

Rauman lentopolttoaineen (eSAF) tuotantolaitos

NATURA-ARVIOINTI

Rauman saaristo FI0200073, SAC

Muutosluettelo

Versio	Päiväys	Muutoksen kuvaus	Tarkastettu	Hyväksyjä
1	20.1.2026	Valmis	Matti Heitto	

Sweco Finland Oy

Projekti	Rauman e-SAFlaitos YVA-menettely
Työnumero	25015308-001
Asiakas	Norsk e-Fuel As
Tekijä	Laila Huovinen-Manu, Jaakko Leppänen
Päiväys	20.1.2026
Versio	1

1.	JOHDANTO	5
2.	NATURA-ARVIOINNIN TARVE	5
3.	AINEISTO, MENETELMÄT JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT	6
3.1	Aineisto ja menetelmät	6
3.2	Epävarmuustekijät	7
4.	HANKKEEN KUVAUS	8
5.	NATURA-ALUE RAUMAN SAARISTO (SAC, FI0200073)	9
5.1	Natura-alueen yleiskuvaus, luonne ja merkitys	9
5.2	Luontodirektiivin luontotyytit	10
5.3	Luontodirektiivin liitteen II lajit	14
5.4	Muut tärkeät lajit	14
5.5	Natura alueen nykytila ja suojelutavoitteet	15
6.	VAIKUTUSALUE JA VAIKUTUSMEKANISMIT	19
6.1	Vesistön nykytila ja vesistövaikutukset	19
6.2	Vaikutusmekanismit	21
6.3	Jäähdytysvesimallinnus	21
6.3.1	Mallinnuksen toteutus	21
6.3.2	Meriveden lämpötila	23
6.3.3	Vaihtoehto VE1a ja VE1b	23
6.3.4	Vaihtoehto VE2a ja VE2b	25
6.3.5	Vedenlaatu	27
7.	VAIKUTUSTEN ARVIOINTI	29
7.1	Vaikutukset vesistöön	29
7.1.1	Rakentamisen aikaiset vaikutukset vesistöön	29
7.1.2	Toiminnan aikaiset vaikutukset vesistöön	29
7.2	Kalastovaikutukset	30
7.3	Vaikutukset vedenalaisiin luontotyypeihin	31
7.4	Vaikutukset pohjaeläimistöön	32
7.5	Vesistövaikutusten merkittävyys ja vaihtoehtojen vertailu	32
7.6	Meriliikenteen vaikutukset ja onnettomuus- ja häiriötilanteet	33
7.7	Melu- ja ilmapäästövaikutukset	34
8.	VAIKUTUKSET NATURA-ALUEESEEN RAUMAN SAARISTO	35
8.1	Luontodirektiivin luontotyytit	35
8.2	Luontodirektiivin liitteen II lajit - Halli	35
8.3	Muut tärkeät lajit	35
8.4	Natura-alueen eheys	35
8.5	Yhteisvaikutukset	36
8.6	Vaikutusten lieventäminen	36
9.	YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET	36

10. LÄHTEET	38
-------------------	----

Liite 1 SALASSA PIDETTÄVÄ VIRANOMAISLIITE koskien sensitiivistä lajitietoa.

Kartta- ja ilmakuvat:
Maanmittauslaitos (MML)
Karttojen paikkatieto:
Sweco Finland Oy,
SYKE, ELY-keskukset, Metsähallitus, Suomen lajitietokeskus

1. JOHDANTO

Norsk e-Fuel AS suunnittelee Rauman Satamassa Ulko-Petäjäksellä sähköisen polttoaineen (eSAF) tuotantolaitosta. Tuotantolaitoksella valmistetaan sähköisesti tuotetusta vedystä ja teollisuudesta talteen otetusta hiilidioksidista e-kerosiinia ja e-naftaa lentoliikenteen käyttöön. Hankelaitos käyttää raakavetenä sekä elektrolyysin jäähdytysvetenä merivettä, jonka ottoa varten hankkeessa rakennetaan vedenottoputki rantaan aivan hankelaitoksen viereen. Lisäksi laitoksen puhdistetut jätevedet ja prosessissa kiertänyt jäähdytysvesi palautetaan mereen satama-altaaseen sijoitettavan purkuputken kautta. Laitoksen liikenne on suunniteltu kulkevan laivoilla, junilla tai maantiekuljetuksina. Laivaliikennettä varten hankkeen yhteydessä rakennetaan uusi laiturirakennus Ulko-Petäjäksen kärkeen. Mikäli junaliikenne toteutuu kuljetusvaihtoehtona, rakennetaan Rauman satamassa sijaitseville raiteille jatkoyhteys hankealueelle.

Lähimmälle Natura-alueelle tehdään Natura-arviointi osana YVA-menettelyä.

Tämän arvioinnin tekemisessä on käytetty uusinta Suomen ympäristökeskuksen Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi -opasta (Mäkelä ja Salo 2024). Luonnonsuojelulain 35 §:n mukaan Natura-arviointi on tehtävä, mikäli hanke tai suunnitelma joko yksistään tai tarkasteltuna yhdessä muiden hankkeiden ja suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää valtioneuvoston Natura 2000 -verkostoon ehdottaman tai verkostoon sisällytetyn alueen niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty verkostoon.

Tässä Natura-arvioinnissa käsitellään myös uhanalaisten lajien esiintyvyyttä, joka on tietona salassa pidettävää. Sensitiivinen lajitieto on rajattu Suomen Lajitietokeskuksen (2021) ohjeistuksen mukaan. Vaikutukset sensitiivisiin ja salassapidettäviin lajeihin on esitetty liitteessä 1.

Natura-arviointi on tehty asiantuntija-arviona olemassa olevan tiedon perusteella. Natura-arvioinnin on tehnyt Sweco Finland Oy:stä vanhempi asiantuntija, FM (biologi, ekologia) Laila Huovinen-Manu, vedenalaisen luonnon osalta arvioinnin on tehnyt vesistöasiantuntija, FT Jaakko Leppänen.

2. NATURA-ARVIOINNIN TARVE

Luonnonsuojelulain 35 §:n mukaan hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan on asianmukaisella tavalla arvioitava ne vaikutukset, jotka voivat heikentää niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on ilmoitettu, ehdotettu tai sisällytetty Natura 2000 -verkostoon. Luonnonsuojelulain mukainen vaikutusten arviointivelvollisuus syntyy, mikäli hankkeen vaikutukset kohdistuvat Natura-alueen suojelun perusteena oleviin luontoarvoihin, ovat luonteeltaan heikentäviä, laadultaan merkittäviä ja ennalta arvioiden todennäköisiä. Arviointivelvollisuus koskee myös sellaista hanketta tai suunnitelmaa alueen ulkopuolella, jolla todennäköisesti on alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia. Natura-arvioinnin suorittamisen kynnys voi ylittyä myös eri hankkeiden ja suunnitelmien yhteisvaikutusten vuoksi.

Luonnonsuojelulain 39 §:n mukaan suunnitelmaa ei voida hyväksyä, jos arviointi- ja lausuntomenettely osoittaa suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja (ilman LSL 39 §:n mukaista poikkeusta), joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon. Toisaalta alueen sisällekin voi kohdistua luontoa muuttavia toimintoja, mikäli ne eivät merkittävästi heikennä Natura-alueen suojeluperusteita. Luontodirektiivin 6 artiklan mukaan viranomaisten täytyy varmistua siitä, ettei hanke vaikuta alueen koskemattomuuteen. Lupaviranomaisen on ennen lupapäätöstä varmistettava, että arvioinnit ovat asianmukaisia ja niissä esitetyt johtopäätökset ovat perusteltuja.

Vaikutusten arvioinnissa noudatetaan varovaisuusperiaatetta (Mäkelä & Salo, 2024). Hanke tai suunnitelma voidaan hyväksyä vain ”jos ei ole olemassa mitään tieteelliseltä kannalta relevanttia epäilyä alueen koskemattomuuteen kohdistuvien haitallisten vaikutusten aiheutumatta jäämisestä” (Euroopan yhteisöjen tuomioistuimen päätös EYT C-127/2). Hankkeen vaikutuksia on arvioitava erityisesti sen alueen ominaisuuksien ja erityisten ympäristöolosuhteiden valossa, jota suunnitelma tai hanke koskee.

Natura-arvioinnissa keskitytään alueen suojeluperusteena oleviin luontotyyppeihin ja lajeihin. Arviointivelvoite koskee yhteisön tärkeänä pitämällä alueilla (SAC) vain luontodirektiivin liitteen I luontotyyppejä tai luontodirektiivin liitteen II lajeja. Lintudirektiivin mukaisilla erityisillä suojelualueilla (SPA) arviointivelvoite koskee vain lintudirektiivin liitteen I lintulajeja ja lintudirektiivin 4.2 artiklassa tarkoitettuja muuttolintuja. Arvioinnissa tarkastellaan näiden lajien ja luontotyyppien elinympäristöjä ja niiden ominaispiirteitä. Natura-alueiden suojeluperusteet on esitetty Natura-tietolomakkeissa.

Heikentämistä arvioitaessa huomioidaan luontotyyppin tai lajin suotuisaan suojelutasoon kohdistuvat muutokset sekä hankkeen vaikutus Natura 2000 -verkoston eheyteen ja koskemattomuuteen. Tällä tarkoitetaan ekologisen rakenteen ja toiminnan säilymistä elinkelpoisena ja Natura-alueen suojeluperusteena olevien luontotyyppien ja lajien kantojen säilymistä elinvoimaisina. Eliölajin suojelutaso on suotuisa, kun laji pystyy pitkällä aikavälillä säilymään elinvoimaisena luontaisissa elinympäristöissään (LSL 5 §). Luontotyyppin suojelutaso on suotuisa, kun sen luontainen levinneisyys ja kokonaisala riittävät turvaamaan luontotyyppin säilymisen ja sen ekosysteemin rakenteen ja toimivuuden pitkällä aikavälillä sekä luontotyyppille luonteenomaisten piirteiden säilymisen. Natura-alueen on säilyttävä eheänä ekologisen kokonaisuutena, jotta sen luonnonarvot säilyvät pitkällä aikavälillä. Hanke ei saa uhata alueen koskemattomuutta, eli koko Natura-alueen ekologisen rakenteen ja toiminnan täytyy säilyä elinkelpoisena. Hankkeen tai suunnitelman arvioidut vaikutukset esitetään Natura-arvioinnissa eriteltynä jokaisen suojeluperusteen (lajin ja/tai luontotyyppin) osalta.

Vaikutuksen merkittävyyteen vaikuttavat muun muassa vaikutuksen suuruus, tyyppi, laajuus, kesto, voimakkuus, ajoitus, todennäköisyys sekä vaikutuksen kohteena olevien luontotyyppien ja lajien haavoittuvuus. Vaikutusten merkittävyyttä arvioitaessa tarkastellaan muun muassa luontotyyppin menetyksen tai heikentymisen (vrt. luontotyyppin edustavuus ja luonnontilaisuus) suhteellista pinta-alaa tai lajin suhteellista yksilömäärää. Natura-arvioinnista tulee löytyä tieto, kuinka suureen pinta-alaan tai kuinka moneen yksilöön vaikutuksia kohdistuu.

Natura-arvioinnissa vaikutusten merkittävyys kytkeytyy aina hankkeen tai suunnitelman vaikutusalueella olevan Natura-alueen erityispiirteisiin ja ympäristöolosuhteisiin. Erityisesti on otettava huomioon kunkin alueen suojelutavoitteet ja ekologiset ominaispiirteet. Natura-arvioinnissa merkittävyyttä arvioidaan kaksipuolaisella asteikolla ei merkittävää heikennystä – merkittävä heikennys.

3. AINEISTO, MENETELMÄT JA EPÄVARMUUSTEKIJÄT

3.1 Aineisto ja menetelmät

Natura-arviointi perustuu olemassa olevaan tietoon eikä tässä yhteydessä ole tehty mallinnuksia tai luontotyyppien ja lajien inventointia Natura-alueella. YVA-menettelyn yhteydessä tehtiin melu-, ilmapäästö- ja jäähdytys- ja jätevesien mallinnus hankealueen ympäristössä sekä kartoitettiin meren pohjan luontotyyppejä sukellustutkimuksella hankealueen läheisellä merialueella. Natura-arvioinnissa oli käytössä hankkeeseen laadittu ympäristövaikutusten arviointiselostus (Sweco Finland Oy 2026) hankekuvauksineen ja tiedot Natura-alueen suojeluperusteista (Natura-tietolomakkeet). Vaikutukset liikenteeseen, vesistöön, meluun ja ilmapäästöihin on arvioitu YVA-selostuksessa ja kuvattu sen mukaisesti tiivistetysti tässä raportissa.

Ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa todetaan, että käytettäviin lähtöaineistoihin ja arvioinnin menetelmiin liittyy aina oletuksia ja yleistyksiä. Käytettävissä olevat tekniset tiedot ovat vielä alustavia. Tiedonpuute ja epätarkkuus aiheuttavat epävarmuutta arviointiin. Hankkeeseen ja arviointimenetelmiin liittyvät epävarmuustekijät on tunnistettu ympäristövaikutusten arvioinnissa ja olennaisimmat epävarmuudet, niiden merkitys sekä arvioinnin luotettavuus on kuvattu YVA-selostuksessa.

Hankkeen vaikutuksia on tarkasteltu ympäristövaikutusten arvioinnissa. Seuraavassa on esitelty YVA:ssa tarkastellut ympäristövaikutukset vaikutuskohtaisesti, ympäristövaikutusten arvioinnin rajausta ja arvioinnissa käytetyt menetelmät. Tarkastelualueella tarkoitetaan tietyille vaikutustyyppille määriteltävää aluetta, jolla kyseistä ympäristövaikutusta selvitetään ja arvioidaan. Tarkastelualueen laajuus riippuu tarkasteltavasta ympäristövaikutuksesta:

- Vesistövaikutusten tarkastelualueena on hankealueen edustan merialue käsittäen sekä otto- ja purkupaikkojen ympäristön. Vesistövaikutuksia tarkastellaan noin neljän kilometrin etäisyydelle hankealueesta perustuen purkuvesien leviämismallinnuksen tuloksiin. Tarkastelussa huomioidaan myös läheisen merialueelle sijoittuvat suojelualueet.
- Ilmapäästöjen vaikutusten tarkastelualueena on hankealueen ympäristö noin viiden kilometrin etäisyydelle.
- Liikennevaikutuksia tarkastellaan alueelle johtavien liikenneväylien ympäristössä noin 10 kilometrin etäisyydelle hankealueesta.
- Natura-, luonnonsuojelualueet ja suojeluohjelmien kohteet on esitetty YVA-ohjelmassa noin 10 kilometrin etäisyydellä.
- Meluvaikutusten tarkastelualueena on tehtaan lähialue noin 1,5 kilometrin säteellä.

Arvioinnissa oli käytössä Natura-alueen Natura-tietolomake. Natura-luontotyytit on esitetty Metsähallitukselta saadun paikkatietoaineiston "Valtion suojelualueiden biotooppikuvio" mukaan. Natura-alue sijaitsee pääosin Metsähallituksen hallinnoimilla valtion maa- ja merialueilla, pieni osa on yksityisiä suojelualueita. Hankekuvaus ja vaikutusten arviointi perustuu hankkeen ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (YVA) esitettyyn tietoon (Sweco Finland Oy 2026).

Sähköisen lentopolttoaineen tuotantolaitokseen liittyen on tehty mereen laskettavien vesien leviämismallinnus, ja biologisia pohjatutkimuksia vesien leviämismallinnuksella. Hanketta varten on laadittu myös ilmapäästöjen leviämismallinnus ja melumallinnus.

Kaikki arvioinnissa käytetyt lähteet on esitetty raportin lopussa. Vaikutusten arviointi Natura-alue Rauman Saariston suojelun perusteena oleviin luontotyypppeihin ja lajeihin on tehty asiantuntija-arviona.

3.2 Epävarmuustekijät

Vaikutusarvioinnin ovat laatineet kokeneet asiantuntijat (biologi) ja arviointityötä varten ovat olleet käytettävissä riittävät lähtötiedot. Hankkeen vaikutusmekanismit luontoon ovat selkeästi tunnistettavissa.

Vaikutusarvioinnin keskeisin lähtötieto on hanketta varten laadittu vesistömallinnus, jonka tuloksiin liittyy menetelmään, lähtötietodataan sekä päästöjen arviointiin liittyviä epävarmuuksia. Virtaus- ja vedenlaatumallinnus on yksinkertaistettu matemaattinen kuvaus vesien liikkeistä ja aineiden kulkeutumisesta. Vesiluonnossa tapahtumat ovat kuitenkin todellisuudessa monimutkaisempia ja luonnossa tapahtuu prosesseja, joita mallissa ei ole huomioitu. Näitä ovat esimerkiksi virtausten ja aallokon aiheuttama sedimentin resuspendaatio ja olosuhdemuutosten aiheuttamat kemialliset prosessit. Mallinnus on kuitenkin paras käytettävissä oleva menetelmä hankkeen vesistövaikutusten arviointiin. Vaikka kuormitukset ja ympäristöolot vaihtelevat aiheuttaen epävarmuutta arviointiin, antavat mallitulokset yleensä hyvän kuvan selvitysalueen virtausoloista, aineiden leviämisestä sekä alueellisesta että pitoisuustasojen vaihteluista.

Muiden hankkeiden kanssa aiheutuvat yhteisvaikutukset aiheuttavat myös osaltaan epävarmuutta vesistömallinnuksen tuloksiin.

Rauman sataman edustan vesialueella vaikuttavat voimakkaasti myös luonnonvoimat, kuten myrskyt ja jääolot. Vedenkorkeus voi Rauman edustalla vaihdella huomattavasti. Luonnon prosessit ja yhteydet ekologisessa kokonaisuudessa ovat monimutkaisia eikä niitä ole aina mahdollista tunnistaa perin pohjin.

Arviointiin liittyvät epävarmuudet ovat kokonaisuutena sen tyyppisiä, etteivät ne vaikuta hankkeen merkittävien vaikutusten tunnistamiseen ja vaikutusten merkittävyyden arviointiin. Epävarmuus on arvioinnissa kokonaisuutena sellaisella tasolla, että arviointia voidaan pitää luotettavana.

