

Vastaanottaja  
**Nord Stream 2 AG**

Päiväys  
**Maaliskuu 2017**

Asiakirjan numero  
**W-PE-EIA-PFI-REP-805-030400FI-01**

# **NORD STREAM 2 SEDIMENTTIEN LEVIÄMISEN MALLINNUS SUOMESSA**

## **NORD STREAM 2**

Sedimenttien leviämisen mallinnus Suomessa

Versio **01**  
Päiväys **24.3.2017**

Asiakirjan tunnus W-PE-EIA-PFI-REP-805-030400FI  
Viite 1100019533 / PO16-5068

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1.</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>2</b>
<b>2.</b>	<b>MALLINNUKSEN HYDRODYNAAMISET PERUSTEET</b>	<b>3</b>
2.1	Hydrografiset skenaariot	3
<b>3.</b>	<b>MERENPOHJAN MUOKKAUSSKENAARIOT</b>	<b>6</b>
3.1	Kiviaineksen kasaus	6
3.1.1	Kiviaineksen kasauspaikat	7
3.1.2	Ammusten raivaamisalueet	9
3.2	Haitta-aineiden vapautuminen	10
3.3	Yhteenveto	12
<b>4.</b>	<b>SEDIMENTIN OMINAISPIIRTEET</b>	<b>13</b>
4.1	Sedimenttien yleiskuvaus	13
4.2	Sedimenttityypit kiviaineksen kasauspaikoilla ja ammusten sijaintipaikoilla	15
<b>5.</b>	<b>MALLINNUSTULOKSET - SEDIMENTTI</b>	<b>17</b>
5.1	Kiviaineksen kasaus	18
5.1.1	Linja A – vaihtoehtoinen reitti	28
5.2	Ammusten raivaaminen	31
5.3	Tulosten yhteenveto	45
<b>6.</b>	<b>MALLINNUSTULOKSET – HAITTA-AINEET</b>	<b>47</b>
6.1	Kiviaineksen kasaus	49
6.1.1	PAH	49
6.1.2	Dioksiini	55
6.1.3	Sinkki	58
6.2	Ammusten raivaaminen	61
6.2.1	PAH	61
6.2.2	Dioksiini	67
6.2.3	Sinkki	70
6.3	Tulosten yhteenveto	73
<b>7.</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET</b>	<b>75</b>
7.1	Sedimentin leviäminen	75
7.1.1	Kiviaineksen kasausskenaariot	75
7.1.2	Ammusten raivaaminen	75
7.2	Haitta-aineiden vapautuminen	75
7.2.1	Kiviaineksen kasausskenaariot	75
7.2.2	Ammusten raivaaminen	75
<b>8.</b>	<b>LÄHTEET</b>	<b>76</b>

## LIITTEET

### **Liite 1**

Tulostaulukot normaaliin ajan ja kesä- sekä talviajan hydrografisille olosuhteille

### **Liite 2**

Haitta-aineiden tulostaulukot normaalin ajan ja kesä- sekä talviajan hydrografisille olosuhteille

### **Liite 3**

Paikkakohtaiset leviämisenopeudet (mallin syöttötietoja)

### **Liite 4**

Suunnitellut merenpohjan muokkaustyöt (ennen putkenlaskua, putkenlaskun jälkeen ja putkilinjan ylityskohdat)

## LYHENNELUETTELO

ADCP	Acoustic Doppler Current Profiler (akustinen Doppler-virtausmittari)
DHI	Danish Hydraulic Institute (Tanskan hydraulinen instituutti)
EEZ	Exclusive Economic Zone (talousvyöhyke)
YVA	Ympäristövaikutusten arviointi
Espoon YVA	Espoon yleissopimuksen mukainen ympäristövaikutusten arviointi (YVA) rajat ylittävistä vaikutuksista koko projektialueella
GTK	Geologian tutkimuskeskus
NSP	Nord Stream -putkilinjajärjestelmä
NSP2	Nord Stream 2 -putkilinjajärjestelmä
MIKE 3	kolmiulotteinen mallinnusjärjestelmä
MIKE 3 HD	MIKE 3-mallin hydrodynaaminen moduuli
MIKE 3 PT	MIKE 3 -mallin partikkelien jäljitysmoduuli

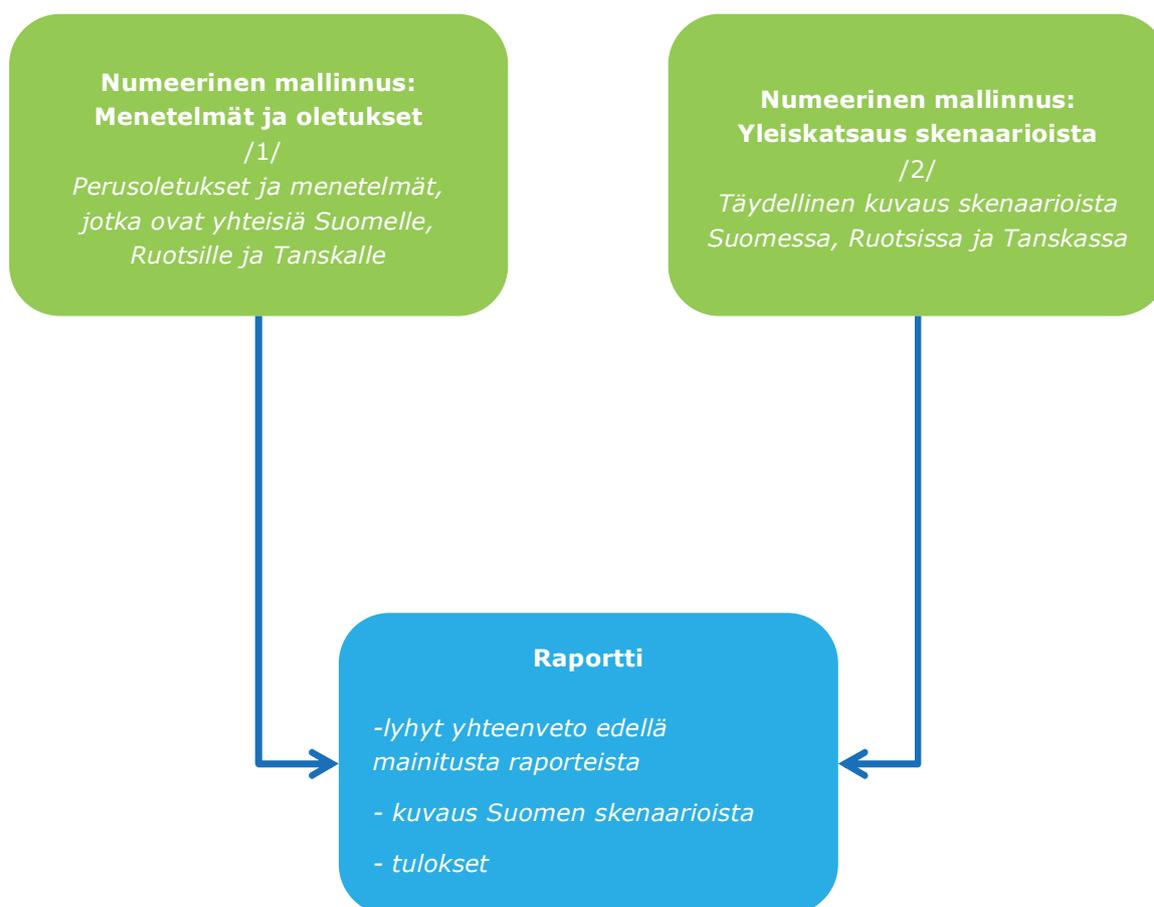
## 1. JOHDANTO

Nord Stream 2 -putkilinjojen (NSP2) ympäristövaikutusten arviointi (YVA) edellyttää sedimentin ja haitta-aineiden leviämisen ennustamista merenpohjaan kohdistuvien työvaiheiden aikana. Tämän perusteella voidaan arvioida vaikutuksia meriympäristössä. Tässä raportissa esitetään mallin vaatimat lähtötiedot ja valittujen edustavien skenaarioiden simulaatiotulokset.

Raportin tarkoituksena on välittää mallinnuksen tulokset Suomen ja Espoon YVA:n tekijöiden käyttöön. Raportissa keskitytään tulosten esittelyyn. Taustatiedot Suomen, Ruotsin ja Tanskan vesialueiden hydrografisista perusteista ja perusoletuksista sekä yleisistä menettelyistä esitetään vain lyhyenä yhteenvetona. Perusteellinen kuvaus esitetään viitteessä /1/.

Raportissa esitetään lyhyt kuvaus merenpohjaan kohdistuvista muokkaustoimista, jotka muodostavat perustan eri skenaarioille. Töihin kuuluu sekä kiviaineksen kasausta että sotatarvikkeiden raivaamista. Kiviaineksen kasaaminen liittyy putkilinjan ylityksiin, ennen putkenlaskua ja sen jälkeen tehtävään kasaukseen, putkilinjan liikkumisen vähentämiseen ja putkien liittämiseen. Mallinnus tehtiin yhdelle putkilinjalle. On oletettavaa, että merenpohjaan kohdistuvien muokkaustoimien vaikutukset toisen putkilinjan osalta ovat samankaltaiset mallinnetun putkilinjan kanssa. Mallinnuksessa on käytetty linjaan A kohdistuvia merenpohjan muokkaustöitä. Perusteellinen kuvaus kaikista NSP2 -hankkeen skenaarioista esitetään viitteessä /2/.

Tämän raportin ja siihen liittyvien taustaraporttien keskinäinen suhde esitetään kuvassa 1-1.



**Kuva 1-1** Tämän raportin ja taustaraporttien välinen suhde.

## 2. MALLINNUKSEN HYDRODYNAAMISET PERUSTEET

Sedimentin leviämisen hydrodynaaminen mallinnus perustui MIKE 3 -mallin 'joustava verkko' -versioon, joka soveltuu virtausten, vedenkorkeuksien ja suspendoituneen sedimentin, haitta-aineiden ja vuotaneen öljyn kulkeutumisen kolmiulotteiseen mallinnukseen.

DHI:n hydrodynaaminen malli perustuu MIKE 3 -hydrodynaamiseen (HD) järjestelmään, joka on suunniteltu erityisesti NSP2 -hanketta varten. Malli kattaa koko Itämeren alueen.

Koko putkilinjakäytävän pituudella ja Suomenlahdella mallijärjestelmä koostuu 'hienoverkoista'. Vuodelta 2010 on takautuvasti kerätty aineistoa perustaksi ympäristömallinnukselle, jota käytetään NSP2:n ympäristöarvioinneissa. Kuvaukset mallista ja mallin kalibroinnista esitetään viitteessä /1/.

Suspendoituneen sedimentin ja haitta-aineiden kulkeutumisen mallinnuksessa on käytetty MIKE 3 PT (Particle Tracking) -moduulia, joka on Lagrangian -partikkelien kulkeutumistyyppin malli. Lagrangian -tyypin lähestymistapaan ei kuulu muita kuin syvyysmittaukseen, virtaukseen ja veden pinnankorkeuteen kuvaukseen liittyviä avaruudellisia erotteluja. Muutamia Lagrangian -tyypin mallin etuja ovat:

- ei numeerista hajontaa
- ei hilaväliä pienempien vaikutusten kasautumista
- tehokas tutkittaessa kapeita sedimenttipilviä

Pääsyyinä MIKE3 PT -mallin valintaan muiden kulkeutumismallien sijaan ovat edellä mainitut seikat ja se, että kulkeutumisen mallintaminen voidaan tehdä tiheämmässä verkossa kuin hydrodynaaminen mallintaminen. Tämä on välttämätöntä sedimenttipäästöstä aiheutuvien pilvien arvioimiseksi.

Käytettäessä MIKE3 PT -mallia pitoisuustasot lasketaan kussakin aikaportaassa hetkellisten partikkelien sijaintien perusteella. Jokaiselle partikkelille määritellään massa leviämisen voimakkuuden mukaisesti. Pitoisuus kussakin verkon ruudussa lasketaan MIKE3 PT -mallilla, perustuen ruudun sisältämään kokonaisuutensa. Verkko, jossa pitoisuudet lasketaan, on riippumaton siitä laskentaverkosta, jota käytetään hydrodynaamisessa (HD) järjestelmässä. Tinkimättä mallien laskenta-ajasta pitoisuudet voidaan esittää laskettuina vielä tarkemmasta ruudukosta kuin HD -laskelmissa käytetty ruudukko.

Pitoisuustasojen esittämiseksi luotettavasti tehdään alustava herkkyystutkimus partikkelien määrästä. Näin voidaan varmistaa tulosten riippumattomuus sovelletusta partikkelimäärästä. Tämän pohjalta sedimenttipäästöä kuvaamaan on käytetty 2000 partikkelin määrää aikaporrasta kohti.

### 2.1 Hydrografiset skenaariot

Mallinnuksessa on käytetty todellisia jälkikäteen laadittuja hydrografisia skenaarioita. Tämä tarkoittaa, että mallinnus on tehty todelliselle suunnitteluajanjaksolle, eikä keinotekoisesti lyhyelle suunnitteluajalle (noin kuukausi) edustamaan olosuhteita, joita tyypillisesti todetaan ja joiden tulisi kuvata pitkän aikavälin havaintoja.

Skenaariojaksot on valittu edustamaan erilaisia virtausolosuhteita (kulkeutumisen mallintamista varten) ja erilaisia kerrostuneisuusolosuhteita.

Hydrodynaamisesta mallinnuksesta saatujen virtauksen, suolapitoisuuden ja lämpötilan aikasarjojen perusteella on valittu skenaariojaksot, jotka edustavat:

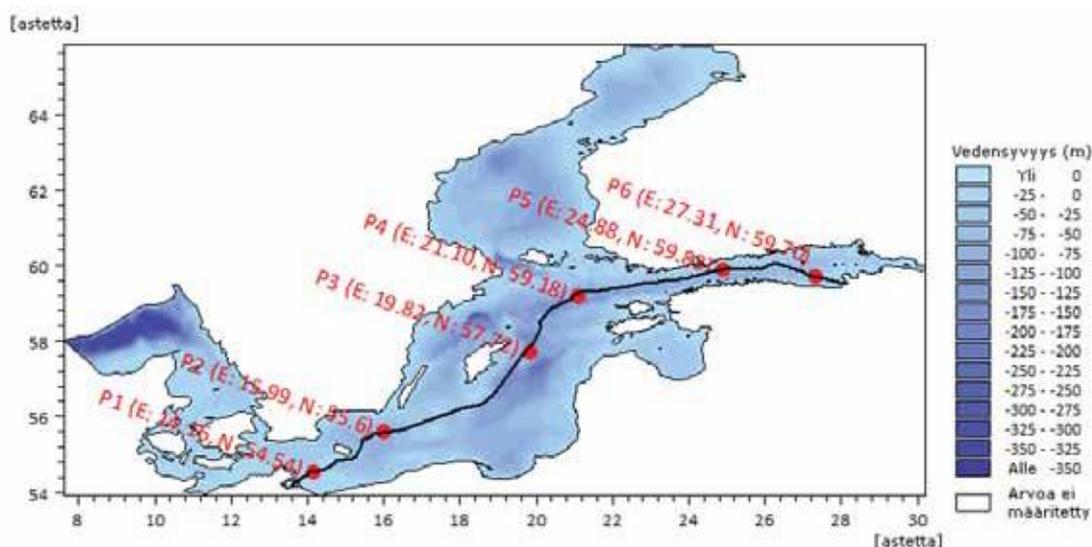
- kesä, tyypillinen (tyyntä / virtaukset heikkoja ja kerrostuminen voimakasta)

- normaaliolosuhteet (keskimääräiset virtaukset ja kerrostuminen koko vuodelle)
- talvi, tyypillinen (ankarat olosuhteet / virtaukset voimakkaita ja kerrostuminen vähäistä)

Käsitteet "kesä", "normaali" ja "talvi" liittyvät siihen, että suhteellisen tyynet kesäolosuhteet aiheuttavat heikkoa partikkelien leviämistä pienellä alueella, lähellä paikkaa, jossa ko. aines on vapautunut. Sen sijaan suhteellisen ankarat talviolosuhteet aiheuttavat partikkelien kulkeutumista kauemmas vapautumiskohdasta. Myös laimeneminen on voimakkaampaa.

Kun partikkeli (tai liennut aines) vapautuu, se kulkeutuu ympäröivän veden mukana. Nettokulkeutuminen (lineaarinen etäisyys siirtymän lähtö- ja määräpaikan välillä) on seuraavassa valittu mitaksi, joka kuvaa edellä mainittuja hydrografisia skenaariokausia suhteessa kulkeutumiseen ja leviämiseen.

Kuvassa 3-1 esitettyjen paikkojen seuranta- ja mallinnustietojen aikasarjat on analysoitu kolmen vuoden ajalta, alkaen syksystä 2009. Mitatut virtausnopeudet kohteissa P5 ja P6 ovat peräisin Acoustic Doppler Current Profiler (ADCP) -mittauksista ja ovat tuloksia Nord Stream -seurantaohjelmasta. Kuvassa 2-1 esitettyjen mallinnettujen virtausten aikasarjat on otettu hydrodynaamisista mallinnuskohteista (P1 – P4). Lämpötila- ja suolapitoisuustiedot on otettu kohdista P1 – P6.



**Kuva 2-1** MIKE 3 -hydrodynaamisesta mallista ja ADCP-mittauksista saatujen aikasarjatietojen sijaintikohteet. Musta viiva kuvaa NSP2 -reitin sijaintia.

Kuudesta kohdasta (kuva 2-1, otettujen aikasarjojen perusteella on valittu kolme edellä mainittua skenaariojaksoa kuvaamaan partikkelien kulkeutumista ja lämpötilan/suolapitoisuuden kerrostuneisuutta.

Seuraavat skenaarioajanjaksot on valittu partikkelien kulkeutumisetäisyyksistä kertyneistä taajuusdiagrammeista ja suolapitoisuuden sekä lämpötilan kerrostuneisuutta kuvaavista tasa-arvokäyristä tehtyjen arviointien perusteella:

### Normaalit olosuhteet

Huhtikuu 2010: Edustaa keskimääräisiä virtausolosuhteita partikkelien kulkeutumiskapasiteetin ja lämpötilan sekä suolapitoisuuden kerrostuneisuusolosuhteiden ollessa keskimääräiset.

**Tyynet olosuhteet (kesä)**

Kesäkuu 2010: Edustaa tyyniä virtausolosuhteita partikkelien kulkeutumiskapasiteetin ollessa vähäinen ja lämpötilan sekä suolapitoisuuden kerrostuneisuusolosuhteiden ollessa suhteellisen voimakkaat.

**Ankarat olosuhteet (talvi)**

Marraskuu 2010: Edustaa suhteellisen voimakkaita virtausolosuhteita, suuren partikkelien kulkeutumiskapasiteetin ja lämpötilan sekä suolapitoisuuden kerrostuneisuusolosuhteiden ollessa suhteellisen heikot (kuitenkin ilman jääpeitettä).

Lisätietoja jaksojen valinnasta on esitetty mallinnusperusteita koskevassa raportissa /1/.

Hydrografista pakotetta (virtauskentät) simuloidaan kalibroidulla MIKE 3 -hydrodynaamisella (HD) -mallilla. Yksityiskohtaiset tiedot hydrodynaamisen mallin järjestelmästä ja kalibroinnista esitetään viitteessä /3/.

### 3. MERENPOHJAN MUOKKAUSSKENAARIOT

Rakennustoimet Suomen talousvyöhykkeellä sisältävät sekä kiviaineksen kasausta että ammusten raivaamista. Niin sedimentin leviämistä kuin sedimentin sisältämien kemiallisten yhdisteiden leviämistä on mallinnettu molempiin aktiviteetteihin liittyen.

#### 3.1 Kiviaineksen kasaus

Kiviaineksen kasausta koskevat skenaariot perustuvat Suomea koskevaan YVA1:n tietoihin /6/. YVA1 koostuu varhaisen vaiheen projektioletuksista, jotka NPS2 -hanke on määritellyt ja esittänyt. YVA1 -tietoja kuvataan maltillisen varovaisiksi. Merenpohjan muokkausskenaariot, jotka perustuvat YVA1:n tietoihin kiviaineksen kasauksesta, jakautuu kahteen skenaarioon:

- kiviaineksen kasaus linjalla A
- kiviaineksen kasaus linjalla A, vaihtoehtoinen reitti (sekä Z35 Alt1\_01 että Z34 Alt2\_01)

Molemmissa skenaarioissa mallinnus on tehty linjalle A. Linjalla B vaikutusten oletetaan olevan samankaltaisia kuin linjalla A. Kiviaineksen kasausmäärät on esitetty taulukossa 3-1.

**Taulukko 3-1: Malliskenaarioissa käytetyt kiviaineksen kasausmäärät**

Tyyppi	Kiviainesmäärä – linja A (m <sup>3</sup> )	Kiviainesmäärä – linja A, vaihtoehtoinen reitti (m <sup>3</sup> )
Ennen putkenlaskua	163 600	221 500
Putkenlaskun jälkeen	629 600	670 800
Putkilinjan ylitykset	18 700	18 700
Putkiosuuksien liittämiskohta	80 000	80 000
Putkilinjan käytönaikaisen liikkumisen vähentäminen	210 500	220 500
<b>Yhteensä</b>	<b>1 102 500</b>	<b>1 211 500</b>

Linjaa A koskeva kiviaineksen kasaus on mallinnettu normaaleissa olosuhteissa ja kesä- sekä talviolosuhteissa. Vaihtoehtoinen reitti on mallinnettu ainoastaan talviolosuhteissa. Talviolosuhteet on valittu siksi, koska kolmesta hydrografisesta skenaariosta tuolloin vaikutusalueen oletetaan ulottuvan laajimmalle. Vaihtoehtoinen reitti on kuvattu tarkemmin seuraavassa luvussa.

Kiviaineksen kasauksen odotetaan etenevän nopeudella 20 000 tonnia/päivä. Simulaatiossa ei ole otettu huomioon laitteiden siirtoon kuluva aikaa. Oletus on varovainen, mutta välttämätön simulaatiojakson rajaamiseksi suunnittelujaksoon. Linjan A osalta, tehtyjen oletusten perusteella, jos kaikki pohjan muokkaustyöt tehdään käyttämällä yhtä alusta, kiviaineksen kasaus käsittää 93 päivän ajanjakson. Mallinnuksessa on oletettu, että kolme kiviaineksen kasausalusta työskentelee samanaikaisesti putkilinjan eri kohteissa, jotta kokonaistyöskentelyaika pysyisi lähellä suunnitelman mukaisia 30 päivän hydrografisia jaksoja. Tämä on varovainen oletus verrattuna 93 päivän työskentelyjaksoon.

Kiviainesmäärät jaetaan kolmen aluksen kesken seuraavassa kuvatulla tavalla. Yksi aluksista hoitaa putkenlaskua edeltävät muokkaustyöt, putkilinjan ylityskohdat ja kiviaineksen täsmäkasaukset (33 työpäivää). Toisen aluksen oletetaan tekevän pääosan putkenlaskun jälkeisistä pohjan muokkaustyöistä (30 työpäivää) ja kolmas alus viimeistelee putkenlaskun jälkeiset muokkaustyöt sekä putkien vedenalaiseen liittämiseen tarvittavan kiviainespeneren rakentamisen (30 työpäivää).

Linjan A vaihtoehdoisella reitillä työskentelyjakso on pitempi, koska tarvittavan kiviaineksen määrä on suurempi. Kaiken kaikkiaan työjaksot pitenevät 9 päivää, mikä merkitsee kolmelle alukselle jaettuna kolmea lisätyöpäivää per alus.

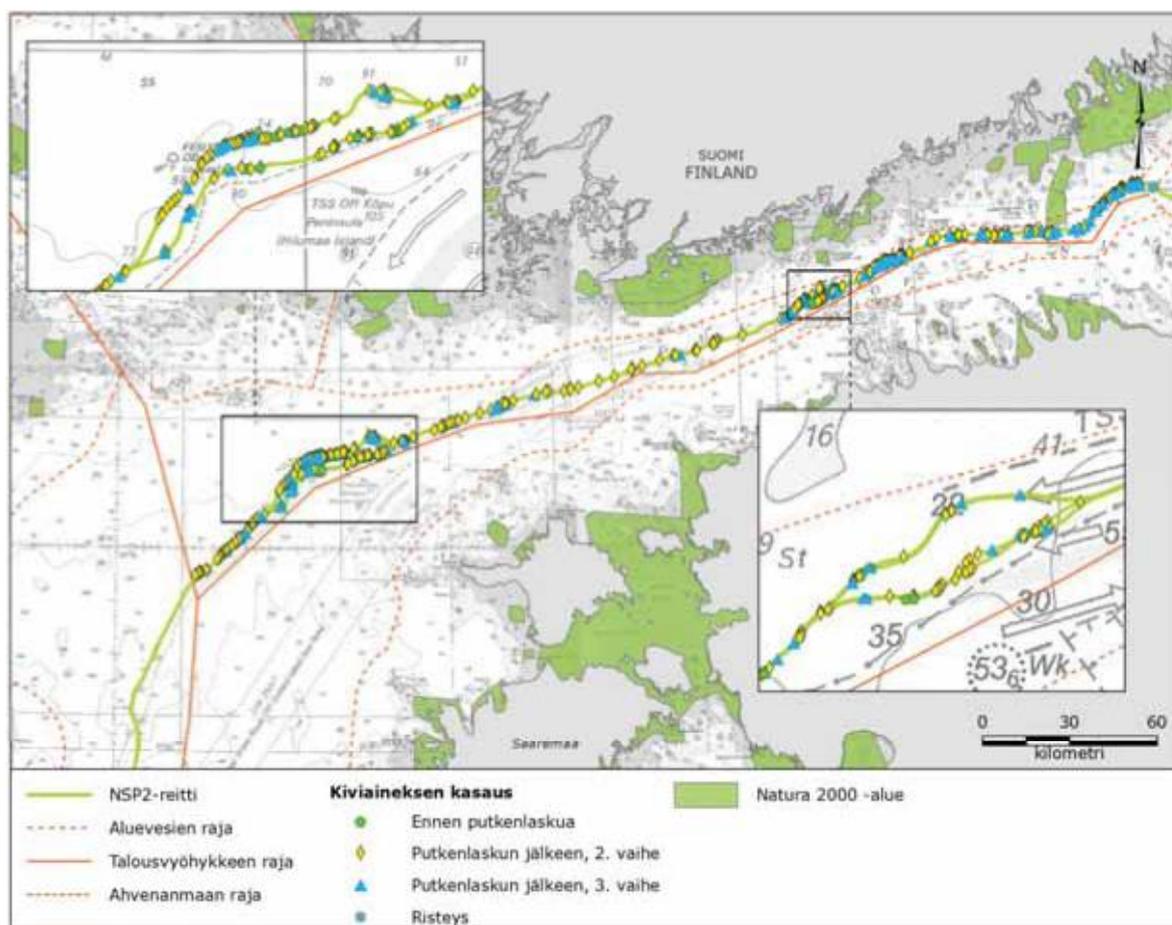
Leviämisnopeuden laskennassa noudatetaan viitteessä /5/ esitettyjä ohjeita, olettaen että:

- 30 % kiviainesmäärästä aiheuttaa leviämistä
- putoavan kiviaineksen nopeus putken sisällä on 1,44 m/s
- 10 % kokonaisenergiasta aiheuttaa sedimentin resuspendoitumista

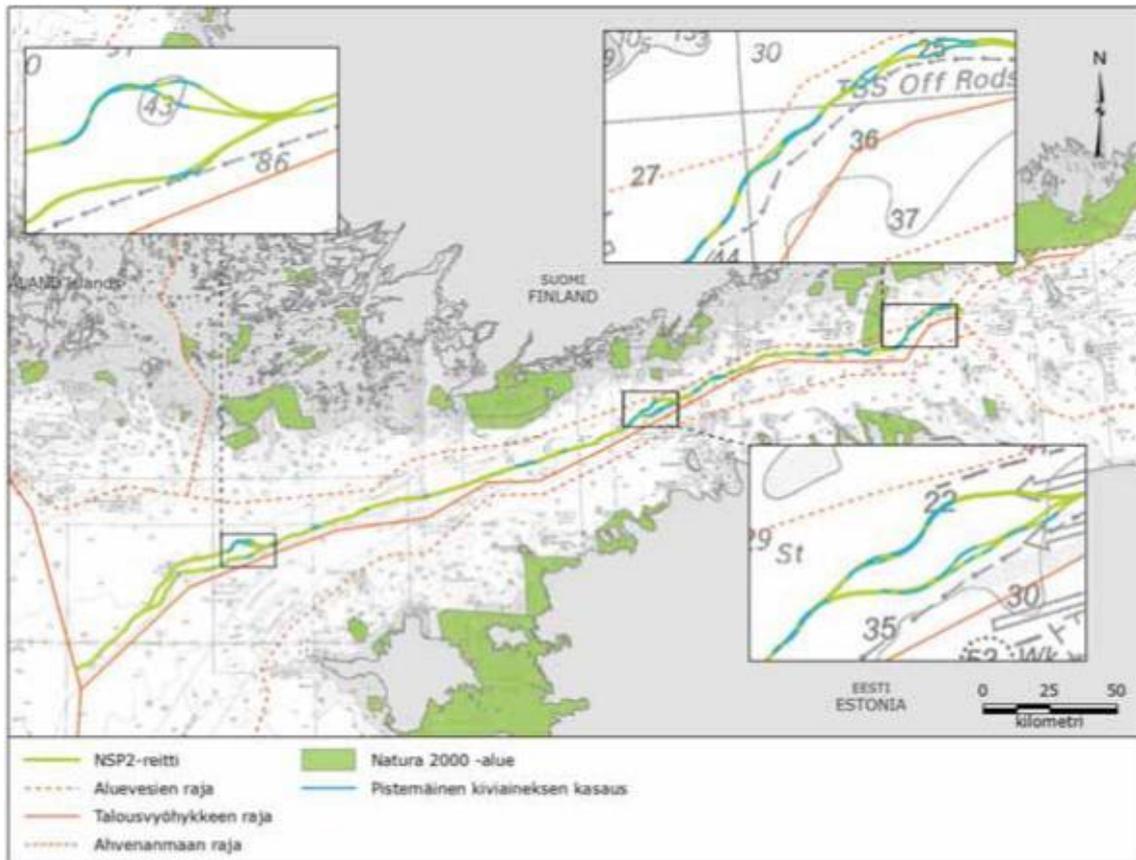
Linjalla A laskettu kiviaineksen kasaustoiminnoista johtuva leviämisen laskennallinen kokonaismäärä on 2592 tonnia ja linjan A vaihtoehdoisen reitin osalta 2850 tonnia. Kaikkien rakennustöiden kiviainesmäärät ja vastaavat sedimentin leviämisnopeudet jaettuina yksittäisille kiviainespenkereille ja sedimenttijakeille on esitetty liitteessä 3.

