnonarvoihin lähimmillä osilla Natura-aluetta.

#### **13.2.2 Jäähdytysvesikanavien rakentaminen**

Merialueella tapahtuva rakentaminen aiheuttaa veden tilapäistä samenessa. Haitta on suurin työkohteiden lähialueella ja heikkenee nopeasti etäisyyden kasvaessa. Voimakkaan, pitkään jatkuvan itätuulen seurauksena vaikutusalue on laajimmillaan. Kaalonlahden edustalla nykyinen jäähdytysvesisuihku sekoittaa vesimassan tehokkaasti. Tämä estää sameushaittojen muodostumisen lähimmäksi sijoittuvalla Natura-alueella (Ramboll Finland 2007b).

Jäähdytysvesikanavien mereen sijoitettavien osien rakentamisesta aiheutuva samean veden leviämisaika riippuu tarkasteltavasta purkupaikkavaihtoehdosta. Veden laadun vähäisestä ja tilapäisestä muutoksesta ei kuitenkaan aiheudu erityistä haittaa karien ja kalliorantojen leväkasvustoille Natura-alueella.

### 13.3 Käytön aikaiset vaikutukset

#### 13.3.1 Eliöiden suhteesta ympäristöönsä

Eliöiden suhde elinympäristöönsä määräytyy pitkälle perimän sallimissa rajoissa. Näiden rajojen sisällä esim. kalat voivat fysiologisesti sopeutua lämpötilan muutokseen tai levät valaistusolosuhteissa tapahtuviin muutoksiin. Alustaansa kiinnittyneiden levien (esim. rakkolevä) kohdalla tämä voi merkitä alakasvurajan nousua syvyys suunnassa, kun yhteyttäminen syvässä vedessä heikkenee.

Itämeressä eliöiden levinneisyys riippuu ennen kaikkea vallitsevasta suolapitoisuudesta. Murtoveden erikoislaatuolosuhteissa monet eliöt elävät lähellä suolaisuuden sietorajaansa. Siksi ne ovat herkkiä pienillekin ympäristömuutoksille. Lajiston koostumus ja lukumäärä muuttuu siirryttäessä vähäsuolaiselta (jokisuut, Perämeri, Suomenlahti) alueelta kohti suurempaa suolapitoisuutta (ulkomeri, Saaristomeri, Etelä-Itämeri). Tällöin makean veden lajit vähitellen korvautuvat mereisimmillä lajeilla.

Veden lämpötilalla ja siinä tapahtuvilla muutoksilla on keskeinen vaikutus biologisen perustuotannon määrään. Yleissääntö on, että jokaista kymmenen celsiusasteen lämpötilanousua kohti eliöiden aineenvaihdunta kaksinkertaistuu. Kullakin eliölajilla on sille tyypillinen optimilämpötila ja minimi- sekä maksimilämpötila. Suhde lämpötilaan voi lajikohtaisesti vaihdella suuresti elinkierron eri vaiheissa. Erityisen herkkiä jaksoja monilla lajeilla ovat lisääntyminen ja nuoruusvaiheet. Siten keskilämpötilan vähäisetkin pysyvät muutokset, vaikka kriittisiä arvoja ei saavutettaisikaan, voivat pitkällä aikavälillä aiheuttaa muutoksia eliöyhteisöjen koostumuksessa.

Eliöt voidaan suhteessa ympäristössä vallitsevaan lämpötilaan jakaa kahteen pääryhmään eli niihin, jotka tulevat toimeen suhteellisen laajalla lämpötila-alueella (eurytermiset lajit) ja niihin, jotka viihtyvät vain kapealla alueella (stenotermiset lajit). Näiden pääryhmien välillä on erilaisia välimuotoja, sellaisiakin, jotka tietyissä olosuhteissa ovat stenotermisiä ja toisissa eurytermisiä.

Kuten edellä on esitetty (luku 6), tutkimustietoa Itämeren avainlajeihin luokituvan, kovilla pohjilla kasvavan rakkolevän altistumisesta pitkäkestoiselle veden lämpötilanousulle on kirjallisuustietojen perusteella vähäisesti saatavilla. Tehtyjen testausten perusteella rakkolevä ei vaikuta kovin lämpötilariippuvaiselta. Kuitenkaan rakkolevä ei näyttäisi sietävän voimakasta lämpökuormitusta esiintymisalueellaan.

Meriveden hetkellisen lämpötilan nousun biologiset vaikutukset riippuvat tarkasteltavan eliön tai eliöryhmän ympäristövaatimuksista ja herkkyydestä elinympäristössä tapahtuville vähäisillekin muutoksille. Tässä keskeisesti tarkasteltavan avainlajin, rakkolevän, ei kirjallisuustietojen perusteella katsota olevan erityisen herkkä hetkellisille nousuille. Biologisen vasteen suuruus riippuu viime kädessä lämpötilamuutoksen voimakkuudesta ja kestosta.

Kasvukauden aikaisella meriveden lämpötilalla ja siinä tapahtuvilla muutoksilla on pitkällä aikavälillä keskeisin vaikutus vesiympäristön ekologiseen tasapainoon. Tämän muutoksen suuruuteen perustuvat myös eri ennusteet ilmastonmuutoksen vaikutuksista pintavesien keskimääräisiin lämpötiloihin ja tämän merkityksestä rannikkovesien rehevöitymisen kiihtymiseen. Kuten edellä todettiin, tässäkin tapauksessa suoran biologisen vasteen suuruus riippuu paitsi muutoksen suuruudesta, aina myös tarkasteltavasta eliöstä. Eri lämpötiloissa tehdyissä testeissä rakkolevän kasvussa ei ole todettu olleen suuria eroja altistettaessa niitä selvästi erilaisiin lämpötiloihin. Hetkellisillä pintavedessä esiintyvillä maksimilämpötiloilla ei arvioida olevan suoraa vaikutusta rakkolevän elinkelpoisuuteen.