4. HANKKEEN KUVAUS

Norsk e-Fuel AS suunnittelee sähköisen lentopolttoaineen tuotantolaitoksen toteuttamista Rauman Satamassa Ulko-Petäjäksi alueelle. Hankealueen koko on noin 14 hehtaaria. Nykytilassaan hankealue on päällystetty ja sitä käytetään varastokenttänä. Alueen sijainti on esitetty Kuva 1.



Kuva 1 Hankealueen sijainti.

Hankkeessa arvioidaan nollavaihtoehtoa, eli hankkeen toteuttamatta jättämistä (VE0) sekä hankevaihtoehtoja VE1 ja VE2. Tässä YVA-menettelyssä tarkasteltavat vaihtoehdot ovat:

VE0: Hanketta ei toteuteta

VE1: Ilmastoneutraalia raakaöljyä (e-raakaöljy) tuotetaan 100 000 tonnia vuodessa. Tästä valmistetaan 80 000 tonnia ilmastoneutraalia kerosiinia (e-kerosiini) lentopolttoaineeksi ja 20 000 tonnia ilmastoneutraalia naftaa (e-nafta) kemianteollisuuden raaka-aineeksi.

VE1a: Jäähdytysvettä käytetään noin 120 Mm³ vuodessa, ja takaisin mereen purettaessa sen lämpötila on 10 astetta korkeampi kuin otettavan meriveden.

VE1b: Jäähdytysvettä käytetään noin 61 Mm³ vuodessa, ja takaisin mereen purettaessa sen lämpötila on 20 astetta korkeampi kuin otettavan meriveden.

VE2: Ilmastoneutraalia raakaöljyä tuotetaan 50 000 tonnia vuodessa. Tästä valmistetaan 40 000 tonnia ilmastoneutraalia kerosiinia (e-kerosiini) lentopolttoaineeksi ja 10 000 tonnia ilmastoneutraalia naftaa (e-nafta) kemianteollisuuden raaka-aineeksi.

VE2a: Jäähdytysvettä käytetään noin 60 Mm³ vuodessa, ja takaisin mereen purettaessa sen lämpötila on 10 astetta korkeampi kuin otettavan meriveden.

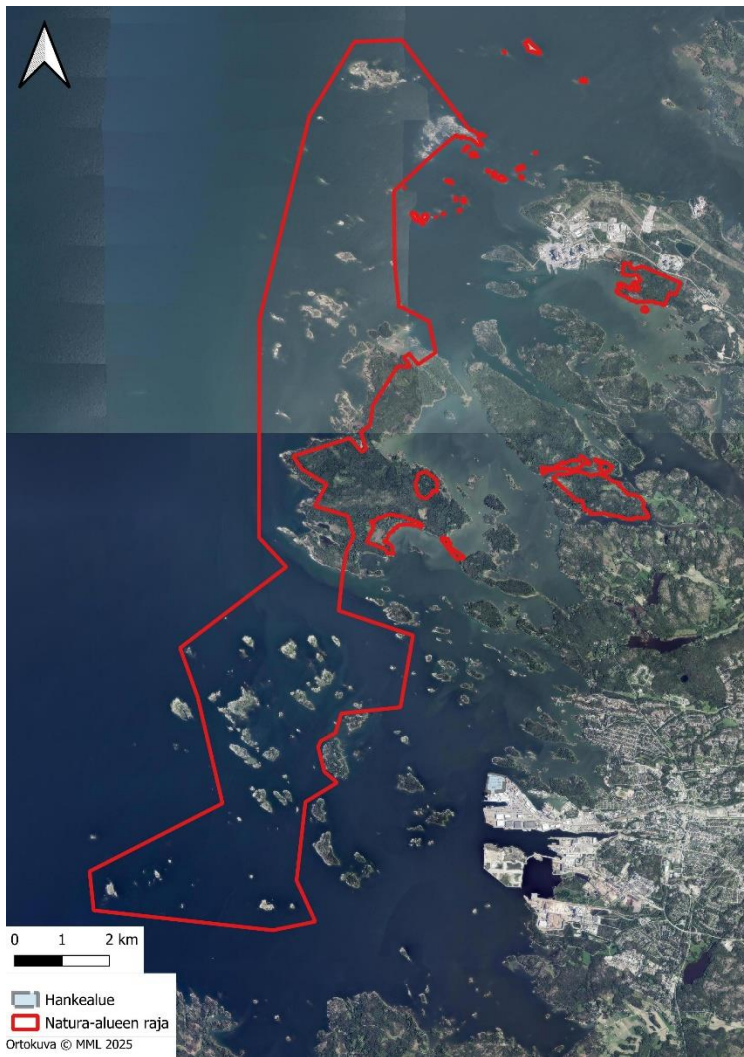
VE2b: Jäähdytysvettä käytetään noin 30,4 Mm³ vuodessa, ja takaisin mereen purettaessa sen lämpötila on 20 astetta korkeampi kuin otettavan meriveden.

Kummassakin hankevaihtoehdossa VE1 ja VE2 vetylaitoksen prosessijäähdytys on suunniteltu tapahtuvan pääasiassa meriveden avulla ja e-polttoainelaitoksen prosessijäähdytys ilmalla. Prosessivesi otetaan merestä hankealueen pohjoispuolelta ja prosessissa muodostuva käsitelty ja puhdistettu jätevesi sekä jäähdytysvedet johdetaan mereen hankealueen eteläpuolella sijaitsevaan Rauman Sataman satamaltaaseen.

5. NATURA-ALUE RAUMAN SAARISTO (SAC, FI0200073)

5.1 Natura-alueen yleiskuvaus, luonne ja merkitys

Natura-alueen yleiskuvaus perustuu lajitietokeskuksen tietopyyntöön (17.10.2025), naturatietolomakkeen ja Natura-alueen tilan arviointiraportin (NATA-raportti) tietoihin, Metsähallituksen maksullisella tietopyynnöllä saatuihin kattaviin valtion luonnonsuojelualueiden biotooppikuvioihin sekä Selkämeren kansallispuiston ja Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttösuunnitelmaan sekä Maanmittauslaitoksen avoimen paikkatiedon avulla tehtyyn karttatarkasteluun. Natura-alue on esitetty ortokuvassa alla (Kuva 2).



Kuva 2. Ilmakuva Natura-alueesta.

Rauman saaristo on pinta-alaltaan noin 5345 hehtaaria, josta suurin osa (noin 4503 hehtaaria) on vesipinta-alaa. Natura-alue sijoittuu Rauman ja Eurajoen kuntien alueelle. Rauman saariston alueella sijaitsee Selkämeren kansallispuisto sekä Liiklankarin suojelualue. Alue on myös osa kansainvälisesti tärkeää lintualueita (IBA) Rauman-Luvian saaristot (FI085).

5.2 Luontodirektiivin luontotyytit

Natura-alueesta 1197,34 ha edustaa luontodirektiivin luontotyyppijä, jonka lisäksi muita luontotyyppijä on 4148,57 ha, eli alueesta 22,4 % on luontodirektiivin luontotyyppijä. Natura-alueen suojeluperusteena olevat luontodirektiivin mukaiset luontotyytit, niiden pinta-ala ja edustavuus (A-D) on esitetty alla (Taulukko 1).

Taulukko 1 Natura-alueen suojelun perusteena olevat luontotyytit, niiden pinta-ala ja edustavuus. A - Erinomainen edustavuus, B - Hyvä edustavuus, C - Merkittävä edustavuus, D - Merkityksetön edustavuus. Natura-alueen NATA-raportissa esiin tuodut keskeiset suojeluperusteluontotyytit korostettu tekstin lihavoimilla.

Koodi	Luontotyyppi	Pinta-ala (ha)	Edustavuus
1150	Rannikon laguunit	43,3	A
1170	Riutat	177,4	B
1210	Rantavallit	8,0	A
1220	Kivikkorannat	45,0	B
1230	Kasvipeitteiset merenrantakalliot	27,0	C
1620	Ulkosaariston saaret ja luodot	663,11	A
1630	Merenrantaniityt	34,6	B
1640	Itämeren hiekkarannat	0,1	B
4030	Kuivat nummet	1,68	B
6270	Runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt	0,0	D
7140	Vaihettumissuot ja rantasuot	5,51	C
3260	Pikkujoet ja purot	0,01	D
8220	Silikaattikalliot	17,3	C
9010	Luonnonmetsät	50,0	B
9020	Jalopuumetsät	0,74	B
9030	Maankohoamisrannikon primäärisukessiovaiheiden luonnontilaiset metsät	50,0	B
9050	Lehdot	40,0	B
9070	Hakamaat ja kaskilaitumet	3,91	B
9080	Metsäluhdet	0,4	C
91D0	Puustoiset suot	1,2	C

Seuraavat Natura-alueen keskeisimpien suojeluperusteena olevien luontotyyppien kuvaukset on tiivistetty Natura 2000-luontotyyppioppaan kuvauksista (Airaksinen ja Karttunen 2001):

Rannikon laguunit

Matalia suolaisen veden hallitsemia rannikkoalueita, joissa suolapitoisuus ja veden määrä vaihtelevat. Laguunit erottuvat merestä kokonaan tai osittain hiekkasärkillä tai somerikoilla, joskus myös kallioilla.

Suolapitoisuus voi vaihdella hyvin paljon riippuen sademäärästä ja haihdunnasta sekä laguuniin myrskyjen, talviaikaisen korkean veden tai vuoroveden takia tulvivasta merivedestä. Kasvillisuus joko puuttuu tai kuuluu luokkiin *Ruppia maritima*, *Potamogeton*, *Zostera* tai *Chara*.

Fladat ja kluuvit ovat pieniä, matalia ja selvästi rajautuneita vesialtaita, joilla on vielä yhteys mereen tai jotka ovat juuri kuroutuneet irti merestä. Tunnuspiirteitä ovat hyvin kehittynyt ruovikkovyöhyke ja rehevä uposlehtinen kasvillisuus. Fladoilla ja kluuveilla on useita morfologialtaan ja kasvillisuudeltaan erilaisia kehitysvaiheita, jotka edustavat ekologisesti tärkeitä maankohoamisen suksessiovaiheita merenpohjan muuttumisesta maaksi.

Riutat

Vedenalaisia tai laskuveden aikana paljaana olevia kallioita tai eloperäisiä kivennäistymiä vedenalaisessa vyöhykkeessä. Kasvi- ja eläinyhteisöjen jatkuessa yhtenäisenä ulottuvat myös rantavyöhykkeelle. Riutoilla on yleensä pohjalevä- ja pohjaeläinyhteisöitä vyöhykkeinä, kuten myös kivennäistymiä ja koralliperäisiä muodostumia.

Rantavallit

Yksivuotisten kasvien tai erityisesti Välimerellä yksi- ja monivuotisten kasvien muodostamia yhdyskuntia veden kuljettaman aineksen ja soran kasautumilla, joissa on runsaasti tyypipitoista orgaanista ainesta (*Cakile maritima* p.).

Kivikkorannat

Rannan yläosan monivuotista kasvillisuutta, jonka lajeja ovat merikaali (*Crambe maritima*) ja suola-arho (*Honkenya peploides*) sekä muut monivuotiset lajit. Laajoilla soraikkomuodostumilla on erotettavissa lukuisia kasvillisuustyppejä rannan yläosista sisämaahan päin. Kiinteillä soraikkomuodostumilla voi kehittyä rannikoiden niitty-, kangas- ja pensaikkokasvillisuutta sekä toisinaan myös jäkälän ja sammalien vallitsemää kasvillisuutta.

Kasvipeitteiset merenrantakalliot

Kasvipeitteiset kalliot ovat suuresti vaihteleva luontotyyppi, jonka ominaisuuspiirteisiin vaikuttaa sijainti meren suhteen, geologia, geomorfologia, luonnonmaantieteellinen sijainti ja ihmistoiminnan vaikutus. Usein on erotettavissa vyöhykkeisyyttä, joka alkaa lähinnä merta olevien jyrkimpien kallioiden rakojen ja hyllyjen kasvinyhdyskunnista 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 kasvillisuustyppejä, joiden kaikkien kasvilajistolle on luonteenomaista, että siinä on rannikkoalueille tyypillistä ainesta. Pehmeillä liikkuvimmilla rannoilla on vaihtelevasti mereistä ja ei-mereistä kasvillisuutta.

Ulkosaariston luodot ja saaret

Meri- tai ulkosaaristovyöhykkeessä esiintyviä luotojen tai pienten saarien ryhmiä tai yksittäisiä saaria, jotka koostuvat prekambriesta, metamorfisesta kallioista, moreenista tai sedimentoituneesta aineksesta. Kasvillisuuteen vaikuttaa murtoveden suolaisuus (vesieliöstön osalta), maankohoaminen (etenkin alueilla, joissa maankohoaminen on huomattavaa) sekä ilmasto. Lisäksi kasvilajistoon vaikuttavat tuuliolosuhteet, kuiva sää (ajoittain pitkät sadettomat kaudet), suolavaikutus (terrestrien kasvien osalta) sekä päivien valoisuuden jakson pituus. Maankohoaminen aiheuttaa usean kasvillisuustyyppien suksession. Paljaat kalliopinnat ovat tavallisia. Useat pienet luodot ovat puuttomia. Kasvillisuus on usein niukkaa ja muodostuu mosaiikkimaisista pioneerilajien yhdyskunnista. Linnuston ulosteitten takia lajistoon kuuluu korkeaa tyypipitoisuutta 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

merivyyhykkeen 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.

Merenrantaniityt

Merenrantaniityt, joilla geolitoraalivyyhykkeen kasvillisuus on matalaa. Joskus esiintyy suolalaikkuja. Läheisen vesialueen suolaisuus on alhainen (murtovesialueilla), vuoroveden vaihtelua ei juurikaan esiinny mutta maankohoamisen vaikutusta esiintyy. Useita alueita perinteisesti laidunnettiin tai niitettiin. Tämä toiminta pitää rantaniityt avoimena ja kasvilajistoltaan monimuotoisena sekä pesiville kahlaajalinnuille sopivana. Kasvillisuuden vyyhykkeisyys on luonteenomasta. Suolaisuutta sietävä lajisto on tällöin lähimpänä rantaa.

Borealiaaliset luonnonmetsät

Tämä tyyppi sisältää vanhat luonnonmetsät sekä luonnontilaiset paloalat ja palon jälkeen luonnontilaisina kehittyneet nuoret metsät. 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. Voimaperäinen metsätalous, jota toteutetaan käytännöllisesti katsoen kaikkialla Pohjoismaissa, on suurelta osin hävittänyt vanhojen luonnonmetsien olennaiset piirteet, joita ovat mm. kuolleen pystyvuuston ja maavuuston runsaus, elävän vuuston ikä-, koko- ja puulajivaihtelu, aikaisemman vuustosukupolven puut sekä talousmetsiä tasaisempi pienilmasto. Luonnonmetsät ovat monien uhanalaisten lajien, erityisesti sienten, jäkälien, sammalien ja hyönteisten (etenkin kovakuoriaisten) elinympäristöjä. Osassa nykyisistä vanhoista luonnonmetsistä on nähtävissä ihmisen vaikutusta (esim. poimintahakkuiden, karjan laidunnuksen), mutta siitä huolimatta niissä on merkittävästi luonnonmetsien piirteitä. Alun perin luonnonmetsiä oli koko boreaalisella ja hemiboreaalisella vyyhykkeellä lukuun ottamatta orohemiarktista puutonta aluetta. Nykyisin suurin osa luonnonmetsistä on alueiden pohjoisosissa ja eteläosissa on vain pieniä sirpaleita jäljellä. Metsien luonne vaihtelee suuresti eri osissa boreaalista vyyhykettä (etelä-, keski- ja pohjoisboreaalinen vyyhyke). Erityistä huomiota tulisi kiinnittää seuraaviin luontotyyppeihin, joista osa kuitenkin erotetaan omina luontotyyppinä: vanhat luonnonmetsät, joissa on pitkä jatkuvuus, harjumetsät, lehdot, kallioiset luontotyytit, tulvavaikutteiset alueet, raviinimetsät, kuusi- ja lehtipuustoiset korvet. Seuraavat alatyypit erotetaan pääpuulajin mukaan, alatyypit kuvastavat myös kasvupaikkatyyppivaihtelua: vanhat kuusimetsät, vanhat mäntymetsät, vanhat sekametsät, vanhat lehtipuumetsät.

Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät

Itämeren maankohoamisrannikon lehti-, havu- tai sekavuustoisia pensaita ja metsiä. Maankohoamisrannikolla luonteenomaisia ovat primäärisukcession eri vaiheet rantaniityistä kliimaksivaiheen metsiin tai erilaisiin kosteikkoihin. Myös maaperän kerrostuneisuus on kehittymätöntä toisin kuin boreaalisille metsille tyypillisessä podsolimaannoksessa. Nuorimmat pioneerimetsät lähellä merenrantaa ovat usein pensastoja, tuoreita tai kosteita lehtoja tai pensas- ja metsäluhtia. Kasvillisuuden sukkessio voi johtaa myös pajuluhdista metsäluhtien kautta avosoihin. Rantametsissä leppä ja koivu ovat vallitsevia vuustokerroksessa ja pajut pensaskerroksessa. Kenttäkerroksessa heinät ovat yleisiä. Sisempänä maalla, missä meren vaikutus ei enää ole niin voimakas ja maaperä on yleensä vähäravinteisempi, havumetsät ovat tyypillisiä. Mänty tai usein myös kuusi on vallitsevana vuustokerroksessa ja varvut kenttäkerroksessa. Pohjakerroksessa ovat sammat yleisiä, mutta monilla alueilla myös jäkälät ovat yleisiä.