### 3.1.1 Kiviaineksen kasaupaikat

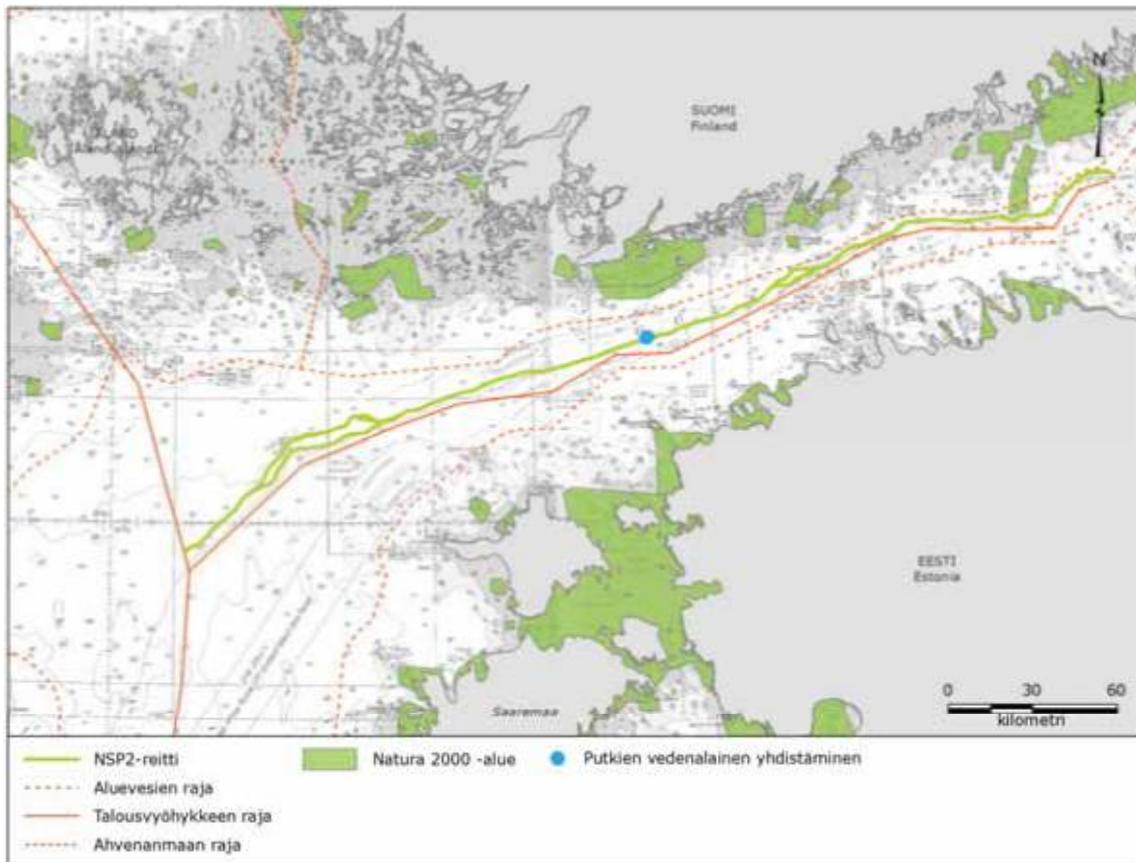
Kiviaineksen kasaustyöt, joita on käytetty malliskenaariossa Suomessa linjalla A, on esitetty kuvissa 3-1, 3-2 ja 3-3. Suunnitelman mukaiset merenpohjan muokkaustyöt ennen putkenlaskua, putkenlaskun jälkeen ja putkilinjan ylityskohdissa on suuremmissa mittakaavoissa esitetty liitteessä 0. Kuten kuvista käy ilmi, jotkin osuudet on jaettu kahtia osoittamaan vaihtoehdoista putkilinjan reittiä. Koska vielä ei ole päätetty, kumpaa reiteistä on tarkoitus käyttää, molemmat on mallinnettu. Eteläiseen reittiin kuuluvat linjan A vaihtoehdoisen reitti 01 – Z35 ja linjan A vaihtoehdoisen reitti 02 – Z34 /6/. Tässä raportissa vaihtoehdoista putkilinjan reittiä, johon kuuluvat linjat Z35 ja Z34 kutsutaan nimellä "linjan A vaihtoehdoisen reitti".



**Kuva 3-1** Kartta Suomen talousvyöhykkeelle suunnitelluista merenpohjan muokkaustöistä (ennen putkenlaskua, putkenlaskun jälkeen ja putkilinjan ylityskohta).



**Kuva 3-2** Kartta Suomen talousvyöhykkeelle suunnitelluista merenpohjan muokkaustöistä (putkiliinan käytönaikaisen liikkumisen vähentäminen).



**Kuva 3-3** Kartta Suomen talousvyöhykkeelle suunnitelluista merenpohjan muokkaustöistä (putkiosuukien vedenalaisen yhdistämisen liitoskohta).

Ammusten raivaaminen Ammusten raivaamiseen liittyvää sedimentin leviämistä on mallinnettu käyttämällä yleisskenaariota. Suomenlahdelta on valittu neljä kohdealuetta, jotka sijaitsevat joko alueilla, joissa on paljon ammuksia (SED2-SED4) tai ne sijaitsevat suojelualueiden lähellä (SED1; kuva 3-4). Alueet SED1-SED4 esitetään kuvassa 3-4. Yleisskenaario perustuu tyypillisen keskikokoisen ammuksen (30–64 kg) ja tyypillisen suuren ammuksen (100–350 kg) raivaamiseen. Ammuskoot ja kraattereiden tilavuudet on saatu NSP -projektin aikaisesta ammusten raivaamisen analyysistä /1/.

Jokaisella alueella oletettiin raivattavan yksi kerrallaan kuusi 1 km:n välein sijaitsevaa ammusta, raivausten välisen ajan oltua 24 tuntia. Kullakin alueella raivatut kuusi ammusta vaihtelivat kooltaan keskikokoisista suuriin ja vastaavat kraattereiden tilavuudet 20 m<sup>3</sup>:stä 42 m<sup>3</sup>:iin. Viitteessä /1/ on määritelmät keskisuurille ja suurille kraatereille sekä kraattereiden tilavuuden arvioinnille.

Kraattereiden tilavuudet ja ammusmäärät esitetään alla taulukossa 3-2.

**Taulukko 3-2 Ammusten raivaaminen (yleisskenaario).**

Tunnistenumero <sup>1</sup>	Ammuskoot	Ammusten määrä	Kraaterin tilavuus [m <sup>3</sup> ]
SED1	Suuri	3	42
	Keskisuuri	3	20
SED2	Suuri	3	42
	Keskisuuri	3	20
SED3	Suuri	3	42
	Keskisuuri	3	20
SED4	Suuri	3	42
	Keskisuuri	3	20

<sup>1</sup> ks. kuva 3-4

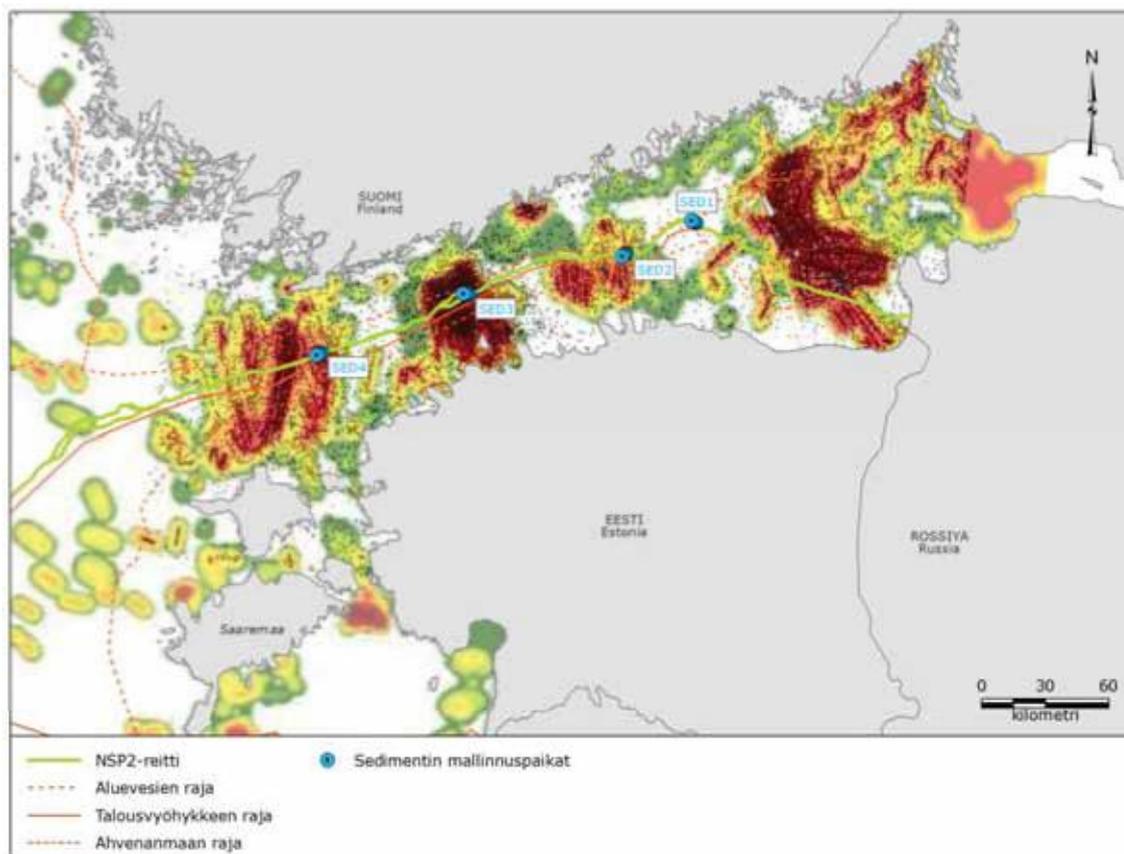
Kaikki skenaariot liittyvät 24 ammuksen raivaamiseen. Puolet ammuksista on keskikokoisia ja puolet suuria. Ammusten raivaamisessa leviävän sedimentin kokonaismäärä on 744 m<sup>3</sup>. Skenaarion kesto on 24 päivää.

Sedimenttipilven kraaterin sisällä arvioidaan kokonaisuudessaan koostuvan hienojakoisesta aineksesta (raekoko alle 0,2 mm). Sedimentin koostumus on arvioitu alueelle ominaisen sedimenttityypin tiheyden [kg/m<sup>3</sup>], sedimentin kuiva-ainepitoisuuden ja sedimentin sisältämän hienojakoisen aineksen prosenttiosuuden perusteella. Sedimentin ominaispiirteet on kuvattu luvussa 4. Leviävän sedimentin kokonaismääräksi on laskettu 1 030 tonnia.

Sedimentin vapautumisen on mallisimulaatioissa oletettu olevan hetkellistä, yhden aikaportaan (puoli tuntia) puitteissa esiintyvää.

### 3.1.2 Ammusten raivaamisalueet

Mallinnuksessa käytetyt ammusten raivaamisen sijainnit esitetään kuvassa 3-4. Taustakartta osoittaa ammustiheyden Suomenlahdella.



**Kuva 3-4** Yleisskenaarion mukaiset ammusten raivaamispaikat Suomen talousvyöhykkeellä. Kullakin paikalla, SED1 – SED4, on kuusi ammusta. Taustakartta osoittaa ammusten tiedossa olevaa esiintymistä (pisteet), kun taas käyrät osoittavat ammusten suhteellista esiintymistiheyttä (mittakaava ei ole tarkka) /7/.

### 3.2 Haitta-aineiden vapautuminen

Kemiallisia yhdisteitä, jotka potentiaalisesti voivat ekotoksikologisesti vaikuttaa Itämeren ekosysteemiin ja/tai bioakkumuloitua, on vuosisatojen ajan kertynyt Itämeren pohjaan tai alueella esiintyy yhdisteitä luontaisesti. Kaasuputkilinjojen rakentamisen aikana sedimentit voivat resuspendoitua, jolloin jotkin näistä yhdisteistä voivat vapautua ja potentiaalisesti vaikuttaa Itämeressä eläviin organismeihin.

Sedimentin haitta-ainepitoisuutta on arvioitu käyttämällä Suomenlahdesta Nord Stream -projektin aikana kerättyjä näytteitä. Taulukossa 3-3 esitetään tulokset näytesarjojen 95 %:n persentiilinä.

Toksikologisten vaikutusten syntyminen edellyttää, että kemiallinen yhdiste on biologisesti hyödynnettävissä eli liuenneena ja sellaisessa kemiallisessa muodossa, jonka eliöt voivat käyttää ja/tai joka voi olla vuorovaikutuksessa reseptoreiden kanssa. Desorptio- ja bioaktiivisuustekijät ovat kullekin haitta-aineelle spesifisiä. Näitä tekijöitä tarkastellaan viitteessä /1/ ja yhteenveto on esitetty taulukossa 3-3.

Haitta-aineiden leviäminen on mallinnettu samalla tavoin kuin sedimentin leviäminen. Vain liuenneet ja bioaktiiviset osuudet on mallinnettu. Siten haitta-aineiden ei katsota sedimentoituvan eikä hajoavan. Mallinnustulokset esitetään liuenneiden/bioaktiivisten haitta-aineiden pitoisuuksina, osoittaen arvioitua pitoisuutta ympäristössä (Predicted Environmental Concentration, PEC). Tämä on yhdisteiden vapautumiseen ja leviämiseen perustuva arvioitu altistumis- tai pitoisuus vesimassassa.

Arvioitu vaikuttamaton pitoisuus (Predicted No-Effect Concentration, PNEC) on koottu viitteessä /1/ esitetyn perusteella. PNEC on arvio vaikutuksia aiheuttavan pitoisuusalueen alarajasta vesimassassa. Tarkasteltavien yhdisteiden PNEC -arvot on esitetty taulukossa 3-3.

Suhteellinen toksisuus on arvioitu. Suhteellinen toksisuus määritellään ennakoidun vaikuttamattoman pitoisuuden (PNEC) ja ennakoidun ympäristöpitoisuuden (PEC) välisenä suhteena. Suhteellinen toksisuus esitetään taulukossa 3-3. Laskevassa järjestyksessä suhteellisesti toksisimmiksi yhdisteiksi on arvioitu bentso(a)pyreeni (PAH), WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiini/furaanit) ja sinkki.

**Taulukko 3-3** NSP:n yhteydessä Suomenlahdelta kerätyissä sedimentinäytteissä todettu haitta-ainepitoisuus. Tulokset esitetään näytteiden 95 %:n persentiilinä. Suhteellinen toksisuus esitetään veden määränä, joka tarvitaan laimentamaan yhden kilogramman painoisesta sedimenttistä (kuiva-aineena ilmaistuna) vapautuva haitta-aine. Punainen tarkoittaa kriittisintä, keltainen toiseksi kriittisintä ja vihreä kolmanneksi kriittisintä yhdistettä.

Kemiallinen yhdiste	Desorptio	Bioaktiivisuus	Pitoisuus sedimentissä	Desorptoituneen / bioaktiivisen yhdisteen pitoisuus	PNEC (taustan lisäksi)	Suhteellinen toksisuus
			mg/kg DW	mg/kg DW	mg/m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup> /kg DW
<b>Metalli</b>						
Arseeni, As	50 %	25 %	35,8	4,48	0,6	7,5
Kadmium, Cd	50 %	25 %	1,80	0,225	2	-
Elohopea, Hg	50 %	25 %	0,070	0,00875	0,05	-
Sinkki, Zn	50 %	25 %	224	28,0	3,4	8,2
Lyijy, Pb	50 %	25 %	42,7	5,34	0,83	6,4
Kupari, Cu	50 %	25 %	49,4	6,18	0,9	6,9
Nikkeli, Ni	50 %	25 %	55,1	6,89	8,6	-
<b>Organotina</b>						
Tributyyylitina, TBT	10 %	100 %	0,0767	0,00767	0,0015	5,1
<b>PAH</b>						
Bentso(a)pyreeni	10 %	100 %	0,170	0,017	0,00017	100
<b>Dioksiinit/furaanit</b>						
WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi	10 %	100 %	20,3E-06	2,03E-06	1,00E-07	20,3

### 3.3 Yhteenveto

Taulukossa 3-3 esitetään katsaus mallisimulaatioiden syöttötiedoista.

**Taulukko 3-3 Yhteenveto syötteistä mallisimulaatioihin**

<b>Skenaario FI-01</b>	<b>Kiviaineksen kasaus</b>		<b>Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoinen reitti</b>		<b>Ammusten raivaaminen</b>
Sijaintipaikat	Suomenlahti		Suomenlahti		Suomenlahti
Reitti	NSP2 linja A		NSP2 linja A – sisältäen vaihtoehtoisen reitin Z35 ja Z34		NSP2 linja A
Toiminto	Kiviaineksen kasaus		Kiviaineksen kasaus		Ammusten raivaaminen
Menetelmä	Laskuputki		Laskuputki		Räjätys
Nopeus	20 000 tn / päivä		20 000 tn / päivä		Yksi räjäytys / 24 h
Laajuus	248 paikkaa (+46 kiviaineksen täsmäkasauskohdetta)		248 paikkaa (+51 kiviaineksen täsmäkasauskohdetta)		Neljä paikkaa, joista kussakin 6 ammusta
Tilavuus	1 102 500 m <sup>3</sup>		1 211 500 m <sup>3</sup>		744 m <sup>3</sup>
Kesto	35 päivää		38 päivää		24 päivää
Leviäminen	<0,5 % (2592 tn)	0,08–0,36 kg/s	<0,5 % (2850 tn)	0,08–0,36 kg/s	100 % hienojakoista (1030 tn)
Parametrit	Sedimentti, haitta- aineet		Sedimentti		Sedimentti, haitta-aineet
Sää	Normaali, talvi, kesä		Talvi		Normaali, talvi, kesä
Kommentti	Perustuu EIA1:n tietoihin /6/		Perustuu EIA1:n tietoihin /6/		Yleisskenaario

## 4. SEDIMENTIN OMINAISPIIRTEET

### 4.1 Sedimenttien yleiskuvas

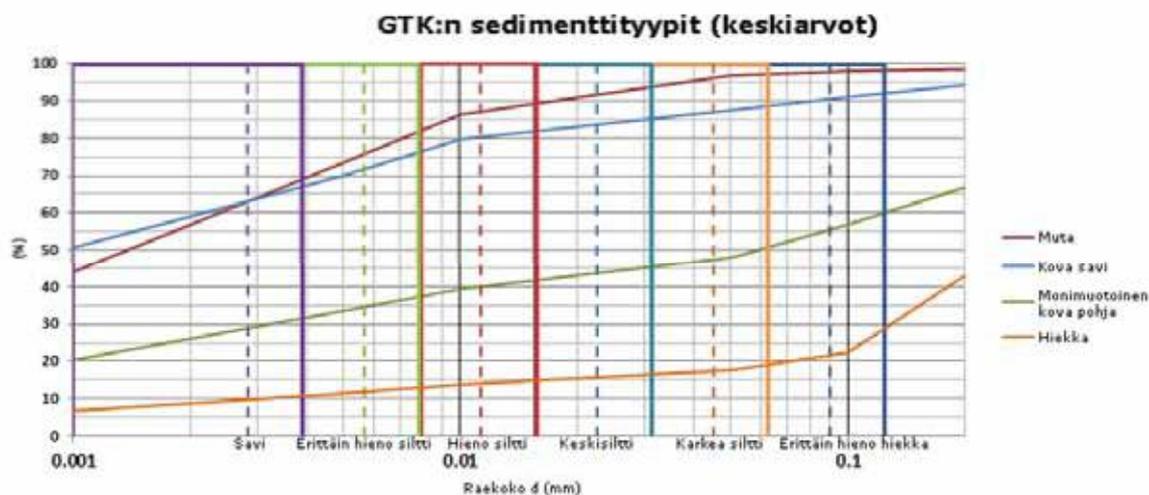
Tässä luvussa esitetään analyysi sedimenttinäytteistä ja mallinnussyötteistä merenpohjan muokkaustöihin, jotka on suunniteltu tehtäväksi Suomen talousvyöhykkeellä.

Suomessa resuspendoituvan sedimentin ominaispiirteiden kuvaus perustuu sedimenttiluokituskarttoihin, jotka on laatinut Geologian Tutkimuskeskus (GTK) /3/. Tässä käytetyt luokat ovat:

1. Peruskallio
2. Kova yhdistelmäpohja
3. Kova savi
4. Muta
5. Hiekka

GTK:n mukaan Suomen talousvyöhykkeellä tehtävien pohjan muokkaustöiden alueella yleisesti esiintyviä sedimenttiluokkia on neljä (2, 3, 4 ja 5; kuva 4-4).

Jokaisella luokitellulla alueella kukin sedimenttiluokka on kuvattu näytteisiin perustuvien sedimentin leviämisanalyyseiden pohjalta. Esimerkiksi kaikki raekokojakaumat alueilla, joiden luokka on "kova savi", on ryhmitelty yhteen luokkaan ja tyyppillisen raekoon jakauma on arvioitu. Tyyppilliset raekokojakaumat esitetään kuvassa 4-1. Kaikki tiedot menetelmistä ja yksityiskohtainen arvio esitetään viitteessä /1/.



**Kuva 4-1** GTK:n sedimenttityyppien keskimääräiset arvot. Pystysuorat katkoviivat osoittavat keskiarvoja (taulukko 4-1).

Raekokojakaumat on jaettu kuuteen eri mallinnuksessa käytettyyn partikkelijakeeseen: erittäin hieno hiekka (0,06–0,125 mm), karkea siltti (0,03–0,06 mm), keskisiltti (0,015–0,03 mm), hieno siltti (0,008–0,015 mm), erittäin hieno siltti (0,004–0,008 mm) ja savi (<0,004 mm). GTK:n sedimenttityyppien määrä (prosenttiosuus) kussakin lohossa on määritetty kuvassa 4-1 esitettyjen käyrien perusteella. Sedimenttityypit on määritetty näiden prosenttiosuuksien mukaisesti, esim. tyyppi 4 (muta) sisältää 63 % savijakeeseen kuuluvaa ja 2 % hienon hiekan jakeeseen kuuluvaa ainesta. Tyyppi 5 (hiekkä) sisältää 10 % savijakeeseen kuuluvaa ja 10 % hienon hiekan jakeeseen kuuluvaa ainesta. Kuvaus partikkelijakeiden prosenttiosuuksista kussakin sedimenttityypissä esitetään viitteessä /1/.

Karkeampia sedimenttijakeita (hiukkaskoko yli 0,125 mm) ei tässä yhteydessä oteta huomioon, koska ne laskeutuvat pohjan muokkaustöiden lähialueelle, eivätkä sen vuoksi vaikuta välittömän työskentelyalueen ulkopuoliseen ympäristöön.

Taulukko 4-1 osoittaa kunkin mallinnuksessa käytetyn jakeen raekokoalueet. Taulukossa on myös esitetty edustavat logaritmiset rakeiden keskikoot.

Laskeutumisnopeudet kunkin jakeen osalta on arvioitu viitteessä /1/ käyttämällä Suomenlahden veden keskimääräisiä arvoja. Myös laskeutumisnopeudet on ilmoitettu taulukossa 4-1.

**Taulukko 4-1 Raekoon luokkarajat ja vastaava laskeutumisnopeus.**

Sedimentin vapautumisluokka	Raekoon alaraja (mm)	Raekoon yläaraja (mm)	Raeluokan keskikoko (mm)	Laskeutumisnopeus (m/s)
Erittäin hieno hiekka	0,0625	0,1250	0,0902	0,0032
Karkea siltti	0,0310	0,0625	0,0338	0,00089
Keskisiltti	0,0156	0,0310	0,0225	0,0004
Hieno siltti	0,0078	0,0156	0,0169	0,00025
Erittäin hieno siltti	0,0039	0,0078	0,0056	0,00013
Savi	-	0,0039	0,0028	0,000069

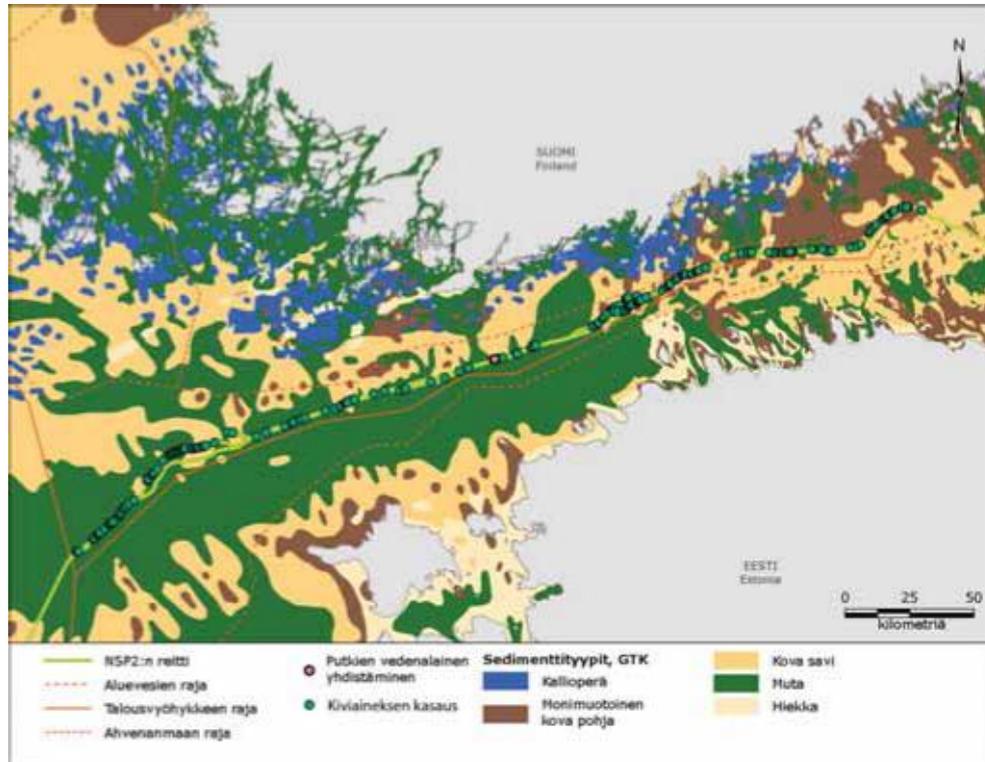
Arvio vesipitoisuudesta ja kuiva-ainepitoisuudesta esitetään viitteessä /1/. Mallinnuksessa käytetty vesipitoisuus ja kuiva-ainepitoisuus esitetään taulukossa 4-2. Yksityiskohtaiset tiedot esitetään viitteessä /1/.