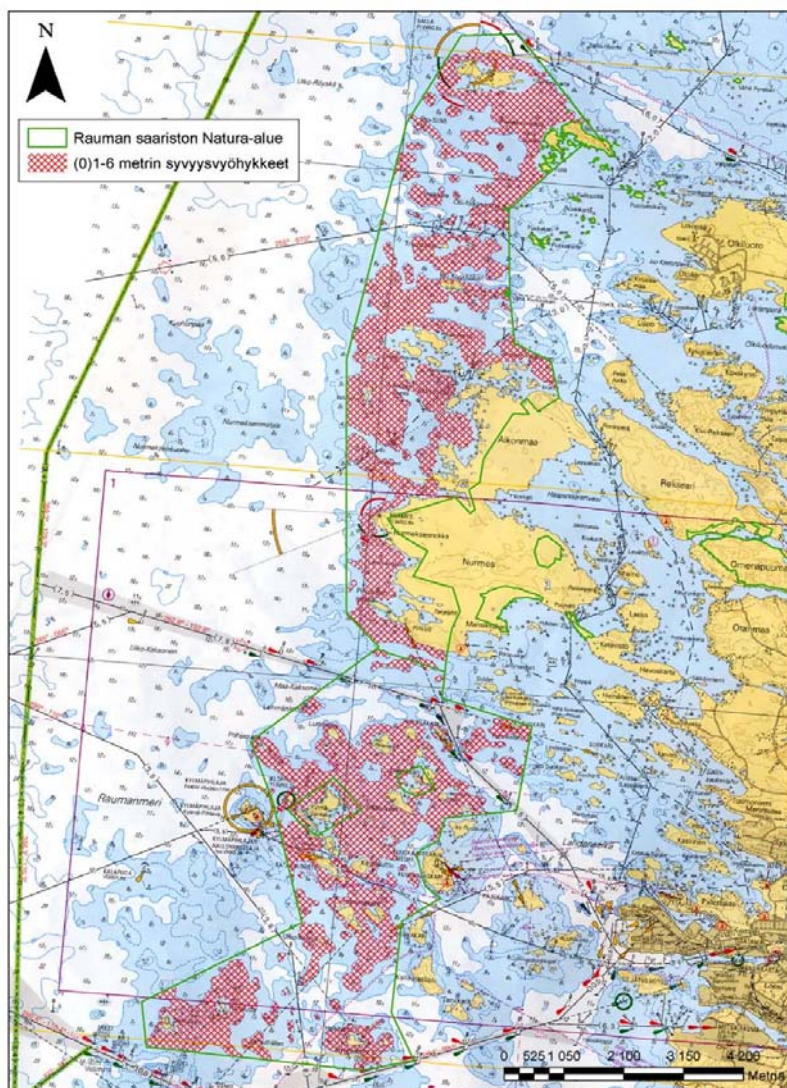
Lähinnä vaikutukset voivat olla välillisiä, veden valaistusolosuhteiden muutoksiin tai epifyyttien määrän kasvuun liittyviä. Ensiksi mainittu ilmiö voi vaikuttaa rakkolevän alakasvurajan nousemiseen matalampaan veteen. Päällisleviä taas voi enenevässä määrin alkaa muodostua lähinnä pintaa esiintyvissä rakkoleväkasvustoissa.

### **13.3.2 Riutat (koviin pohjien leväyhteisöt)**

Talvella esiintyvä sulan alueen esiintyminen Natura-alueen itäreunalla voi kasvattaa levämääriä ko. merialueella aikaistamalla keväällä kasvukauden alkua. Tällöin kasvunsa ensimmäisinä aloittavat rihmalevät saavat tästä kilpailuetua muihin leviin verrattuna. Kirjallisuuden perusteella rihmalevien kasvun vaikutukset rakkolevään ovat pääosin haitallisia. Rihmalevien kasvun voimistumiseen vaikuttaa keskeisesti kilpailutilanne ravinteiden saatavuudesta planktonlevien kanssa. Jos talviaikainen ravinnekuormitus maalta kiihtyy ilmastonmuutoksen seurauksena, rihmalevien tehokas ravinteiden sidonta voi johtaa tilanteeseen, jossa ko. leväryhmän kasvu Olkiluodon edustalla voimistuu ja alkaa nykyistä aikaisemmin keväällä.

#### **Tarkasteltava syvyysvyöhyke**

Videokuvausten tuloksiin perustuen kuvassa 43 esitetään Rauman saariston Natura-alueella oleva syvyysvyöhyke (1–6 m), jossa voi, pohjan olosuhteista riippuen, esiintyä rakkolevää. Tämän pohjan rajaamaksi pinta-alaksi on määritetty 2 162 hehtaaria eli sen osuus koko Natura-alueen pinta-alasta (5 090 hehtaaria) on keskimäärin 42 prosenttia.



Kuva 43. Syvyyvyöhyke (1–6 m), jossa rakkolevää on todettu esiintyvän karttaan merkityillä osilla Rauman saariston Natura 2000 -aluetta.

### Rannan avoimuus

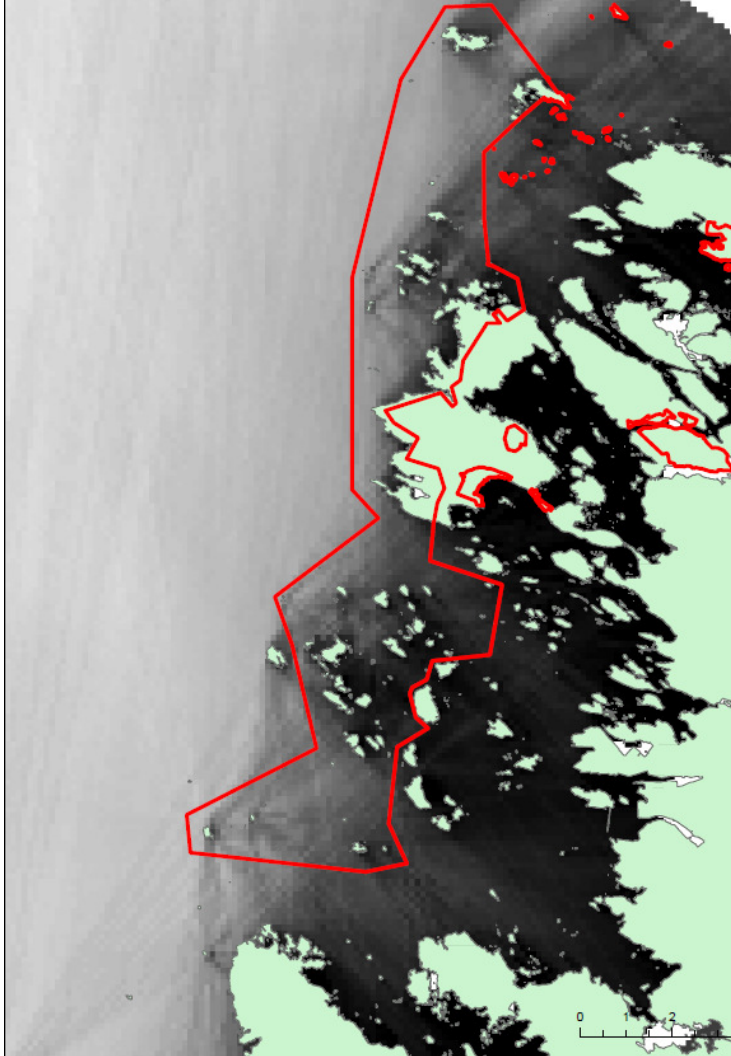
Kuten edellä luvussa 10.1 todettiin, kerätyn videoaineiston perusteella oli nähtävissä, että niin rakkolevän kuin putkilokasvien esiintymiseen vaikuttaa keskeisesti syvyyden ohella rannikon avoimuus. Mitä avonaisempi ympäristö sitä kovempi pohjan laatu ja sen myötä kasvaa rakkolevävaltaisuus.