Lehdot

Lehtoja on boreaalisen vyyhykkeen ravinteisilla multamailla. Usein laaksoissa, raviineissa ja rinteillä, joissa maalaji on hienojakoista ja veden saatavuus hyvä. Kuusi on yleisin puulaji, mutta lehtipuiden osuus on myös usein merkittävä. Korkeat ruohot ja saniaisat vallitsevat, mutta lajisto vaihtelee suuresti Fennoskandian eri

osissa. Lehtoja luonnehtii kerroksellinen kasvillisuus: pohjakerros on aukkoinen, vain osittain sammalien peitossa, ruohot ja heinät vallitsevat kenttäkerroksessa ja pensas- ja puustokerros ovat runsaslajisia. Boreaalista lehtoista on kuvattu lukuisia eri lehtokasvillisuustyppejä, joiden pääryhmät ovat kuivat, tuoreet ja kosteat lehdot.

5.3 Luontodirektiivin liitteen II lajit

Natura-alueen virallisia suojeluperustelajeja ovat ne, jotka esitetään Natura-tietolomakkeella. Rauman Saariston suojeluperustelajina on ainoastaan halli eli harmaahylje (*Halichoerus grypus*), joka esiintyy alueella pysyvänä, mutta harvalukuisena.

Halli on luontodirektiivin liitteiden II ja IV laji. Se ei ole uhanalainen (IUCN uhanalaisuusluokitus: elinvoimainen (LC)). Hallia tavataan Itämeressä eteläisintä osaa lukuun ottamatta ja ne kerääntyvät karvanvaihtoaikaan laumoiksi uloimman saariston luodoille. Hallin pääravintoa ovat kalat. Naaras synnyttää avojäälle ja tarvittaessa myös luotojen rannoille. Asuinalue on suuri, naaraalla noin 4 000 km² ja uroksella noin 6 000 km². (SYKE 2022)

5.4 Muut tärkeät lajit

Natura-tietolomakkeessa mainitut muut tärkeät kasvi- ja eläinlajit, alueen populaation koko (minimi-maksimi) ja huomioon otettujen perustelu ovat esitettynä alla (Taulukko 2). Nämä lajit eivät ole tarkasteltavan Natura-alueen suojeluperustelajeja ja tässä Natura-arvioinnissa ne huomioidaan osana mahdollisia vaikutuksia alueen eheyteen ja ominaispiirteisiin.

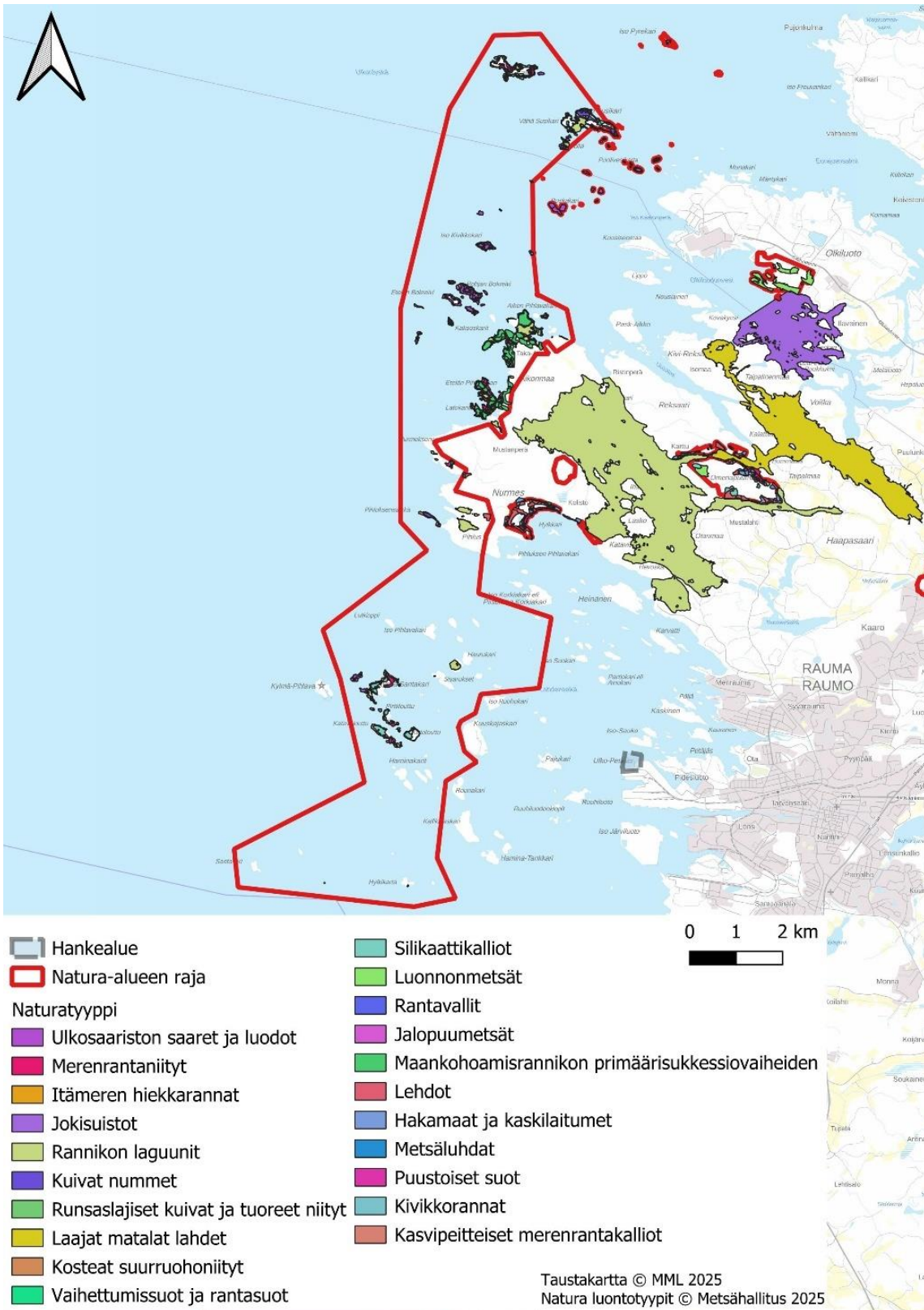
Taulukko 2 Natura-alueen muut tärkeät kasvi- ja eläinlajit.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Populaation koko (paria)	Perustelu
Kuulasammal	<i>Archidium alternifolium</i>	1	Kansallinen punainen kirja
Nummimatara	<i>Galium saxatile</i>		Kansallinen punainen kirja
Pikkupunka	<i>Lysimachia minima</i>		Kansallinen punainen kirja
Jouhisorsa	<i>Anas acuta</i>		Kansallinen punainen kirja
Karikukko	<i>Arenaria interpres</i>	11–50	Kansallinen punainen kirja
Punasotka	<i>Aythya ferina</i>	6-10	Kansallinen punainen kirja
Tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>	101-250	Kansallinen punainen kirja
Lapasotka	<i>Aythya marila</i>	11-50	Kansallinen punainen kirja
Selkälökki	<i>Larus fuscus fuscus</i>	11-50	Kansallinen punainen kirja
Kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>	11-50	Kansallinen punainen kirja
Mehiläishaukka	<i>Pernis apivorus</i>	1-5	Kansallinen punainen kirja
Törmäpääsky	<i>Riparia riparia</i>	51-100	Kansallinen punainen kirja

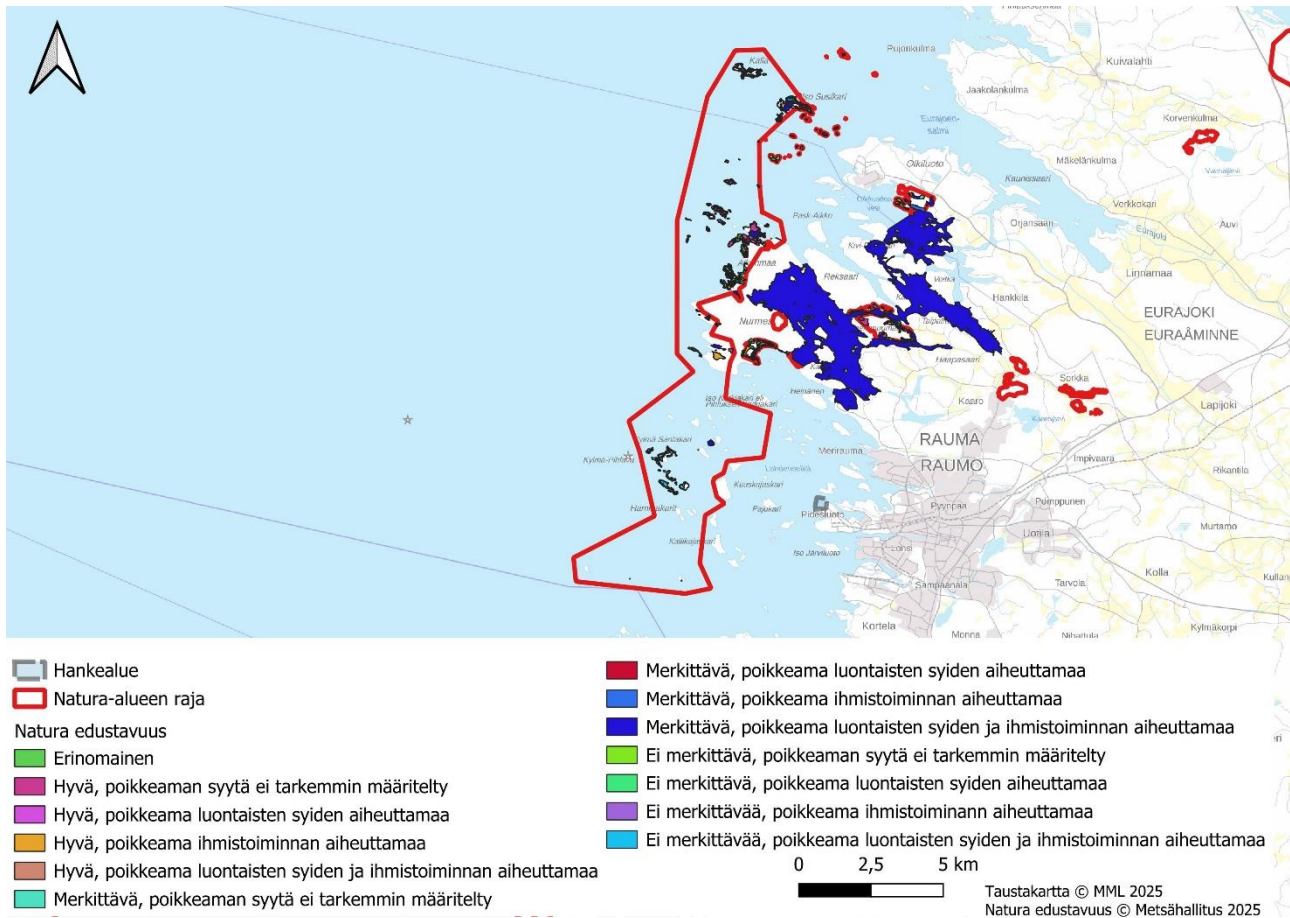
Ristisorsa	<i>Tadorna tadorna</i>	6-10	Kansallinen punainen kirja
Lisäksi 2 salassapidettävää lajia.			

5.5 Natura alueen nykytila ja suojelutavoitteet

Natura-luontotyytit ja niiden edustavuus on kuvattu alla (Kuva 3 ja Kuva 4).



Kuva 3 Metsähallituksen biotooppikuvioaineiston mukaiset luontotyytit Natura-alueella ja sen lähistöllä.



Kuva 4 Natura -luontotyyppien edustavuus.

NATA-raportin mukaan Natura-alueen luontotyyppien edustavuus vaihtelee suuresti Natura-alueen sisällä. Muutamat luontotyypit ovat edustavuudeltaan erinomaisia. Suurin osa luontotyypeistä on edustavuudeltaan hyviä, mutta muutamat alueet ovat myös ainoastaan merkittäviä tai ei merkittäviä. Edustavuutta laskevat pääasiassa ympäristötekijät sekä lajiston poikkeavuus.

Natura-alueen tietolomakkeen mukaan kaikki tietolomakkeen kohdissa 3.1 ja 3.2 mainitut luontotyypit ja lajit kuuluvat alueen suojeluperusteisiin ja kaikkien niiden suojelutavoitteina on vähintään alueen merkityksen säilyttäminen osana verkostoa. Alueen suojelussa painotetaan lisäksi:

- Alueella vallitseva luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila säilytetään turvaamalla luonnon omien prosessien mukainen kehitys
- Alueella vallitseva luontotyyppien ja lajien sekä niiden elinympäristöjen tila säilytetään hoitotoimenpiteillä
- Luontotyyppin, lajin elinympäristön tai populaation määrä lisätään ennallistamis- ja hoitotoimenpitein
- Luontotyyppin tai lajin elinympäristön laatua tai lajin populaation elinvoimaisuutta parannetaan ennallistamis- ja hoitotoimenpitein

Alla (Taulukko 3) on esitettyinä NATA-raportissa esitetyt lisäysehdotukset suojeluperusteisiin lajeihin. Lisäysehdotuksen laji saattaa kuulua jo suojeluperusteisiin, mutta se on listattu perusteisiin eri esiintymistyyppillä. Vaikka taulukon lajit eivät kuulu virallisiin suojeluperusteisiin, on ne otettu mukaan tähän tarkasteluun osana Natura-alueen eheyttä. Taulukon sensitiiviset lajit on käsitelty liitteessä 1. Kaikki taulukon lajit on havaittu Metsähallituksen linjalaskennoissa.

Taulukko 3 Natura-alueen NATA-raportissa esitetyt lisäysehdotukset suojeluperusteena oleviin lajeihin. EU:n lintudirektiivin liitteen I linnut korostettu tekstin lihavoinnilla. Tyyppi: p = pysyvä, r = pesivä/lisääntyvä, c = levähtävä, w = talvehtiva. Mikäli tyyppiä ei ole määritetty, on tyyppikohta tyhjä.

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Tyyppi	Populaation koko (paria)
Valkoposkihanhi	<i>Branta leucopsis</i>	r	60-80
Räyskä	<i>Hydroprogne caspia</i>	r	5-10
Mehiläishaukka	<i>Pernis apivorus</i>		1-5
Kalatiira	<i>Sterna hirundo</i>	r	60-100
Lapintiira	<i>Sterna paradisaea</i>	r	450-600
Jouhisorsa	<i>Anas acuta</i>	r	
Karikukko	<i>Arenaria interpres</i>	r	11-30
Punasotka	<i>Aythya ferina</i>	r	6-10
Tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>	r	80-120
Lapasotka	<i>Aythya marila</i>	r	0-2
Riskilä	<i>Cepphus grylle</i>	r	11-15
Naurulokki	<i>Chroicocephalus ridibundus</i>	r	100-150
Selkälokki	<i>Larus fuscus</i>	r	50-80
Harmaasorsa	<i>Mareca strepera</i>	r	1-5
Pilkkasiipi	<i>Melanitta fusca</i>	r	15-20
Kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>	r	11-50
Lapasorsa	<i>Spatula clypeata</i>	r	20-50
Ristisorsa	<i>Tadorna tadorna</i>	r	6-10
Punajalkaviklo	<i>Tringa totanus</i>	r	30-50
Isotorasammal	<i>Cynodontium suecicum</i>		
Liito-orava	<i>Pteromys volans</i>	p	
Halli	<i>Halichoerus grypus</i>	p	
Pohjanlepakko	<i>Eptesicus nilssonii</i>	p	
Vesisiippa	<i>Myotis daubentonii</i>	p	

Suomenkielinen nimi	Tieteellinen nimi	Tyyppi	Populaation koko (paria)
Pikkulepakko	<i>Pipistrellus nathusii</i>	c	
Pikkuapollo	<i>Parnassius nathusii</i>		
Merisinappikirppa	<i>Psylliodes marcidus</i>		
Harmaalokki	<i>Larus argentatus</i>	r	500-700
Merilokki	<i>Larus marinus</i>	p	30-50
Haapana	<i>Mareca penelope</i>	r	0-3
Törmäpääsky	<i>Riparia riparia</i>	r	11-50
Haahka	<i>Somateria mollissima</i>	r	350-700
Dyynisammalkoi	<i>Bryotropha umbrosella</i>		
Toukokuusamahitukoi	<i>Perittia obscurepunctella</i>		
Pikkusappi	<i>Centaurium pulchellum</i>		
Ketoneilikka	<i>Dianthus deltoides</i>		
Nummimatara	<i>Galium saxatile</i>		
Keltamatara	<i>Galium verum</i>		
Pikkupunka	<i>Lysimachia minima</i>		
Kuulasammal	<i>Archidium alternifolium</i>		
Aarnisammal	<i>Schistostega pennata</i>		
Rustikka	<i>Protomerulius caryae</i>		