**Taulukko 4-2 Arvioitu keskimääräinen vesi-/kuiva-ainepitoisuus on ilmoitettu painoprosenteina kokonaismärkäpainosta – Suomi.**

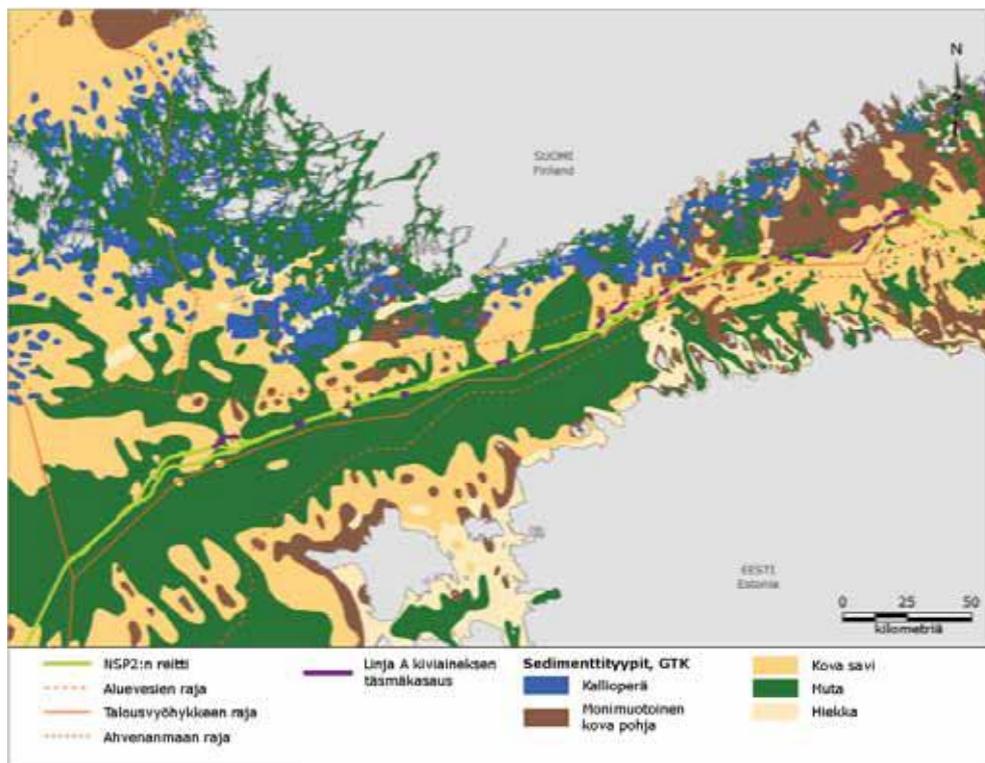
Sedimenttityyppi:	Kuivapaino (%)	Vesipitoisuus (%)
Muta	50	50
Kova savi	80	20
Kova yhdistelmäpohja	80	20
Hiekka	75	25
Ilmoitettujen vesipitoisuuksien, ks, viite /1/, ja näytteiden kuvauksen välillä on ristiriita. Vesipitoisuus vaikuttaa epärealistisen suurelta. Käyttämällä näitä kyseenalaisia vesipitoisuuksia päädyttäisiin alhaiseen sedimentin vapautumisasteeseen. Varotoimena on sovellettu pienempää vesipitoisuutta, joka perustuu parhaaseen ammattitietämykseen.		

#### 4.2 Sedimenttityypit kiviaineksen kasauspaikoilla ja ammusten sijaintipaikoilla

Kuvassa 4-2 on esitetty kiviaineksen kasauspaikat ja vastaavat sedimenttityypit. Kuvassa 4-3 on esitetty osuudet, joissa pyritään vähentämään putkilinjojen käytönaikaista liikkumista ja niillä vastaavat sedimenttityypit. Oletuksena käytönaikaisen liikkumisen vähentämiseen tähtäävillä osuuksilla on, että kiviainespenkereet rakennetaan vähintään 50 metrin etäisyydelle toisistaan.

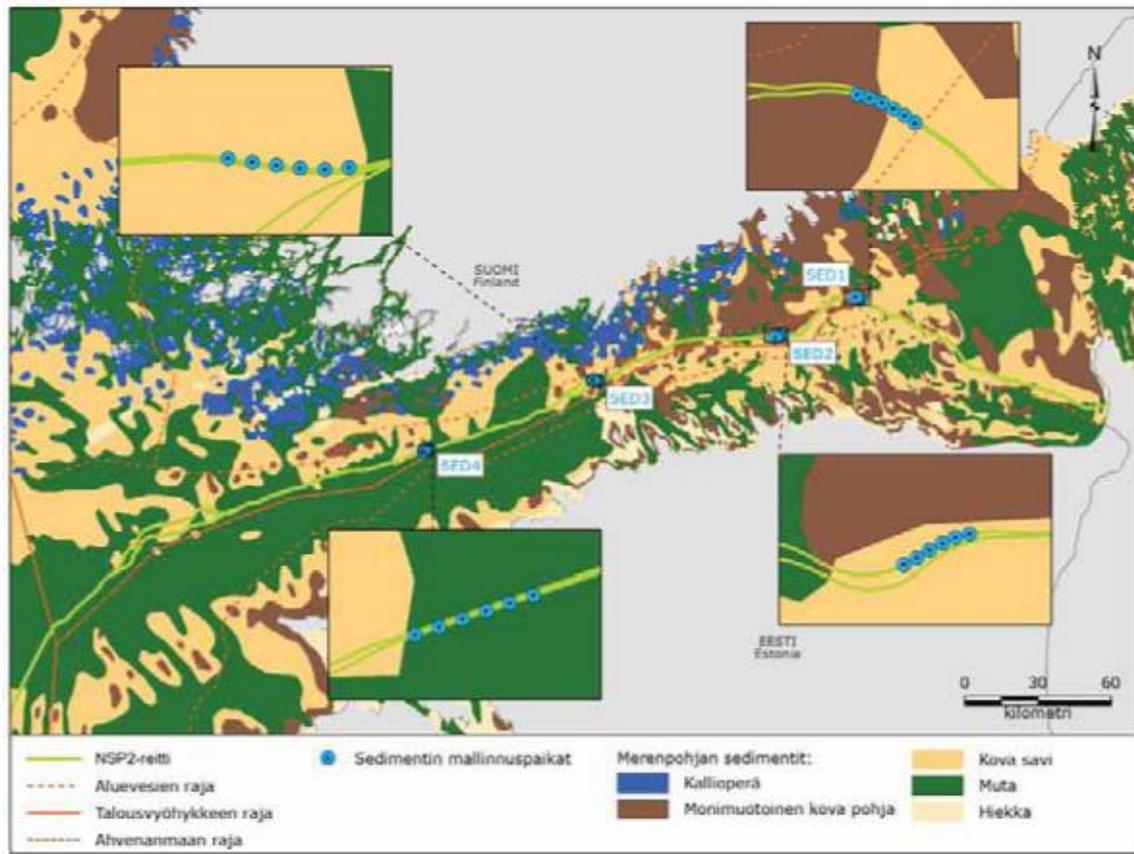


Kuva 4-2 Kiviaineksen kasauspaikat ja sedimenttien luokittelu, GTK /4/.



Kuva 4-3 Putkilinjojen käytönaikaisen liikkumisen vähentämisaikat ja sedimenttien luokittelu, GTK /4/. Osuuksilla, jonne kiviaineksen kasausta on suunniteltu, kiviainespenkereet rakennetaan 50 m välein.

Kuvassa 4-4 on esitetty neljä ammusten raivaamispaikkaa ja niiden vastaavat sedimenttityypit.



Kuva 4-4 Ammusten raivaamispaikat (kuusi kohdetta kussakin paikassa) ja kartta sedimenttien luokittelusta, GTK /4/.

## 5. MALLINNUSTULOKSET - SEDIMENTTI

Tässä luvussa esitetään merenpohjan muokkaustöiden mallinnustulokset. Tulokset esitetään kaksiulotteisina karttoina syvyyden suhteen integroituina pitoisuuksina.

Sedimenttiä vapautuu lähelle merenpohjaa, kiviaineksen kasauksen mallinnuksessa 2 m pohjan yläpuolelle ja ammusten raivauksessa 15 m pohjan yläpuolelle. Tämä on arvioitu pohjan muokkaustöiden sedimenttityypin ja NSP -projektista saatujen kokemusten perusteella /1/. Sedimenttipitoisuudet ovat suurimpia lähellä merenpohjaa, johtuen vapautumiskohdasta ja siitä, että sedimenttipartikkelit vajoavat vesirungossa. Sen tähden kaikki kiviaineksen kasaukseen liittyvät tulokset suspendoituneen sedimentin esiintymisestä ovat keskiarvoja vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Koska ammusten raivaamisessa vapautuminen tapahtuu 15 m merenpohjan yläpuolella, esitettävät lisäpisteet edustavat sedimentin maksimipitoisuuksia vesikerroksessa 10–20 m pohjasta. Pitoisuudet tässä kerroksessa esitetään sen osoittamiseksi, esiintyykö tässä skenaariossa suurempia pitoisuuksia alimman 10 m kerroksen yläpuolisissa kerroksissa.

Kartoissa esitetään seuraavat parametrit:

- suurin suspendoituneen sedimentin pitoisuus koko simulaatiojakson aikana
- Pitoisuuden yli 2 mg/l (lisänä Itämeren taustapitoisuuteen) kesto aika. Tämä on yhteenlaskettu aika tunneissa ajalta, jolloin suspendoituneen aineksen pitoisuus kiviaineksen kasauksessa ylittää 2 mg/l. Ammusten raivaamisskenaarioissa esitetään myös muut kynnyksarvot, 10 mg/l ja 15 mg/l. Kiviaineksen kasausskenaarioissa näitä kynnyksarvoja ei esitetä, koska niiden kesto aika on hyvin lyhyt, eivätkä ne siksi näkyisi kartoissa.
- Sedimentaatio, joka esitetään yksikössä  $g/m^2$ . Vastaava paksuus riippuu tiheydestä, joka puolestaan riippuu materiaalin tiivistyneisyydestä. Jos kuohkean sedimentin kuiva-ainepitoisuus on  $100 kg/m^3$ , 1 mm:n paksuinen kerros vastaa sedimentaatiota  $100 g/m^2$ . Suurempi tiiviys (ja samalla suurempi tiheys) vastaa ohuempaa kerrospaksuutta samalla sedimentaatiolla, esim.  $100 g/m^2$ .

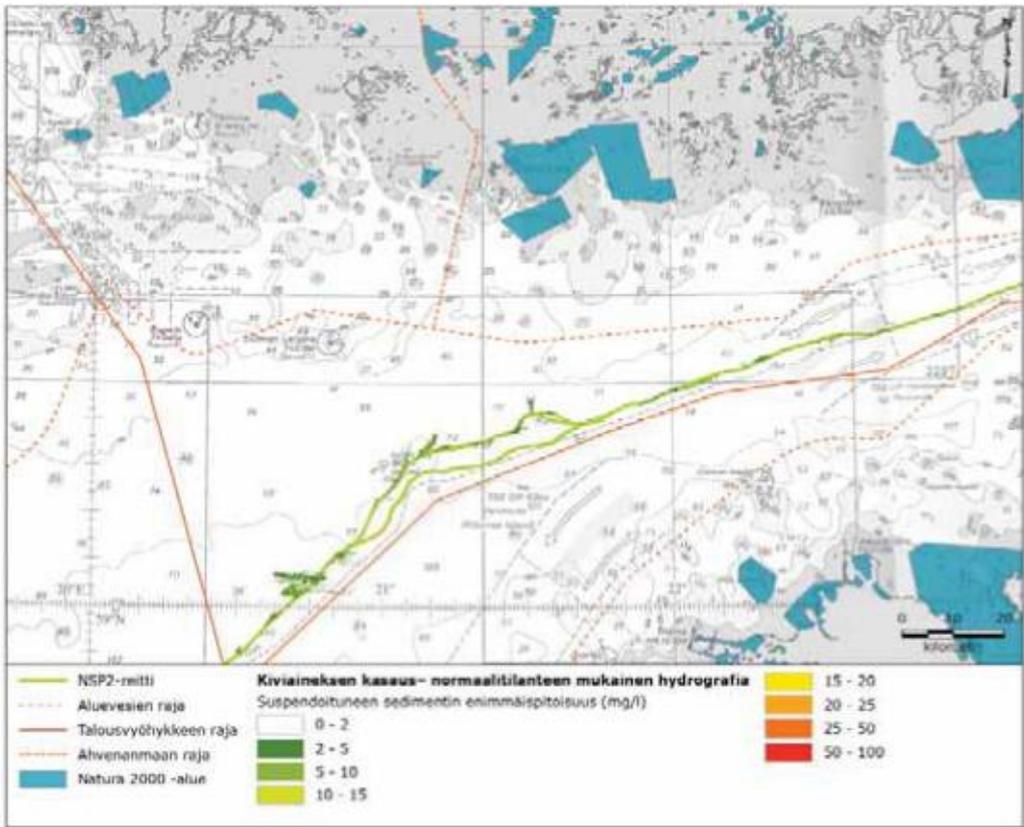
Kiviaineksen kasausta koskevat tulokset esitetään seuraavissa kappaleissa. Taulukossa 5-1 esitetään yhteenveto tuloskuvista.

Taulukko 5-1 Yhteenveto mallinnustuloksista.

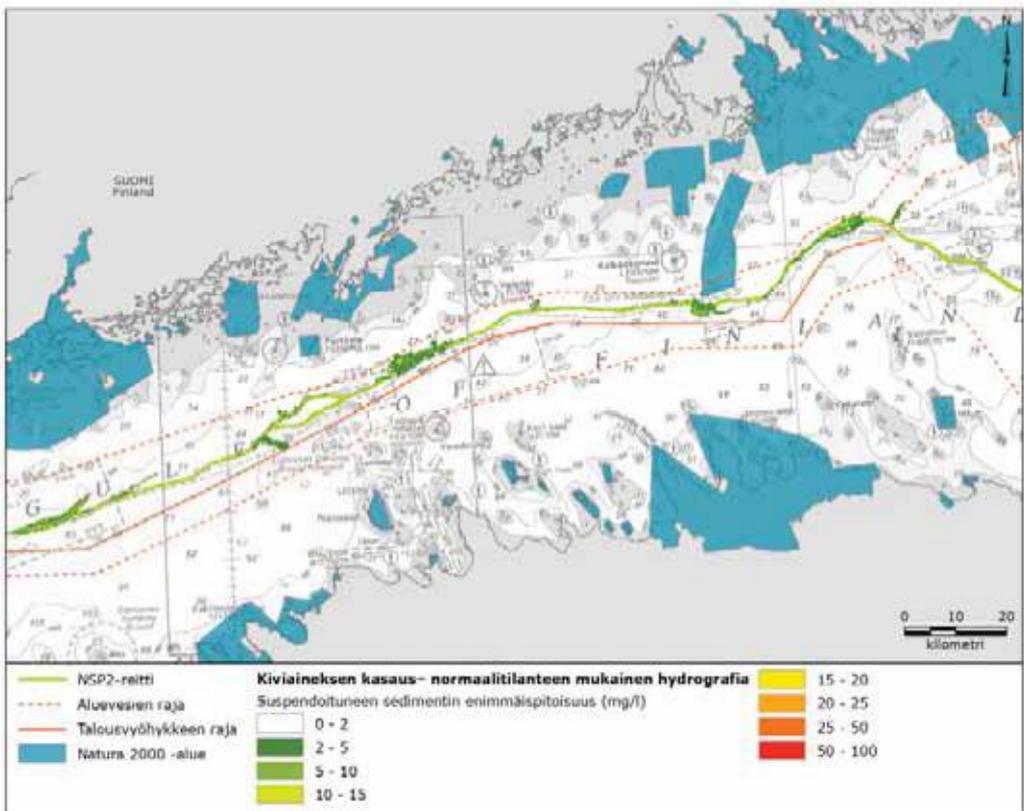
	Merenpohjan muokkaustyöt	Vuotuinen / normaali	Kesä	Talvi
Kiviaineksen kasaus (linja A)	Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus	Kuva 5-1, Kuva 5-2	Kuva 5-3, Kuva 5-4	Kuva 5-5, Kuva 5-6
	Pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto	Kuva 5-7, Kuva 5-8	Kuva 5-9, Kuva 5-10	Kuva 5-11, Kuva 5-12
	Sedimentaatio	Kuva 5-13, Kuva 5-14	Kuva 5-15, Kuva 5-16	Kuva 5-17, Kuva 5-18
Kiviaineksen kasaus (linja A – vaihtoehtoinen reitti)	Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus			Kuva 5-19, Kuva 5-20
	Pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto			Kuva 5-21, Kuva 5-22
	Sedimentaatio			Kuva 5-23, Kuva 5-24
Ammusten raivaaminen	Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus	Kuva 5-25, Kuva 5-26	Kuva 5-27, Kuva 5-28	Kuva 5-29, Kuva 5-30
	Pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto	Kuva 5-31, Kuva 5-32	Kuva 5-33, Kuva 5-34	Kuva 5-35, Kuva 5-36
	Pitoisuuden kynnyksarvon 10 mg/l ylittymisen kesto	Kuva 5-37, Kuva 5-38	Kuva 5-39, Kuva 5-40	Kuva 5-41, Kuva 5-42
	Pitoisuuden kynnyksarvon 15 mg/l ylittymisen kesto	Kuva 5-43, Kuva 5-44	Kuva 5-45, Kuva 5-46	Kuva 5-47, Kuva 5-48
	Sedimentaatio	Kuva 5-49	Kuva 5-50	Kuva 5-51

### 5.1 Kiviaineksen kasaus

Kuvissa 5-1 ja 5-2 esitetään havaitut suurimmat pitoisuudet normaaliolosuhteissa.

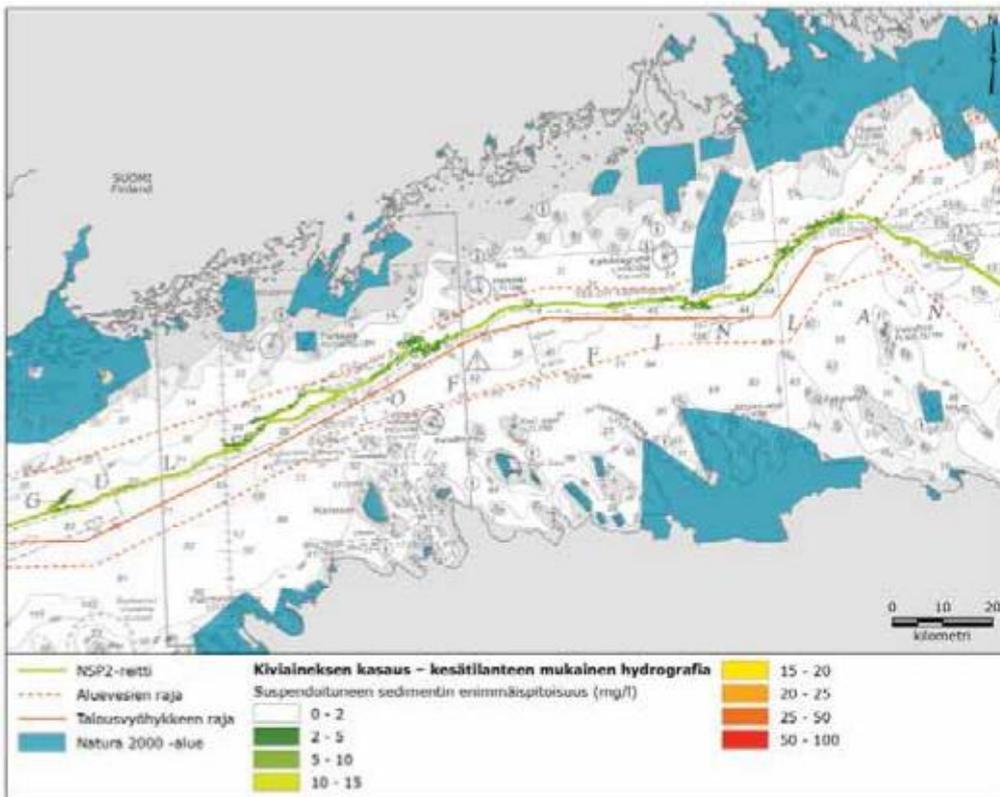


**Kuva 5-1** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviainekasaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

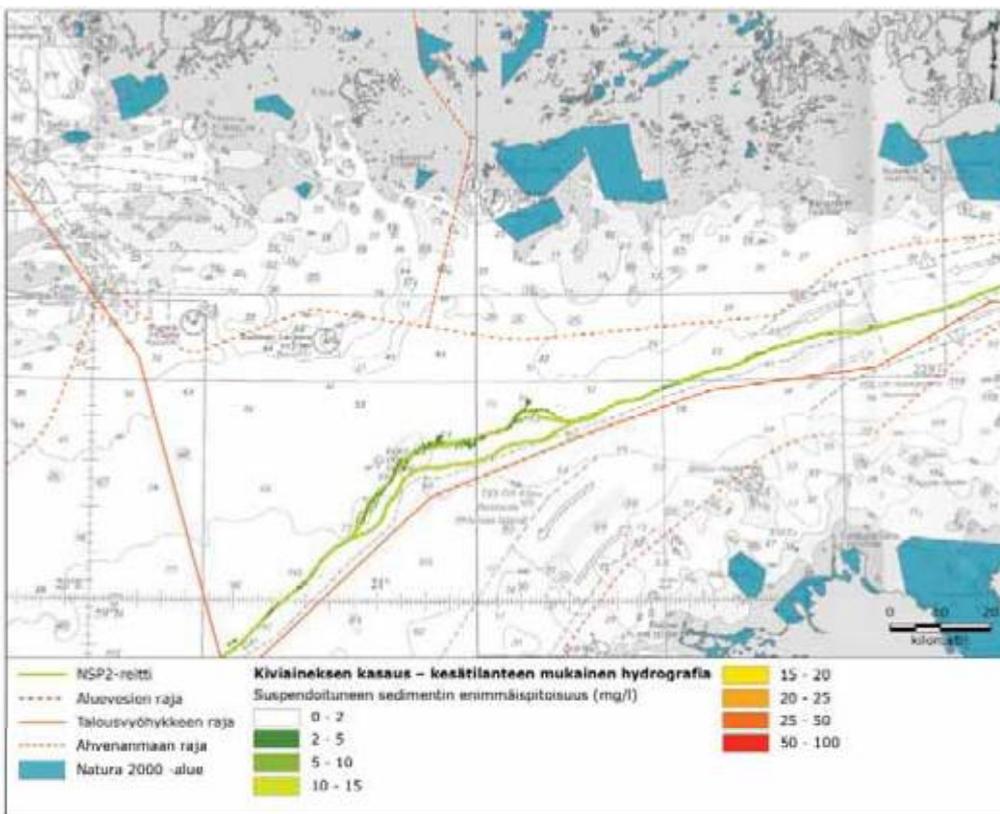


**Kuva 5-2** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviainekasaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

Kuvissa 5-3 ja 5-4 esitetään havaitut suurimmat pitoisuudet tyypillisissä kesäolosuhteissa.

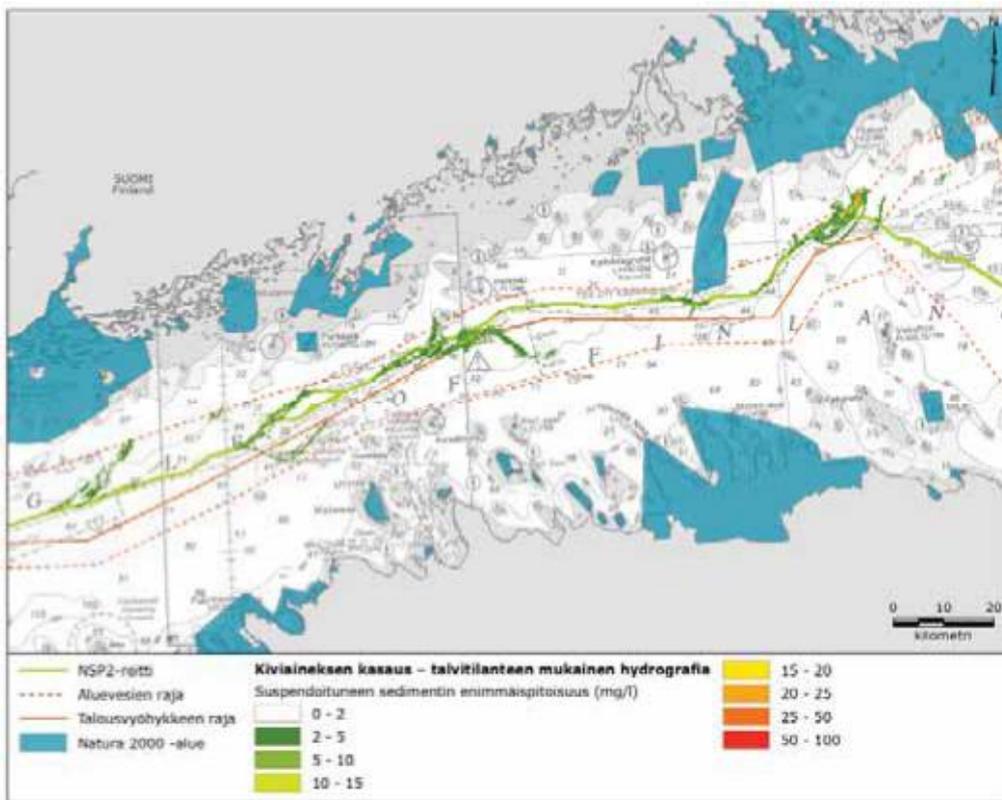


Kuva 5-3 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

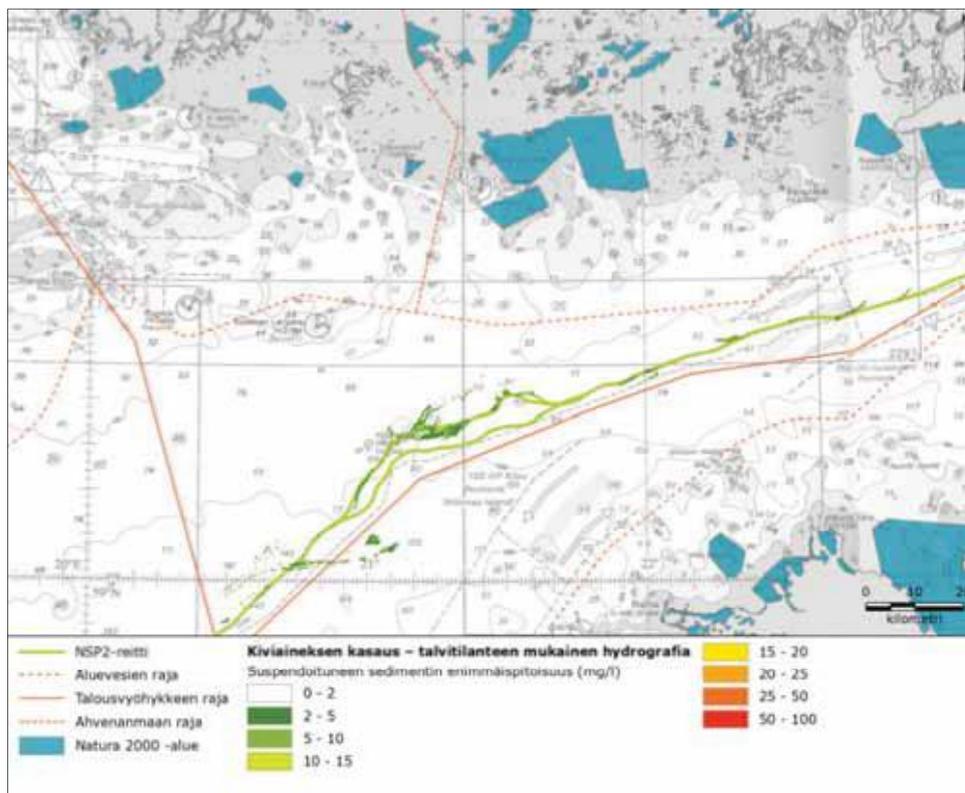


Kuva 5-4 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvissa 5-5 ja 5-6 esitetään havaitut suurimmat pitoisuudet tyypillisissä talviolosuhteissa.