Avoimuuden selvittämiseksi koko Natura-alueelle laskettiin Håkansonin (1981) kehittämää metodia soveltaen ns. avoimuus-arvot (*fetch*). Tämän lukuarvon katsotaan indikoivan hyvin erityyppisillä pohjilla vallitsevia olosuhteita (erosio–transportaatio–akkumulaatio).

Laskenta tehtiin paikkatieto-ohjelmalla ja tuulianeistona käytettiin vuosien 2002–2003 todellista tuulidataa tarkasteltavalta merialueelta. Aineistoa käsiteltiin siten, että saatiin esille kesän kasvukauden (1.5.–1.9.) tuulijakauma (%) pää- ja väli-ilmansuunnille. Tämän jälkeen tuulianeistolle laskettiin painotetut avoimuus-arvot. Taulukossa 4 (luku 8.1) on esitetty laskennassa käytetyt tuulensuunnat ja niiden esiintyminen Olkiluodon edustalla.

Kukin *fetch*-ajo tehtiin siten, että valitun tuulen suunnan ympärille muodostui yhdeksän kolmen asteen välein laskettua radiaalia (yhteensä 27 asteen viuhka). Avoimuusarvo laskettiin koko Natura-alueelle 120 m x 120 m rasterilla. Paikkatietojärjestelmän rastereille ilmoittamat arvot luokiteltiin välille 0-30.

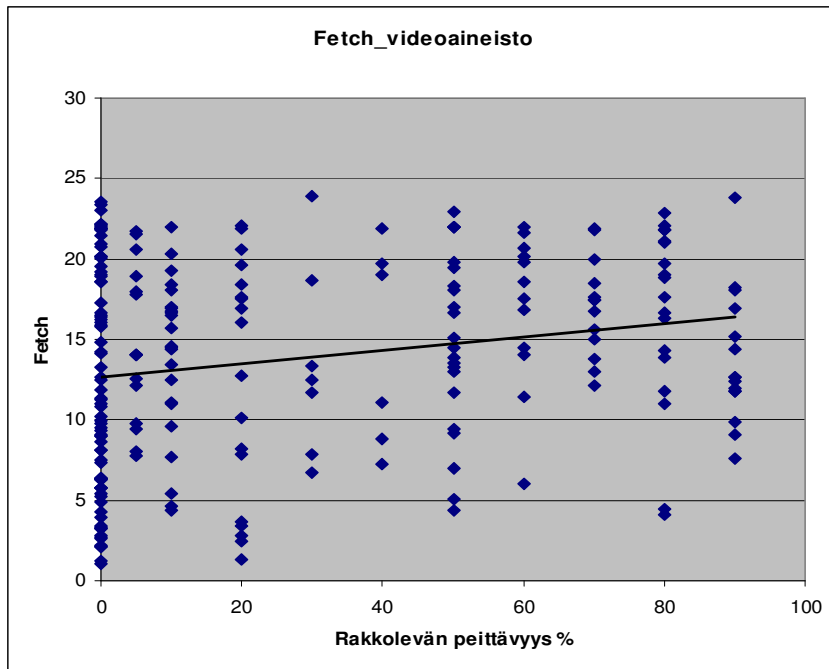
Kuvassa 45 on esitetty Natura -alueelle lasketut rannikon avoimuusarvot.



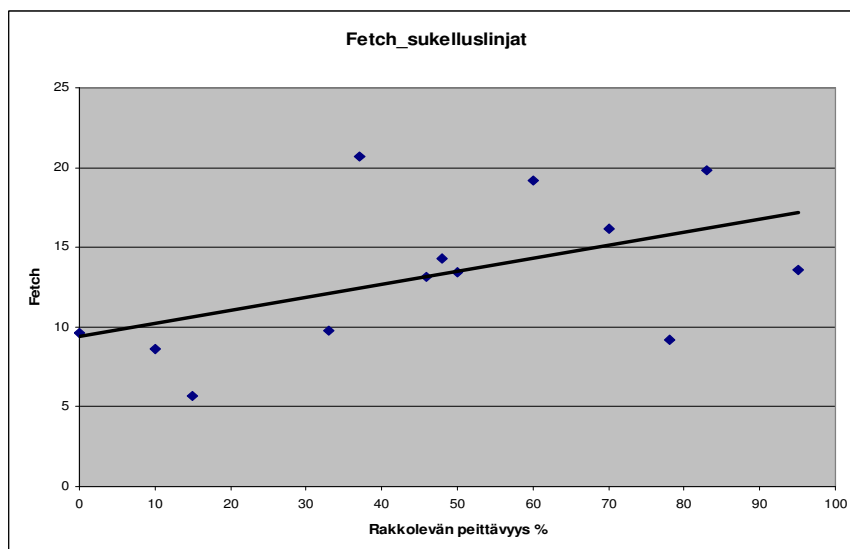
*Kuva 44. Rannikon avoimuutta kuvaava fetch- arvo Rauman saariston Natura 2000-alueella. Vaaleanharmaa väri kuvaa tuulelle avointa aluetta ja tumma suojaistaa aluetta.*

Laskettujen *fetch*-arvojen korrelaatiota rakkolevän esiintymisen ja kunnan suhteen selvitettiin sekä olemassa olevan videokuvausaineiston että kasvillisuuslinjojen inventointitulosten avulla. Videokuvausaineistossa korrelaatio oli lievää (Kuva 45), mutta kasvillisuuslinjoilla selvästi voimakkaampaa (Kuva 46). Molemmissa tarkasteluissa havaittiin kuitenkin sama suuntaus kuin kenttätutkimuksissa: rakkolevän peittävyys on avoimilla pohjilla suurempaa kuin suojaisilla alueilla.





Kuva 45. Pohjien avoimuutta Natura-alueella kuvaava fetch-arvo suhteessa rakkolevän peittävyyteen vuosien 2008–2009 videokuvauspisteillä.



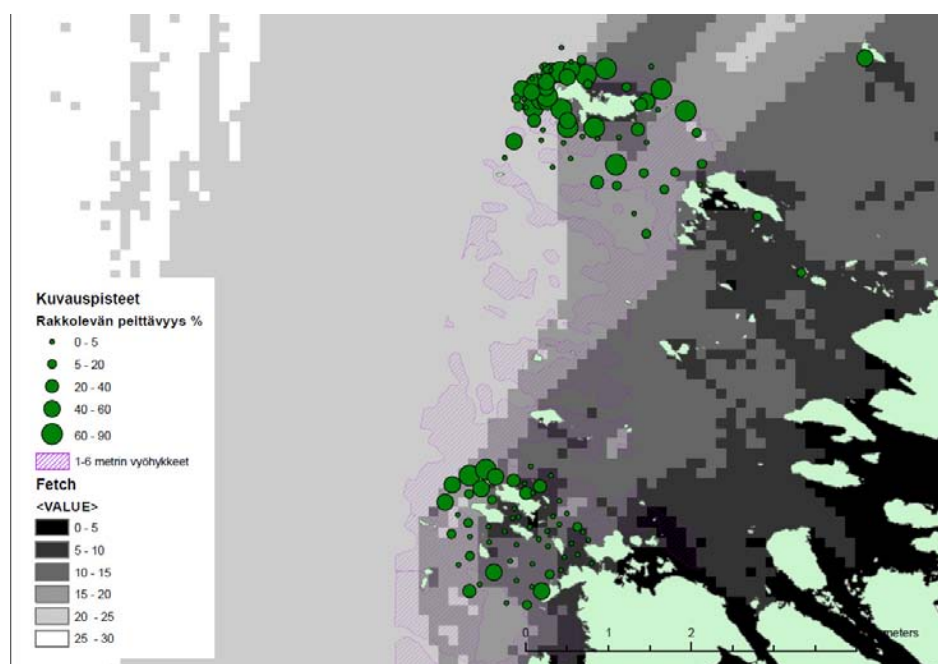
Kuva 46. Pohjien avoimuutta Natura-alueella kuvaava fetch-arvo suhteessa rakkolevän peittävyyteen vuosien 2007–2008 kasvillisuuslinjoilla.