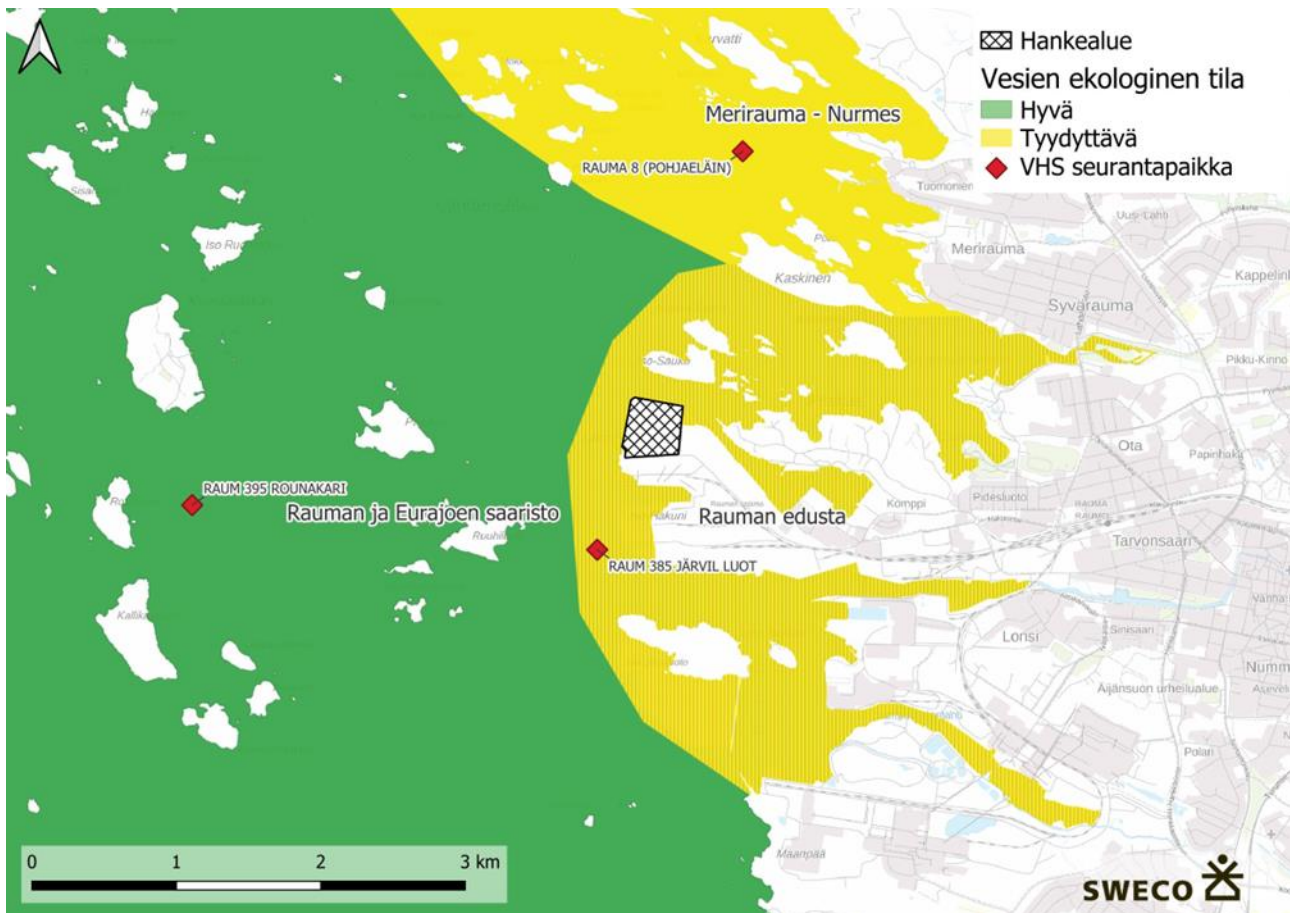
6. VAIKUTUSALUE JA VAIKUTUSMEKANISMIT

6.1 Vesistön nykytila ja vesistövaikutukset

Hankkeen vaikutukset on kuvattu ympäristövaikutusten arviointiselostuksessa (Sweco Finland 2026). Hankkeen mahdollisia vaikutuksia ympäristöön ovat päästöt ilmaan ja veteen, jäähdytys- ja jätevesien aiheuttamat vaikutukset sekä rakentamisen ja toiminnan aikainen melu ja värinä sekä lisääntynyt liikenne. Natura-alueet sijaitsevat hankkeen mahdollisella vesistövaikutusalueella. Alla on kuvattu tiivistetysti vesistön nykytila ja hankkeen vaikutukset vesistöön ympäristövaikutusten arviointiselostuksen mukaan.

Hankealue sijaitsee rannikkovesimuodostumassa Rauman edusta (3_Ses_042). Viereiset muodostumat ovat Rauman ja Eurajoen saaristo (3_Ses_038), joka sijaitsee hankealueen länsi- ja eteläpuolella sekä Merirauma-

Nurmes (3_SES_041), joka sijoittuu hankealueen pohjoispuolelle (Kuva 5) (Avoin tieto 2025). Rauman edusta vesimuodostuman ekologinen tila on tyydyttävä, Rauman ja Eurajoen saariston ekologinen tila on hyvä ja Merirauma-Nurmes-muodostuman tila on tyydyttävä. Vesimuodostumien vedenlaatuun vaikuttaa muun muassa metsäteollisuuden ja Rauman kaupungin kuormitus sekä hulevesien mukana mereen päätyvä hajakuormitus. Pitkällä aikavälillä merialueen a-klorofyllipitoisuudet ovat kasvaneet, mutta esimerkiksi näkösyvyydessä ei ole tapahtunut muutoksia. Kasviplanktonissa esiintyy sinileviä suhteellisen runsaasti. Ilmastonmuutos tulee todennäköisesti vaikuttamaan hankealueen lähialueen vesiluontoon tulevana vuosikymmeninä monin eri tavoin. Rauman merialueen kalasto ja kalakantojen tila tunnetaan suhteellisen hyvin. Hankealueen läheisellä merialueella toteutetuissa koekalastuksissa on havaittu yhteensä 28 kalalajia. Verkkokoekalastuksien perusteella merialueen kalasto on ahvenkalavaltainen. Osana kalataloudellisia tarkkailuja on alueelta selvitetty myös kalanpoikasten esiintymistä. Alueella on merkitystä ammatti- ja vapaa-ajankalastuksen kannalta, mutta aivan hankealueen lähialueella (väyläalueet ja satama) ei todennäköisesti kalasteta juuri lainkaan. Vedenalaisista luontotyypeistä hankealueen lähistöllä esiintyy liejusimpukkapohjia ja lähimmillä kovilla pohjilla muun muassa hauru- ja punalevypohjia. Pohjaeläimistö on suhteellisen hyvässä tilassa. Pohjaeläimistössä tavataan useita vieraslajeja. Jäätalvi kestää alueella (3,8 kilometrin etäisyys) keskimäärin noin 80 päivää.



Kuva 5 Hankealueen läheisten rannikkovesimuodostumien ekologinen tila vuoden 2022 tarkennetussa tila-arvioinnissa. Rauman edusta vesimuodostuman tila on arvioitu tyydyttäväksi ja voimakkaasti muuttuneeksi (pystyradoitus). Kuvassa on esitetty myös hankealueen läheisyydessä sijaitsevat vesienhoidon seuranta-apaikat. Näyteaseman Raum 385 Järvil luot vedenlaatutietoja on käytetty kuvaamaan hankealueen läheisen merialueen vedenlaatua.

6.2 Vaikutusmekanismit

Sähköisen lentopolttoaineen tuotannon tärkeimmiksi ympäristövaikutuksiksi on tunnistettu jäte- ja jäähdytysvesien purkuun liittyvät vaikutukset vesistössä, melun häiriövaikutuksiin ja ilmapäästöjen leviämiseen sekä meriliikenteen lisääntymiseen. Puhdistetut jäte- ja jäähdytysvedet voivat kulkeutua Natura-alueelle ja voivat aiheuttaa muutoksia veden lämpötilassa tai haitta-ainepitoisuuksissa. Nämä muutokset voivat muuttaa vedenalaisen luonnon fysikaalisia ja kemiallisia olosuhteita ja siten vaikuttaa vedenalaiseen eliöstöön ja luontotyypeihin haitallisesti. Vaikutus voisi aiheutua joko suoraan lämpötilan nousuna, haitta-aineiden pitoisuuden lisäyksenä tai välillisesti näiden aiheuttaman rehevöitymiskehityksen seurauksena. Ilmapäästöt voivat heikentää maalla kasvavien kasvilajien ja luontotyyppien elinolosuhteita lisääntyneiden haitta-aineiden ja rehevöitymisen tai happamoitumisen myötä.

Lisääntyvä meriliikenne aiheuttaa häiriötä melun vuoksi ja mahdollisten haitta-ainepäästöjen kautta esimerkiksi onnettomuustilanteissa.

6.3 Jäähdytysvesimallinnus

6.3.1 Mallinnuksen toteutus

Laitoksen toiminnanaikaisten vesistövaikutuksien arvioimiseksi toteutettiin 3D-virtaus- ja vedenlaatumallinnus Rauman edustan merialueelle (Rasmus & Mykkänen 2025). Mallinnuksen tarkoituksena on arvioida laitokselta mereen purettavan jäähdytysveden synnyttämän lämpökuormituksen ja sen mukana mereen purettavan puhdistetun jäteveden kuormituksen vaikutuksia meriveden laatuun ja lämpötilaan, ja sitä kautta alueen pintavesien tilaan, kalastoon ja muuhun vesieliöstöön sekä alueella esiintyviin vedenalaisiin luontotyypeihin. Vaikutuksien arvioimiseksi mallinnus toteutettiin eri skenaarioilla (purkuvesien määrä) ja olosuhteissa. Jäähdytysvesien ja mereen purettavan puhdistetun jäteveden leviämistä mallinnettiin kesäkaudella sekä jääpeitteisellä talvikaudella. Mallinnettuina ajanjaksoina voidaan purettavien vesien vaikutuksien olettaa olevan suurimmallaan meriveden vallitsevan lämpötilan ja kerrostuneisuuden sekä sekoittumis- ja virtausolosuhteiden vuoksi.

Vesistövaikutuksien mallinnus toteutettiin Delft3D–mallinnusohjelmistolla, joka on kehitetty veden fysikaalisten ominaisuuksien sekä vedenlaatuparametrien laskemiseen rannikko-, estuaari-, järvi- ja jokiympäristöissä. Ohjelmisto laskee mallille annettujen reunaehtojen ja fysikaalisten pakotteiden mukaan vesialueen virtausnopeudet, pinnankorkeuden, kerrostuneisuuden, lämpötilan, suolaisuuden sekä malliin asetettujen aineiden kulkeutumisen. Mallinnuksessa käytetty laskentahila kattoi Rauman edustan merialueen 20 kilometrin säteellä Rauman satamasta. Mallin resoluutio oli tarkimmillaan suunniteltujen vedenotto- ja purkupaikkojen läheisyydessä 5,5 m × 7,5 m. Käytetty mallinnusmenetelmä sekä mallin reunaehdot ja pakotteet on kuvattu tarkemmin mallinnusraportissa (Rasmus & Mykkänen 2025a; Rasmus & Mykkänen 2025b). Raportissa on myös esitetty mallin validoinnissa käytetyt mittausten menetelmät ja -tulokset.

Suunniteltu jäähdytysveden otto tulee tapahtumaan Rauman sataman Ulko-Petäjäs -alueen pohjoispuolelta kahden metrin syvyydestä (Kuva 6). Jäähdytysvedet ja puhdistetut jätevedet puretaan Ulko-Petäjäksen alueen eteläpuolelle jäävään satama-altaaseen 14 metrin syvyyteen.



Kuva 6 Hankkeessa käytettävät vedenottoaikka sekä puhdistettujen jätevesien ja jäähdytysveden purkupaikka.

Mallinnuksen ajanjaksoiksi valittiin kesä-elokuu 2024 ja joulukuu 2023-maaliskuu 2024. Kesäkauden mallinnusjakso ajoittuu kesäkauteen, jolloin meriveden korkeuden vaihtelu on vähäistä ja pintavirtaukset ja näihin vaikuttavat tuulet maltillisia verrattuna kevääseen ja syksyyn. Kesäkaudella, vähäisen vedenvaihdon tilanteissa, mallinnus kuvaa veden laadussa ja lämpötilassa tapahtuvia vaikutuksia suurimmillaan. Mallinnuksessa käytetyllä talvikauden jaksolla talvi alkoi aikaisin, minkä vuoksi Rauman läheinen rannikkoalue oli jääpeitteinen. Tämän vuoksi mallinnus kyseisellä ajanjaksolla kuvaa hyvin purettavien vesien vaikutuksia jääpeitteisissä talviolosuhteissa.

Mallinnus toteutettiin viidellä vaihtoehtoisella skenaariolla:

- VE0: nykytila ilman mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien synnyttämää kuormitusta
- VE1a: Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama 14 060 m³/h, purkuvesien lämpötila 10 °C korkeampi kuin meriveden lämpötila.
- VE1b: Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama 7 142 m³/h, purkuvesien lämpötila 20 °C korkeampi kuin meriveden lämpötila.
- VE2a: Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama 7 038 m³/h, purkuvesien lämpötila 10 °C korkeampi kuin meriveden lämpötila.
- VE2b: Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama 3 574 m³/h, purkuvesien lämpötila 20 °C korkeampi kuin meriveden lämpötila.

Purkuvesien sisältämien vedenlaadunkuormitustekijöiden pitoisuudet on esitetty alla Taulukko 4.

Taulukko 4 Mereen johdettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama ja vedenlaatu eri hankevaihtoehdoissa.

Muuttuja	Yksikkö	VE1a	VE1b	VE2a	VE2b
Virtaama	m ³ /a	120 000 000	60 700 000	60 000 000	30 400 000
	m ³ /h	14 060	7 142	7 038	3 574
	m ³ /s	3,906	1,984	1,955	0,993
Kemiallinen hapen kulutus (COD)	mg/l	4,258	8,382	4,608	9,074
Kokonaiskiintoaine (TSS)	mg/l	0,258	0,509	0,266	0,524
Kokonaistyyppi (kok N)	µg/l	38,0	74,0	39,0	78,0
Kokonaisfosfori (kok P)	µg/l	3,0	6,0	3,0	7,0
Absorboituvat orgaaniset halogeenit (AOX)	µg/l	0,0	0,0	0,0	0,0
Kromi (Cr)	µg/l	0,119	0,235	0,128	0,252
Kupari (Cu)	µg/l	0,189	0,372	0,197	0,389
Nikkeli (Ni)	µg/l	0,398	0,784	0,407	0,801
Sinkki (Zn)	µg/l	0,732	1,440	0,785	1,550
Lämpötilaero verrattuna meriveden lämpötilaan	°C	+10	+20	+10	+20

6.3.2 Meriveden lämpötila

Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien vaikutusta meriveden lämpötilaa eri hankevaihtoehdoissa arvioitiin mallinnuksen avulla. (Rasmus & Mykkänen 2025a). Raportissa esitetään mallin tulokset pysyvinä keskimääräisinä muutoksina sekä hetkellisinä maksimivaikutuksina meriveden lämpötilassa pinnan ja pohjan läheisessä vesikerroksessa erikseen kesä- ja talvikaudella. Mallinnukseen valitut ajanjaksot ajoittuvat olosuhteisiin, jolloin vedenvaihtuvuus on Rauman edustan merialueella vähäistä. Tämän vuoksi mallinnuksen tulokset kuvaavat meriveteen ja vedenlaatuun kohdistuvia vaikutuksia suurimmillaan.

Seuraavissa luvuissa 6.3.3 ja 6.3.4 on esitetty kuvina eri hankevaihtoehdoilla ja mallinnusjaksoilla havaitut suurimmat vaikutukset meriveden lämpötilassa hankkeen vaikutuksien kuvaamiseksi.

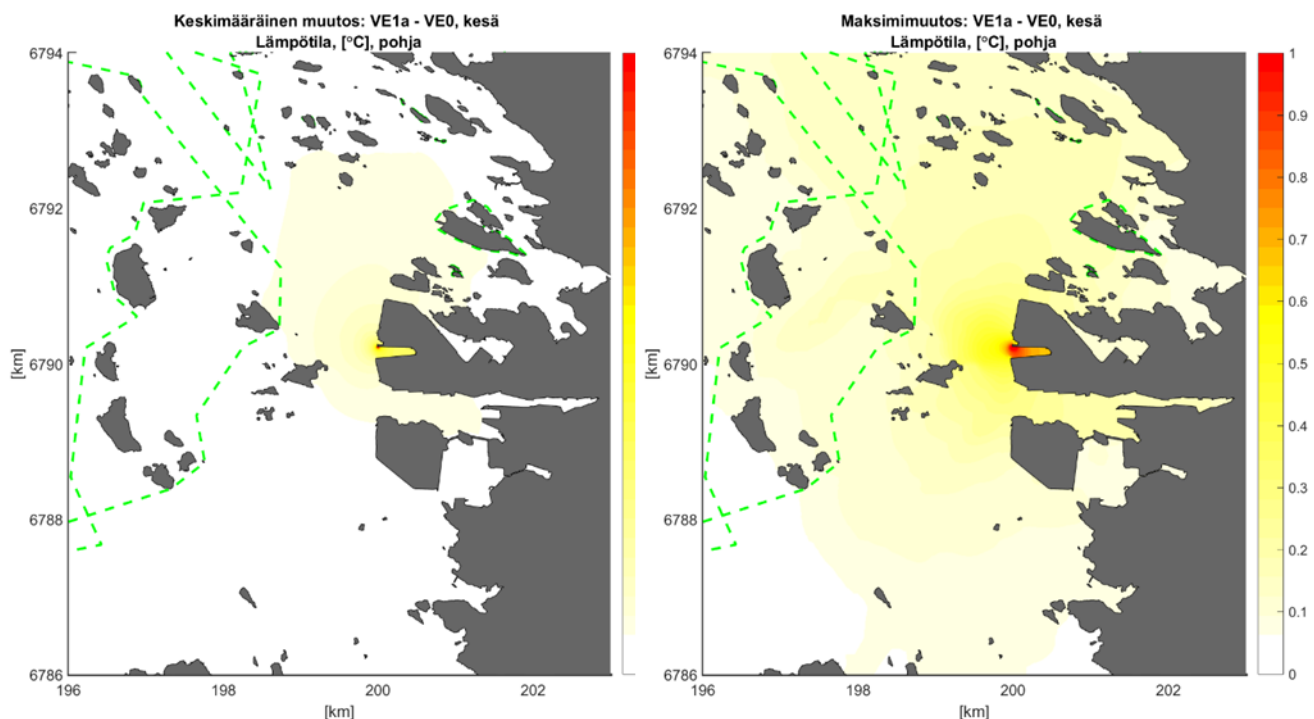
6.3.3 Vaihtoehto VE1a ja VE1b

Vaihtoehdossa VE1a lämpökuorman mallinnetut vaikutukset meriveden lämpötilassa suuntautuvat kesäkaudella pääosin hankealueesta pohjoiseen jäävälle merialueelle. Pysyvät vaikutukset meriveden keskimääräiseen lämpötilaan pinta- ja pohjakerroksissa ovat noin 0,1 °C. Kesäkaudella mallinnettu keskimääräinen vaikutusalue ulottuu pohjoisessa Iso Suokarin ja Ailisaaren eteläpuolelle noin 2,5 kilometrin etäisyydelle, ja lännessä noin 1,5 kilometrin etäisyydelle Ruuhiluodon ja Pajukarin saarien läheisyyteen (Kuva 7). Hetkellisiä maksimivaikutuksia esiintyy kuitenkin tätä laajemmalla alueella. Hetkelliset noin 0,5 °C:een maksimivaikutukset ulottuvat mallinnuksen perusteella noin kilometrin säteelle purkupisteestä (Kuva 7). Pääosin maksimivaikutukset kohdistuvat Rauman sataman alueelle ja sinne johtaville väyläalueille, mutta suurempaa noin 0,5 °C:een lämpötilan nousua voidaan havaita lännessä myös Ruuhiluodon saaren läheisyydessä. Vähäiset noin 0,1–0,2 °C:een maksimivaikutukset voivat levittäytyä hetkellisesti laajalle alueelle läheisellä merialueella. Suurimmillaan vaikutukset veden lämpötilaan ovat aivan purkupisteen lähialueella ja satama-altaan pohjakerroksessa, jossa meriveden lämpötila nousee keskimäärin noin 0,5 °C, mutta suurimmillaankin vaikutukset veden lämpötilaan ovat kuitenkin kesäkaudella alle 1 °C