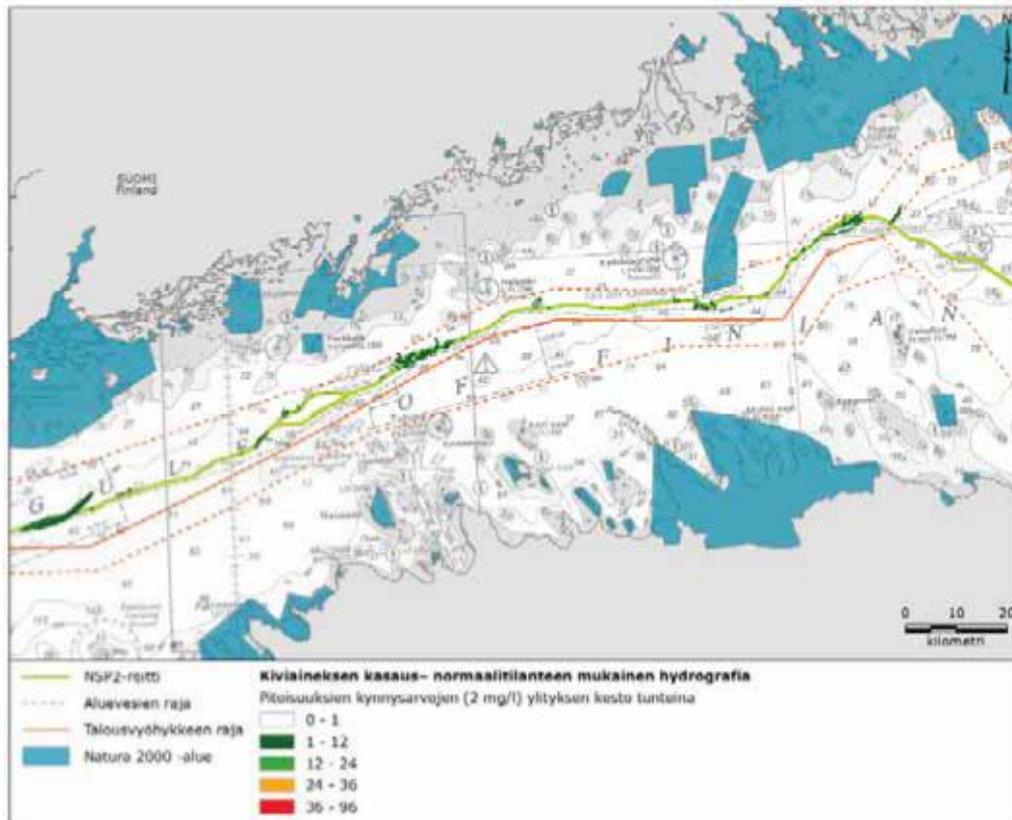


**Kuva 5-5** Suspensoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

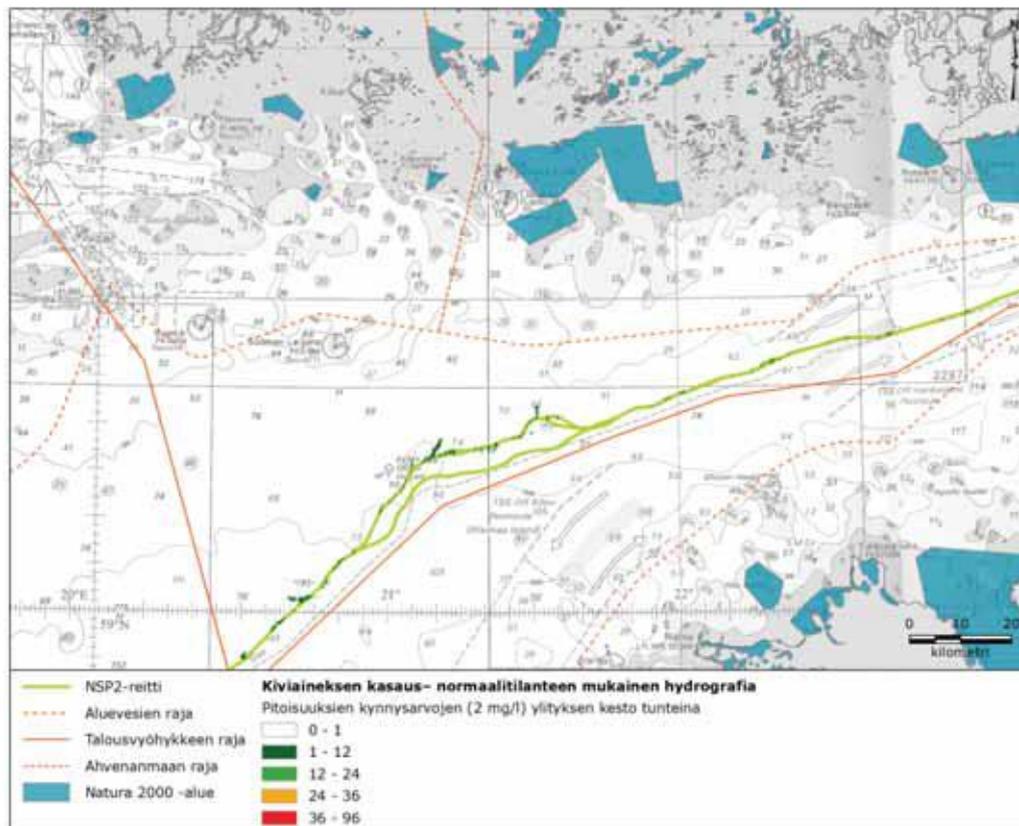


**Kuva 5-6** Suspensoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvissa 5-7 ja 5-8 esitetään pitoisuuden kynnyksiarvon 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana normaaliolosuhteissa. Suurin havaittu kesto on 43 tuntia.

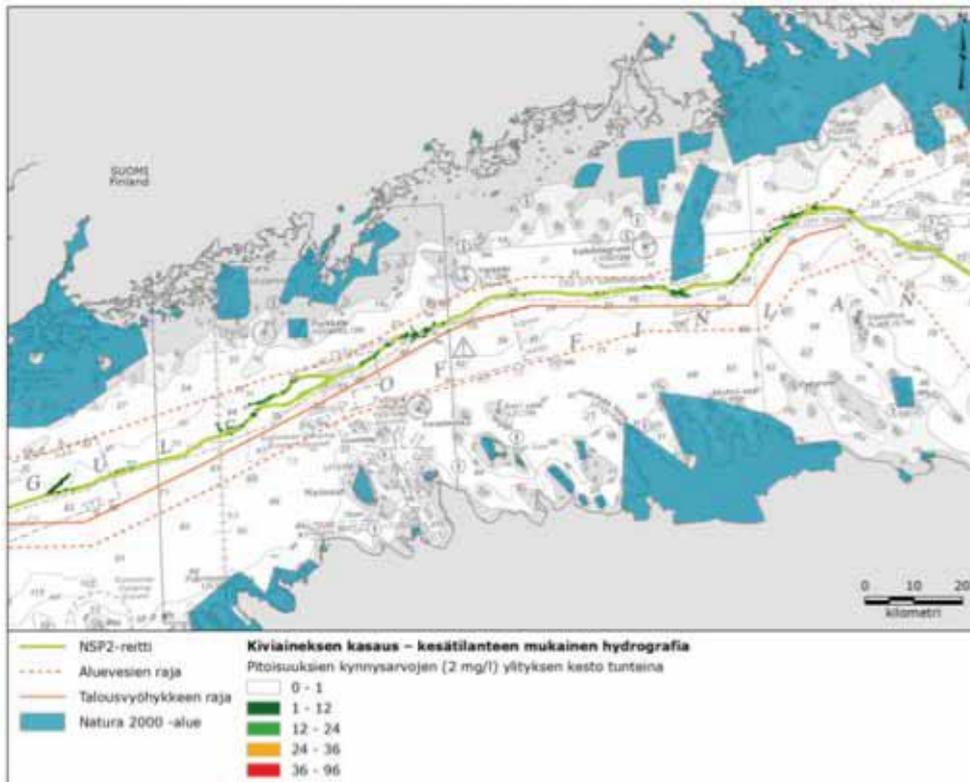


**Kuva 5-7** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

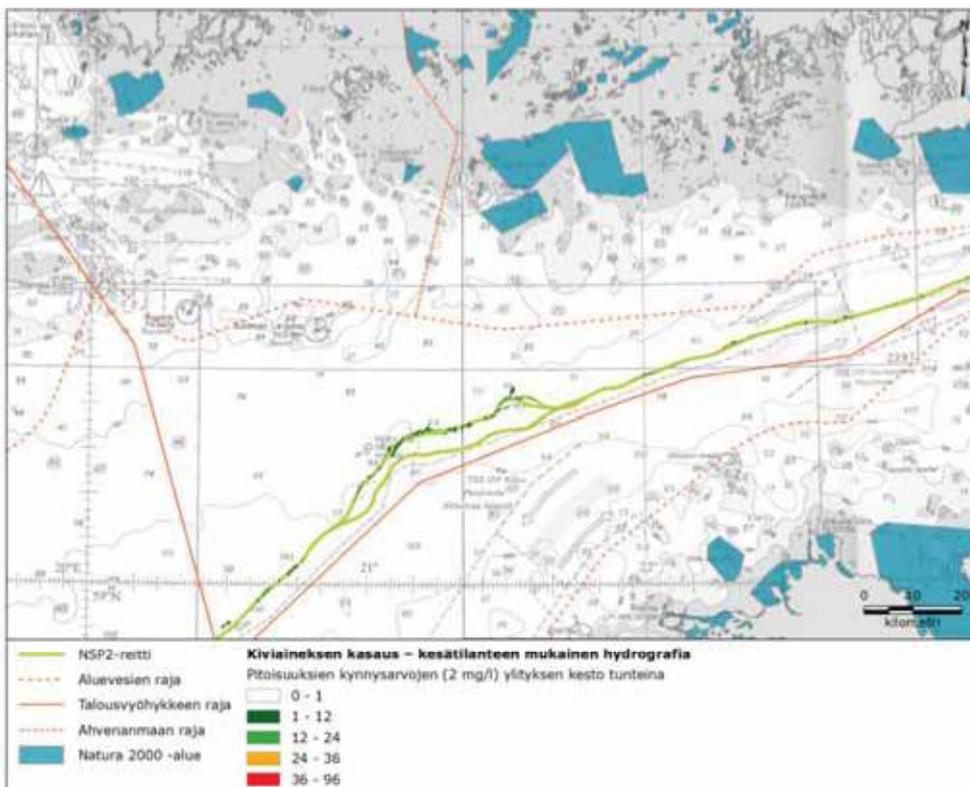


**Kuva 5-8** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvissa 5-9 ja 5-10 esitetään pitoisuuden kynnyksiarvon 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suurin havaittu kestoaika on 165 tuntia, joka johtui äärimmäisen rauhallisista paikallisista virtausolosuhteista kesäkaudella ja pitkästä sedimentin vapautumisvaiheesta yksittäisessä kasauspaikassa.

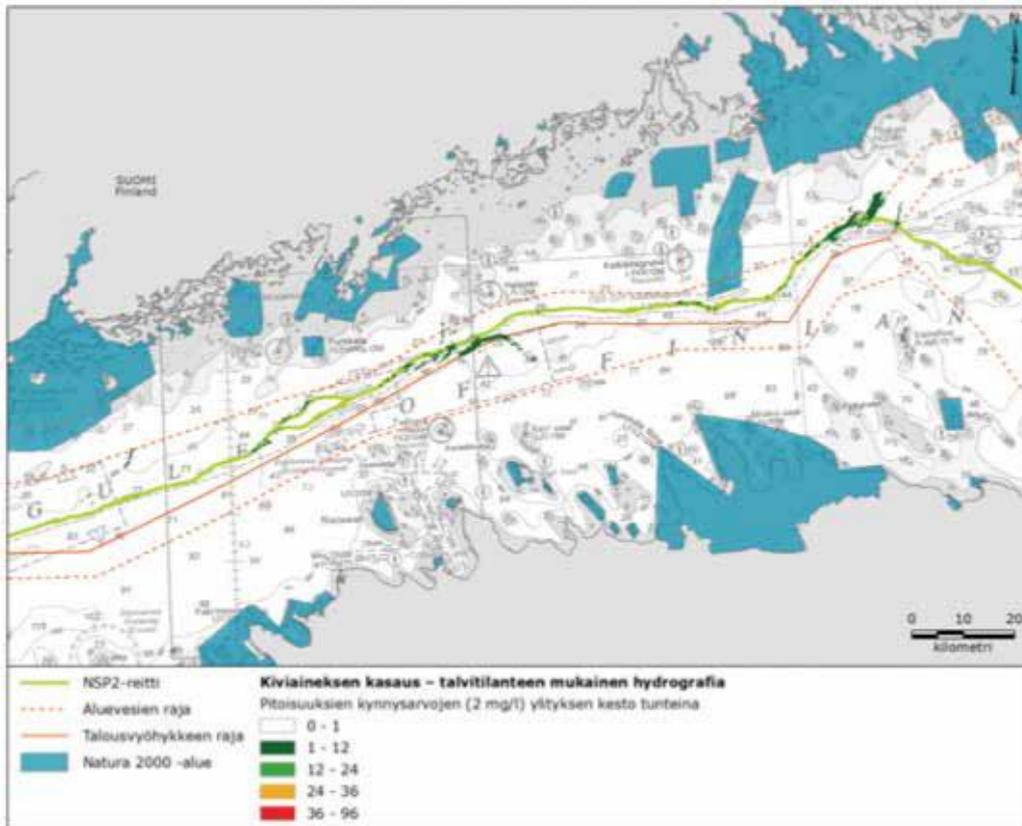


**Kuva 5-9 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.**

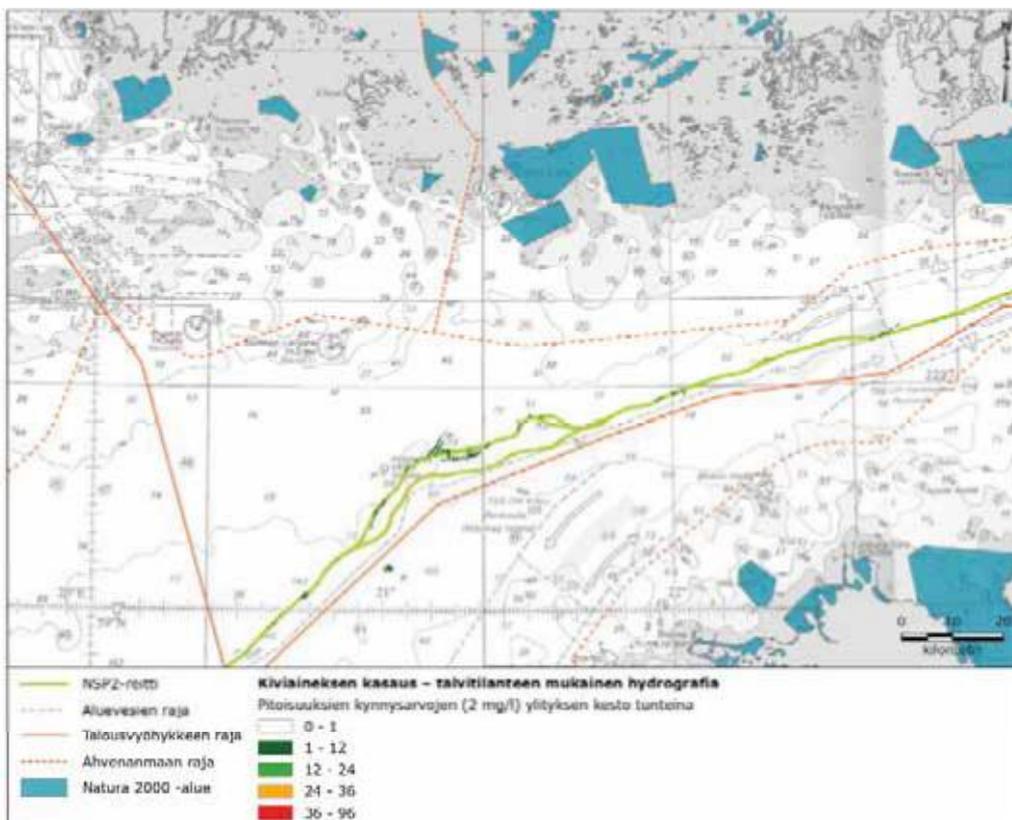


**Kuva 5-10 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.**

Kuvissa 5-11 ja 5-12 esitetään pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suurin havaittu kesto-aika on 24 tuntia.

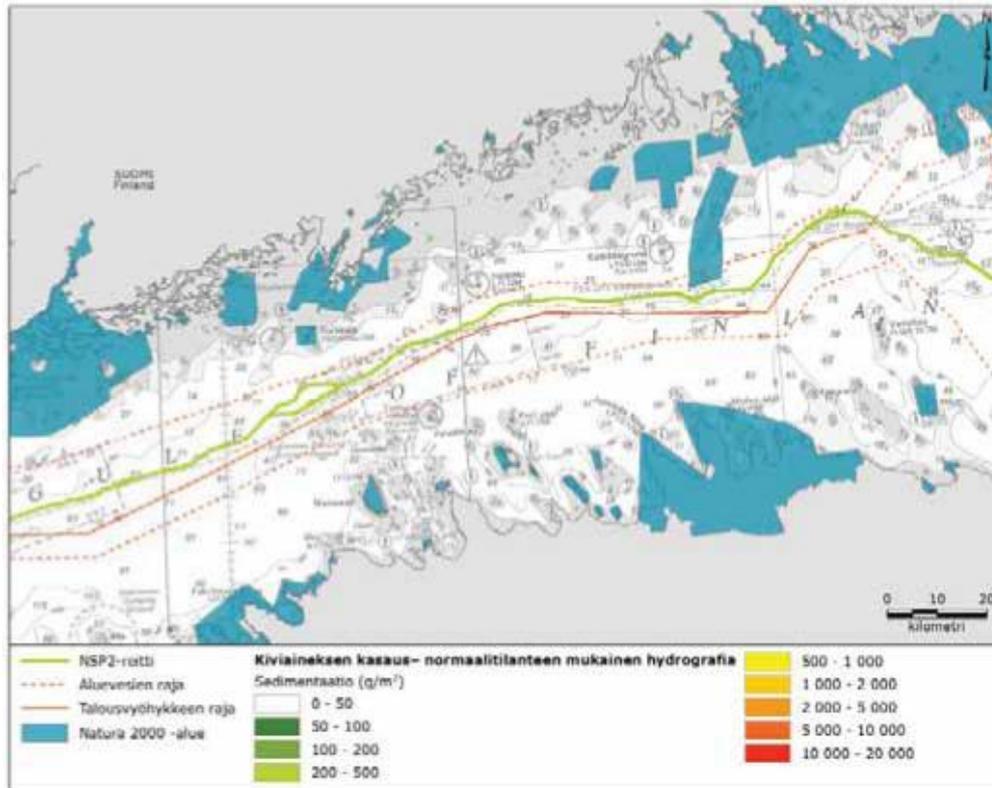


**Kuva 5-11** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

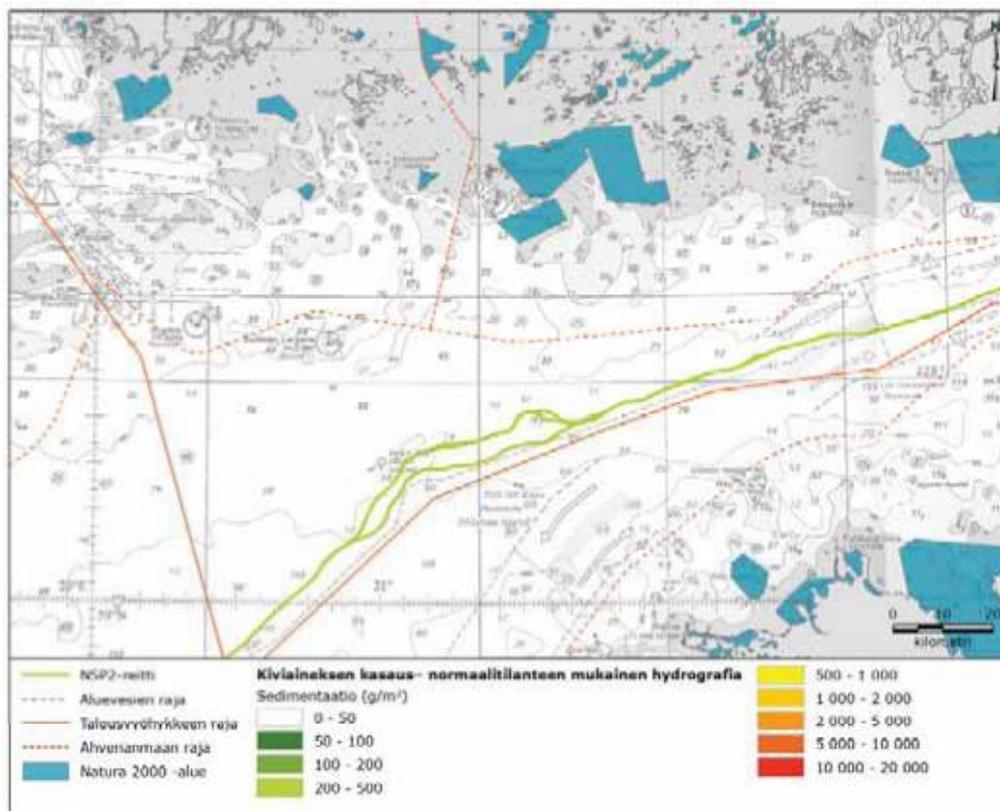


**Kuva 5-12** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvat 5-13 ja 5-14 esittävät sedimentaatiota normaaliolosuhteiden vallitessa simulaation viimeisessä aikaportaassa.

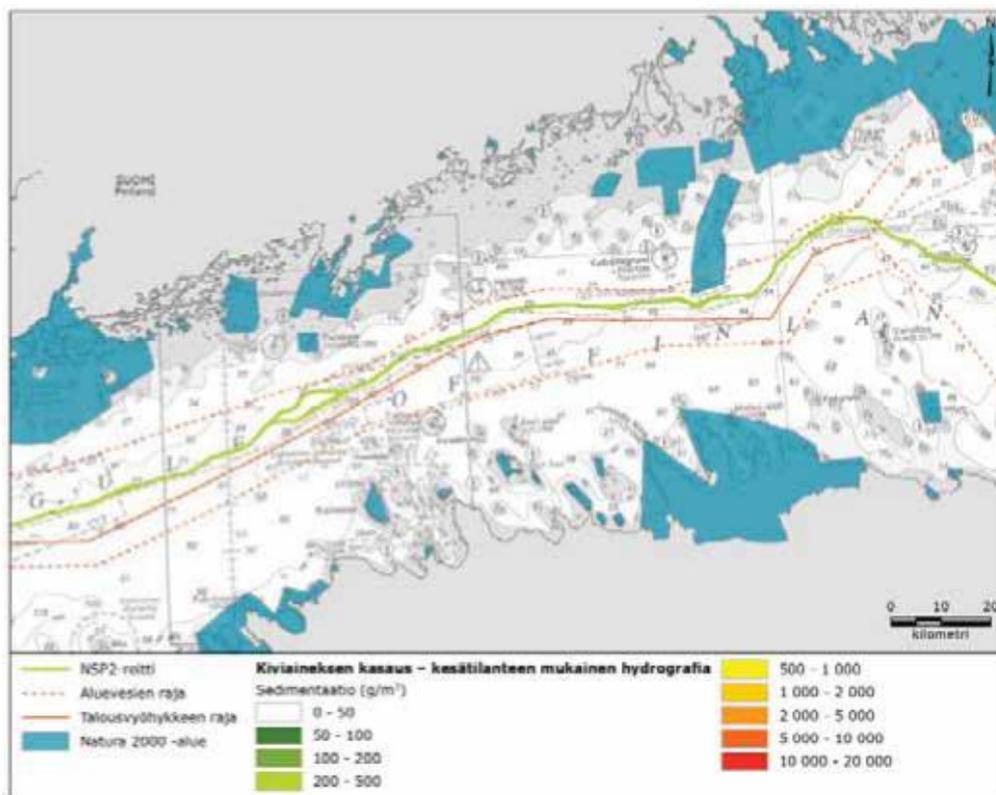


**Kuva 5-13** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

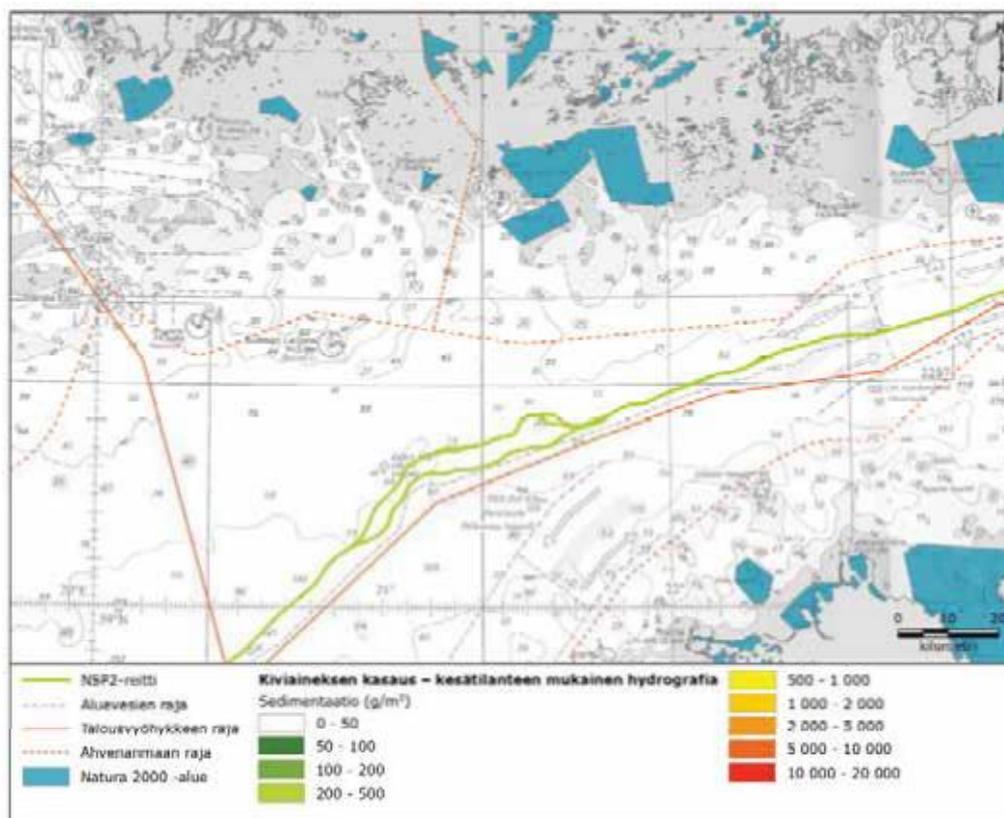


**Kuva 5-14** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvat 5-15 ja 5-16 esittävät sedimentaatiota tyypillisissä kesäolosuhteissa simulaation viimeisessä aikaportaassa.