Videokuvausaineiston ja *fetch*-arvojen välistä suhdetta tarkasteltiin myös siten, että aineistosta poimittiin pisteet, joissa rakkolevän peittävyyden oli arvioitu olleen yli 50 % pohjan alasta (Taulukko 6).

Taulukko 6. Fetch-arvo videokuvauspisteillä, joissa rakkolevän peittävyys oli yli 50 %.

Fetch-arvo	Kuvauspisteitä (kpl), joissa rakkolevän peittävyys >50 %
0...4	3
4...9	7
10...14	24
15...19	26
20...24	25
25...30	0

Taulukon tulosten perusteella voidaan päätellä, että rakkolevän esiintymisen kannalta potentiaalisilla pohjilla *fetch*-arvo on yli 10. Sama asia on nähtävissä graafisesti kuvassa 47.



Kuva 47. Rakkolevän peittävyys videokuvauspisteillä ja pohjien avoimuutta kuvaava *fetch*-arvo Natura-alueen pohjoisosassa.

### Rakkolevän kannalta potentiaalisten alueiden määrä

Edellä kuvatun mukaisesti taulukossa 8 on esitetty Natura-alueen ja jäähdytysvesien arvioidun vaikutusalueen pinta-alatietoja ja rakkolevälle potentiaalisia pohjia jäähdytysvesien purkupaikkavaihtoehdossa (Kaalonlahti), jossa lämpökuormaa kulkeutuu keskimäärin eniten Natura-alueelle.

Taulukko 7. Potentiaalisten rakkoleväkasvustojen pinta-alat ja niiden suhteelliset osuudet koko Natura-alueella ja arvioidulla maksimaalisella vaikutusalueella Kaalonlahden purkupaikkavaihtoehdossa.

Tarkastellut alueet	Syvyysvyöhyke 1–6 m	Fetch-arvo yli 10	Syvyysvyöhyke 1–6 m ja fetch-arvo yli 10
	Pinta-ala (ha)		
Koko Natura-alue (5090 ha)	2 162	3 520	1 644
Lämpötilan muutosalue (280 ha)	180	277	179
Sulana pysyvä alue (219 ha)	140	217	138
Osuus koko Natura- alueella	Prosenttiosuus (%)		
Lämpötilan muutosalue	8	8	11
Sulana pysyvä alue	6	6	8

Taulukon tuloksista nähdään, että edellä kuvatun laskentaperiaatteen mukaisesti tarkasteltuna jäähdytysvesien arvioidulla vaikutusalueella sijaitsee rakkolevän esiintymisen kannalta potentiaalisia alueita (*suhteellinen osuus koko Natura-alueella*):

- Kohonneen pintalämpötilan muutosalue 11 %
- Talvella sulana pysyvä alue 8 %

Edellä esitetyt prosenttiosuudet kuvaavat sen alueen suhteellista osuutta, jossa syvyyden ja avoimuuden perusteella arvioiden voi esiintyä hyväkuntoisia ja yhtenäisiä rakkoleväkasvustoja. Kuitenkin rakkolevän esiintymiseen vaikuttaa lisäksi keskeisesti pohjan laatu, jota ei tunneta koko Natura-alueen mittakaavassa. Prosenttilukujen perusteella ei siten voida suoraan päätellä riutat- luontotyyppien esiintymisen laajuutta, koska määritelmän mukaan edustavuuteen kuuluu myös leväkasvustojen vyöhykkeellisyys. Käytännössä vyöhykkeellisiä kasvustoja esiintyy avointen saarten, luotojen ja karien rantavyöhykkeissä. Lukuarvojen perusteella ei näin ollen voida suoraan päätellä jäähdytysvesien aiheuttaman vaikutuksen laajuutta suojeltuun luontotyyppiin. Tätä asiaa on arvioitu luvussa 13.9 (Vaikutuksen merkittävyys).

### Talvitilanne

OL4:n ollessa toiminnassa, täysin jäättömänä pysyvän, Natura-alueeseen kuuluvan merialueen pinta-alaksi on vuoden 2009 malliraportin tulosten perusteella arvioitu 2,2 km<sup>2</sup>. Tällä alueella lämpökuorman vaikutukset tulevat aikaa myöten näkymään selvimmin, johtuen kasvukauden pitenemisestä keväällä. Kyseisen merialueen pinta-ala on noin 4 % koko Rauman saariston Natura 2000-alueesta.

Sulana pysyvän merialueen vaikutusta kovien pohjien leväyhteisöjen toimeentuloon on vaikea tarkoin arvioida. Keskeistä on keväällä vesipatsaassa vallitsevat fysikaalis-kemialliset olosuhteet (kerrostuneisuus), jotka vaikuttavat planktonlevien ja rihmalevien väliseen kilpailuun ravinteista.

Lämpökuormitusta hyvin kestävät rihmalevät elävät vain lyhyen aikaa, mutta tänä aikana ne voivat edullisissa kasvuolosuhteissa (ravinteita käytettävissä) peittää tehokkaasti rakkoleväkasvustoja (Keskitalo 1988). Toisaalta rehevyyden voimistuessa yleinen valaistusolosuhteiden heikkeneminen pohjalla voi haitata rakkolevän kasvua ja kehitystä. Tämän kovien pohjien avainlajin paikallinen taantuminen voi heikentää myös siinä elävien tai siitä elantonsa saavien eliöiden kantoja. Lisäksi jääkannen puuttuminen talvella voi heikentää rakkolevän alueellista levittäytymistä uusille pohjille. Toisaalta alkukesällä, jos planktonlevät kuluttavat ravinteet vedestä ennen kuin ne päätyvät pohjalle rihmalevien kasvuun, pohjat jäävät paljaaksi rakkolevän kolonisaation ajaksi.

Talvella sulana pysyvä merialue, yhdessä ilmastonmuutoksen seurauksena lisääntyvän ravinnekuormituksen kasvun kanssa, voi vaikuttaa rakkolevän esiintymiseen Olkiluodon edustan Natura-alueella. Ilmastonmuutoksen vaikutuksia jääpeitteeseen on tarkasteltu luvussa 5.3.