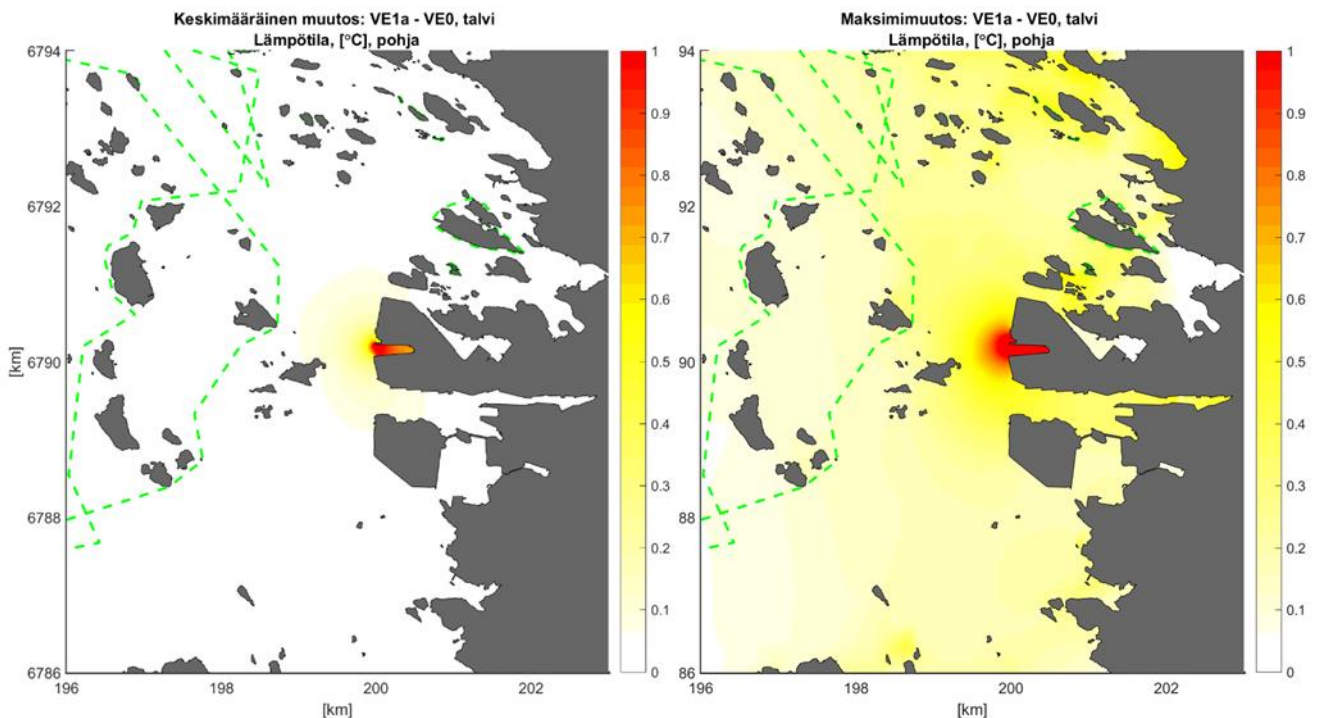
Mallinnuksen perusteella hankkeen aiheuttamat vaikutukset meriveden lämpötilaan näkyvät talvikaudella ke-sää suppeammalla alueella. Tämä johtuu siitä, että talvikaudella ilman ja meriveden välinen lämpövuoto on voimakkaampaa, kuin kesäkaudella. Vaikutukset lämpötilaan ovat kuitenkin purkupisteen läheisellä alueella

suurempia talvikaudella (Kuva 8). Vaihtoehdossa VE1a keskimääräisiä ja pysyviä, noin 0,1 °C:een lämpötilavaikutuksia pohjanläheisessä vesikerroksessa esiintyy mallinnuksen perusteella noin kilometrin etäisyydellä purkupisteestä (Kuva 8). Vaikutukset rajoittuvat pääosin Rauman sataman alueella ja sinne johtaville väyläalueille, mutta lännessä heikkoja noin 0,1 °C:een lämpötilan nousua on havaittavissa Ruuhiluodon saaren läheisellä alueella. Aivan purkupisteen läheisyydessä ja läheisessä satama-altaassa keskimääräinen vaikutus veden lämpötilaan on talvella noin 1 °C, mutta vaikutukset vähenevät nopeasti satama-altaan ulkopuolella.

Purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien hetkelliset maksimivaikutukset ovat kuitenkin talvella suurempia kuin kesäkaudella (Kuva 8). Pohjakerroksessa hetkelliset maksimivaikutukset ovat noin 1 °C, ja vaikutusalue ulottuvat noin 300 metrin etäisyydelle satama-altaan edustan merialueelle. Näin ollen vaikutukset kohdistuvat pääosin Rauman satama-alueelle ja sille johtavalla väyläalueelle. Pintakerroksessa hetkelliset noin 0,5 °C:een vaikutukset lämpötilaan leviävät noin kilometrin etäisyydelle purkupaikalta lännessä ja pohjoisessa. Sekä pinnan- että pohjanläheisessä vesikerroksessa voidaan havaita hetkellistä (maksimivaikutus) 0,1–0,2 °C:een lämpötilan nousua laajalla alueella Rauman läheisellä merialueella.



Kuva 7 Keskimääräinen (vasen) ja hetkellinen maksimimuutos (oikea) pohjanläheisen vesikerroksen lämpötilassa kesäkaudella hankevaihtoehdolla VE1a. Vaikutukset ovat suurempia pohjanläheisessä vesikerroksessa. Vähäisiä 0,1–0,2 asteen lämpötilan muutoksia voidaan havaita laajalla alueella etenkin hankealueen pohjois- ja länsipuolelle jäävällä merialueella. (Rasmus & Mykkänen 2025a)



Kuva 8 Keskimääräinen (vasen) ja hetkellinen maksimimuutos (oikea) pohjanläheisen vesikerroksen lämpötilassa talvikaudella hankevaihtoehdolla VE1a. Veden lämpötilan nousu on veden pintakerroksessa vähäisempää ja ulottuu suppeammalle alueelle. (Rasmus & Mykkänen 2025a)

Vaihtoehdossa VE1b mereen johdettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama on noin puolet vaihtoehdon VE1a virtaamasta ja vastaava kuin vaihtoehdossa VE2a. Purkuvesien lämpötila on kuitenkin 20 °C korkeampi, kuin meriveden lämpötila, minkä vuoksi vaihtoehdossa syntyvä lämpökuorma vastaa vaihtoehtoa VE1a. Mallinnuksen perusteella vaihtoehdossa VE1b meriveden lämpötila nousee ja leviää läheiselle merialueella käytännössä identtisesti, kuin mallinnetussa vaihtoehdossa VE1a, jonka vaikutuksia on kuvattu yllä. Pysyvissä tai hetkellisissä suuremmissa vaikutuksissa ei ole havaittavissa eroa mallinnetulla kesä- tai talvijaksolla, eikä veden pinta- tai pohjakerroksessa (Kuva 7, Kuva 8). (Rasmus & Mykkänen 2025b)

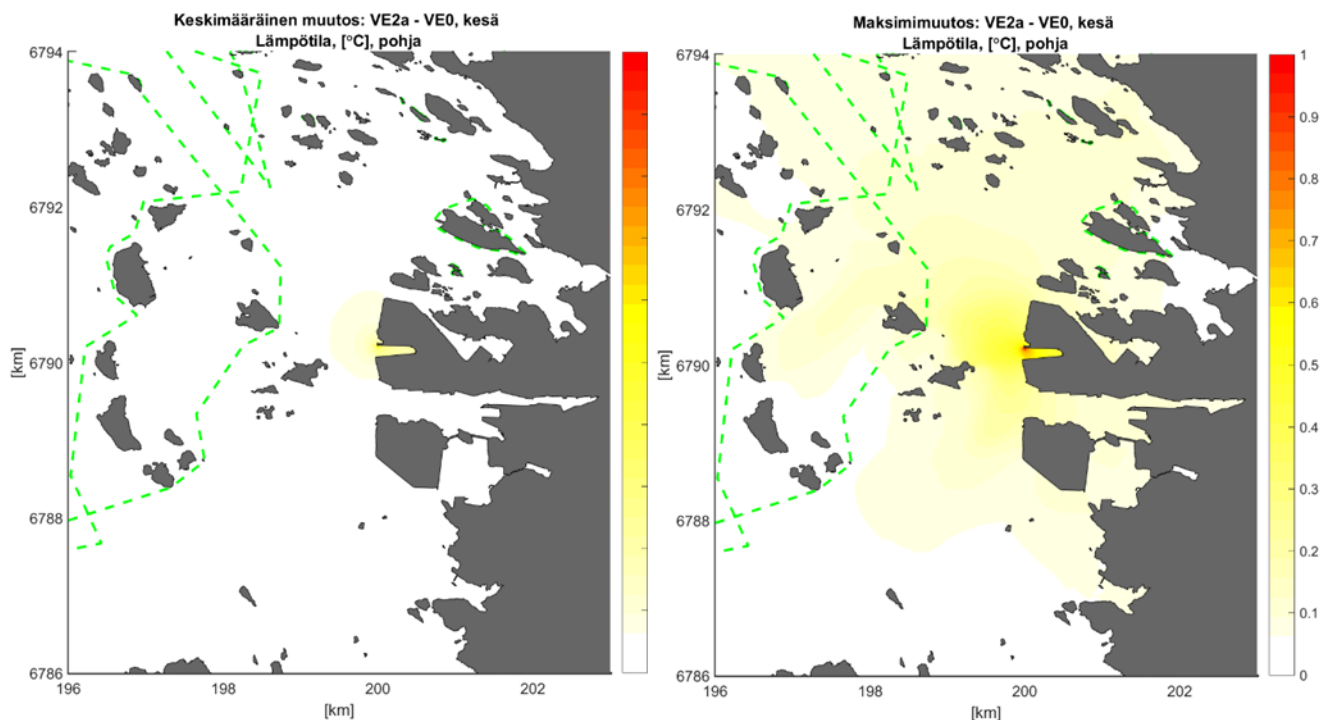
6.3.4 Vaihtoehto VE2a ja VE2b

Vaihtoehdossa VE2a vaikutukset meriveden lämpötilaan ovat vähäisempiä kuin vaihtoehdossa VE1a, pienemmän mereen purettavan vesimäärän vuoksi. Vaihtoehdossa VE2a lämpökuorman mallinnetut vaikutukset meriveden lämpötilaan rajautuvat kesäkaudella alle 1 kilometrin etäisyydelle hankealueesta pohjanläheisessä vesikerroksessa (Kuva 9). Pysyvät vaikutukset meriveden keskimääräiseen lämpötilaan pohjakerroksessa ovat noin 0,1 °C. Pintakerroksessa meriveden keskimääräinen lämpötila nousee vain noin 0,1 °C purkupisteen välittömässä läheisyydessä ja satama-altaassa, eikä vaikutuksia ole havaittavissa laajemmalla alueella. Kesäkaudella pohjanläheisessä vedessä hetkelliset maksimivaikutukset jäävät noin 0,5 °C:een, ulottuen noin kilometrin etäisyydellä purkupisteestä länteen ja pohjoiseen (Kuva 9). Lännessä vaikutuksia voi näkyä Ruuhiluodon saaren läheisyydessä. Pintakerroksessa maksimivaikutukset jäävät noin 0,2 °C:een rajoittuen purkupisteen ja sataman lähialueelle. Vähäiset tason 0,1 °C:een hetkelliset maksimivaikutukset levittyvät laajalle alueella Rauman edustan merialueella, suuntautuen pääasiassa purkupisteestä pohjoiseen ja luoteeseen.

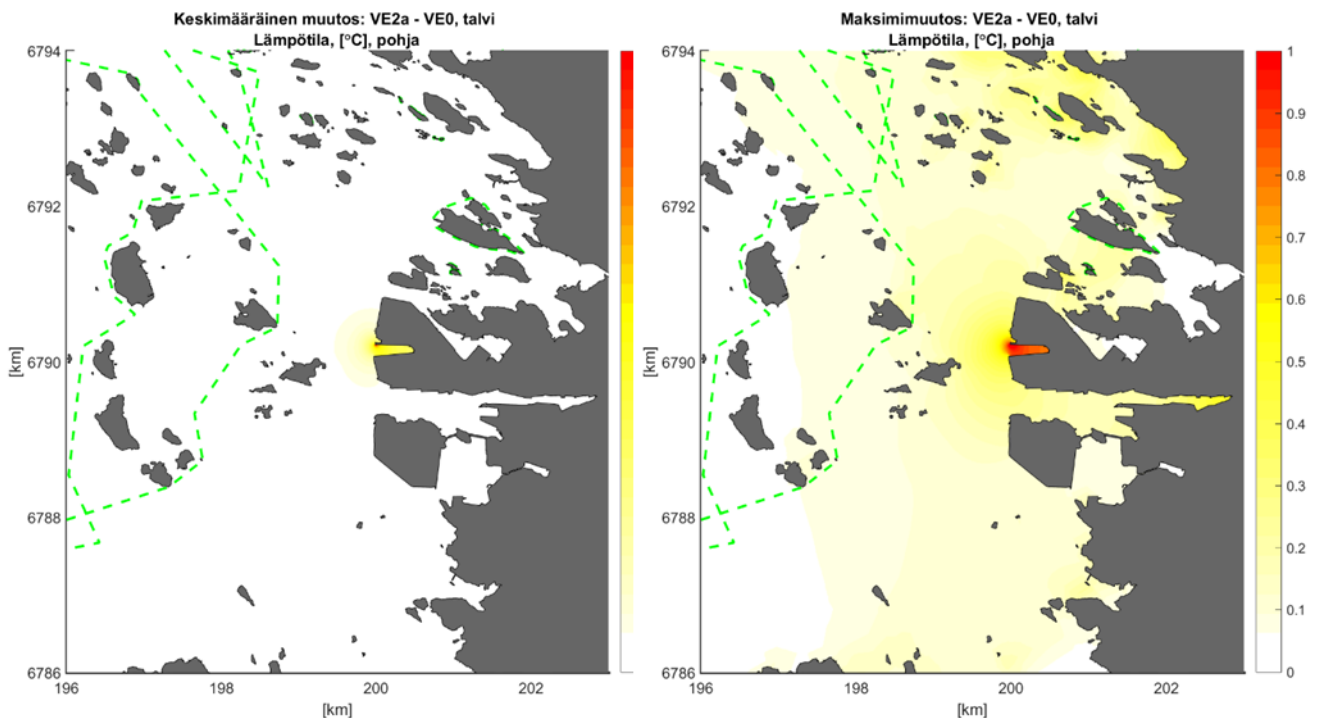
Myös talvikaudella vaihtoehdon VE2a (Kuva 10) vaikutuksia veden lämpötilaan havaitaan suppeammalla alueella, kuin vaihtoehdossa VE1a. Keskimääräisiä ja pysyviä muutoksia veden lämpötilassa esiintyy

mallinnuksen perusteella ainoastaan pohjanläheisessä vesikerroksessa. Pysyvä lämpötilan nousu on noin 0,1 °C, ja vaikutusalue ulottuu purkupisteestä noin 500 metrin säteelle satama-altaaseen ja Rauman sataman edustan vesialueelle.

Veden pintakerroksessa veden lämpötilassa ei tapahdu pysyviä muutoksia talvikaudella. Suurimmat hetkelliset vaikutukset havaitaan noin 1 °C:een lämpötilan nousuna satama-altaassa ja 0,5 °C:een lämpötilan nousua pohjanläheisessä vesikerroksessa voidaan havaita noin 500 metrin säteelle purkupisteestä. Pinnanläheisessä vesikerroksessa hetkelliset maksivaikutukset veden lämpötilaan ovat vain noin 0,1 °C, mutta vaikutus leviää laajalla alueella Rauman läheisellä merialueella.