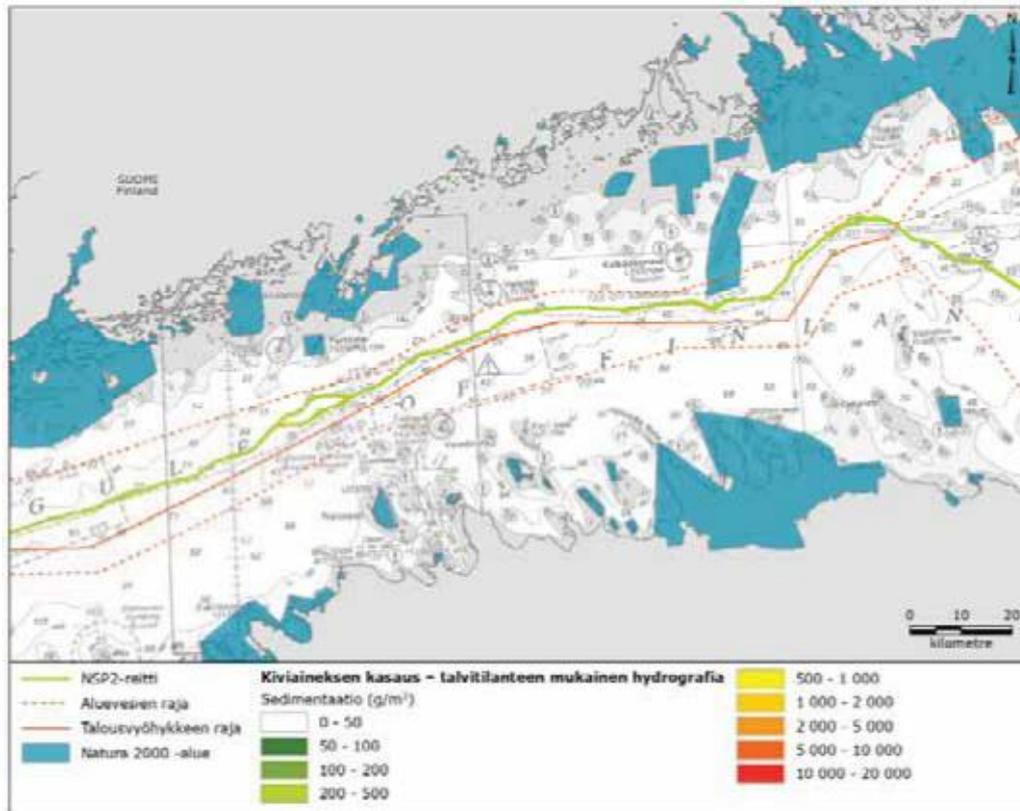


**Kuva 5-15** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

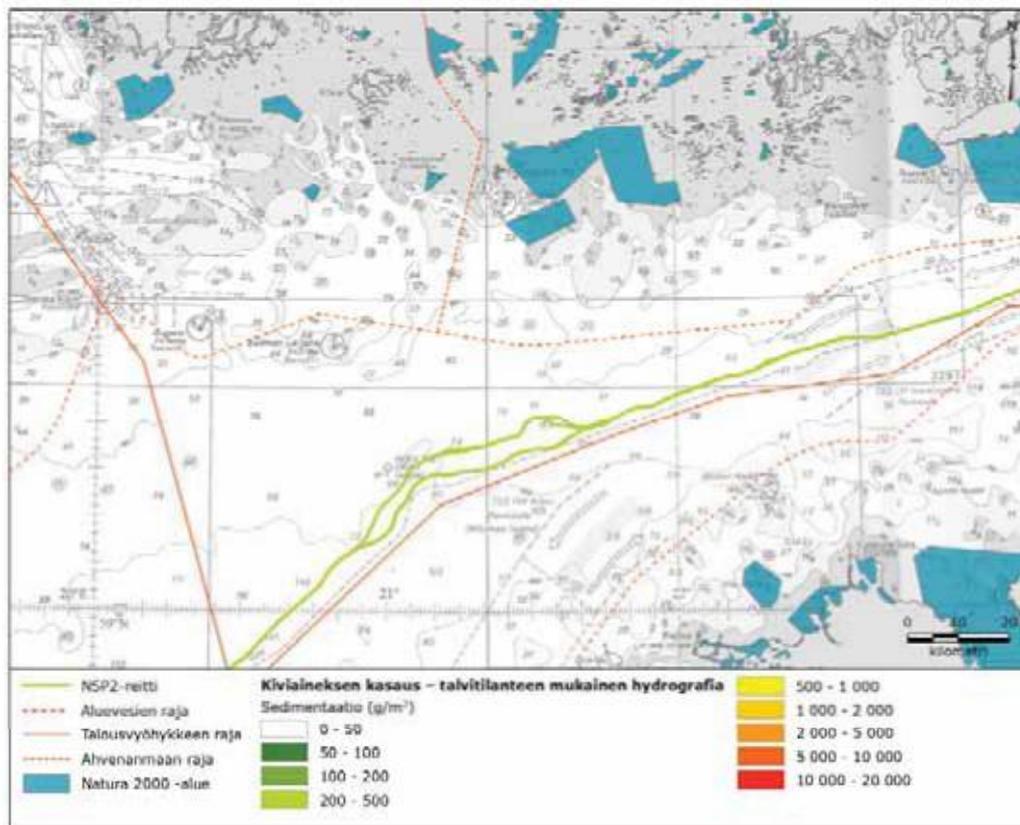


**Kuva 5-16** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

Kuvat 5-17 ja 5-18 esittävät sedimentaatiota tyypillisissä talviolosuhteissa simulaation viimeisessä aikaportaassa.



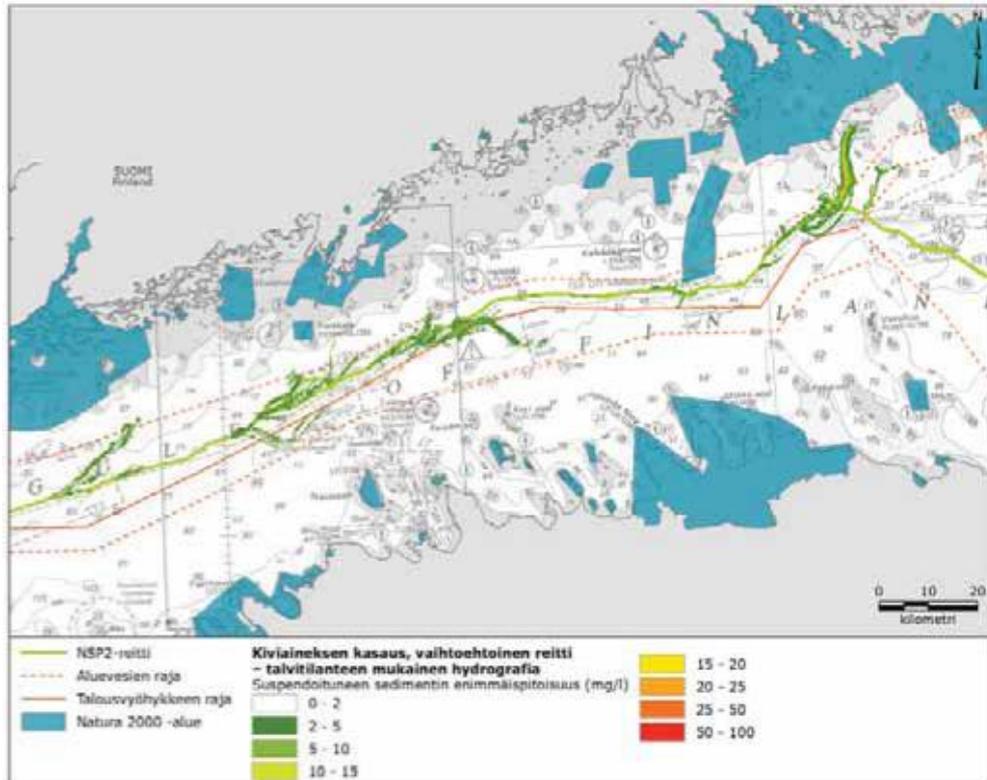
**Kuva 5-17** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



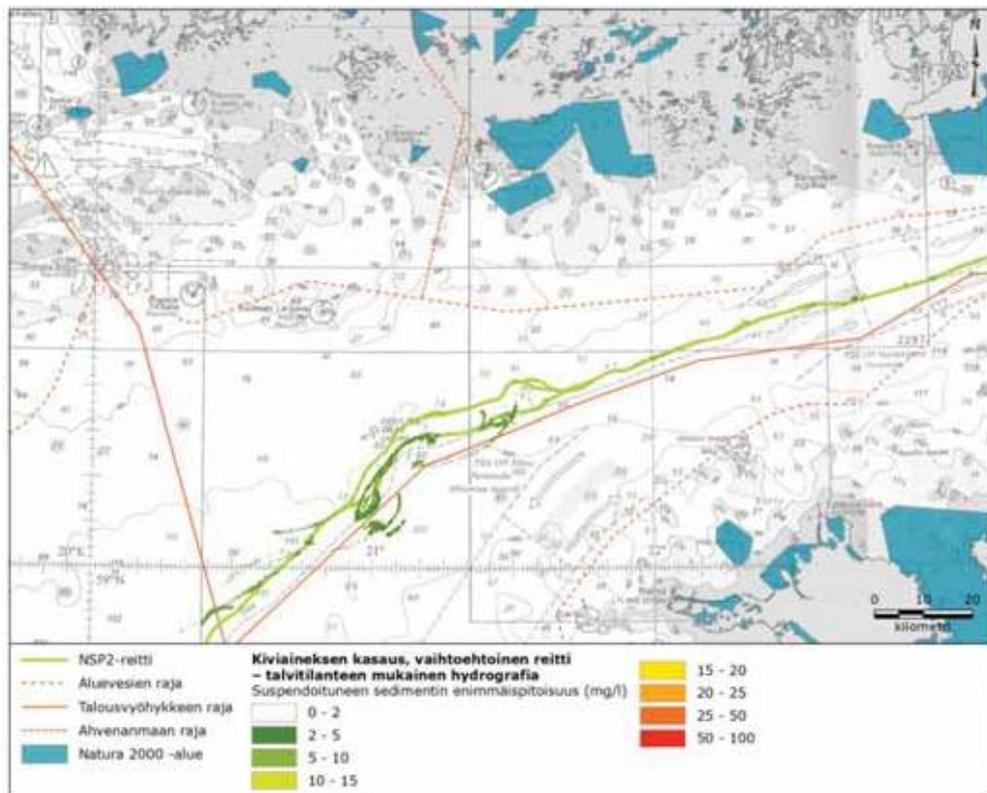
**Kuva 5-18** Vapautuneen materiaalin sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

### 5.1.1 Linja A – vaihtoehtoinen reitti

Linjan A vaihtoehdoisen reitin osalta talviskenaarion tulokset esitetään kuvissa 5-19 – 5-24. Vain talviskenaario on mallinnettu. Kuvissa 5-19 ja 5-20 esitetään havaitut suurimmat pitoisuudet tyyppillisissä talviolosuhteissa.

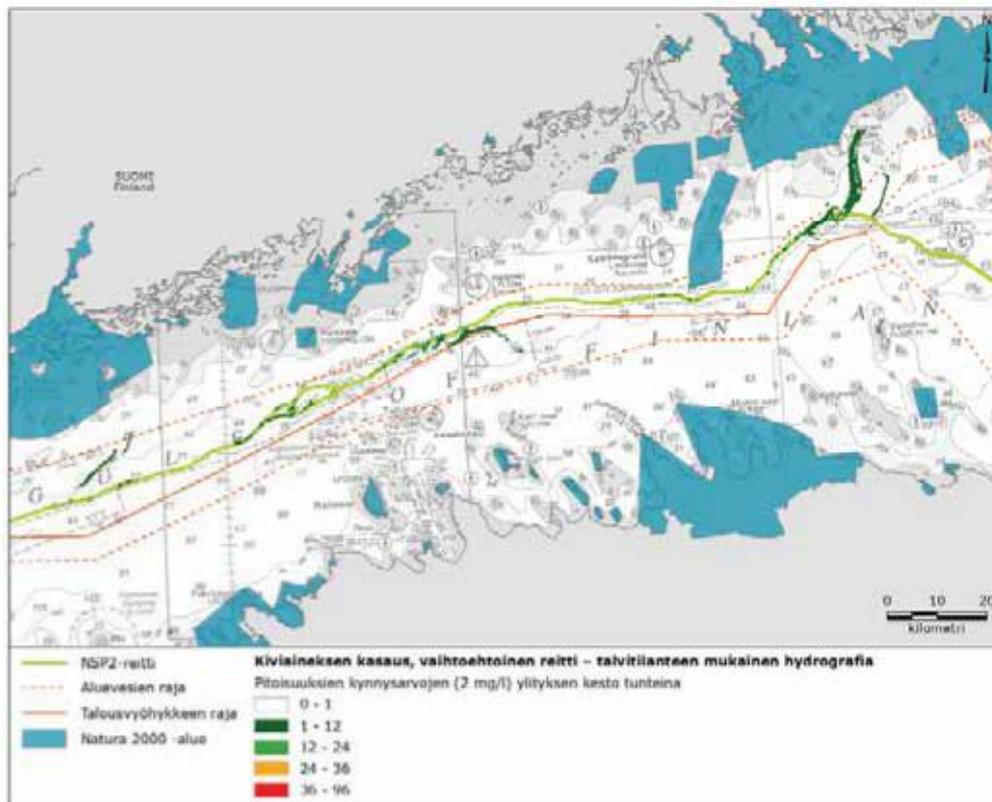


Kuva 5-19 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyyppillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden itäosa.

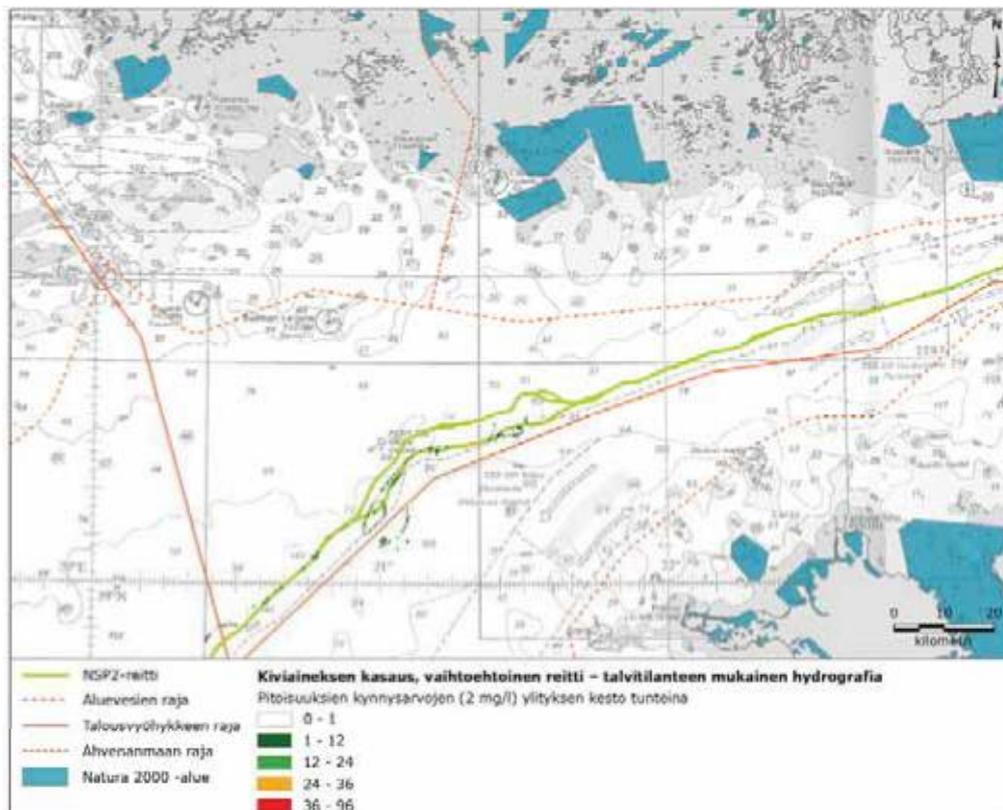


Kuva 5-20 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyyppillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden länsiosa.

Kuvissa 5-21 ja 5-22 esitetään pitoisuuden kynnsarvon 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa vaihtoehdoisella reitillä. Pisin havaittu kestoaika on 32 tuntia.

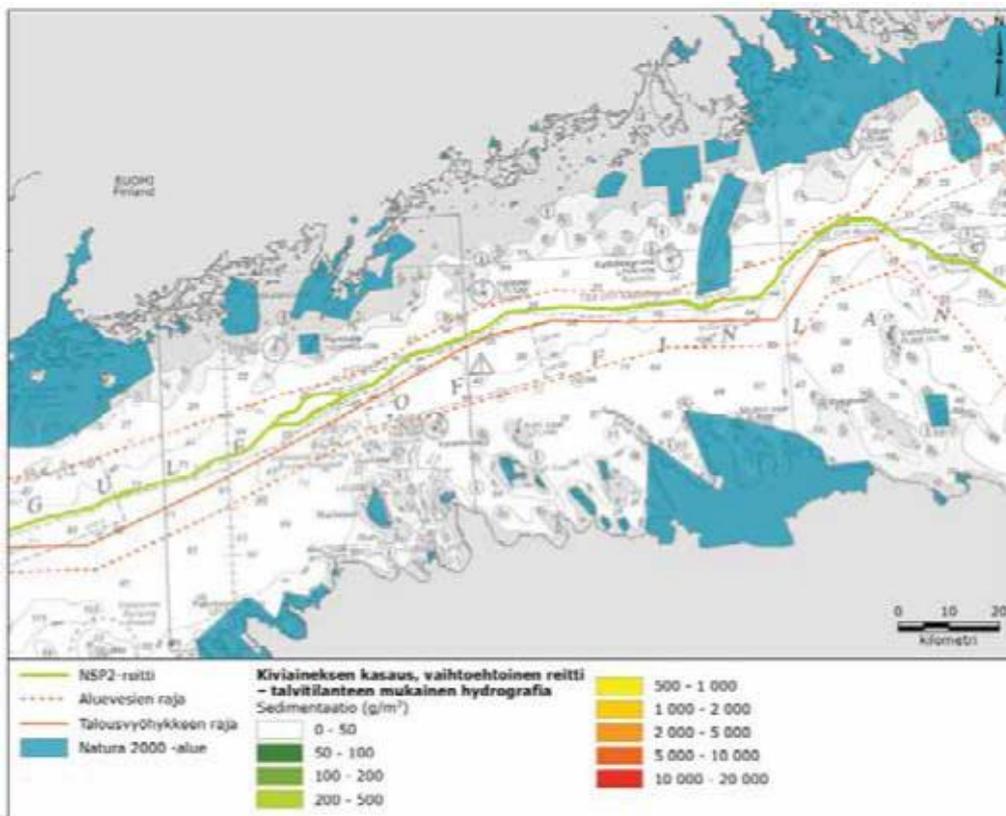


**Kuva 5-21** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden itäosa.

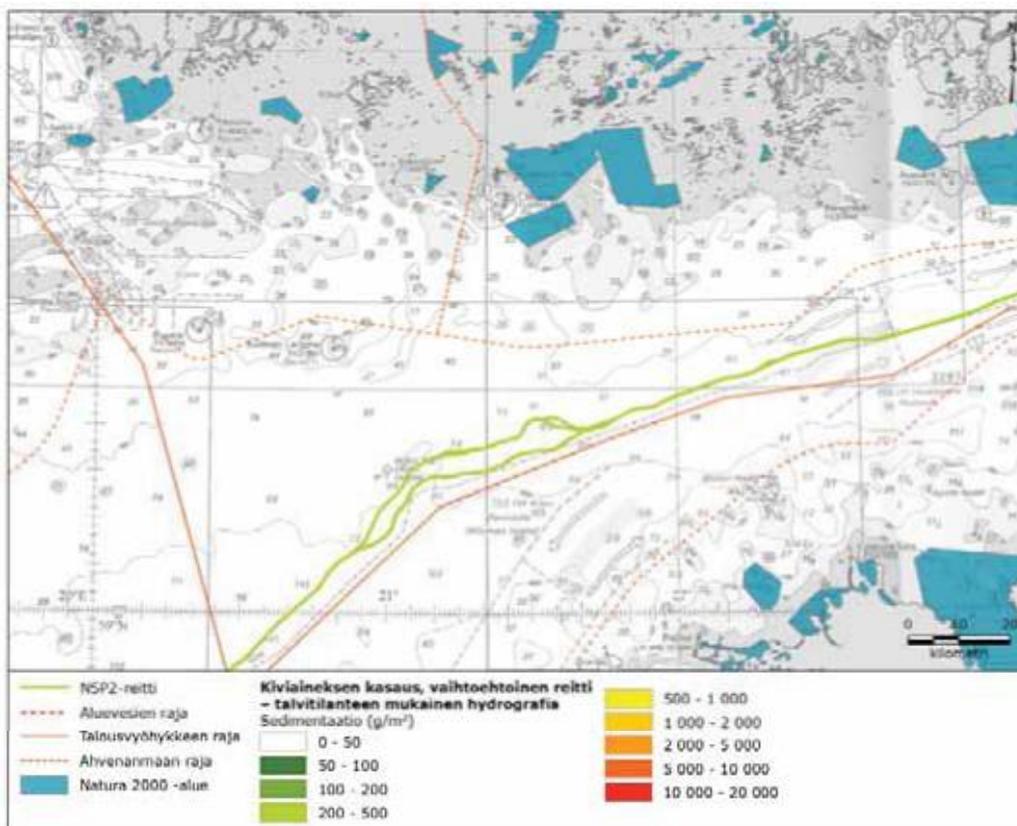


**Kuva 5-22** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden länsiosa.

Kuvissa 5-23 ja 5-24 esitetään sedimentaation suuruus simulaation viimeisessä aikaportaassa tyypillisissä talviolosuhteissa linjan A vaihtoehdoisella reitillä.



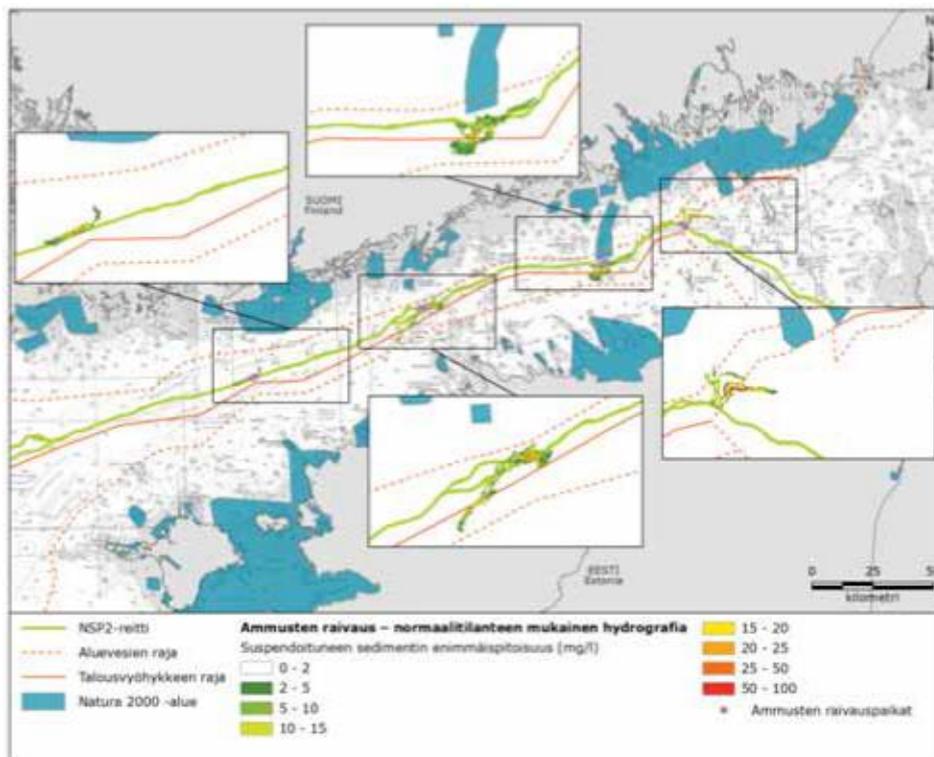
**Kuva 5-23** Vapautuneen aineksen sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden itäosa.



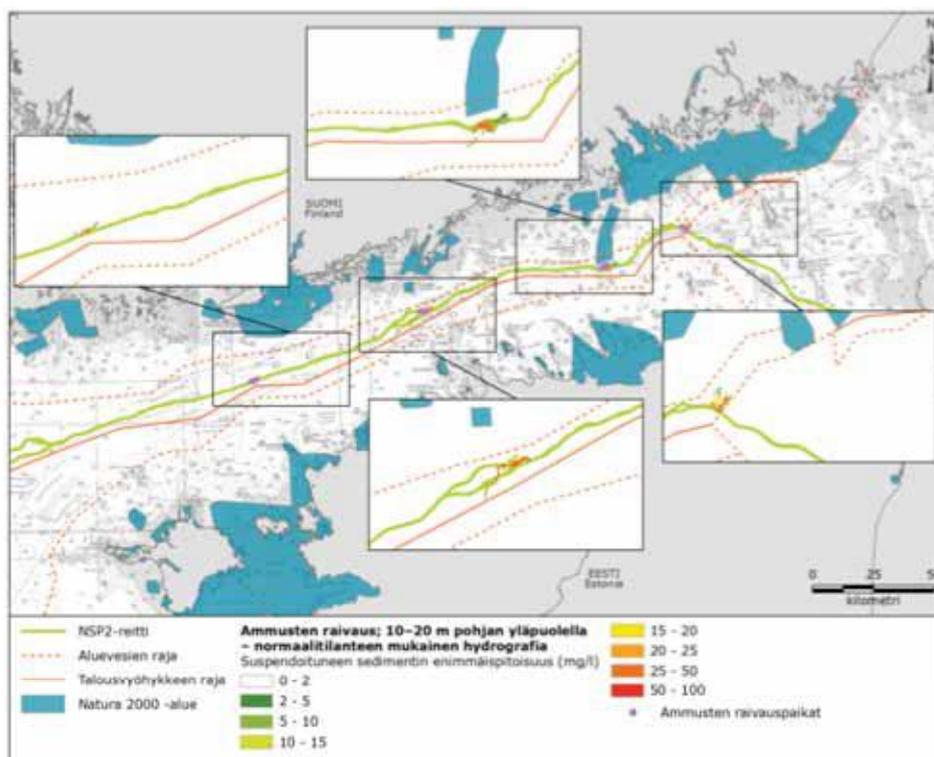
**Kuva 5-24** Vapautuneen aineksen sedimentaatio kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Linja A – vaihtoehtoinen reitti. Suomenlahden länsiosa.

## 5.2 Ammusten raivaaminen

Kuvassa 5-25 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita normaaliolosuhteissa havaitaan vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa ammusten raivaamisen yhteydessä. Kuvassa 5-26 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita normaaliolosuhteissa havaitaan välillä 10–20 m pohjan yläpuolella ammusten raivaamisen aikana.