### **13.3.3 Rantavallit**

Rantavallit sijaitsevat sisä- ja ulkosaariston välisellä alueella, missä merenkäynti on jo paikoitellen voimakasta, mutta rakkolevälle soveliaita kasvupaikkoja on alle kuuden metrin vesisyvytydessä runsaasti. Vähä Susikarin ja Kallan lähialueilla kasvaa syvyydestä ja alueella tehtyjen sukellustutkimusten perusteella runsaasti rakkolevää, minkä vuoksi on todennäköistä, että valtaosa rantavallien rakkolevästä on peräisin Natura-alueen sisältä. Vähä Susikarin pohjoispuolinen valli ja Kallan itärannan vallit saavat rakkolevätydennystä todennäköisesti Iso Pyrekarilta, minkä edustalla on laaja-alaisia, rakkolevälle soveliaita matalan veden alueita.

Virtausmallin tulosten perusteella meriveden pintalämpötila Vähä Susikarin pohjoisrannalla nousee 1–2 astetta ja Kallan lähiympäristössä alle asteen. Yli 3 metriä syvillä pohjilla lämpötila nousee alle asteen tai voi jopa hieman laskea jyrkemmän lämpötilakerrostuneisuuden seurauksena. Lievä lämpötilan nousu Vähä Susikarin edustalla saattaa edistää rihmalevien kasvua, mutta sen ei arvioida olevan luonteeltaan merkittävää eikä siten rantavallituontotyyppiä heikentävää. Rantavallien rakkolevämassat ovat myös pääasiassa peräisin alueelta, missä lämpötilan nousu on alle yhden asteen.

### **13.3.4 Rannikon laguunit**

Kallan pohjoisrannalla meriveden lämpenemisen on arvioitu olevan alle asteen luokkaa, minkä vuoksi neljän laitoksen jäähdytysvesien yhteisvaikutuksella ei arvioida olevan vaikutusta luontotyyppin säilymiseen nykyisenkaltaisena.

### **13.3.5 Maankohoamisrannikon primäärisukessiiovaiheen luontolaiset metsät**

Maankohoamisrannikolle ominainen metsien vyöhykkeisyys ei Susikarin saarten pienen koon vuoksi ole selkeästi nähtävissä, mutta kaikkein runsaspuustoisimmat lehtimetsiköt kuuluvat ko. luontotyyppiin. Susikarin saarten lähiympäristössä pienilmasto muuttuu neljän laitoksen jäähdytysvesien yhteisvaikutuksen myötä todennäköisesti suotuisammaksi. On myös todennäköistä, että kasvukausi sekä alkaa aikaisemmin että loppuu nykyistä myöhemmin lämpimien vesien vaikutuksesta. Tämä todennäköisesti lisää puiden kasvua ja jouduttaa sukessiota, mutta sen ei kuitenkaan arvioida muuttavan luontotyyppin ominaispiirteitä merkittäväällä tavalla.

### **13.3.6 Merenrantaniityt**

Kallan lähiympäristössä meriveden lämpötilannousun arvioidaan olevan alle asteen luokkaa, eikä jääpäivien lukumäärä muutu nykytilanteeseen verrattuna oleellisesti. Tämän vuoksi neljän laitostyksen jäähdytysvesien yhteisvaikutuksella ei arvioida olevan vaikutusta luontotyyppiin Kallan saaren alueella. Susikarin saarilla ja etenkin saarten etelärannalla lämpötilan nousu on yli kaksi astetta ja jääpäivien määrä nykyistä huomattavasti pienempi. Tällä on todennäköisesti vaikutusta kasvilajistoon ja yksittäisten lajien peittävyysiin. Jään kuluttavan vaikutuksen puuttuessa luontaisesti matalat niityt todennäköisesti pensoittuvat. Natura-alueen pohjoisosissa luontotyyppin pinta-ala jää kuitenkin karuista olosuhteista johtuen pieneksi, minkä vuoksi vaikutuksen ei koko Natura-alueen mittakaavassa arvioida olevan merkittävä.

### **13.3.7 Muut luontotyypit**

Muita Rauman saariston Natura-alueen pohjoisosassa tavattavia luontodirektiivin liitteen I luontotyyppisiä ovat ulkosaariston luodot ja saaret, kivikkorannat sekä kasvipeitteiset merenrantakalliot. Näihin luontotyyppisiin neljän laitostyksen jäähdytysvesien yhteisvaikutuksella ei arvioida olevan vaikutusta.

### **13.3.8 Luontodirektiivin liitteen II lajit**

Rauman saariston Natura 2000-alueella tavataan luontodirektiivin liitteen II lajeista harmaahyljettä eli hallia. Harmaahylkeen elinympäristöä Itämeressä ovat ulkokeri ja uloin saaristo. Halliemo saa vain yhden kuutin, joka syntyy helmi-maaliskuussa. Halli synnyttää yleensä ahtautuneen jään ja avoveden välissä olevaan jäälauttojen vyöhykkeeseen. Jään puuttuessa hylje voi synnyttää myös maalle, jolloin naaraat synnyttävät laumoissa.

Halli käyttää ravinnokseen pääasiassa kalaa ja sen tärkein saalislaji on silakka. Itämeren harmaahyljekannan kooksi on arvioitu 22 000 yksilöä ja kannan kehitys on arvioitu kasvavaksi (IUCN Red book). Nykyistä kannan elpymistä saattaa hidastaa ilmastonmuutos, joka vähentää jääpeitteisen alueen pinta-alaa Itämerellä; poikaskuolleisuuden on maalla todettu olevan merialuetta suurempaa. Muita uhkia harmaahylkeelle ovat lähinnä ympäristömyrkyt, metsästys ja Itämeren rehevöitymiskehitys.

Olkiluodon edustalla pysyvästi jääpeitteettömänä pysyvän merialueen pinta-ala on neljännen laitostyksen rakentamisen jälkeen arvioitu olevan hieman yli 2 km<sup>2</sup>. Koska alueella ei esiinny ahtojääalueita, kyseinen Natura-alueen pohjoisosan merialue ei sovellu hallin lisääntymiseen. Jäähdytysvedet eivät myöskään vaikuta hallin mahdollisuuksiin lisääntyä Rauman saariston maa-alueilla. Saalistaessaan halli liikkuu Rauman saaristoa huomattavasti laajemmalla alueella.

## **13.4 Ekologinen vaikutusalue**

Ekologisen vaikutusalueen voidaan laajimmillaan, etäisyyden kasvaessa asteittain heikentyen, arvioida ulottuvan Aikonmaan tasolle asti. Tämä rajausta perustuu odotettavissa olevaan talvi- ja kevätkauden jäätalanteeseen. Kuitenkin tässä tarkastelussa tärkeintä vaikutusaluetta on kokonaan sulana pysyvä alue Natura-alueen itäreunalla (Kuva 42).