Kuva 9 Keskimääräinen (vasen) ja hetkellinen maksimimuutos (oikea) pohjanläheisen vesikerroksen lämpötilassa kesäkaudella hankevaihtoehdolla VE2a. Vaikutukset ovat kesäkaudella suurempia pohjanläheisessä vesikerroksessa. (Rasmus ja Mykkänen 2025b)



Kuva 10 Keskimääräinen (vasen) ja hetkellinen maksimimuutos (oikea) pohjanläheisen vesikerroksen lämpötilassa talvikaudella hankevaihtoehdolla VE2a. Maksimivaikutukset ovat suurempia kuin kesäkaudella, mutta rajautuvat noin 500 metrin säteelle purkupisteestä. Suurimmat vaikutukset kohdistuvat purkupisteen läheisen satama-altaan alueelle. (Rasmus ja Mykkänen 2025b)

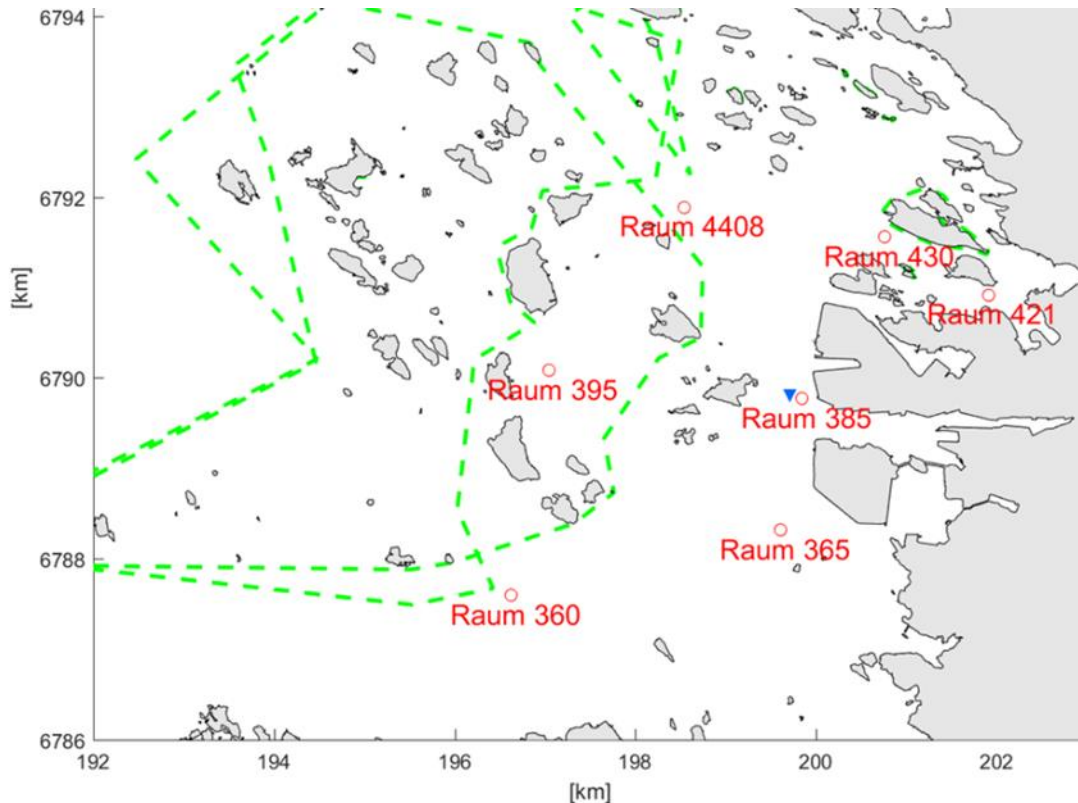
6.3.5 Vedenlaatu

Mereen johdettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien sisältämien vedenlaatumuuttujien ainepitoisuudet ovat pieniä (Taulukko 4). Mereen purettavien vesien vaikutuksia meriveden laatuun arvioitiin tehdyn leviämismallinnuksen avulla. Mallin tuloksissa on kuvattu jäähdytysveden ja puhdistetun jäteveden osuutta hankealueen läheisten vedenlaadun tarkkailupisteillä havaittavista vedenlaatuparametrien pitoisuuksista (Rasmus & Mykkänen 2025a; Rasmus & Mykkänen 2025b). Tulokset eivät siis kuvaa vesistöstä suoraan mitattavia vedenlaatumuuttujien pitoisuuksia, joihin vaikuttaa purettavien vesien osuuden lisäksi luonnollinen taustapitoisuus ja alueen muut kuormituslähteet sekä aineiden prosessit merivedessä ja sedimentissä.

Valtaosa mereen johdettavan jäähdytysveden ja puhdistetun jäteveden virtaamasta koostuu jäähdytysvesivirtaamasta. Jäähdytysvesi ei lisää mereen päätyvää vedenlaatu kuormitusta vaan kierrättää meressä jo olevia ainemääriä hankealueen pohjoisreunalla sijaitsevasta kahden metrin syvyydessä sijaitsevasta vedenotto paikalta pohjan lähellä 14 metrin syvyydessä sijaitsevaan purkupisteeseen. Purkupiste sijaitsee hankealueen eteläpuolella satama-altaan edustalla. Mereen purettava puhdistettu jätevesi kuitenkin lisää mereen päätyvää kuormitusta, mutta koska jätevesivirtaama sekoitetaan ennen mereen purkua selvästi suurempaan jäähdytysvesivirtaamaan, ovat purkuvesien sisältämät ainepitoisuudet matalia laimenemisen vuoksi. Jäähdytysvesien virtaama on vaihtoehdoissa VE1a ja VE2a noin 61 ja vaihtoehdoissa VE1b ja VE2b noin 30 kertainen jätevesien virtaamaan verrattuna. Prosessissa syntyvät jätevedet koostuvat kolmesta jakeesta: demineralisoidun ja ultrapuhtaan veden valmistamisen rejektivedestä, elektrolyysiprosessin kaasunkäsittelyn kondenssivedestä ja e-polttoaineprosessista syntyvistä jätevesistä.

Tehdyn mallinnuksen perusteella toiminnan aikaiset vaikutukset meriveden laatuun jäävät vähäisiksi jätevesien laimenemisen vuoksi. Tähän vaikuttaa myös purkupisteen sijainti Rauman satama-alueella, joka sijoittuu salmialueelle, jossa veden vaihtuvuus on tehokasta. Sataman alusliikenne vaikuttaa osaltaan alueen

virtaamia voimistaen veden sekoittumista ja virtauksia, tätä ei kuitenkaan ole huomioitu mallinnuksessa. Toiminnan aiheuttamia muutoksia vedenlaadussa mallinnettiin erikseen kesä- ja talvikaudella. Mallinnuksen tuloksissa tarkastellaan vedenlaadussa havaittavia muutoksia seitsemällä läheiselle merialueella sijoittuvalla vedenlaadun seuranta-alueella (Raum_385, Raum_365, Raum_360, Raum_395, Raum_4408, Raum_430, Raum_421) (Kuva 11).



Kuva 11 Mereen johdettavien vesien vaikutusta arvioitiin mallinnuksen avulla Rauman sataman ja hankealuetta lähinnä sijaitsevien vedenlaadun seuranta-alueiden vedenlaatuun. Kuvassa on lisäksi esitetty lähialueelle sijoittuvien luonnonsuojelualueiden rajaukset sekä mallin validoinnissa käytetty vedenlaadun sekä virtausnopeuden - ja suunnan mittauspiste sinisellä kolmiolla sataman edustalla Raum 385 pisteen vieressä. (Rasmus & Mykkänen 2025a)

Mallinnuksen perusteella jäähdytysveden ja puhdistetun jäteveden sisältämän ja mereen johdettavan ainekuormituksen (COD, kiintoaine, Kok-N, Kok-P, Cr, Cu, Ni ja Zn) vaikutukset jäävät vähäisiksi. Mallinnetut vaikutukset kokonaisfosfori-, -typpi ja kiintoainepitoisuuksissa ovat kaikilla vedenlaadun seuranta-alueilla niin vähäisiä, että ne jäävät määrittystarkkuuksien ulkopuolelle. Myös purkuvesien sisältämistä metalleista kromin ja kuparin osalta vedenlaadussa tapahtuvat muutokset ovat mittaustarkkuuksien ulkopuolelle. Mereen johdettavien vesien sisältämistä vedenlaadun muuttujista ainoastaan sinkin, nikkelin ja kemiallisen hapenkulutuksen pitoisuuksissa voi tapahtuva mitattavissa olevia vähäisiä vaikutuksia purkupisteen läheisillä ja siitä pohjoiseen sijoittuvilla seuranta-alueilla. Ravinteiden osalta Rauman edustan vesimuodostuman tila on välttävä (kokP 34,84 µg/l ja kokN 405,57 µg/l). Mikäli näiden tekijöiden pitoisuudet nousisivat tasolle, joka aiheuttaisi fysikaaliskemiallisen tilaluokan laskua (tasolle huono), pitäisi kokonaisfosforipitoisuuden nousta tasolle 39 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuuden nousta tasolle 490 µg/l. Mallinnuksen perusteella tällaista vedenlaadunmuutosta ei tapahdu.

7. VAIKUTUSTEN ARVIOINTI

7.1 Vaikutukset vesistöön

7.1.1 Rakentamisen aikaiset vaikutukset vesistöön

Rakentamisvaiheen vaikutukset ovat pääosin väliaikaisia. Merkittävimmät rakentamisaikaiset vaikutukset liittyvät toiminnasta aiheutuvaan liikenteeseen, meluun ja pölyämiseen. Lisäksi melua aiheutuu rakennusmateriaalien kuljetuksista sekä rakentamiseen liittyvistä toimenpiteistä. Rakentamisen aikana liikenne lisääntyy merkittävästi lähialueiden tie- ja katuverkolla.

Puhdistettujen jätevesien purkuputken ja merivedenottoputken rakentamisen aikaiset vaikutukset ovat työnaikaisia ja liittyvät kyseisten putkien asentamisen yhteydessä tehtäviin pienimuotoisiin rakennustöihin. Rakentamisen aikana pohjasedimenttiä sekoittuu vesifaasiin, mikä aiheuttaa pohjanläheisen vesikerroksen tilapäistä paikallista samenumista. Samenuman leviäminen riippuu vallitsevista olosuhteista, kuten tuuliolosuhteista ja virtauksista.

Hankevaihtoehdossa VE0 hanke ei toteudu, eikä vaikutuksia pintavesiin tai tätä kautta vesieliöstöön synny. Vaihtoehtojen VE1 ja VE2 rakentamisen aikaiset vesistöön kohdistuvat vaikutukset eivät eroa toisistaan.

Hankkeen rakentamisen aikaiset vaikutukset läheiseen merialueeseen ja sitä kautta vesieliöstöön syntyvät pääosin rakentamisesta aiheutuvista vedenlaatuvaikutuksista. Rakentamisesta voi syntyä vähäistä kiintoaine- ja ravinnekuormitusta etenkin maa-ainesten läjityksestä ja siirroista. Rakentamisen aikaisista perustus- ja paalutustöistä voi aiheutua vesistön läheisyydessä vedenalaista melua. Alue on kuitenkin nykyisellään voimakkaasti muutettua satama-aluetta, joten rakentamisesta aiheutuva melu ei poikkea nykyisestä meluvaikutuksesta. Laitoksen rakentaminen ei tule vaatimaan vesistörakentamista, kuten ruoppausta, vedenalaista paalutusta tai räjäytystöitä. Hankkeen yhteydessä hankelaitoksen viereen rakennettavan laiturin rakentamisesta arvioidaan aiheutuvan tilapäistä ja lyhytaikaista veden samentumaa.

Rakentamisen aikaiset vaikutukset vedenalaiseen luontoon arvioidaan vähäisiksi, sillä rakentamisesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä vedenlaatua heikentäviä vaikutuksia tai esimerkiksi vedenalaista melua. Hankealueen läheinen merialue on voimakkaasti muokattua satama-aluetta, jonka läheiset alueet on syvennetty ruoppaus- ja louhintatoimenpiteillä.

7.1.2 Toiminnan aikaiset vaikutukset vesistöön

Hankevaihtoehdoissa VE1 ja VE2 laitoksella tuotettavan ilmastoneutraalin raakaöljyn määrä (VE1: 100 000 t kg/v, VE2: 50 000 t kg/v) ja tästä lopputuotteina valmistettavien ilmastoneutraalin kerosiinin ja naftan määrät eroavat toisistaan. Eri hankevaihtoehdoissa tarkasteltavat laitoksen tuotantomäärät vaikuttavat myös tarvittavan ja mereen purettavan jäähdytysveden sekä prosessissa syntyvien ja puhdistettuna mereen purettavien jätevesien määrään ja laatuun.

Arvioinnissa sekä hankkeessa tehdyssä purkuvesien leviämismallinnuksessa on tarkasteltu neljää vesistövaikutuksiltaan eroavaa vaihtoehtoa VE1a ja VE1b sekä VE2a ja VE2b. Vaihtoehtojen VE1b ja VE2b mereen purettavien jäähdytysvesien määrä on noin puolet pienempi kuin vaihtoehtojen VE1a ja VE2a, mutta purettavien vesien lämpötila on 20 astetta otettavaa merivettä korkeampi. Vaihtoehtojen VE1a ja VE2a purkuvesien lämpötila on 10 astetta korkeampi kuin meriveden lämpötila. Taulukko 4 on esitetty jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaama, lämpötilaero meriveteen verrattuna sekä puhdistettujen jätevesien sisältämät ainepitoisuudet eri hankevaihtoehdoissa. Jäähdytysvesi sisältää ainoastaan meriveden sisältämiä epäpuhtauksia. Tehdyssä jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien leviämismallinnuksessa on käytetty Taulukko 4 esitettyjä arvoja (Rasmus & Mykkänen 2025a; Rasmus & Mykkänen 2025b).

Hankkeessa mereen johdettava jäähdytysvesi ja puhdistetut jätevedet (purkuvedet) sisältävät muun muassa raskasmetalleja ja ravinteita, mutta pitoisuudet ovat niin vähäisiä, ettei niillä ei arvioida olevan vaikutusta alueen vedenlaatuun tai ekologiaan. Hankealueen edustan merialueen vesi tulee lämpenemään purkuvesien aiheuttaman lämpökuorman seurauksena, mutta suurin lämmittävä vaikutus, jolla voidaan katsoa olevan vaikutuksia vedenlaatuun ja vesiluontoon, rajautuu suhteellisen pienelle alueelle purkupisteen läheisyydessä. Kalastovaikutuksia arvioitaessa on huomioitu myös kalojen ajautuminen jäähdytysvedenottoon. Vedenotto-paikan syvyys ja sijoittuminen (satama), sekä suhteellisen pienen merestä otettavan vesimäärän vuoksi jäähdytysvedenottoon ei arvioida kulkeutuvan merkittäviä määriä kaloja, ja tämä on todennäköisesti estettävissä täysin tai lähes täysin teknisillä ratkaisulla. Lämmin vesi heikentää myös jääpeitettä purkupisteen läheisyydessä, mutta tällä on ainoastaan vähäisiä kielteisiä vaikutuksia talvikalastukseen tai muuhun jäällä liikkumiseen nykytilaan verrattuna, koska vaikutusalue sijoittuu pääosin satama- ja väyläalueille tai väylien rajaamalla alueelle. Hankkeen vaikutukset pintavesiin, kalastoon ja kalastukseen, vedenalaisiin luontotyypeihin, pohjaeläimistöön sekä virtaus- ja jääolosuhteisiin ovat vähäisiä kielteisiä tai niitä ei synny. Vähäistä suurempia kielteisiä vaikutuksia voi kohdistua kuitenkin lähimpiin rakkohauru- ja punalevypohjiin erityisesti ilmastomuutoksen yhteisvaikutuksen kautta. Kokonaisuutena vesiluontoon kohdistuvat vaikutukset ovat vähäisiä kielteisiä.

Vaihtoehtojen VE1a/b vaikutukset ovat suurempia verrattuna vaihtoehtoihin VE2a/b suuremman mereen johdettavan lämpökuorman takia. Erot vaikutusten välillä katsotaan kuitenkin vähäisiksi. Myöskään alavaihtoehtoissa (b) ei ole käytännössä eroa vesiympäristöön aiheutuvien vaikutusten kannalta, sillä niissä mereen johdettava lämpökuorma ei käytännössä eroa vaihtoehtoista VE1a ja VE2a. Mikäli hanketta ei toteuteta, aiheuttaa ilmastomuutoksen eteneminen ja alueen kuormitus mahdollisesti vesiympäristössä etenevää rehevöitymistä tulevana vuosina ja vuosikymmeninä. Satamatoiminta suurentaa vieraslajien leviämisen riskiä alueelle.

7.2 Kalastovaikutukset

Laitoksen toiminnan aikaiset vaikutukset läheiseen merialueeseen ja sitä kautta kalastoon ja kalastukseen liittyvät pääosin jäähdytysvesien purusta aiheutuvaan meriveden lämpenemiseen. Vaikutuksia kalastoon ja kalastukseen on arvioitu jäähdytysvesien leviämismallinnuksen tulosten ja alueen kalalajistosta saatavilla olevan tiedon perusteella. Jäähdytysvesien purun suurimmat biologiset vaikutukset liittyvät paikalliseen lämpötilan nousuun, joka kiihdyttää biologisia toimintoja ja näin nopeuttaa perustuotantoa ja tiettyjen eliöiden tai eliöryhmien kasvua ja edelleen hajotustoimintaa. Vaikutukset ovat pääpiirteissään samanlaisia, kuin rehevöitymisellä, joka vaikuttaa myös vesistöjen kalastoon ja sitä kautta kalastukseen.

Mallinnuksen perusteella meriveden lämpötila nousee pysyvästi (keskimääräisesti) hankevaihtoehtoissa VE1a ja VE1b talvikaudella pohjanläheisessä vesikerroksessa. Tällöin voimakkaampaa noin 0,5–1 °C:een lämpötilan nousua voi esiintyä purkupaikan läheisyydessä sekä läheisen satama-altaan alueella. Heikot noin 0,1 asteen lämpötilavaikutukset leviävät noin kilometrin etäisyydelle purkupisteestä. Myös suurimmat hetkelliset maksimivaikutukset havaitaan talvikaudella pohjanläheisessä vedessä hankevaihtoehdossa VE1a, jolloin vesi voi lämmitä 1 °C noin 400 metrin säteellä sataman läheisellä merialueella ja 0,5 °C noin kilometrin etäisyydellä purkupaikasta. Muissa hankevaihtoehtoissa vaikutukset meriveden lämpötilaan jäävät vähäisemmiksi veden pinta- ja pohjakerroksessa, ja kokonaisuutena vaikutukset jäävät vähäisiksi, sillä pysyvät ja laajemmalle leviävät vaikutukset ovat noin 0,1 °C. Suurimmillaan lämpötila nousee 0,5–1 °C ja vaikutukset rajautuvat purkupisteen lähistölle, Rauman sataman alueelle sekä sen läheiselle merialueella kaikissa tarkastelluissa hankevaihtoehtoissa (Rasmus & Mykkänen 2025a; Rasmus & Mykkänen 2025b).