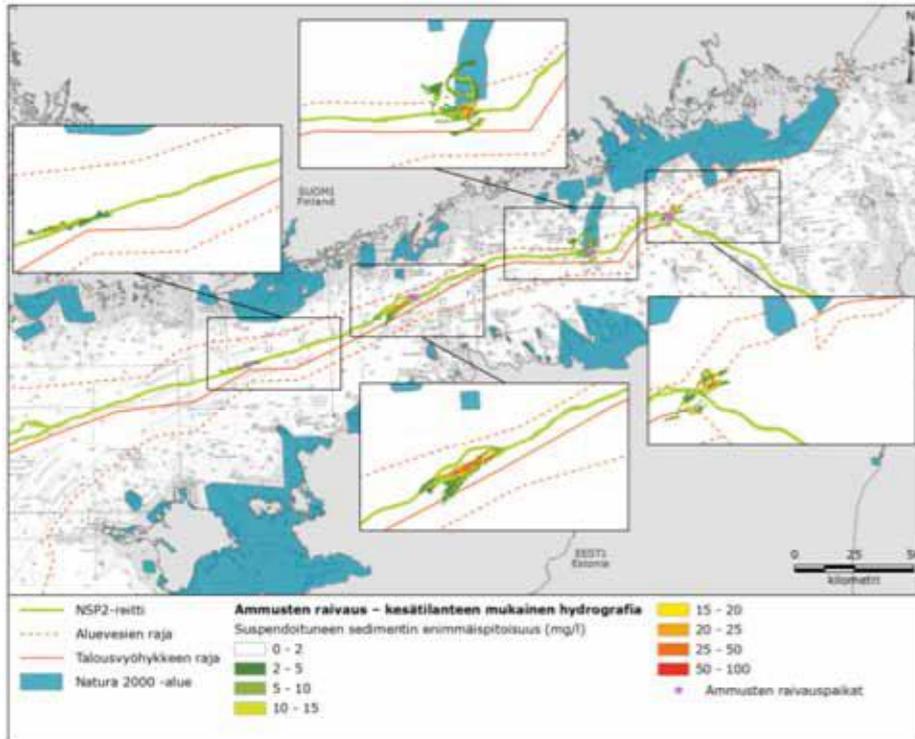


**Kuva 5-25** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 0–10 m merenpohjasta.

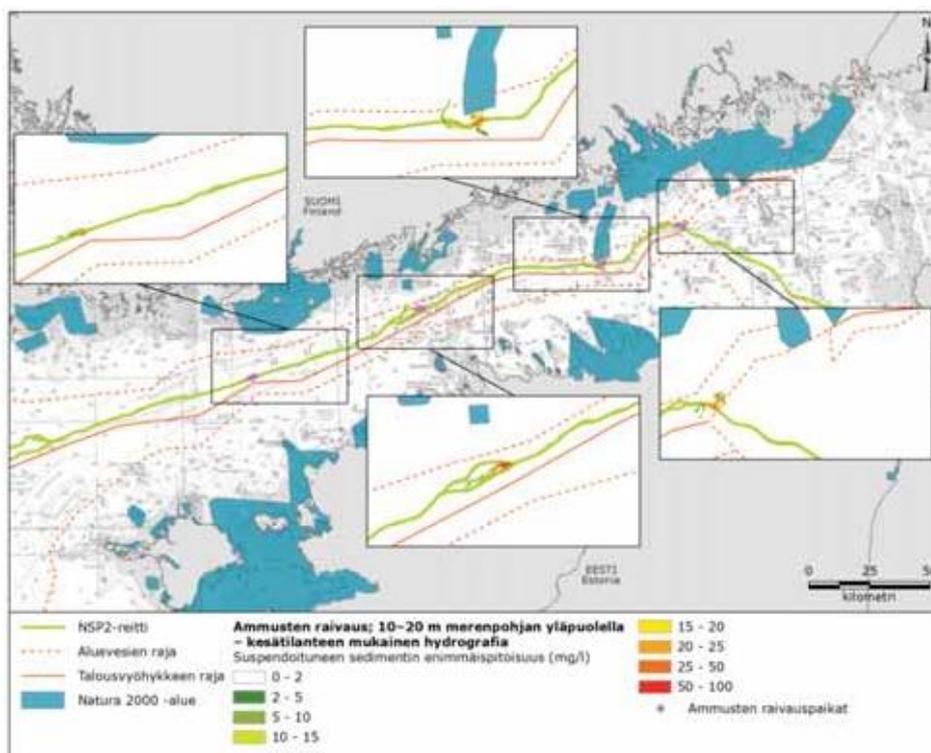


**Kuva 5-26** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-27 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita tyypillisissä kesäolosuhteissa havaitaan vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa ammusten raivaamisen aikana. Kuvassa 5-28 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita havaitaan kesäolosuhteissa 10–20 m pohjan yläpuolella ammusten raivaamisen aikana.

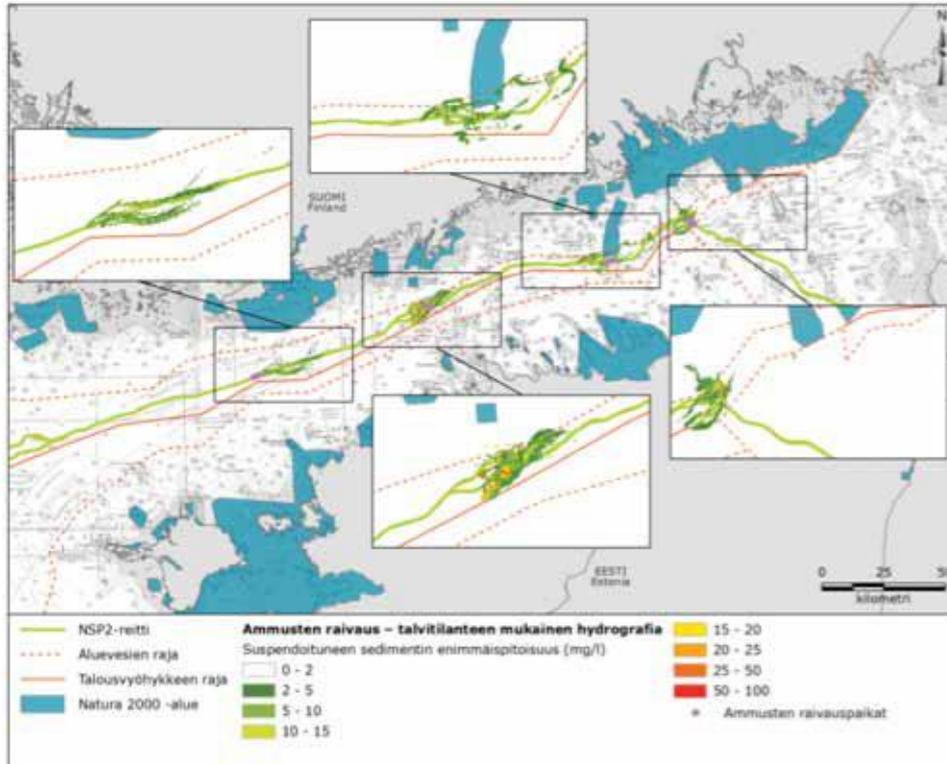


**Kuva 5-27 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.**

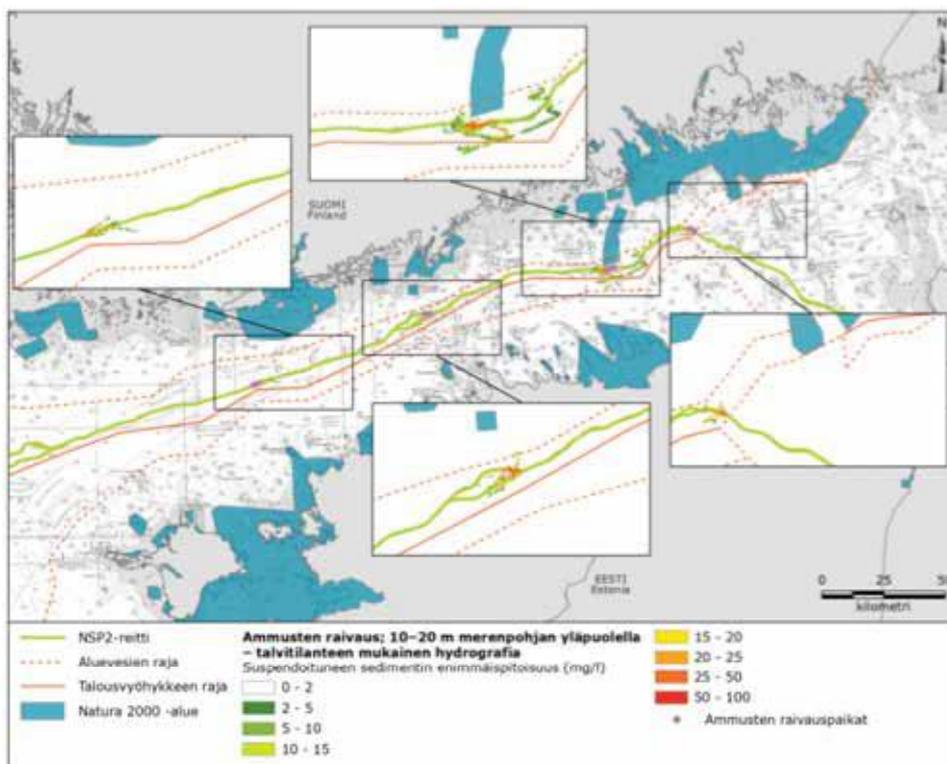


**Kuva 5-28 Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.**

Kuvassa 5-29 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita havaitaan tyypillisissä talviolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa ammusten raivaamisen aikana. Kuvassa 5-30 esitetään suurimmat pitoisuudet, joita havaitaan talviolosuhteissa 10–20 m pohjan yläpuolella ammusten raivaamisen aikana.

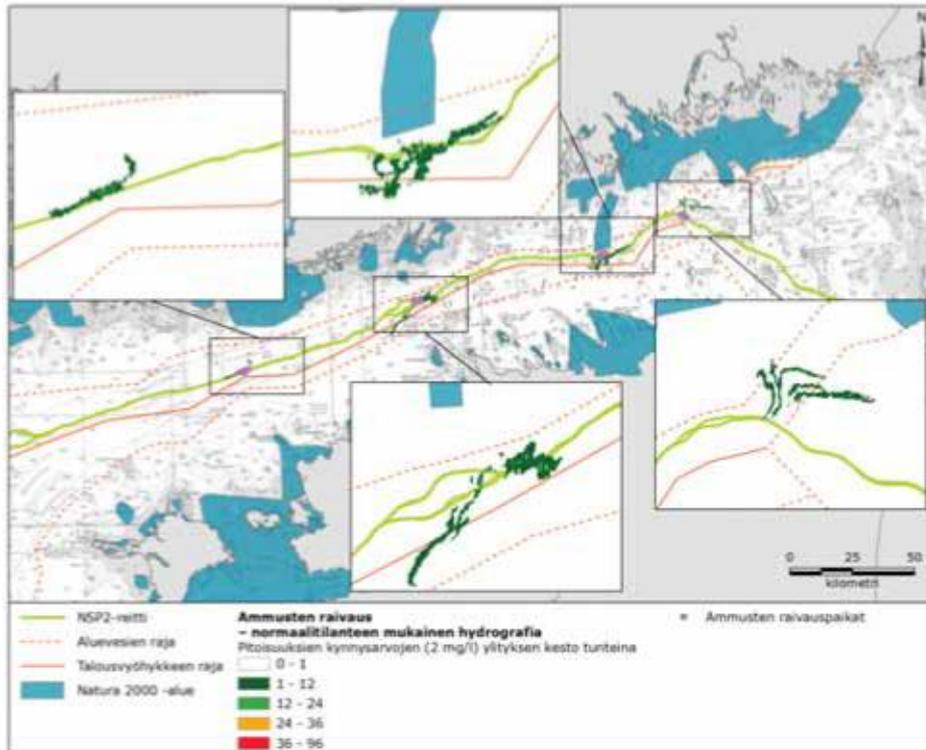


**Kuva 5-29** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

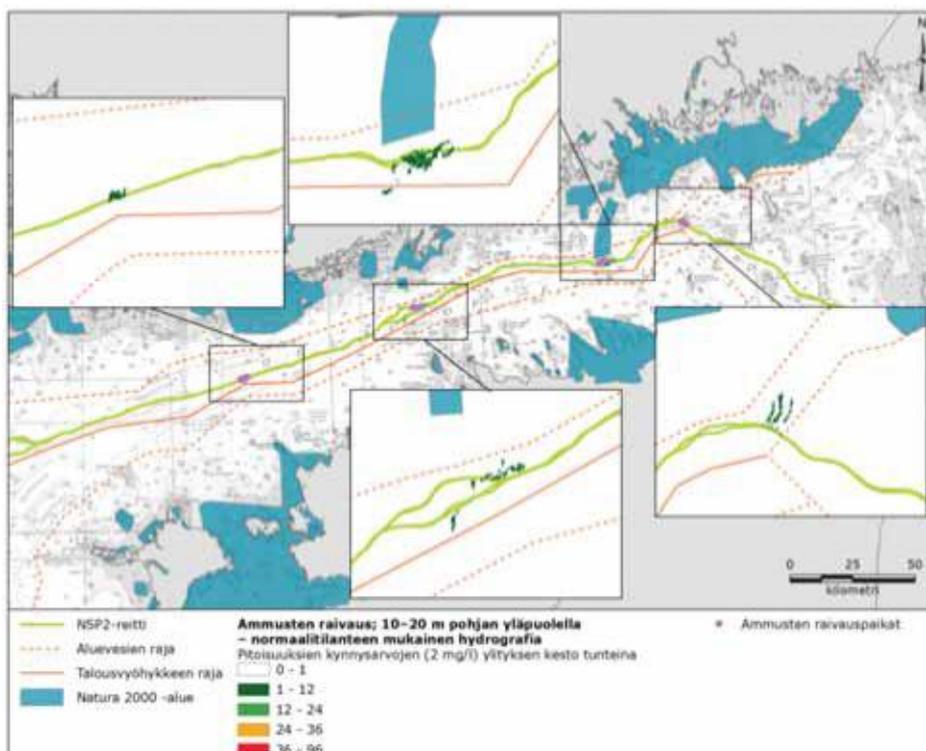


**Kuva 5-30** Suspendoituneen sedimentin maksimipitoisuus ammusten raivauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-31 esitetään pitoisuuden kynnyksiarvon 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on 24 tuntia. Kuvassa 5-32 esitetään kesto 2 mg/l ylittävälle pitoisuudelle, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta. Suurin havaittu kestoaika on 21 tuntia.

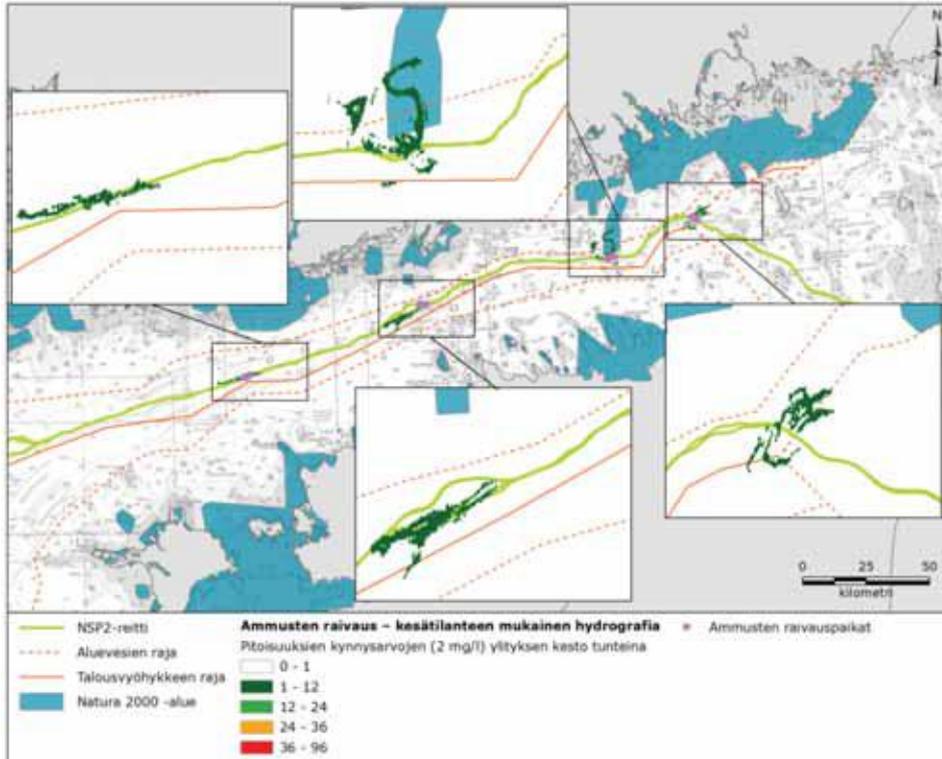


**Kuva 5-31 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.**

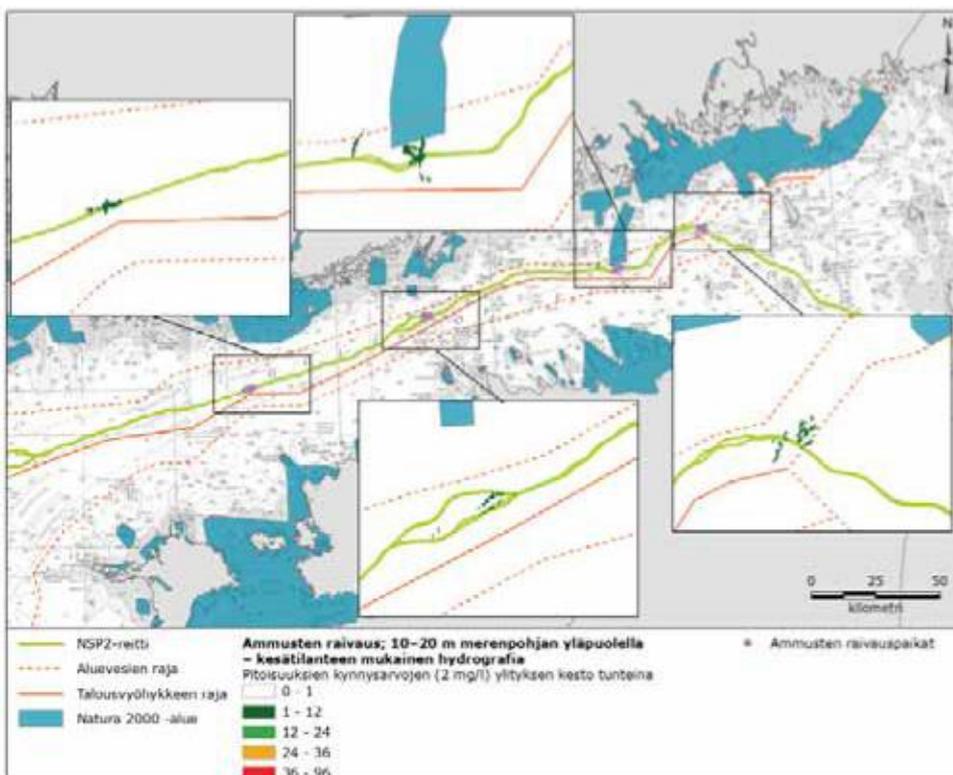


**Kuva 5-32 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.**

Kuvassa 5-33 esitetään pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kesto on 23 tuntia. Kuvassa 5-34 esitetään suurin kesto 2 mg/l ylittävälle pitoisuudelle, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana kesäolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kesto on 15 tuntia.

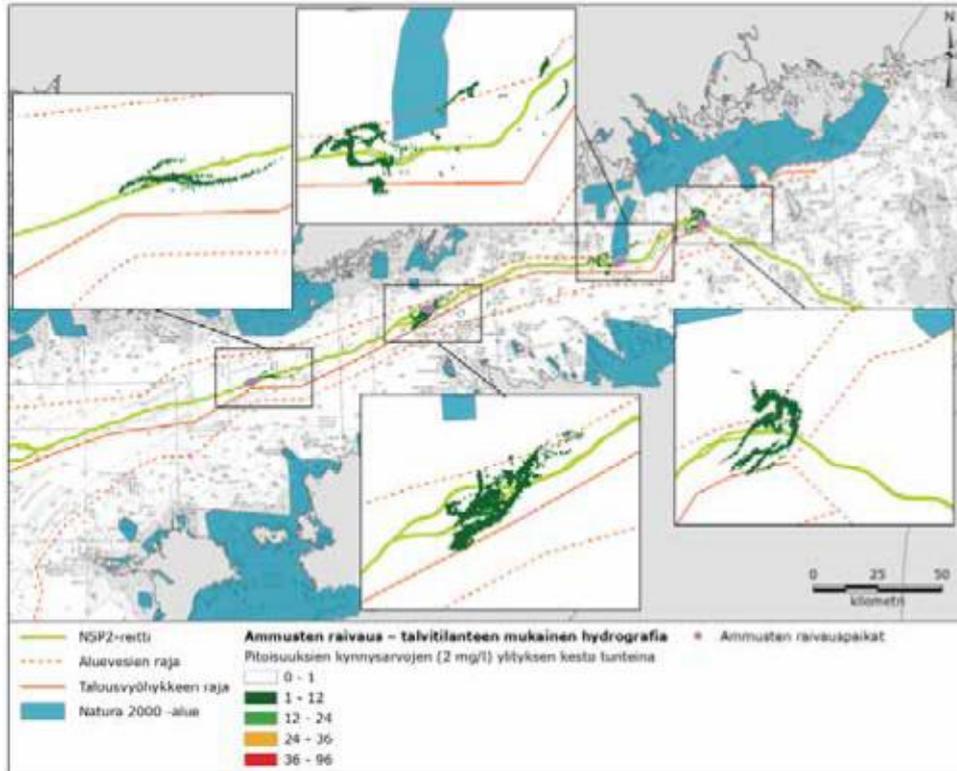


**Kuva 5-33 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.**

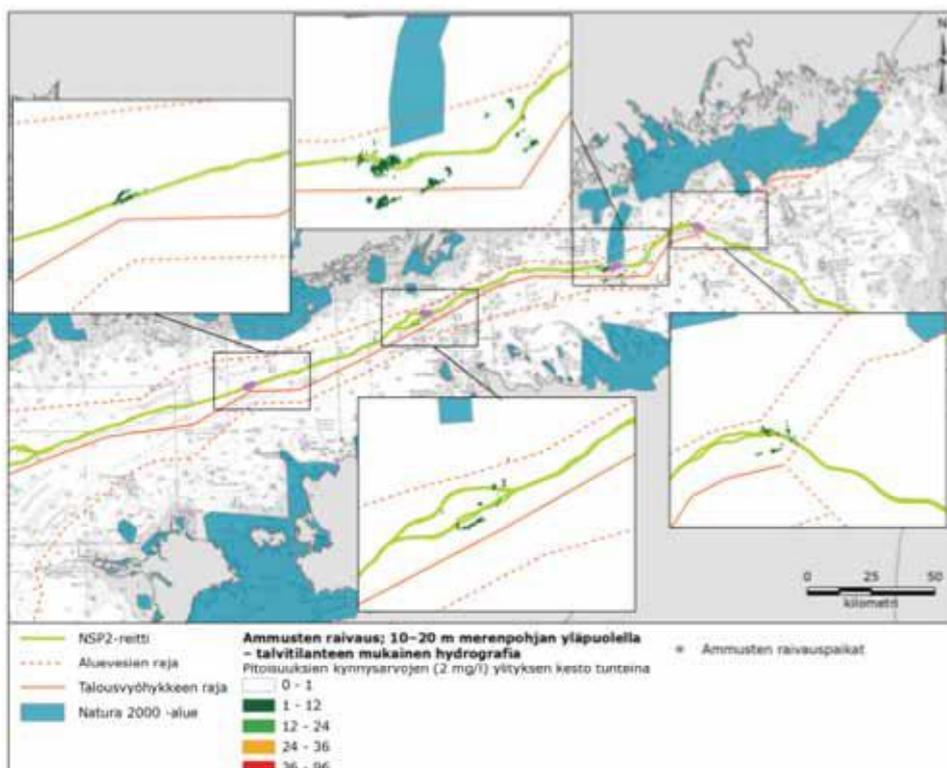


**Kuva 5-34 Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.**

Kuvassa 5-35 esitetään pitoisuuden kynnyksarvon 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on 20 tuntia. Kuvassa 5-36 esitetään suurin kestoaika 2mg/l ylittävälle pitoisuuksille, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana talviolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on 12 tuntia.

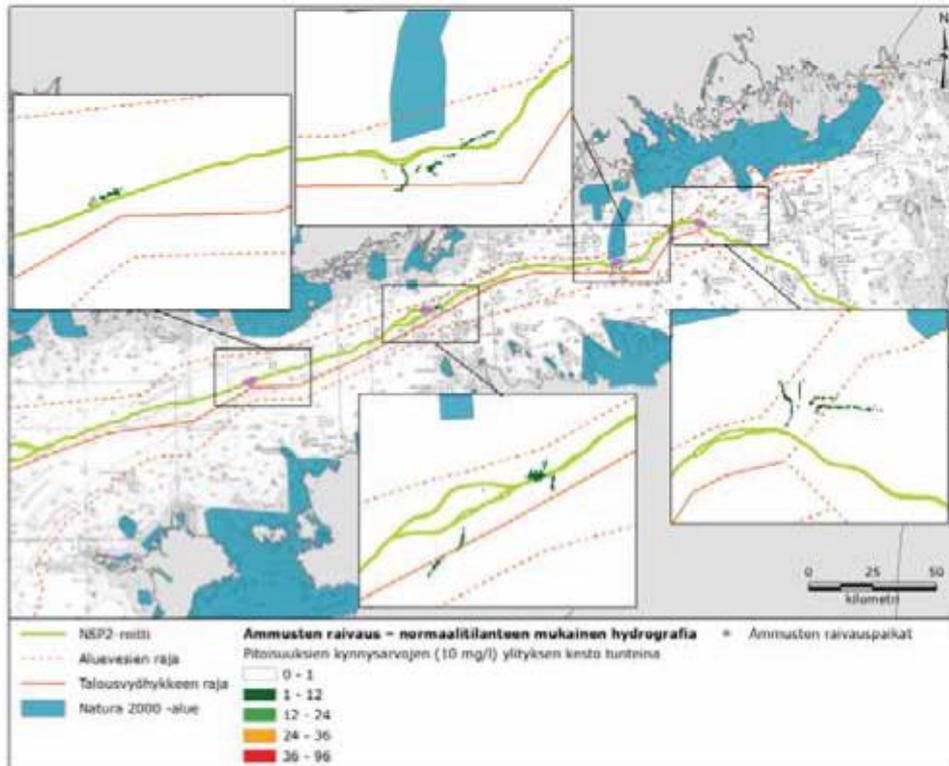


**Kuva 5-35** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

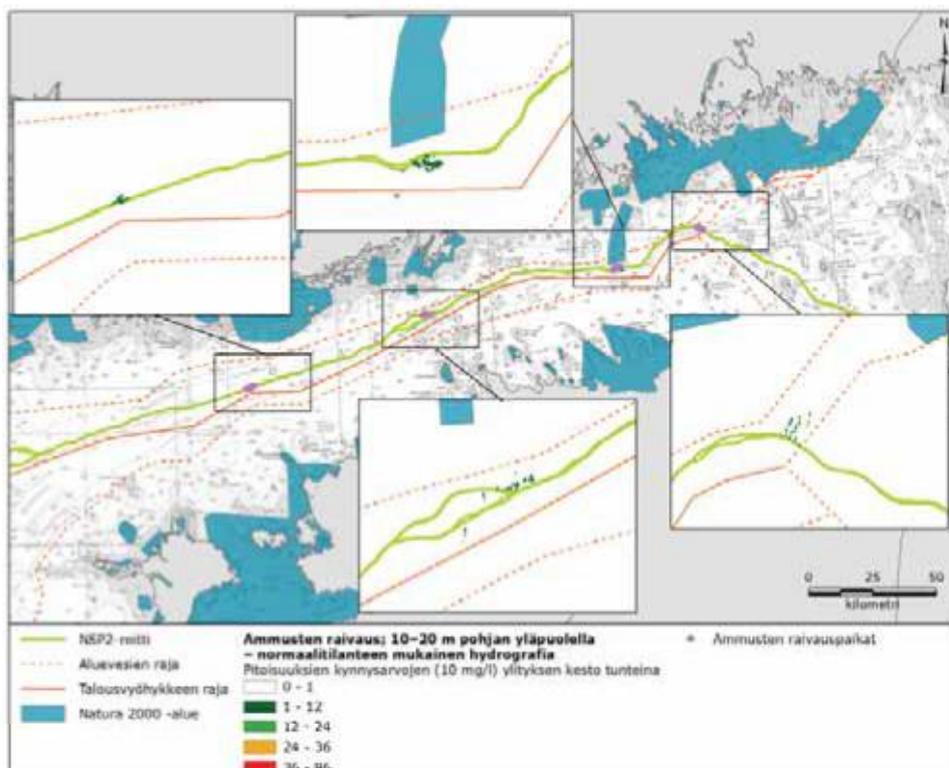


**Kuva 5-36** Pitoisuuden 2 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-37 esitetään pitoisuuden kynnysarvon 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on 13 tuntia. Kuvassa 5-38 esitetään suurin kesto 10 mg/l ylittävälle pitoisuuksille, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on 12 tuntia.