On huomattava, että eri vuosina vaikutusalueen laajuus voi vaihdella paljonkin talven kylmyydestä, vallitsevista tuulista ja muista säätekijöistä (ilmastonmuutoksen etenemisestä) riippuen.

Kesäkaudella esiintyvien lämpötilannousun muutosvyöhykkeiden sisällä perustuotanto voi jossain määrin kiihtyä, jos olosuhteet ovat muuten suotuisat levien kasvulle (ravinteet, valon määrä). Tämä merkitsee rehevöitymisen jonkin asteista kasvua lähinnä Susikarien, mutta mahdollisesti myös Kallan rantavesissä. Natura-alueen ulkomerenpuoleisella avonaisella reunalla kasvuolosuhteissa ei hankkeen seurauksena arvioida tapahtuvan erityisiä ekologisista muutoksia nykyiseen verrattuna.

Rauman saariston Natura 2000 -alueen keski- ja eteläosa eivät kuulu vaikutusalueeseen.

### 13.5 Vaikutuksen voimakkuus ja pysyvyys

Neljän laitostyöyksikön (OL1, OL2, OL3 ja OL4) jäähdytysvesien aiheuttama lämpökuormitus Rauman saariston Natura 2000 -alueelle tulee olemaan pysyvää. Kuitenkin, kuten edellä on mainittu, vaikutuksen fyysikaalinen ja biologinen voimakkuus sekä samalla vaikutusalueen laajuus voivat vaihdella merkittävästikin eri vuosina. On myös huomattava, että ilmastonmuutoksen mukanaan tuoma veden kerrostuneisuuden jyrkkeneminen jopa osittain lieventää jäähdytysvesien fyysikaalisia vaikutuksia meriveden lämpötiloihin.

### 13.6 Vaikutuksen merkittävyys

Natura-arviointiin liittyviä peruskäsitteitä:

Heikentämisen käsitettä arvioitaessa huomioon otettavia seikkoja ovat:

- luontotyyppin tai lajin suotuisan suojelun tasoon kohdistuvat muutokset
- kyseisen alueen vaikutus Natura 2000 -verkoston yhtenäisyyteen. Heikentyminen on luontotyyppin tai lajin elinympäristön fyysistä rappeutumista. Lajin kohdalla se voi olla myös lajin yksilöihin kohdistuvaa häiriövaikutusta.

Arvioinnissa otetaan huomioon, miten alue vaikuttaa verkoston yhtenäisyyteen. Suotuisan suojelun tason määrittämisestä on johdettavissa seuraavia heikentymisen kriteereitä:

- luontotyyppi heikentyy, kun sen pinta-ala supistuu tai sille ominaisten lajien kannalta tarpeellinen ekosysteemin rakenne ja toimivuus huonontuvat
- lajien elinympäristöjen heikentymistä tai häirintää tapahtuu, jos lajin elinympäristö supistuu tai jos kannan kehitystä koskevien tietojen perusteella on todettavissa, että alkuperäisestä tilanteesta poiketen laji ei enää ole alueella elinkelpoinen.

Merkittävyyden arviointiin vaikuttaa muutosten laaja-alaisuus. Laajuus on kuitenkin suhteutettava kyseisen alueen kokoon, sen luontoarvojen merkittävyyteen ja sijoittumiseen. Ratkaisevaa ei siis ole hankkeen vaikutusalueen laajuus vaan niiden heikentävien vaikutusten merkittävyys.

Edellä luvussa 13.3 on esitetty arvio siitä, kuinka suurella osalla arvioitua jäähdytysvesien vaikutusaluetta, suhteessa koko Natura-alueen tilanteeseen, esiintyy veden syvyyden ja rannan avoimuuden perusteella rakkolevälle potentiaalisesti soveliaista pohjaa. Videokuvausten perusteella Susikarien ja Kallan välissä esiintyi rakkolevää vain muutamain paikoin yli 50 % peittävyydellä. Pääosin levää esiintyi täällä selvästi harvalukuisampana, 5–40 % peittävyydellä. Huomionarvoista ko. merialueella oli rakkolevän matalakasvuisuus ja myös putkilokasvien esiintyminen paikoin. Susikarien lähivesissä rakkolevää esiintyy satunnaisesti.

Tutkimustulokset viittaavat siihen, että osalla jäähdytysvesien vaikutusalueita ei esiinny edustavaa riutat- luontotyyppiä, jolle tyypillistä on leväkasvillisuuden selväpiirteinen vyöhykkeisyys sekä laajat ja hyväkuntoiset rakkoleväkasvustot. Näin siitä huolimatta, että alue kuuluu syvyyden ja avoimuuden perusteella luokiteltuun potentiaaliseen levän esiintymisalueeseen. Sen sijaan siellä, missä veden syvyys on sopiva ja avoimuus riittävä, Kallan alueella ja Natura-alueen eteläosissa esiintyy yhtenäisiä edustavia rakkoleväkasvustoja saarien ja luotojen rantavesissä.

Johtopäätöksenä edellä esitetystä on, että OL4:n lämpökuormasta aiheutuvan haitan suuruus Natura-suojeluperusteisiin jää käytännössä selvästi vähäisemmäksi kuin pelkän pinta-alasuhteen perusteella voitaisiin päätellä. Pinta-alatarkastelussa on huomattava, että rakkolevän potentiaalinen esiintymisalueiden määrä ei kuvaa suoraan vaikutuksen suuruutta. Rakkolevä ei ole herkkä lämpötilamuutoksille, joten pintaveden lämpeneminen 1–2 asteella ei merkitse rakkolevän häviämistä muutosalueelta. Lämpötilamuutos ja sulana pysyvän alueen laajeneminen voivat jossakin määrin lisätä rihmalevien kasvua. Tällä voi olla haitallinen vaikutus rakkoleväkasvustoihin ja riutat-luontotyyppiin. Rihmalevien kasvun voimistumiseen vaikuttavat keskeisesti valon määrä ja ravinteiden saatavuus. Veden lämpötilan muutosalue sekä sulana pysyvä alue ovat pääosin avointa ympäristöä, missä tuulen ja aaltojen vaikutus rajoittaa rihmalevän esiintymistä. Vaikka videotutkimuksissa todettiin vaikutusalueelta vain pieniä rakkolevän peittävyksiä, olivat todetut rakkoleväkasvustot hyväkuntoisia, eikä niiden päällä esiintynyt juurikaan rihmaleviä. Tämä viittaisi siihen, että alueen avoimuus ehkäisee rihmalevien kasvua.

Merkittävyyden arvioinnissa keskeistä on, että hankkeen toteutuessa valtaosa Natura-alueen kovien pohjien leväyhteisöistä jää täysin koskemattomiksi. Selvitysten perusteella Natura-alueen keski- ja eteläosassa, vaikutusalueen ulkopuolella, on runsaasti potentiaalista pohjaa, jossa riutat - luontotyyppiä voi esiintyä. Inventoinneissa alueelta löydettiin erittäin edustavia leväyhteisöjä. Siten OL4:n toimiessa kyseisen luontotyypin suotuisan suojelun tason voidaan edelleen katsoa olevan voimassa Rauman saariston Natura 2000 -alueella.