Jäähdytysvesien purkupistettä lähimmällä vedenlaadun seurantapaikalla (Raum 385 Järvil luot) mitatut veden pintalämpötila (näytesyvyyydet 0,3 metriä ja yksi metri) on vuosina 2000–2025 heinä-elokuussa tehdyissä näytteenottoissa ollut keskimäärin 18,4 °C ja maksimissaan 22,2 °C (Avoin tieto 2025). Mallinnuksen

perusteella lämpötilan muutos kesäkaudella tulee seurantapaikalla olemaan pintavedessä noin 0–0,2 °C ja pohjassa noin 0–0,25 °C (Mykkänen & Rasmus 2025a). Jäähdytysvesien lämpötilan nousu ei näin ollen aiheuta veden lämpenemistä tasolle, josta voisi aiheuta kalakuolleisuutta aivan purkupisteellä tai sen läheisellä merialueella. Alueen lajisto huomioiden lämpötilan noususta ei myöskään arvioida aiheutuvan kaloille stressiä tai muuta häiriötä. Lämpötila voi hetkellisesti pintavedessä nousta aivan purkupisteen läheisyydessä tasolle, joka voi joidenkin tutkimuksien perusteella jo joissain tilanteissa aiheuttaa häiriötä kylmän veden lajeille, kuten taimenella ja siialle, mutta ei letaalille tasolle (Alabaster & Lloyd 1982). On kuitenkin epätodennäköistä, että alueella esiintyisi lämpimän veden aikaan kylmää vettä suosivaa kalalajistoa, sillä lämpimän veden aikaan kylmää vettä suosiva kalalajisto hakeutuu luonnostaan aktiivisesti syvempiin vesikerroksiin tai alueille, joilla vesi on viileämpää.

Vesien purun kielteiset vaikutukset kalastoon arvioidaan jäävän molemmissa hankevaihtoehdoissa vähäisiksi. Merkittävämpi veden lämpötilan nousu rajautuu suppealle alueelle purkupisteen läheisessä satama-altaassa ja sataman edustan vesialueella, joihin ei hyvin todennäköisesti sijoitu esimerkiksi kalojen kutu- tai poikastuotantoalueita, jotka voisivat olla herkempiä lämpötilan muutoksille. Vaikutukset vedenlaatuun jäävät vähäisiksi, eivätkä tämän vuoksi vaikuta kalojen elinolosuhteisiin ja edelleen kalastoon ja kalakantoihin. Mahdolliset kalastovaikutukset ovat todennäköisesti lajikohtaisia ja eri suuntaisia. Yleistäen lämpötilan nousu suosii lämmintä vettä suosivia kalalajeja, kuten ahvenkaloja ja monia särkikaloja. Lämmin vesi voi paikallisesti vaikuttaa ravintotilanteeseen ja parantaa lämpimän veden lajien kasvua. Kylmän veden lajisto (muun muassa lohikalat) voi puolestaan kärsiä veden lämpenemisestä, mutta vaikutusalueen pienialaisuus ja alueen lajisto huomioiden haitalliset vaikutukset kalastolle jäävät vähäisiksi. Pitkällä aikavälillä hankkeen aiheuttama veden lämpötilan nousu voi yhdessä ilmastonmuutoksen vaikutuksien kanssa kuitenkin vaikuttaa kalalajistoon ja muun muassa kalojen kudun ajoittumiseen.

7.3 Vaikutukset vedenalaisiin luontotyypeihin

Lähimmällä tutkimusalueella veden lämpötila voi nousta noin 0,5 °C ja jäätälvi lyhentyä. Ulapalla hankealueen lähistöllä esiintyy liejusimpukkapohjia. Liejusimpukkapohjiin ei todennäköisesti luontotyyppinä kohdistu merkittäviä vaikutuksia hankkeesta. Hankealueen lähistön kovien pohjien alueilla esiintyy erittäin uhanalaisia punalevä- ja haurupohjia. Näiden monivuotisten levälajien menestymiseen vaikuttavat lämpenemisen ja sen kautta jäätälven pituuteen kytkeytyvät valon saatavuuden muutokset, sillä valaisuolosuhteet vaikuttavat siihen, miten syvällä levät voivat kasvaa. Toinen purkuvesiin liittyvä tekijä on lämpenemisestä hyötyvien rihmamaisten yksivuotisten levien haitallinen vaikutus monivuotisiin lajeihin. Rihmalevien tiedetään hyötyvän lämpenemisestä enemmän verrattuna monivuotisiin lajeihin (Russel & Fielding 1974; Takolander ym. 2017) ja ne voivat runsastuessaan tukahduttaa rakkoleväkasvustoja alleen ja hävittää ne alueelta. Ydinvoimaloiden lauhdevesien tiedetään kiihdyttävän monien rihmamaisten levien kasvua (esim. *Cladophora glomerata*, *Ectocarpus siliculosus*, *Pilayella littoralis* *Vaucheria* spp.) (Ilius 2009). Myös esimerkiksi suolilevien lisääntyminen tehostuu hyvin nopeasti lämpötilan noustessa (Christie & Shaw 1968). Purkuvesistä aiheutuvan lämpenemisen rinnalla samaan aikaan ilmastonmuutoksesta aiheutuva lämpeneminen, rehevöityminen ja suolapitoisuuden vähentyminen todennäköisesti suosii rihmamaisia leviä rakkohaurun ja punalevien kustannuksella. VELMU-aineiston havaintotietokannan perusteella rihmamaiset lämpenemisestä ja rehevöitymisestä hyötyvät yksivuotiset lajit, kuten *P. littoralis* ja *E. siliculosus* ja monet viherlevät menestyvät lähes makeassa vedessä Perämeren pohjukkaa myöten, kun taas rakkohauru ja punalevistä haarukkalevä (*Furcellaria lubricalis*) eivät esiinny juurikaan Vaasan pohjoispuolella. Rehevöitymisen, suolapitoisuuden laskun ja lämpenemisen yhteisvaikutuksesta hauru- ja punaleväpohjat voivat muuttua rihmaleväpohjiksi ja tätä kehitystä lämmin jäähdytysvesi voi nopeuttaa. Paikallisesti haittaa voi aiheutua punalevä- ja hauruluontotyypeihin.

7.4 Vaikutukset pohjaeläimistöön

Jo 1–2 asteen lämpenemisen tiedetään aiheuttavan muutoksia pohjaeläinlajistossa (Møller & Dahl-Madsen 1983). Lämpimät jäähdytysvedet voivat vaikuttaa pohjaeläimistön yksilömääriin, yhteisön rakenteeseen ja levinneisyyteen (Gauard ym. 2018; Leng ym. 2024). Vaikutukset ovat kuitenkin monimutkaisia ja voivat todennäköisesti vahvistua tai heikentyä muiden ympäristönmuutosten vaikutuksesta (erityisesti ilmastomuutos, rehevöityminen) ja vaihdella vuodenajan mukaan (Leng ym. 2024). Pohjaeläinlajien vasteet lämpötilaan eivät ole lineaarisia ja lämpeneminen voi hyödyttää lajeja tiettyyn pisteeseen asti, jonka jälkeen haittoja alkaa esiintyä (Viitasalo & Bonsdorff 2022). Lämpöaallojen vaikutus on niin ikään monimutkainen, sillä eri lajeilla on erilaiset vasteet yksittäisille ja toistuville lämpöaalloille. Yleisesti ottaen lämpöaalloista vaikuttavat hyötyvän pohjalla ja pohjan sisällä elävät pedot ja suodattavat lajit, kun taas pohjaan vajoavaa orgaanista aineista syöviin detritivoreihin (muun muassa valkokatka) kohdistuu enemmän haittaa (Pansch ym. 2018). Loviisan ydinvoimalan lauhdevesien on arvioitu kiihdyttäneen rehevöitymiskehitystä ja paikallisesti (jäähdytysvesien purkupistettä lähimmällä tarkkailupisteellä) vaikuttaneen pohjaeläimistön tilaan heikentävästi. Myös Olkiluodon lauhdevesien vaikutusalueella pohjaeläimistössä on nähtävissä muutoksia (Ilius 2009). Pohjaeläimistön lajikoostumus kuitenkin vaihtelee erityisesti pehmeillä pohjilla vuosittain ja eräiden paikoin runsainakin esiintyvien tulokaslajien vaikutus (esimerkiksi *Marenzelleria*) yhdessä rehevöitymiskehityksen kanssa vaikuttaa voimakkaasti pohjaeläinyhteisöjen lajisuhteisiin ja laskennallisiin indekseihin.

Hankealueen lähistöllä pohjaeläimistössä vallitseville lajeille lämpimän purkuveden vaikutus on todennäköisesti vaihteleva. Erityisesti makeissa tai murtovesissä esiintyvien surviaissääskilajien tiedetään reagoivan lämpötilamuutoksiin (esimerkiksi Marziali ym. 2013), ja lajiryhmää on pitkään käytetty esim. ilmastomuutostutkimuksessa. Tämän vuoksi surviaissääskilajistossa voi tapahtua muutoksia lajien runsaussuhteissa alueella, johon lämmin purkuvesi eniten vaikuttaa. Runsaana useimmissa näytepisteissä esiintyvä liejusimpukka (*Macoma balthica*) saattaa kasvaa hieman nopeammin lämpimän jäähdytysveden vaikutusalueella, jos lämpötila pysyy sille sopivana (Gilbert 1973). Alueella havaituista tulokaslajeista japaninkuoppaäyriäinen (*Nippoleucon hinumensis*) menestyy vaihtelevissa olosuhteissa, ja se esimerkiksi sietää hyvinkin lämmintä vettä (Schüler ym. 2020). Valesinisimpukkaa (*Mytilopsis leucophaeta*) on tavattu erityisesti Loviisan ja Olkiluodon ydinvoimaloiden lauhdevesialtaissa ja se on alun perin kotoisin Meksikonlahdelta (Vieraslaivit 2025), joten lämmin jäähdytysvesi ei todennäköisesti aiheuta sille haittaa, vaan mahdollisesti hyödyttää lajia. Valesinisimpukan tiedetään aiheuttavan haittaa vedenottolaitteistoille runsaana esiintyessään. Kasviplanktonin kevätukukinnalla on suuri merkitys pohjaeläinten ravinnonsaantiin, mikäli kasviplanktoniyhteisöön kohdistuu vaikutuksia, voi pohjaeläimistölle tarjolla olevan ravinnon määrä tai laatu muuttua.

Pohjaeläinvaikutukset ovat todennäköisesti lajikohtaisia ja eri suuntaisia. Merkittäviä haitallisia vaikutuksia ei vesimuodostumatasolla arvioida muodostuvan, sillä nykyisellään vesimuodostuman pohjaeläimistön tila on ekologisen tilaluokituksen tasolla erinomainen ja hankkeessa toteutettujen pohjaeläintutkimusten tulokset (Vasama 2025) tukevat tätä tulkintaa. Pohjaeläimistön tilan tulisi heikentyä selvästi, jotta laskennalliset ekologisen tilaluokan indeksit putoaisivat hyvää tilaluokkaa alemmalle tasolle (tyydyttävälle tasolle).

7.5 Vesistövaikutusten merkittävyys ja vaihtoehtojen vertailu

Pintavesien tila (vedenlaatu, ekologinen tilaluokitus) on herkkyydeltään kohtalainen, mutta vaikutukset on arvioitu vähäisiksi kaikissa hankevaihtoehdoissa. Kalasto ja kalastus ovat herkkyydeltään kohtalaisia ja niihin kohdistuvat vaikutukset arvioidaan vähäisiksi vaikutusalueen pienialaisuuden ja hankealueen sijainnin vuoksi. Vedenalaisten luontotyyppien osalta herkkyys on erittäin uhanalaisilla luontotyypeillä suuri, ja näihin kohteisiin (rakkohauru- ja punaleväpohjat Ruuhiluodon saaren läheisyydessä) voi kohdistua kohtalaisia vaikutuksia erityisesti ilmastomuutoksen yhteisvaikutuksena. Pohjaeläimistön herkkyys on vähäinen ja vaikutukset

vähäisiä. Virtaus- ja jääolosuhteet ovat herkkyydeltään vähäisiä ja hankkeella arvioidaan olevan niihin vähäisiä vaikutuksia.

Yhteenvetona vesistöön ja vesiluontoon kohdistuvat vaikutukset ovat vähäisiä ja paikallisesti kohtalaisia (Ruuhiluodon rakkohauru- ja punaleväpohjat).

Vaihtoehtoista VE1a ja VE1b aiheutuu pintavesien tilaan, kalastoon ja muuhun vesiluontoon suurempia vaikutuksia verrattuna vaihtoehtoihin VE2a ja VE2b. Tarkasteltujen alavaihtoehtojen (VE1b, VE2b) vaikutukset eroavat leviämismallinnuksen perusteella vaihtoehtoista VE1a ja VE2a hyvin vähän, koska veteen johdettava lämpökuorma pysyy alavaihtoehtoissa samana, vaikka mereen johdettavien purkuvesien virtaama on tarkastelluissa alavaihtoehtoissa näitä pienempi.

7.6 Meriliikenteen vaikutukset ja onnettomuus- ja häiriötilanteet

Laivaliikennettä hyödynnetään hankkeessa valmiiden tuotteiden kuljetuksessa markkinoille, sekä mahdollisesti nesteytetyn hiilidioksidin kuljettamisessa laitokselle. Laivaliikenne suuntautuu Itämeren alueelle ja pääosin eteläiseen Suomeen.

Laivaliikenteen määrä kasvaa molemmissa hankevaihtoehtoissa sekä väliaikaisesti rakentamisen aikana. Laivaliikennettä muodostuu enemmän hankevaihtoehtoissa VE1 kuin VE2. Vaihtoehtoissa VE1 laivaliikenteen määrän kasvu arvioitiin vähäiseksi kielteiseksi, ja vaihtoehtoissa VE2 ei-merkitykselliseksi. Vaihtoehtoissa VE1 hankkeen aiheuttama laivaliikenne lisäisi Rauman satamaan suuntautuvaa laivaliikennettä noin 13 %. Vaihtoehtoissa VE2 tämä lisääntyneen laivaliikenteen määrä olisi noin 6 %. Vaikutuksia lieventää myös se, että hankkeelle rakennetaan uusi laituri, jolloin vierailevat laivat eivät saavu satama-altaaseen eivätkä näin vaikuta suoraan sataman toimintaan yhtä voimakkaasti kuin mikäli liikenne suuntautuisi vanhalle laiturille. Vähäisiä vaikutuksia voidaan havaita satamaa lähestyvillä laivareiteillä, mutta suhteessa nykyiseen liikenteeseen nämä muutokset ovat hyvin pieniä.

Laivaliikenteen luontovaikutuksia ovat muun muassa rantaeroosio, pohjaeroosio, sameneneminen, laivoista syntyvät aallot ja meluhaitta (Sitowise 2025). Lisääntyvä laivaliikenne voisi lisätä häiriötä, jos laivaväylä olisi lähellä pesimäluotoja. Rauman sataman syväväylä kulkee juuri IBA-alueen rajausta pitkin, mutta väylän vieressä ei ole lintujen tärkeitä pesimäluotoja IBA-alueen suojeluperustelajien kannalta. Pienemmällä käytöllä oleva pohjoisempi väylä kulkee IBA-alueen läpi, mutta sen liikenteen ei arvioida kasvavan hankkeen vaikutuksesta merkittävästi.

Laivaliikenteen vedenalaisella melulla tiedetään olevan haitallisia vaikutuksia esim. joillekin merinisäkkäille (Virtanen 2022), mutta koska lisääntyvä liikenne sijoittuu jo nykyisellään vilkkaasti liikennöidylle väylälle sekä satama-alueelle, sen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia vesieliöstölle. Meriliikenne voi aiheuttaa myös eroosiota ja veden samentumista laivaväylällä. Mikäli meriliikenne on merkittävää ja alusten nopeudet suuria, voi rantavyöhykkeeseen kohdistua eroosivaikutusta. Kapeikoissa alusliikenne aiheuttaa paine- ja imuvaikutuksia.

Rauman satamaan johtava laivaväylä kulkee Rauman saariston Natura-alueen eteläosan läpi. Onnettomuustilanteessa aluksesta vapautuva lasti (sähköpolttoaine) voisi olla erittäin haitallinen merieliöstölle sen vesieliömyrkyllisyyden vuoksi. Liikenneturvallisuuteen kiinnitetään erityistä huomiota rakentamisen aikana liikennemäärien ollessa suurimmillaan. Alusten nopeuksien alentamiselle voidaan vähentää onnettomuuksien riskiä ja lieventää niiden seurauksia. Rakentamisen aikaisen liikenteen vaikutukset ovat tilapäisiä ja lyhytkestoisia. Hankelaitoksen tuottamien vedyn ja sähköisen lentopolttoaineen kuljetuksissa noudatetaan tarkasti yleistä huolellisuutta sekä vaarallisten aineiden kuljetuksesta säädetyssä laissa (541/2023) annettuja määräyksiä.

Laitoksen toiminta on luvanvaraista ja siinä noudatetaan lainsäädäntöä ja turvallisuusvaatimuksia. Hankkeeseen ei liity erityisiä riskitekijöitä, jotka poikkeaisivat oleellisesti Rauman sataman nykyiseen toimintaan liittyvistä riskeistä ja niiden vaikutuksista. Tämän takia onnettomuus- ja häiriötilanteiden vaikutuksia ei arvioida tässä Natura-arvioinnissa tarkemmin.