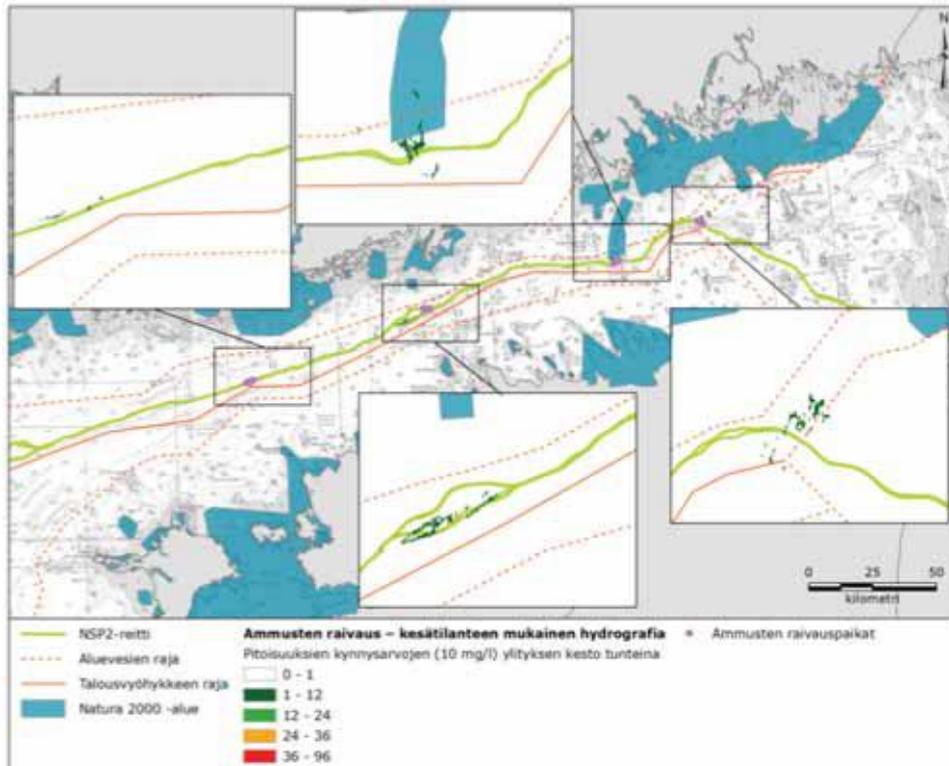


**Kuva 5-37** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

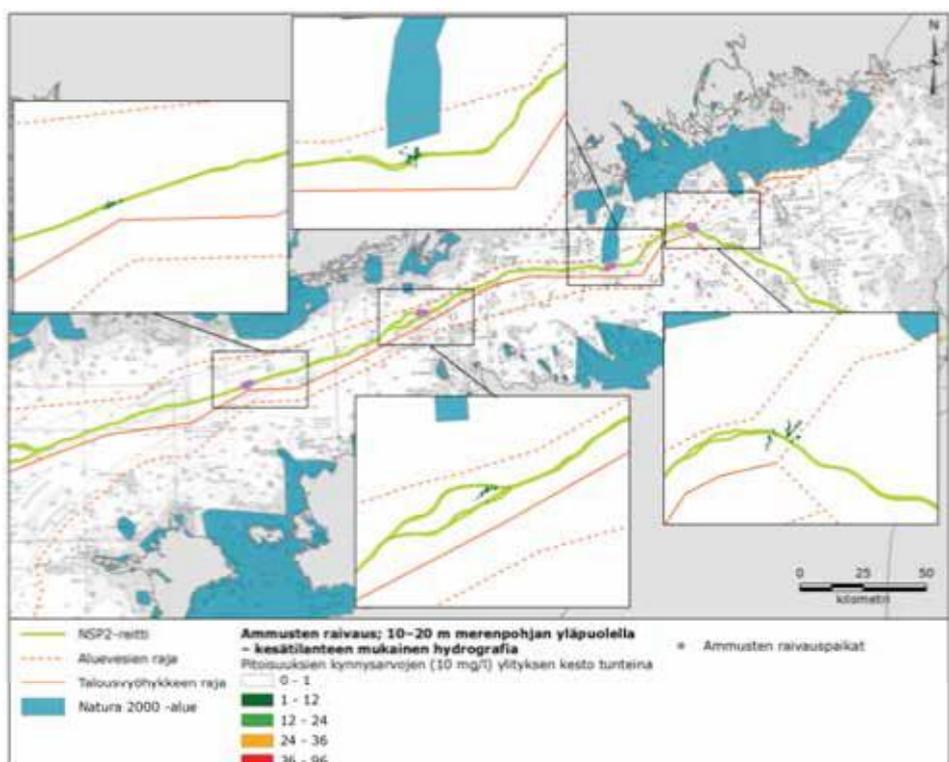


**Kuva 5-38** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 10-20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-39 esitetään pitoisuuden kynnys-arvon 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on yhdeksän tuntia. Kuvassa 5-40 esitetään suurin kesto 10 mg/l ylittävillä pitoisuuksilla, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana kesäolosuhteissa 10–20 metriä merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on kuusi tuntia.

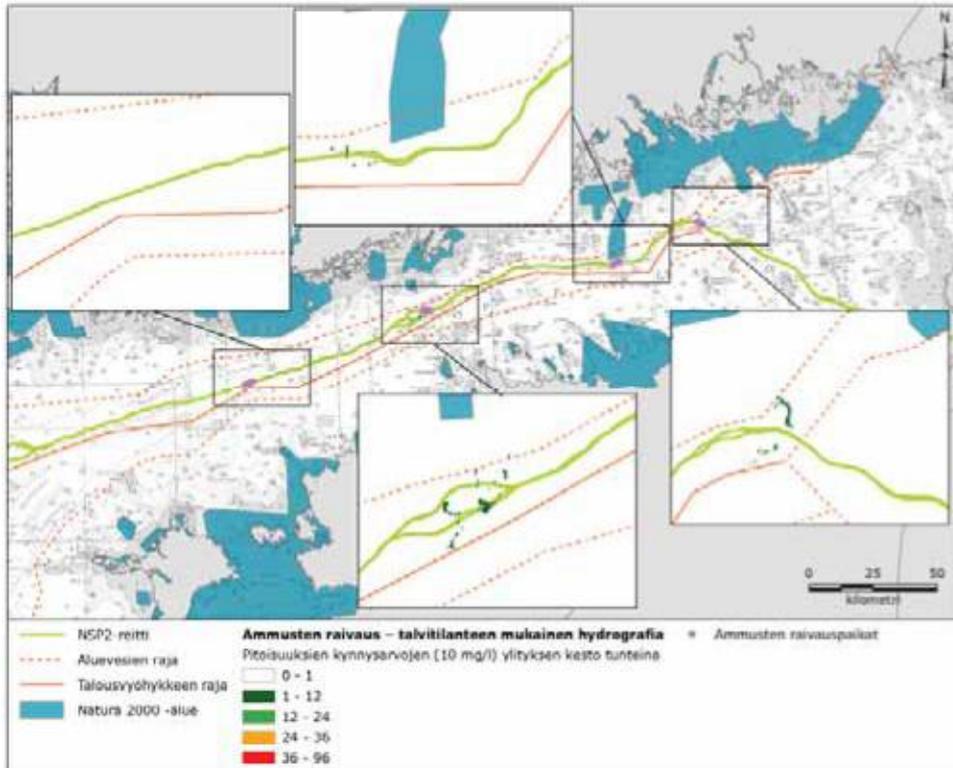


**Kuva 5-39** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

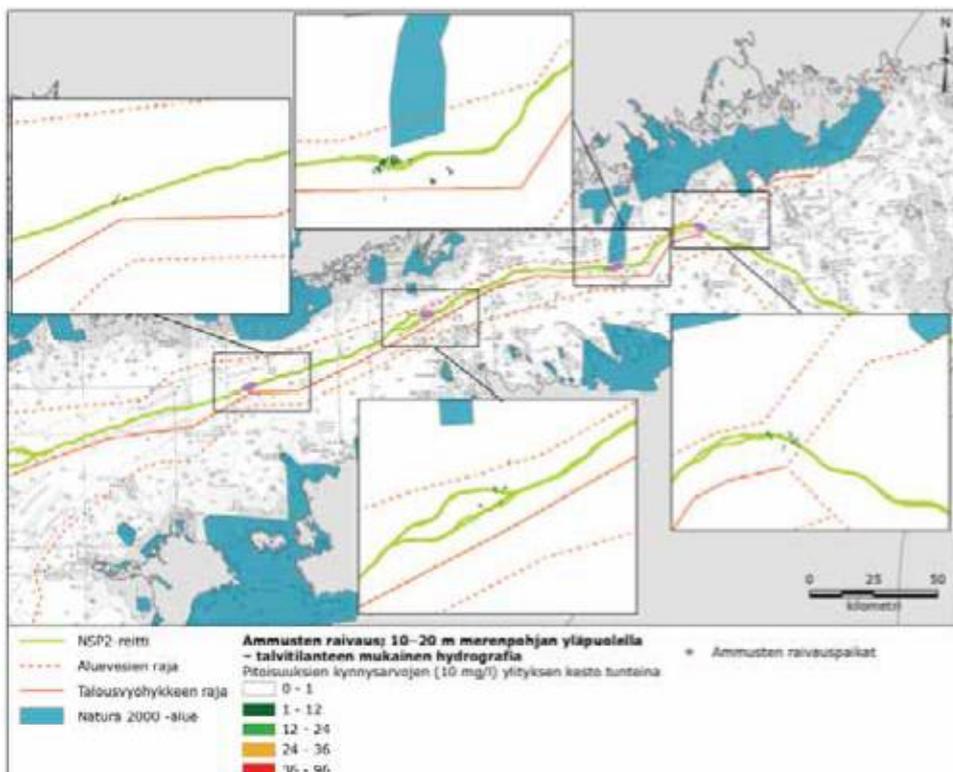


**Kuva 5-40** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 10-20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-41 esitetään pitoisuuden kynnyksiarvon 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on seitsemän tuntia. Kuvassa 5-42 esitetään suurin kesto 10 mg/l ylittävälle pitoisuudelle, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana talviolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on yhdeksän tuntia.

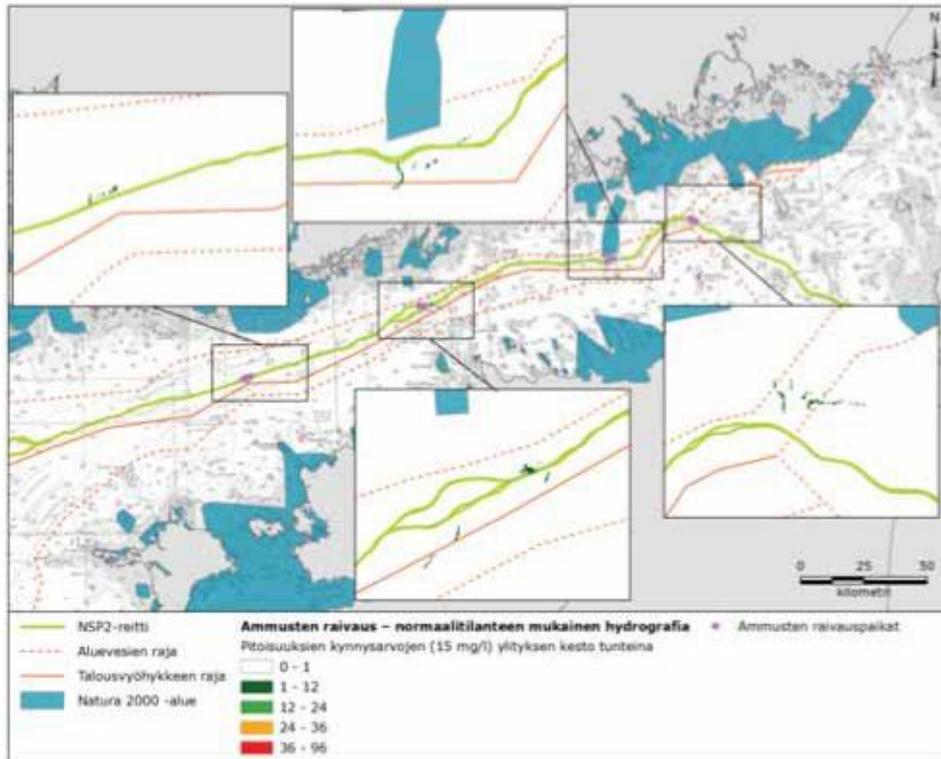


**Kuva 5-41** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

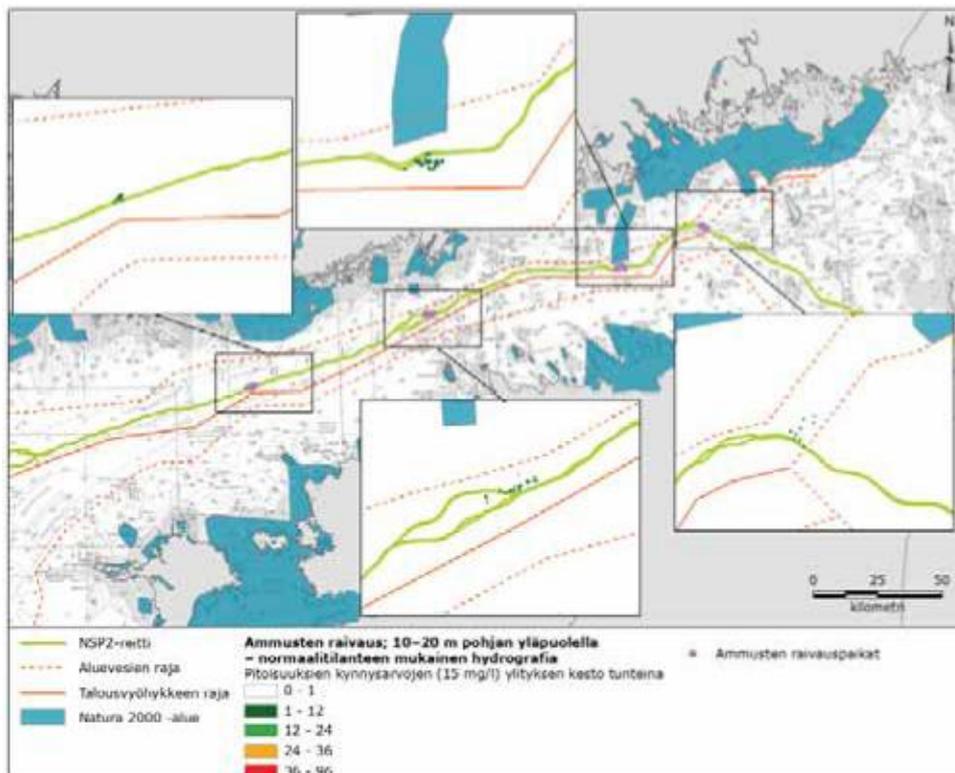


**Kuva 5-42** Pitoisuuden 10 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-43 esitetään pitoisuuden kynnysarvon 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on 10 tuntia. Kuvassa 5-44 esitetään suurin kesto 15 mg/l ylittävälle pitoisuuksille, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa 10–20 m merenpohjasta yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on 11 tuntia.

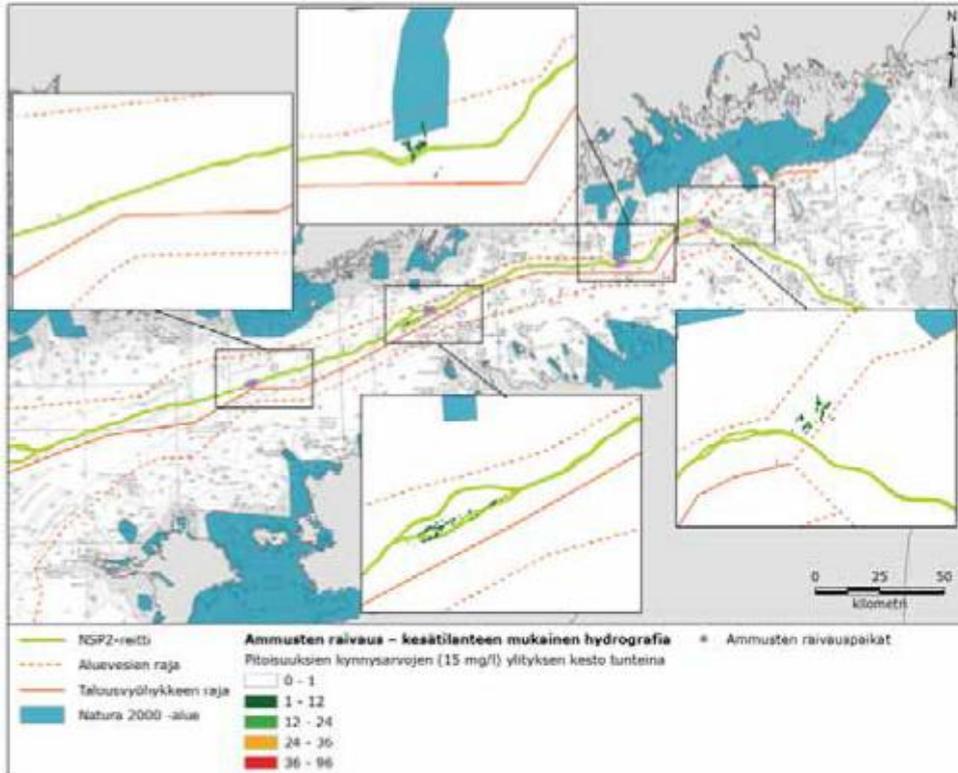


**Kuva 5-43** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

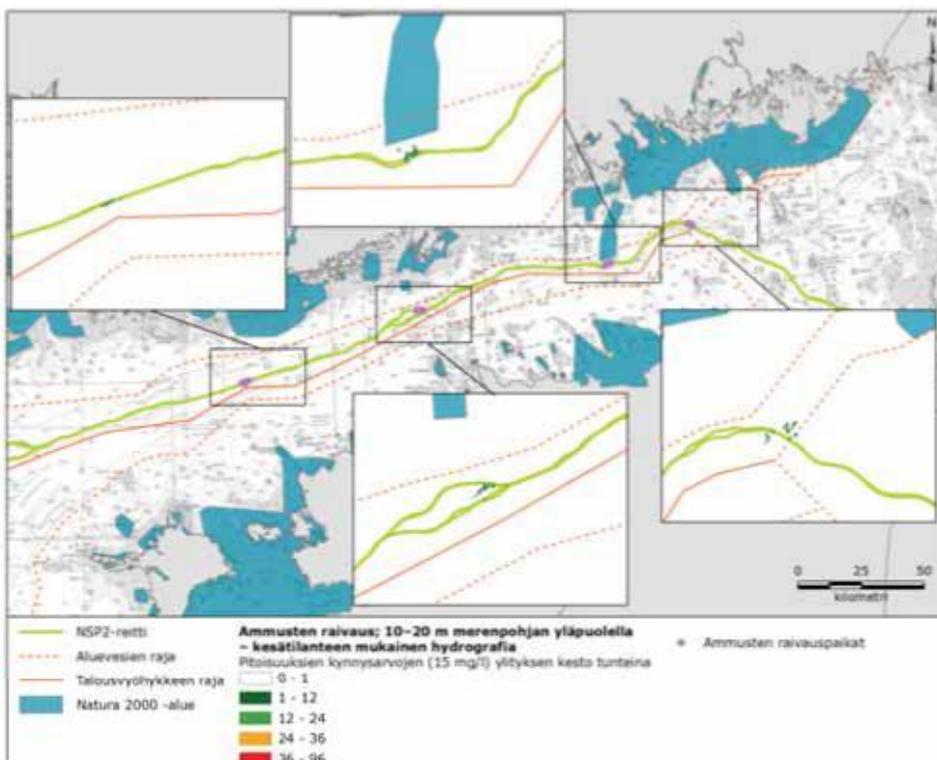


**Kuva 5-44** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-45 esitetään pitoisuuden kynnyksiarvon 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on kahdeksan tuntia. Kuvassa 5-46 esitetään suurin kesto 15 mg/l ylittävillä pitoisuuksille, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana kesäolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on kuusi tuntia.

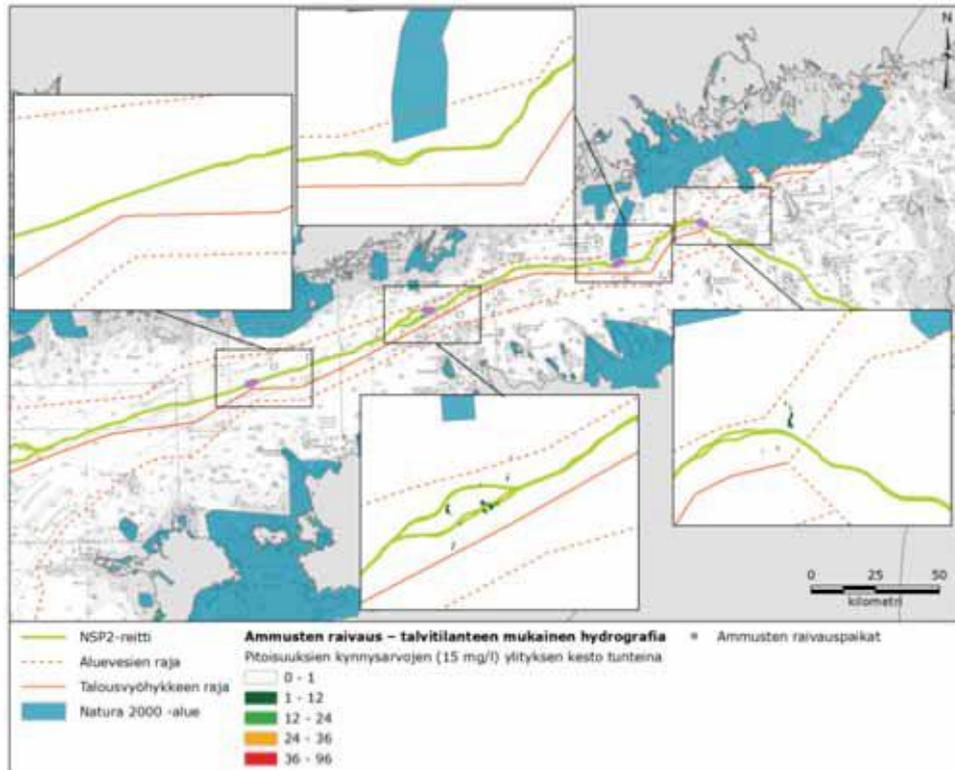


**Kuva 5-45** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.

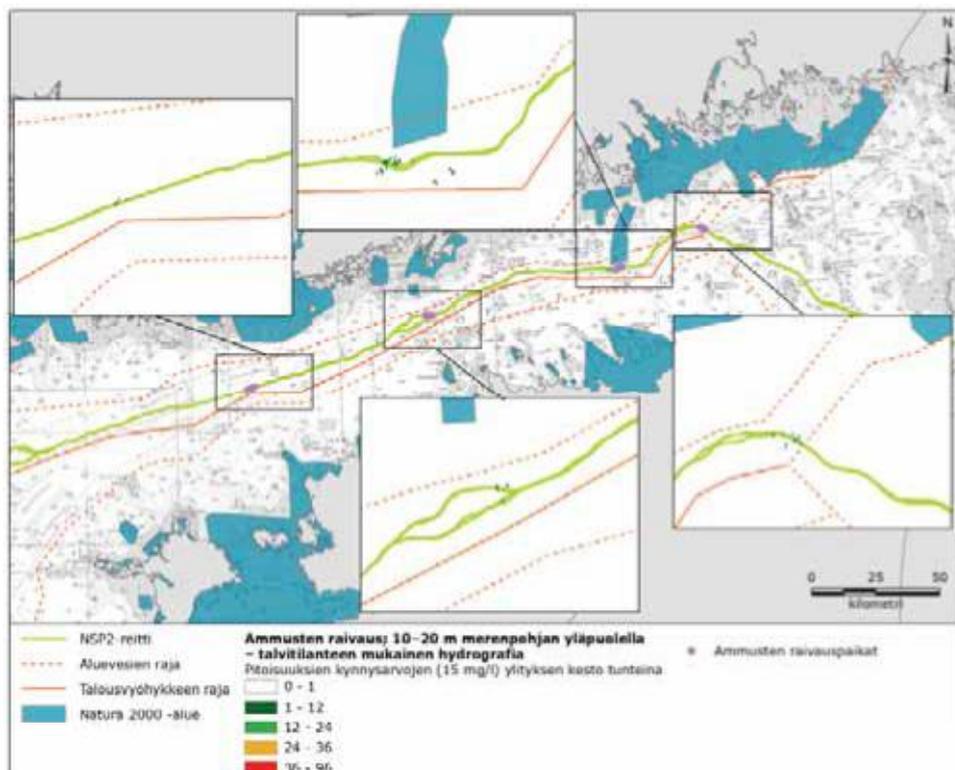


**Kuva 5-46** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa välillä 10-20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-47 esitetään pitoisuuden kynnysarvon 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa vesirungon alimmassa 10 m kerroksessa. Suurin havaittu kestoaika on 5 tuntia. Kuvassa 5-48 esitetään suurin kesto 15 mg/l ylittävälle pitoisuuksille, joita havaitaan ammusten raivaamisen aikana talviolosuhteissa 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Suurin havaittu kestoaika on viisi tuntia.

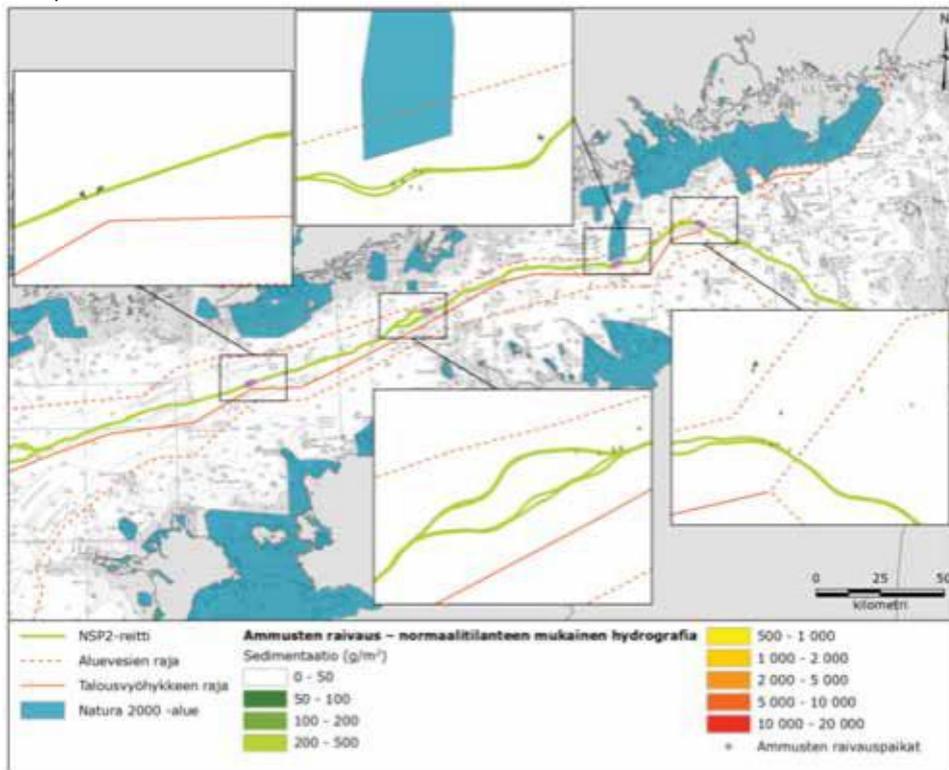


**Kuva 5-47** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 0-10 m merenpohjasta.



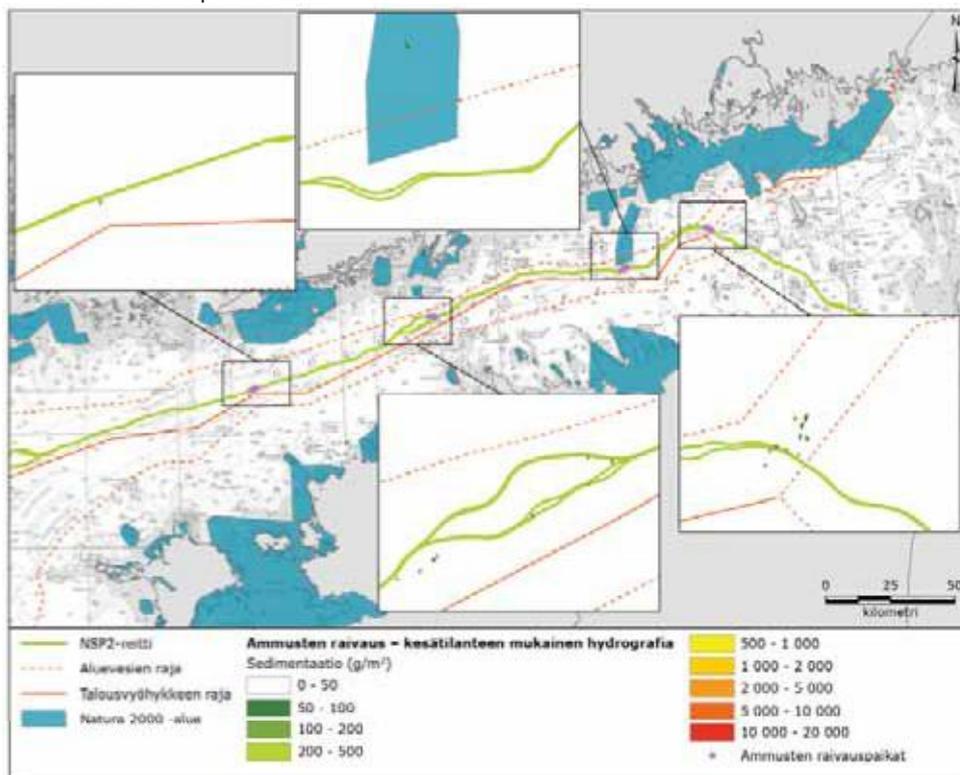
**Kuva 5-48** Pitoisuuden 15 mg/l ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa välillä 10–20 m merenpohjasta.