## **14. VAIKUTUKSIA LIEVENTÄVÄT TOIMENPITEET**

Jäähdytysvesien purkupaikan valinnalla ja virtauksen suuntauksella voidaan vaikuttaa jäähdytysvesien leviämiseen Natura-alueelle. Mallitarkastelun perusteella tarkastelluilla vaihtoehtoisilla purkupaikoilla ei ollut kovin merkittäviä eroja.

## 15. SEURANTA

Tässä Natura-arviointiraportissa on esitetty virtausmallinnuksen tuloksiin ja kenttähavaintoihin perustuva arvio OL4:n jäähdytysvesien aiheuttamista vaikutuksista suojeltuihin Natura-luontotyyppeihin, vaikutusten alueellisesta esiintymisestä ja merkittävydestä Rauman saariston Natura 2000 -alueen suojeluperusteiden ja suotuisan suojelun tason säilymisen kannalta. Kaikkeen tulevaisuutta koskevaan arviointiin liittyy epävarmuutta, niin myös tehtyyn Natura-arviointiin. Tämä korostaa seurannan merkitystä arvioinnin oikeellisuuden varmentamiseksi ja mahdollisten muutosten nopeuden ja alueellisen esiintymisen selvittämiseksi.

Mallinnuksen tulosten perusteella OL4:n käyttöönotto lisää meriveden lämpökuormaa Natura-alueen pohjoisosassa. Merialueen tilan säännöllisellä seurannalla kuormituksen vaikutuksia voidaan pyrkiä konkretisoimaan. Kuitenkin on huomattava, että pitkälle tulevaisuuteen kohdistuvassa tarkastelussa luontotyyppien olosuhteisiin voivat enenevässä määrin vaikuttaa myös ilmastomuutoksen kehittyminen ja merialueen tilassa tapahtuvat muut muutokset. Ilmastomuutoksesta johtuvat, tiedossa olevat seurausvaikutukset ovat samansuuntaisia kuin nyt tarkasteltava meriveden lämpökuormitus.

Esityksessä seurannan järjestämisestä (liite 4) tehdään alustava ehdotus niistä menetelmistä, tutkittavista parametreista ja alueista, joiden avulla voidaan tehdä päätelmiä Olkiluodosta merialueelle kohdistuvan, lisääntyvän lämpökuorman merkityksestä Natura-suojelun kannalta. Seurannassa käytetään sekä kartoitettavia että vertailevia menetelmiä. Tulosten tulkinnan tueksi kerätään havaintoja meriveden fysikaalis-kemiallisista ominaisuuksista.

Seurannassa käytetään jo aiemmin Natura-alueella tehtyjen kiinteiden kasvillisuuslinjojen inventointeja (linjasukellukset) ja mahdollisesti esim. pohjien videokuvauksia. Tulokset osoittavat tilanteen kehittymisen samalla paikalla aiempien vuosien havaintoihin verrattuna. Erikseen seurataan rakkolevävyöhykkeiden alakasvurajan muutosta.

Rantavallien seuranta ehdotetaan järjestettäväksi siten, että Vähä Susikarin pohjoispuolinen valli sekä yksi valli Kallan etelärannan edustalta otetaan seurantaan. Valleilla seurataan rantaan ajautuneen rakkolevän määrää sekä vallin pituutta, leveyttä ja paksuutta. Lisäksi arvioidaan luontotyyppille ominaisen kasvillisuuden edustavuutta.

## 16. JOHTOPÄÄTÖKSET

Suunnitteilla olevan uuden ydinvoimalaitosyksikön (OL4) vaikutukset, yhdessä muiden käytössä olevien yksiköiden (OL1-OL3) kanssa, voivat jäähdytysvesien merivettä lämmittävän ominaisuuden seurauksena kohdistua Rauman saariston Natura-alueeseen, lähinnä *vedenalaisiin* ja saarten sekä luotojen *rantavyöhykkeiden* Natura-luontotyyppeihin.

Voimalaitosyksikön rakentamisen aikana merialueelle kohdistuva toiminta ei tehdyn arvion mukaan heikennä meriveden fysikaalis-kemiallista laatua Natura-alueella, eikä siten aiheuta haitallisia vaikutuksia Natura-suojelun perusteena oleville luontotyypeille. Luontodirektiivin liitteen II lajeille ei hankkeesta rakentamisvaiheessa arvioida olevan haitallisia vaikutuksia.



OL4:n käyttöönotto, yhdessä muiden käytössä olevien laitospöytäyksiköiden kanssa, laajentaa lähinnä vain pintakerroksesta lievästi lämmenneen (keskimääräinen lämpötilannousu alle 1 °C – hieman yli 2 °C) meriveden vaikutusalueen koskemaan Olkiluodon edustan lisäksi myös Natura-alueen pohjoisosaa. Lämmenneen meriveden alueeseen kuuluu Susikarien saariryhmä. Kallan tasolla keskimääräinen lämpötilannousu jää alle 1 °C suuruiseksi. Huomattavaksi, että ilmastonmuutoksen seurausvaikutukset ainakin osaksi näyttäisivät heikentävän jäähdytysvesien meriveden pintalämpötiloja kohottavaa vaikutusta. Samalla ne lisäävät lämpötilakerrostuneisuutta, joka parantaa rakkoleväyhteisöjen (riutat -luontotyyppi) kilpailuasemaa rihmaleviin nähden.

Meriveden lämpötilannousun seurauksena Susikarien ja vaikutusalueeseen kuuluvien karien ja luotojen rantavesissä voi alkaa esiintyä nykyistä runsaampaa leväkasvua (rehevöitymistä ja sen seurausvaikutuksia). Kokonaisuutena haitallisten vaikutusten arvioidaan jäävän luonteeltaan varsin paikallisiksi. Tähän vaikuttaa keskeisesti merialueen avoimuus sekä vallitsevat tuulet ja virtaukset. Lännempänä ja etelämpänä Natura-alueella esiintyviin edustaviin rakkoleväkasvustoihin kesän keskimääräisen meriveden lämpötilannousun ei arvioida vaikuttavan.

Mallilaskennassa tarkasteluilla vakiotuulilla tai maksimilämpötiloilla, jotka tilapäisesti voivat kohottaa meriveden pintakerroksen lämpötiloja Natura-alueella, ei arvioida olevan erityistä merkitystä kovien pohjien riutat -luontotyypin esiintymiseen. Tämä johtuu siitä, että pohjan lähellä lämpötilamuutokset jäävät erittäin vähäisiksi. Toisaalta tehdyissä selvityksissä rakkolevä on todettu selviytyvän vaihtelevissa lämpötilaolosuhteissa.