7.7 Melu- ja ilmapäästövaikutukset

Maanrakentamisesta ja varsinaisen tuotantolaitoksen rakentamisesta aiheutuvan melun arvioidaan olevan tavanomaista rakentamisesta syntyvää melua. Tiedossa ei ole työvaiheita, joiden tuottamaa melua on syytä olettaa erityisen häiritseväksi, kuten paalutusta. Suurin osa laitoksen prosessilaitteistoista tuodaan paikalle valmiina moduuleina laivakuljetuksina, mikä vähentää rakentamiseen liittyvän raskaan tieliikenteen määrää ja täten tieliikenteen melu- ja päästövaikutuksia. Laivakuljetuksista aiheutuu itsessään melu- ja päästövaikutuksia hankealueen ja laivaliikenteen käyttämien kulkuväylien läheisyydessä. Prosessilaitteiden kuljetukset vaativat useita laivakuljetuksia rakentamisen aikana, mutta rakentamiseen liittyvän laivaliikenteen kokonaismäärän arvioidaan olevan kuitenkin suhteellisen pieni verrattuna koko Rauman sataman vuotuisen laivaliikenteeseen, jolloin myöskään rakentamiseen liittyvän laivaliikenteen ei arvioida muuttavan merkittävästi alueen melutasoja tai nostavan merkittävästi liikenteen päästöjä.

Linnustoon kohdistuvan meluvaikutuksen hankkeen toiminnan aikana arvioidaan liittyvän kokonaismelun nousuun, ei niinkään yksittäisiin melunlähteisiin. Taustamelu voi peittää alleen lintujen keskinäistä ääniviestintää, mutta on todennäköistä, että linnut myös tottuvat taustameluun. Hankealueen läheisyydessä ei myöskään ole erityisen häiriintyvää elinympäristöä, kuten lintujen tärkeitä pesimäluotoja, joten lisääntyvän melun arvioidaan vaikuttavan linnustoon vain vähäisesti. Hankealue on myös jo nykyisellään vilkkaasti liikennöityä satamatoimintojen aluetta, joten voidaan olettaa, ettei hankealueen läheisyydessä esiinny herkästi häiriintyvää lajistoa.

Ilmapäästöjen leviämismallilaskelmien tulosten perusteella rikkidioksidi-, typpidioksidi-, hiilimonoksidi- tai TVOC-päästöt eivät aiheuta terveydellistä riskiä lähialueen asukkaille, sillä terveyden suojelemiseksi annetut ilmanlaadun ohje- ja raja-arvot alittuvat selkeästi koko tarkastelualueella molemmissa hankevaihtoehdoissa (VE1 ja VE2). Lisäksi ekosysteemien ja kasvillisuuden suojelemiseksi rikkidioksidille ja typen oksideille asetetut vuotuiset raja-arvot alittuvat selkeästi jokaisen hankevaihtoehdon osalta. Näin ollen ilmapäästöjen ei arvioida aiheuttavan haitallisia vaikutuksia kasvillisuudelle, eläimistölle tai suojelualueille.

8. VAIKUTUKSET NATURA-ALUEESEEN RAUMAN SAARISTO

8.1 Luontodirektiivin luontotyypit

Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan suoria rakentamisen tai toiminnan aikaisia vaikutuksia Natura-alueen suojelun perusteena oleville luontotyypeille (Taulukko 1). Välillisiä vaikutuksia Natura-alueen suojelun perusteena oleville luontotyypeille voisi aiheutua veden laadun muutoksista, jotka voisivat muuttaa kasviyhdyskuntien koostumusta olosuhteiden muuttuessa rehevämmiksi. Jäte- ja jäähdytysvesien leviämismallinnus on tehty varovaisuusperiaatteen mukaan maksimitilanteissa. Mallinnuksen perusteella vaikutus ei ulotu Natura-alueelle ja sitä kautta vaikutus luontodirektiivin luontotyyppihin jää hyvin vähäiseksi, koska muutokset ravinne- ja kiintoainepitoisuuksissa ja lämpötilan muutoksissa ovat niin pieniä, että ne peittyvät luontaisen vuotuisen vaihtelun alle. Muutokset näissä tekijöissä ovat hyvin vähäisiä eivätkä ulotu Natura-alueelle. Hankkeen vesistövaikutukset on siten arvioitu vähäisiksi, ja ne eivät ulotu Natura-alueella oleville luontodirektiivin luontotyyppien alueelle, joten merkittäviä haitallisia vaikutuksia suojelun perusteena oleville luontotyypeille ei arvioida aiheutuvan.

8.2 Luontodirektiivin liitteen II lajit - Halli

Hankkeen vaikutukset liittyvät pääasiassa veden laatuun. Merkittäviä vesistövaikutuksia ei arvioida aiheutuvan, joten hankkeesta ei arvioida aiheutuvan epäsuoria esimerkiksi elinympäristön muutokseen tai ravintoon (kalat, vesieliöstö) liittyviä vaikutuksia Natura-alueen suojelun perusteena olevaan luontodirektiivin liitteen II lajiin halliin.

Rakennusvaihe ja toiminta sekä meriliikenne aiheuttavat melua, mutta Rauman sataman merialue on jo nykyisellään teollisuusaluetta ja vilkkaasti liikennöity laivaväylä, joten hanke ei merkittävästi lisää melun häiriövaikutuksia.

8.3 Muut tärkeät lajit

Vaikutusten arviointi koskee SAC-alueilla vain suojelun perusteena olevia luontotyypppejä ja lajeja. Tässä on tarkasteltu yleispiirteisesti vaikutuksia Natura-tietolomakkeessa mainittuihin muihin tärkeisiin lajeihin.

Aiemmin esitetyn perusteella vaikutuksia Natura-alueella pesiville, NATA-lomakkeella mainituille lintulajeille ei arvioida aiheutuvan, sillä Natura-alue sijaitsee lähimmillään noin 2,3 kilometrin päässä hankealueen rajauksesta. Hankkeesta ei myöskään arvioida aiheutuvan epäsuoria elinympäristön muutokseen tai ravintoon (kalat, vesieliöstö) liittyviä vaikutuksia linnustolle tai muulle lajistolle. Hankkeesta ei siten aiheudu suoria tai välillisiä merkittäviä haitallisia vaikutuksia linnustolle tai muulle lajistolle.

Melun, ilmapäästöjen ja liikenteen ei myöskään arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia Natura-alueen muulle lajistolle. Vaikutuksia salassa pidettäviin lajeihin on arvioitu salassa pidettävässä liitteessä (liite 1).

8.4 Natura-alueen eheys

Arvioitaessa vaikutuksia Natura-alueen eheyteen tarkastellaan sitä, voiko alue hankkeesta tai suunnitelmasta huolimatta pitkälläkin aikavälillä säilyä sellaisena, että sen suojelutavoitteisiin kuuluvat luontotyypit eivät mainittavasti supistu ja suojeltavien lajien populaatiot pystyvät kehittymään suotuisasti tai vähintään säilymään nykyisellä tasollaan. Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haitallisia vaikutuksia Natura-alueen suojelun perusteena oleville luontotyypeille tai lajeille, joten vaikutuksia ei aiheudu Natura-alueen eheyteen.

8.5 Yhteisvaikutukset

Mahdollisia yhteisvaikutuksia muiden hankkeiden kanssa arvioidaan muodostuvan ainoastaan rakentamisaikana. Yhteisvaikutuksia voi syntyä etenkin Fortum Power and Heat Oy:n sähkönsiirtohankkeen sekä Rauman sataman hankkeiden kanssa, joihin sisältyy vesirakentamista tai muita merialueella tehtäviä toimenpiteitä. Hankkeiden rakentamiseen liittyvä ruoppaus ja/tai louhinta voi aiheuttaa tilapäistä ja paikallista veden samentumista. Eri hankkeiden vesirakentamistoimenpiteiden ajoituksessa samaan ajankohtaan voi hankkeiden yhteisvaikutuksesta aiheutua veden samentumista laajemmalla alueella. Hankelaitoksen rakentaminen vaatii kuitenkin vain vähäisissä määrin maaperän muokkausta, joten siitä aiheutuva samentuminen arvioidaan vähäiseksi. Myös yhteisvaikutuksesta aiheutuva mahdollinen veden samentuminen on tilapäistä, eikä siitä aiheudu merkittäviä negatiivisia vaikutuksia vedenlaatuun tai vesieliöstölle. Vedenlaatuvaikutuksien lisäksi vesirakentamisesta voi aiheutua tilapäistä häiriövaikutusta, kuten vedenalaista melua ja tärinää, mutta tästä aiheutuvat kielteiset vaikutukset ovat tilapäisiä ja arvioidaan tämän vuoksi vähäisiksi.

Laiturin, laitoksen ja sähkönsiirtokaapeleiden rakentamisesta ja syväväylän ruoppauksesta ei arvioida aiheutuvan merkittäviä haitallisia yhteisvaikutuksia Rauman saariston Natura-alueen suojelun perusteena olevalle lajistolle, luontotyypeille tai eheydelle, sillä vaikutukset eivät merkittävässä määrin ulotu hankealueen ulkopuolelle ja ajoittuvat todennäköisimmin eri aikaan.

8.6 Vaikutusten lieventäminen

Lieventäviä toimenpiteitä ei tarvita, koska hankkeen ei arvioida aiheuttavan merkittäviä haitallisia vaikutuksia Natura-alueelle Rauman saaristo. Tarvittaessa alusten sallittua maksiminopeutta voidaan kuitenkin rajoittaa Natura-alueen lähellä ja kapeikoissa, mikä vähentää aallokon aiheuttamaa paine- ja eroosiovaikutusta rantavyöhykkeellä.

9. YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET

Mereen purettavien jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien vaikutukset tunnistettiin merkittävimmäksi laitoksen toiminnan aikaiseksi ympäristövaikutukseksi. Jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien aiheuttama lämpö- ja vedenlaatu kuormituksen pintavesiin ja vesieliöstöön kohdistuvien vaikutusten arvioimiseksi toteutettiin jäähdytysvesien leviämismallinnus sekä lisäselvityksiä läheisellä merialueella. Laitoksen toiminnan aikaisten pintavesiin, kalastoon ja muuhun vedenalaiseen luontoon kohdistuvien vaikutusten tarkastelualueena oli jäähdytysvesien leviämismallinnukseen pohjautuen hankealueen ympäristö noin neljän kilometrin etäisyydellä. Laitoksen toiminnan aikaisten vesistövaikutusten arvioimiseksi toteutettiin virtaus- ja vedenlaatumallinnus Rauman edustan merialueelle. Mallinnuksella arvioitiin laitokselta mereen purettavan jäähdytysveden synnyttämän lämpökuormituksen ja sen mukana mereen purettavan puhdistetun jäteveden kuormituksen vaikutuksia meriveden laatuun ja lämpötilaan, ja sitä kautta alueen pintavesien tilaan, kalastoon ja muuhun vesieliöstöön sekä alueella esiintyviin vedenalaisiin luontotyypeihin. Vaikutusten arvioimiseksi mallinnus toteutettiin eri skenaarioilla purkuvesien virtaamilla ja olosuhteissa. Tuloksien perusteella arvioitiin myös lämpökuorman vaikutusta läheisen merialueen jääolosuhteisiin. Mallinnuksen pohjana käytetyt laskelmat jäähdytysvesien ja puhdistettujen jätevesien virtaamista ja niiden sisältämistä vedenlaadun kuormitustekijöistä on laskettu konservatiivisesti, ja todelliset pitoisuudet ovat todennäköisesti mallinnuksessa käytettyjä arvoja pienempiä.

Mallinnuksen perusteella vaikutus ei ulotu Natura-alueelle ja sitä kautta vaikutus luontodirektiivin luontotyypeihin jää hyvin vähäiseksi, koska muutokset ravinne- ja kiintoainepitoisuuksissa ja lämpötilan

muutoksissa ovat niin pieniä, että ne peittyvät luontaisen vuotuisen vaihtelun alle. Muutokset näissä tekijöissä ovat hyvin vähäisiä eivätkä ulotu Natura-alueelle. Hankkeen vesistövaikutukset on siten arvioitu vähäisiksi, ja ne eivät ulotu Natura-alueella oleville luontodirektiivin luontotyyppien alueelle, joten merkittäviä haitallisia vaikutuksia suojelun perusteena oleville luontotyypeille ei arvioida aiheutuvan.

Hankkeen melu- ja ilmapäästövaikutukset kohdistuvat hankealueen välittömään lähiympäristöön, joten ne eivät aiheuta häiriötä Natura-alueen suojeluperusteena oleville lajeille. Vaikutuksia salassapidettäviin lajeihin on arvioitu tarkemmin liitteessä 1. Vaikutukset salassapidettäviin lajeihin on arvioitu vähäisiksi ja merkityksettömiksi.

Suojeluperusteena oleviin luontotyypeihin ei kohdistu merkittäviä vaikutuksia edellä esitetyn perusteella. Hankkeesta ei arvioida aiheutuvan myöskään välillisiä haitallisia vaikutuksia Natura-alueiden suojelun perusteena oleviin luontotyypeihin.

10. LÄHTEET

Airaksinen, O. ja Karttunen, K. 2001. Natura 2000 -luontotyyppiopas. 2. korjattu painos. Ympäristö-opas 46. Suomen ympäristökeskus.

Alabaster, J. S. & Lloyd, R. 1982. Water Quality Criteria for Freshwater Fish. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Butterworths 1982.

Avoin tieto 2025. Ympäristöhallinnon avoimet tietoaaineistot. Ympäristötiedon hallintajärjestelmä Hertta. www.syke.fi/avointieto, luettu 25.11.2025.

Christie, A. O., & Shaw, M. (1968). Settlement experiments with zoospores of *Enteromorpha intestinalis* (L.) link. *British Phycological Bulletin*, 3(3), 529–534. <https://doi.org/10.1080/00071616800650141>

Gaudard, A., Weber, C., Alexander, T. J., Hunziker, S., & Schmid, M. 2018. Impacts of using lakes and rivers for extraction and disposal of heat. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Water*, 5(5), e1295. <https://doi.org/10.1002/wat2.1295>

Gilbert, M. A. (1973). Growth Rate, Longevity and Maximum Size of *Macoma balthica* (L.). *Biological Bulletin*, 145(1): 119–126.

Ilus, K. 2009. Radioaktiivisuuden tasot meressä 2000-luvulla. STUK-A238. Helsinki: Säteilyturvakeskus.

Leng, Q., Mohamat-Yusuff, F., Mohamed, K. N., Zainordin, N. S., & Hassan, M. Z. (2024). Impacts of thermal and cold discharge from power plants on marine benthos and its mitigation measures: a systematic review. *Frontiers in Marine Science*, 11. <https://www.frontiersin.org/journals/marine-science/articles/10.3389/fmars.2024.1465289>

Marziali, L., & Rossaro, B. 2013. Response of chironomid species (Diptera, Chironomidae) to water temperature: effects on species distribution in specific habitat. *Journal of Entomological and Acarological Research*, 45(2), 73–89

Metsähallitus, 2022. Selkämeren kansallispuiston ja Natura 2000 -alueiden hoito- ja käyttösuunnitelma. Saatavilla: <https://julkaisut.metsa.fi/wp-content/uploads/sites/2/2022/06/c181.pdf> (luettu 15.1.2026)

Metsähallitus, 2025. Valtion luonnonsuojelualueiden biotooppien paikkatietoaineisto. (Maksullinen, ladattu 7.10.2025).

Mäkelä, K. ja Salo, P. 2024. Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi. Opas tekijälle, tilaajalle ja viranomaiselle. Suomen ympäristökeskuksen raportteja 43/2023.

Møller, B., & Dahl-Madsen, K. I. 1983. Biological monitoring of thermal effects of cooling water discharges from Danish power plants. *Water Science and Technology*, 15(10), 89–99

Pansch, C., Scotti, M., Barboza, F. R., Al-Janabi, B., Brakel, J., Briski, E., Bucholz, B., Franz, M., Ito, M., Paiva, F., Saha, M., Sawall, Y., Weinberger, F., and Wahl, M. (2018). Heat waves and their significance for a temperate benthic community: A near-natural experimental approach, *Global Change Biology* 24, 4357–4367.

Rasmus, K. & Mykkänen, J. 2025. Rauman merialueelle purettavan jäähdytysveden ja puhdistetun jäteveden vesistövaikutuksien mallinnus. Mallinnusskenaariot VE1a ja VE2a. Luode Consulting.

Rasmus, K. & Mykkänen, J. 2025b. Rauman merialueelle purettavan jäähdytysveden ja puhdistetun jäteveden vesistövaikutuksien mallinnus. Lisäskenaariot VE2b ja VE2b. Luode Consulting.

Russel, G., Fielding, AH. (1974) The competitive properties of marine algae in culture. *Journal of Ecology* 62:689-698

Schüler L, Leitinger J, Schanz A (2020) First record of the Japanese cumacean *Nippoleucon hinumensis* (Gamô, 1967) (Crustacea: Cumacea: Leuconidae) from Europe. *BioInvasions Records* 9(2): 249– 258

Sitowise 2025. Rauman sataman länsiosa asemakaavamuutos - linnustovaikutukset. Raportti. 5.9.2025.

Suomen Lajitietokeskus 2025. Laji.fi -portaali (tietopyynnöt tehty 17.10.2025).

Suomen ympäristökeskus, 2022. Lajiesittely, direktiivilaji (Harmaahylje). Saatavilla: <https://www.ymparisto.fi/sites/default/files/documents/Halli.pdf> (luettu 17.10.2025)

Sweco Finland Oy, 2026. Sähköisen lentopolttoaineen (eSAF) tuotantolaitoksen (Rauma) ympäristövaikutusten arviointiselostus.

Takolander, A., Cabeza, M. & Leskinen, E. (2017). Climate change can cause complex responses in Baltic Sea macroalgae: A systematic review. *Journal of Sea Research*, 123, 16–29.

Vasama J (2025) Rauman edustan pohjaeläinnäytteenotto ja sukellustutkimukset 2025. Alleco Oy raportti n:o 41/2025

Vieraslajit.fi 2025. Valesinisimpukka. Saatavissa: <https://vieraslajit.fi/lajit/MX.52876>, luettu 30.12.2025.

Viitasalo, M., & Bonsdorff, E. (2022). Global climate change and the Baltic Sea ecosystem: direct and indirect effects on species, communities and ecosystem functioning. *Earth System Dynamics*, 13(2), 711–747. <https://doi.org/10.5194/esd-13-711-2022>

Virtanen, M., 2022. Meriliikenteen aiheuttamat ympäristövaikutukset. Opinnäytetyö (amk), Turun ammattikorkeakoulu. Saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/751371/Virtanen_Miina.pdf?sequence=2, luettu 12.1.2026.