Pääasiallinen jäähdytysvesistä aiheutuva lämpövaikutus kohdistuu merialueelle, joka on pääosin avointa. Merialueen avoimuus ehkäisee rihmalevien lisääntymistä tällä alueella. Pohjakaasvillisuuteen kohdistuvien vaikutusten arvioidaan kohdentuvan pelkästään alueen suojaisimmille osille. Talvella sulana pysyvän merialueen pinta-ala Natura-alueella on noin 4 % koko Rauman saariston Natura-alueen vesipinta-alasta. Tästä vain pieni osa on sellaista aluetta, jossa vaikutuksia voi käytännössä näkyä.

Johtopäätöksenä Natura-arvioinnista voidaan esittää, että laitospöytäyksiköiden OL1-OL4 jäähdytysvesien mukana merialueelle kulkeutuva lämpökuorma ei vaaranna suojeltujen luontotyyppien tai lajien suotuisan suojelun tasoa Rauman saariston Natura-alueella. Siten hanke, yhdessä alueella jo toimivien yksiköiden kanssa, ei myöskään vaaranna Natura 2000 -verkoston yhtenäisyyttä Selkämeren rannikolla.

## 17. LÄHTEET

- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 2001. Natura 2000 -luontotyyppiopas. Ympäristöopas 46. Suomen ympäristökeskus.
- Alahuhta, J. 2008. Selkämeren rannikkovesien tila, vesikasvillisuus ja kuoritus. Rehevöitymistarkastelu. Lounais-Suomen ympäristökeskuksen raportteja 9/2008. Lounais-Suomen ympäristökeskus.
- Bäck, S., Collins, J.C. & Russel, G. 1992. Effects of salinity on growth of Baltic and Atlantic *Fucus vesiculosus*. British Phycological Society, 27:39-47.
- Haapala, J., Myrberg, K., Leppänen, J-M., Lumiaro, R., Lehtiniemi, M. & Tiit-ta, E. 2009. Ilmastonmuutos muuttaa Itämerta. Itämeriportaali. Päivitetty 10.2.2009.
- Helsinki Commission. 2007. Climate Change in the Baltic Sea Area. Baltic Sea Environment Proceedings No. 111. HELCOM Thematic Assessment in 2007.
- Keskitalo, J. 1988. Lämminvesipäästöjen vaikutukset pohjakaasvillisuuteen ja kasviplanktoniin Olkiluodon ydinvoimalaitoksen meriympäristössä. Säteily-turvakeskus. STUK- A71.
- Kiirikki, M. & Ruuskanen, A. 1996. How does *Fucus vesiculosus* survive ice scraping? Botanica Marina, 39: 133-139.
- Korpinen, J. 2009. Sähköposti 10.3.2009.
- Lauri, H. 2007. Virtausmalli Olkiluodon edustalle lämpöpäästöjen leviämisen arviointiin. Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus (YVA) Oy. Raportti 10.9.2007.
- Leskinen, E. 2007. Elämää rantavyöhykkeessä. Litoraaliekologian kurssi. Segelskär.
- Lindfors, A., Huttunen, O. & Mykkänen, J. 2008. Vedenlaadun alueellinen jakauma Olkiluodon edustalla heinäkuussa 2008. Working Report 2008-86. Luode Consulting Oy.
- Lounais-Suomen vesi- ja ympäristötutkimus Oy 2009. Olkiluodon lähivesien fysikaalis-kemiallinen ja biologinen tarkkailututkimus. Vuosiraportti 2008.
- Länsi-Suomen ympäristölupavirasto 2006. Lupapäätös 19.6.2006. Asia 2) Länsi-Suomen vesioikeuden päätöksen nro 13/1995/4 (10.3.1995) lupaehtojen tarkistaminen koskien ydinvoimalaitoksen laitosesiköiden Olkiluoto 1 ja 2 sekä käytetyn polttoaineen välivaraston jäähdytysvesien johtamista merestä, Eurajoki.
- Marttila, V., Granholm, H., Laanikari, J., Yrjölä, T., Aalto, A., Heikinheimo, P., Honkatukia, J., Järvinen, H., Liski, J., Merivirta, R. & Paunio, M. 2005. Ilmas-tonmuutoksen kansallinen sopeutumisstrategia. MMM:n julkaisuja 1/2005. Maa- ja metsätalousministeriö.
- Myrberg, K., Leppäranta, M. & Kuosa, H. 2006. Itämeren fysiikka, tila ja tu-levaisuus. Yliopistopaino. Helsinki 2006.
- Park R. A. & Clough J.S. 2008. AQUATOX (Release 3).Modelling environmental fate and ecological effects in aquatic ecosystems. Volume X: Technical documentation. Draft. U.S. Environmental protection agency office of water. Office of science and technology Washington DC 20460.

- Pöyry Energy Oy 2008. Ympäristövaikutusten arviointiselostus. Olkiluodon ydinvoimalaitoksen laajentaminen neljännellä laitosesiköllä. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy. 2007a. Vesikasvikartoitus Olkiluodon ydinvoimalan edustalla elokuussa 2007. Linjasukellukset 14.-22.8.2007. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy. 2007b. OL4 Natura 2000 tarvearviointi 5.12.2007. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy. 2008. OL4 voimalaitosesikön Natura-vaikutusten arviointi. Työohjelma 8.8.2008. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy. 2009a. OL4 voimalaitosesikön Natura-vaikutusten arviointi – vesikasvikartoitus Rauman saariston Natura-alueella. Linjasukellukset 19.-20.8.2008. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy. 2009b. OL4 voimalaitosesikön Natura-vaikutusten arviointi – levävyöhykkeiden eliöstö. Kirjallisuuskatsaus. 17.2.2009. Teollisuuden Voima Oy.
- Ramboll Finland Oy 2009c. OL4 Natura-arviointi. Rauman saariston Natura 2000 -alueen nykytilan kartoitus. Merenpohjan videokuvaukset 2008 ja 2009. Teollisuuden Voima Oy.
- Rauman kaupunki. 2008. Rauman kaupungin eräiden alueiden liittäminen osaksi Selkämeren kansallispuistoa sekä Raumanmeren luonto- ja retkeilyalueen liittäminen kokonaisuuteen yksityisen suojelualueen perustamismenetelmällä. 14.12.2008.
- Raunio, A., Schulman, A. & Kontula, T. (toim.). 2008. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristö 8. Suomen ympäristökeskus.
- Ruuskanen, A. & Bäck, S. 1999. Does environmental stress affect fertility and frond regeneration of *Fucus vesiculosus*? Ann.Bot. Fennici, 36:285-290.
- Sarvala, M. & Sarvala, J. 2005. Miten voit, Selkämeri? Ympäristön tila Lounais-Suomessa nro 4. Turku 2005.
- Suomen Ympäristövaikutusten Arviointikeskus (YVA) Oy. 2009. Neljän laitosesikön aiheuttamat lämpövaikutukset Olkiluodon edustalla. Teollisuuden Voima Oy.
- Ympäristöministeriön kirje 2007. Pintavesien ekologinen luokittelu. Viite: laki vesienhoidon järjestämisestä (1299/2004). 17.12.2007.