Kuvassa 5-49 esitetään sedimentaation suuruus normaaliolosuhteissa simulaation viimeisessä aikaportaassa.



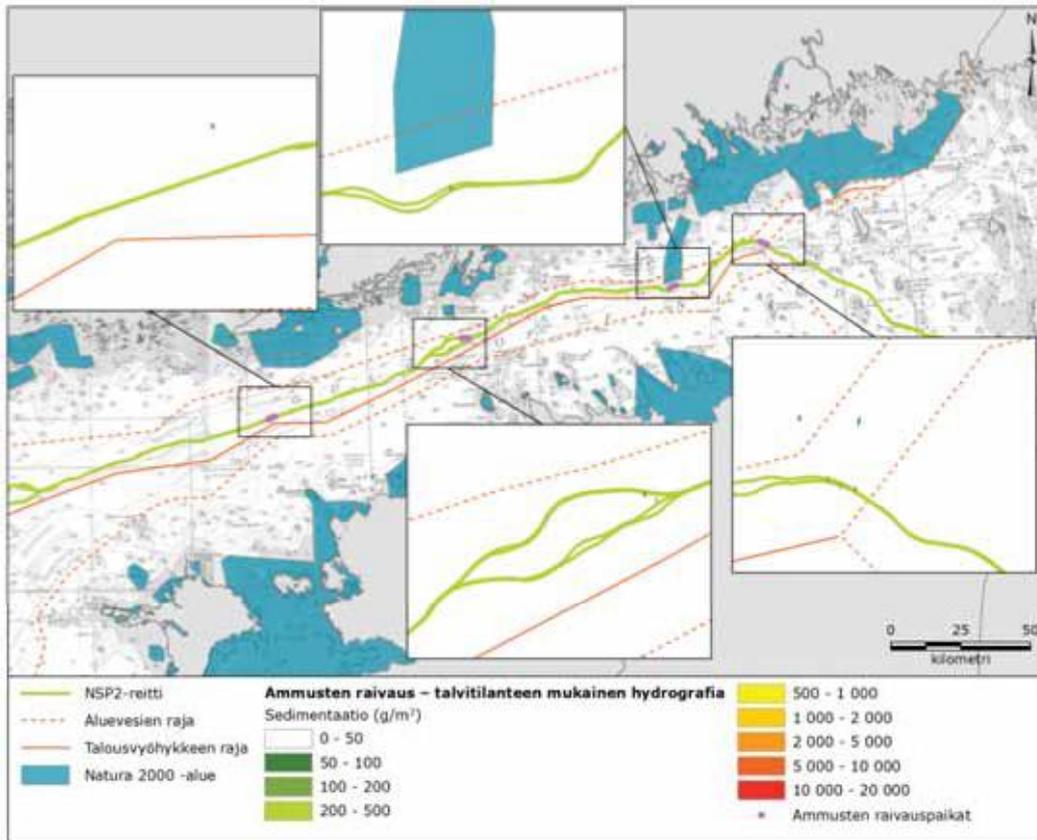
**Kuva 5-49** Vapautuneen aineksen sedimentaatio ammusten raivaamisen aikana vuotuisissa / normaaleissa hydrografisissa olosuhteissa.

Kuvassa 5-50 esitetään sedimentaation suuruus tyypillisissä kesäolosuhteissa simulaation viimeisessä aikaportaassa.



**Kuva 5-50** Vapautuneen aineksen sedimentaatio ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa.

Kuvassa 5-51 esitetään sedimentaation suuruus tyypillisissä talviolosuhteissa simulaation viimeisessä aikaportaassa.



**Kuva 5-51** Vapautuneen aineksen sedimentaatio ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa.

### 5.3 Tulosten yhteenveto

Tässä luvussa esitetään yhteenveto mallinnustuloksista, jotka liittyvät kiviaineksen kasauksen ja ammusten raivaamisen simulaatioihin. Yhteenveto sisältää:

- alueet, joissa pitoisuudet 2 mg/l, 10 mg/l ja 15 mg/l ylittyvät
- kynnysarvojen 2 mg/l (sekä 10 mg/l ja 15 mg/l ammusten raivaaminen) ylitysten suurimmat kestot
- alueet, joissa sedimentaatioarvot 10, 50, 100, 150, 200 g/m<sup>2</sup> ylittyvät
- maksimipitoisuus (mg/l) määrätyillä etäisyyksillä putkilinjoista
- maksimisedimentaatio (g/m<sup>2</sup>) määrätyillä etäisyyksillä putkilinjoista

Esitetyt arvot ovat enimmäisarvoja jotka kattavat kaikki kolme hydrografista skenaariota – normaali, kesä ja talvi. Tämä tarkoittaa, että kussakin kohdassa on esitetty kolmen skenaarion suurin todettu arvo. Vastaavat taulukot yksittäisille hydrografisille skenaarioille on esitetty liitteessä 1.

**Taulukko 5-2 Suurin alue, jossa pitoisuuksien kynnysarvot ylittyvät.**

Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuusalue		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus – linja A	2593	267	6,00	1,67
Kiviaineksen kasaus – linja A, vaihtoehtoinen reitti <sup>1</sup>	2848	353	9,46	3,01
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030	258	46,1	27,8
Ammusten raivaaminen (10-20m)	1030	77,8	31,3	21,9

<sup>1</sup>: Linjan A vaihtoehtoiselta reitiltä on laadittu vain talviskenaario, kun muilta alueilta on laadittu normaali-, talvi- ja kesäskenaario. Katso yksittäiset skenaariot liitteestä 1.

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

**Taulukko 5-3 Pitoisuuden kynnysarvon ylityksen suurin enimmäiskesto.**

Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuuden enimmäiskesto		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus – linja A	2593	163	18	7,5
Kiviaineksen kasaus – linja A, vaihtoehtoinen reitti <sup>1</sup>	2848	32	7,0	1,5
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030	24	13	10
Ammusten raivaaminen (10-20m)	1 030	21	12	11

<sup>1</sup>: Linjan A vaihtoehtoiselta reitiltä on laadittu vain talviskenaario, kun muilta alueilta on laadittu normaali-, talvi- ja kesäskenaario. Katso yksittäiset skenaariot liitteestä 1.

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

**Taulukko 5-4 Suurimmat alueet, joilla sedimentaatioarvot ylittyvät.**

Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Suspendoitunut sedimentti	Alue, jossa sedimentaatio				
		> 10 g/m <sup>2</sup>	> 50 g/m <sup>2</sup>	> 100 g/m <sup>2</sup>	> 150 g/m <sup>2</sup>	> 200 g/m <sup>2</sup>
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus – linja A	2593	63,9	3,92	0,61	0,17	0,05
Kiviaineksen kasaus – linja A, vaihtoehtoinen reitti <sup>1</sup>	2848	25,3	0,98	0,09	0,05	~0
Ammusten raivaaminen	1030	27,9	1,48	0,14	0,09	~0

<sup>1</sup>: Linjan A vaihtoehtoiselta reitiltä on laadittu vain talviskenaario, kun muilta alueilta on laadittu normaali-, talvi- ja kesäskenaario. Katso yksittäiset skenaariot liitteestä 1.

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

**Taulukko 5-5 Enimmäispitoisuus suurimmilla määrättyillä etäisyyksillä putkilinjoista.**

Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Suspendoitunut sedimentti	Maksimipitoisuus määrättyillä etäisyyksillä putkilinjoista.		
		200 m	500 m	1000 m
	tonnia	mg/l	mg/l	mg/l
Kiviaineksen kasaus – linja A	2593	21	20	17
Kiviaineksen kasaus – linja A, vaihtoehtoinen reitti <sup>1</sup>	2848	14	10	10
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030	106	100	100
Ammusten raivaaminen (10-20m)		108	108	68

<sup>1</sup>: Linjan A vaihtoehtoiselta reitiltä on laadittu vain talviskenaario, kun muilta alueilta on laadittu normaali-, talvi- ja kesäskenaario. Katso yksittäiset skenaariot liitteestä 1.

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

## 6. MALLINNUSTULOKSET – HAITTA-AINEET

Tässä luvussa esitetään merenpohjan muokkaustöissä vapautuvien haitta-aineiden mallinnustulokset.

Haitta-aineita vapautuu ympäristöön, kun sedimenttiä käsitellään merenpohjan muokkaustöiden yhteydessä. Haitta-aineiden on liuettava, jotta ne voisivat olla vaaraksi ympäristön reseptoreille /1/. Liuenneet haitta-aineet imeytyvät ajan myötä partikkeleihin, kulkeutuvat ravintoketjuun tai laskeutuvat merenpohjaan ja poistuvat siten vesirungosta. Mallinnustutkimus kuvaa haitta-aineiden akuutteja vaikutuksia, eikä varovaisuusperiaatteen mukaisesti huomioi haitta-aineiden vajoamista.

Haitta-aineet vapautuvat kiviaineksen kasauksessa 2 m:n ja ammusten raivaamisessa 15 m:n korkeudella merenpohjasta. Haitta-aineet leviävät vesirungossa ja, kuten edellä on todettu, yhdisteet eivät mallinnuksessa hajoa eivätkä laskeudu. Siksi haitta-aineet voivat levitä koko vesirunkoon, osaan siitä tai jäädä tietylle tasolle kerrostumisolosuhteiden mukaisesti. Varovaisena oletuksena mallinnuksen tuloksia on tulkittu niin, että haitta-aineet koko vesirungossa ovat keskittyneet 10 m vesikerrokseen.

Tulokset esitetään kaksiulotteisina karttoina. Kartat esittävät seuraavat parametrit:

- haitta-aineen maksimipitoisuus koko simulaatiojakson aikana
- PNEC -arvon ylittymisen kesto PAH -yhdisteiden, dioksiinin ja sinkin osalta. Tämä on yhteenlaskettu aika tunneissa ajalta, jolloin haitta-ainepitoisuus ylittää PNEC -arvon kiviaineksen kasauksen tai ammusten raivaamisen aikana.

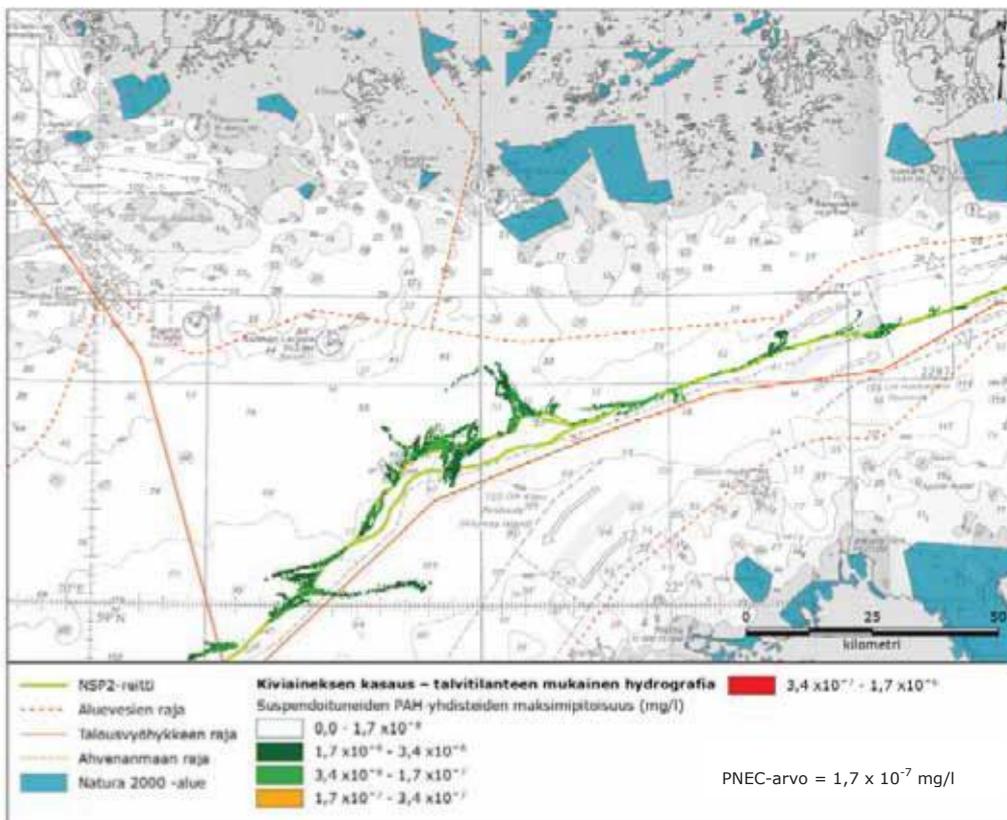
Haitta-aineiden vapautumista koskevat tulokset esitetään seuraavissa kappaleissa. Yhteenvedo tulokuvista esitetään taulukossa 6-1.

Taulukko 6-1 Yhteenveto haitta-aineiden vapautumista koskevista mallinnustuloksista.

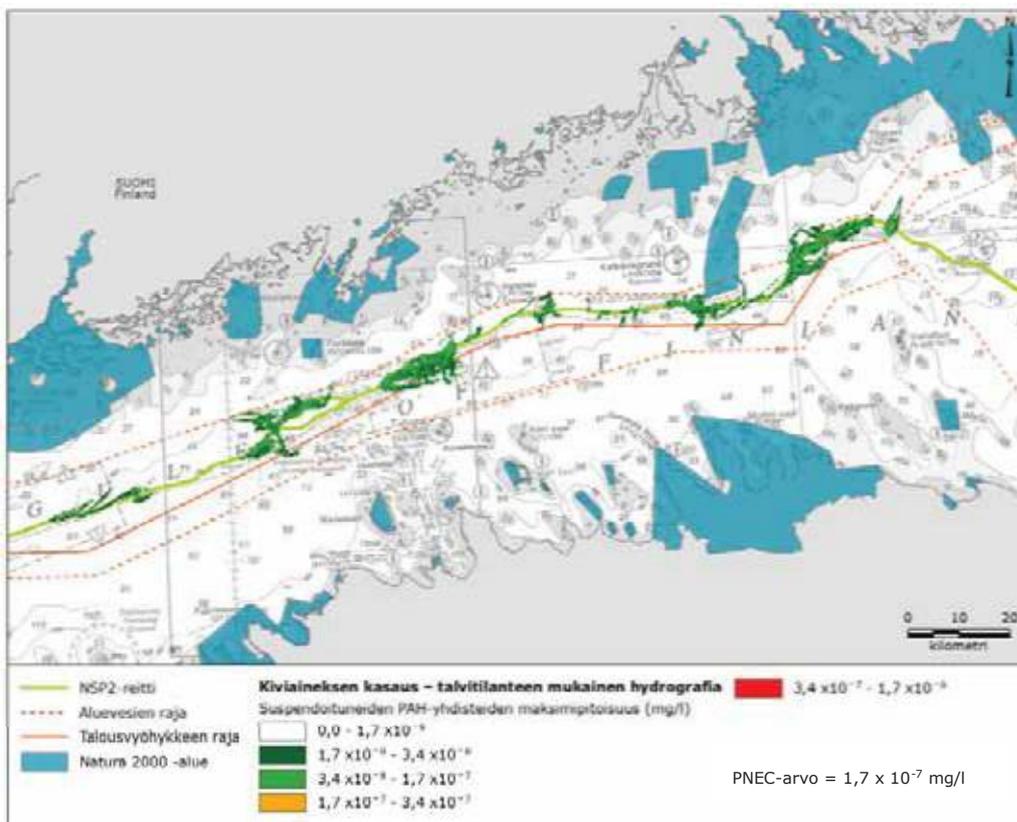
	Merenpohjan muokkaustyöt Haitta-aineet	Vuotuinen / normaali	Kesä	Talvi
<b>Kiviaineksen kasaus (linja A)</b>	Suurin bentso(a)pyreenin (PAH) pitoisuus	Kuva 6-9 Kuva 6-10	Kuva 6-5 Kuva 6-6	Kuva 6-1 Kuva 6-2
	Bentso(a)pyreenin (PAH) PNEC-arvon ylittymisen kesto	Kuva 6-11 Kuva 6-12	Kuva 6-7 Kuva 6-8	Kuva 6-3 Kuva 6-4
	Suurin WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - pitoisuus	Kuva 6-17 Kuva 6-18	Kuva 6-15 Kuva 6-16	Kuva 6-13 Kuva 6-14
	WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - pitoisuuden PNEC-arvon ylittymisen kesto	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella
	Sinkin enimmäispitoisuus	Kuva 6-23 Kuva 6-24	Kuva 6-21 Kuva 6-22	Kuva 6-19 Kuva 6-20
	Sinkin PNEC-arvon ylittymisen kesto	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella	Ei PNEC-arvon ylittäviä pitoisuuksia missään mallinnusalueella
<b>Ammusten raivaaminen</b>	Suurin bentso(a)pyreenin (PAH) pitoisuus	Kuva 6-31 Kuva 6-32	Kuva 6-28 Kuva 6-29	Kuva 6-25 Kuva 6-26
	Bentso(a)pyreenin (PAH) PNEC-arvon ylittymisen kesto	Kuva 6-33	Kuva 6-30	Kuva 6-27
	Suurin WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - pitoisuus	Kuva 6-38 Kuva 6-39	Kuva 6-36 Kuva 6-37	Kuva 6-34 Kuva 6-35
	WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - pitoisuuden PNEC-arvon ylittymisen kesto	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella
	Sinkin enimmäispitoisuus	Kuva 6-44 Kuva 6-45	Kuva 6-42 Kuva 6-43	Kuva 6-40 Kuva 6-41
	Sinkin PNEC-arvon ylittymisen kesto	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella	PNEC-arvo ylittyy vain hyvin pienellä alueella

6.1 Kiviaineksen kasaus

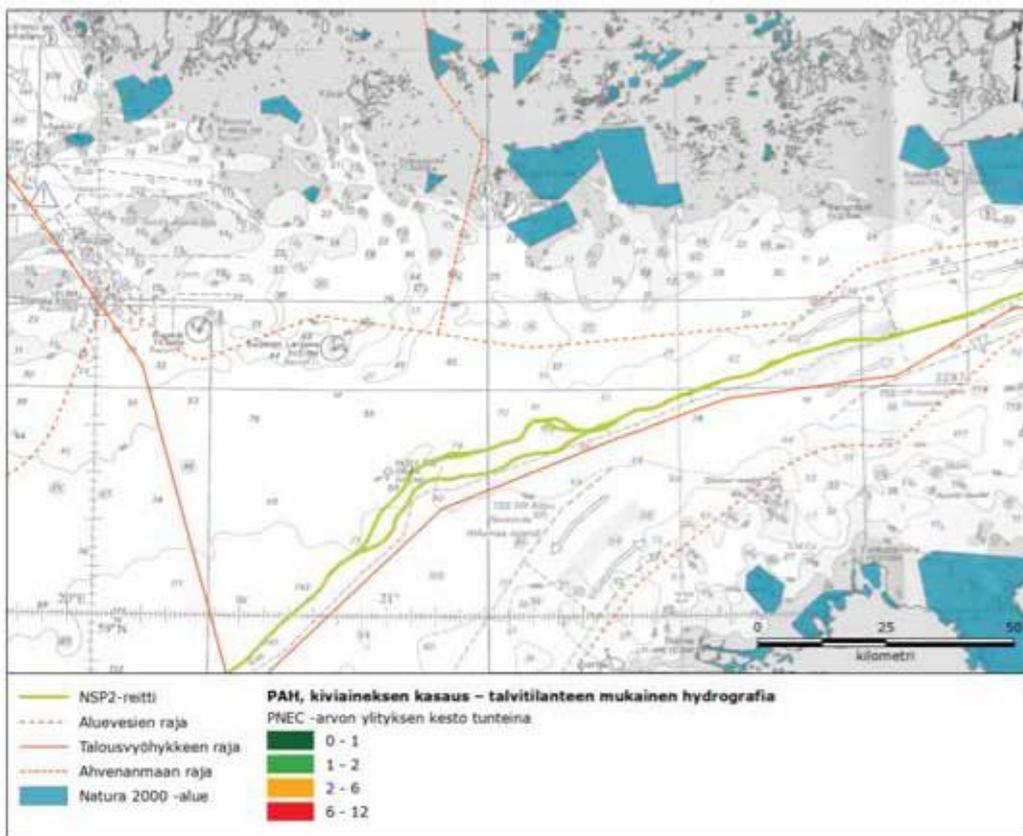
6.1.1 PAH



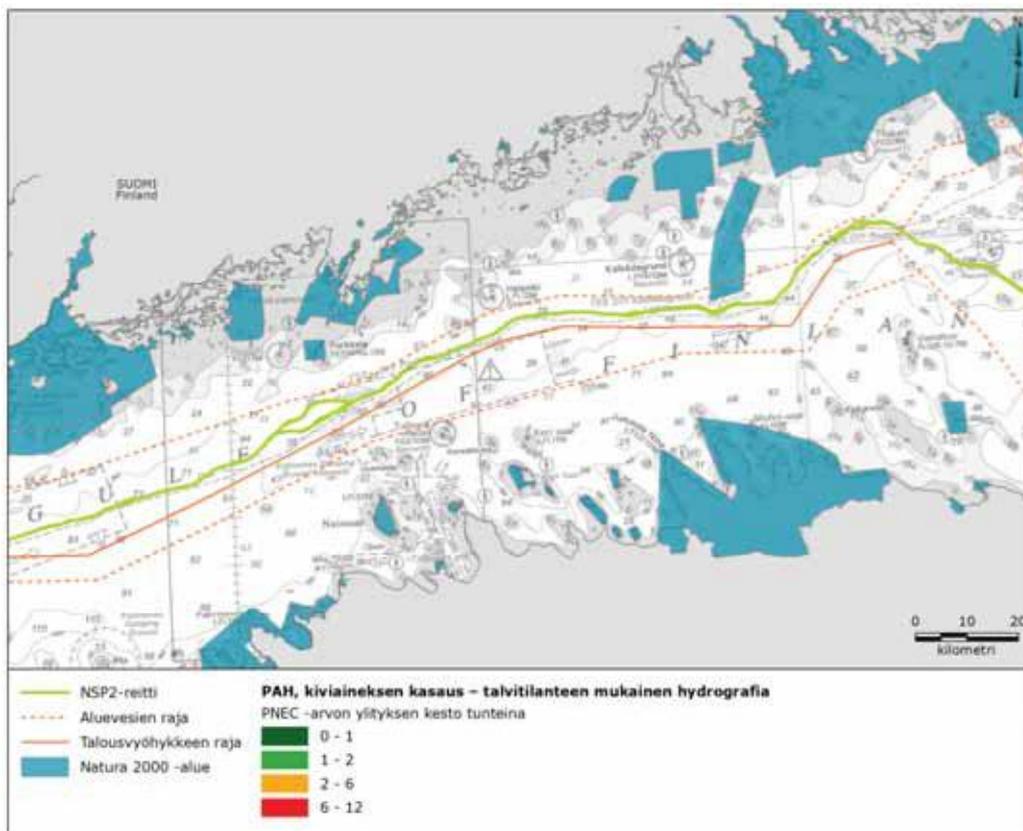
Kuva 6-1 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.



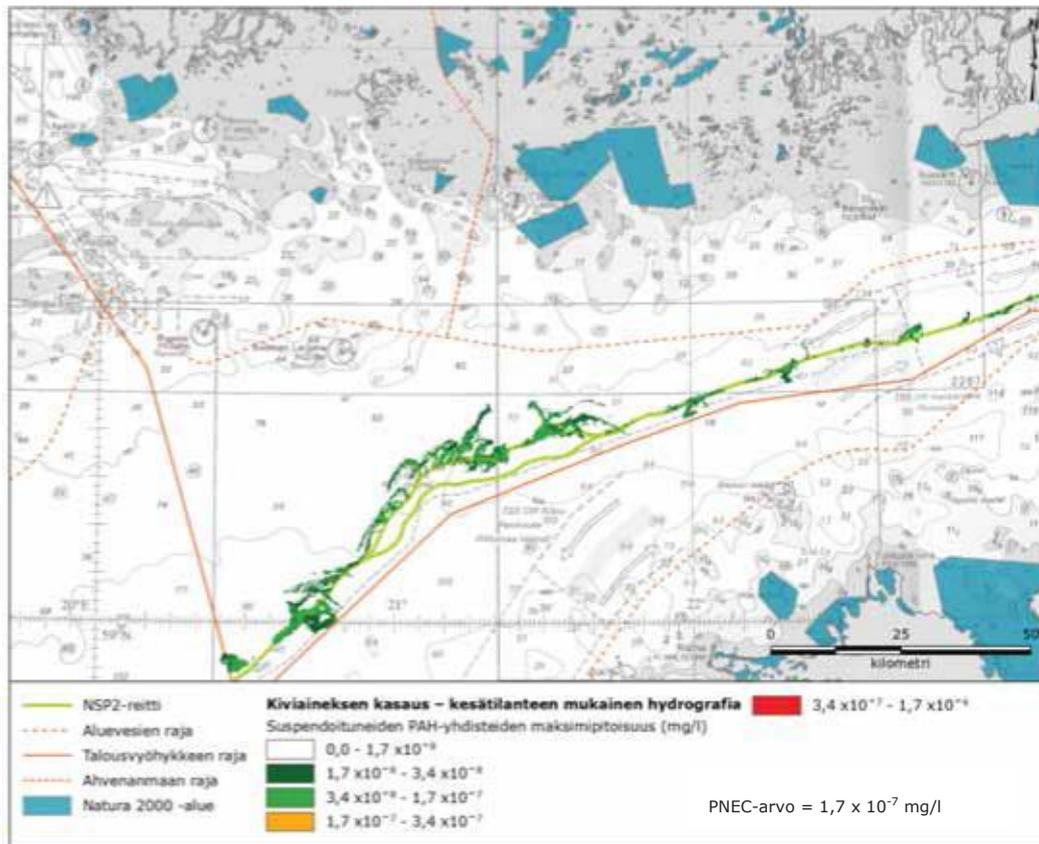
Kuva 6-2 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



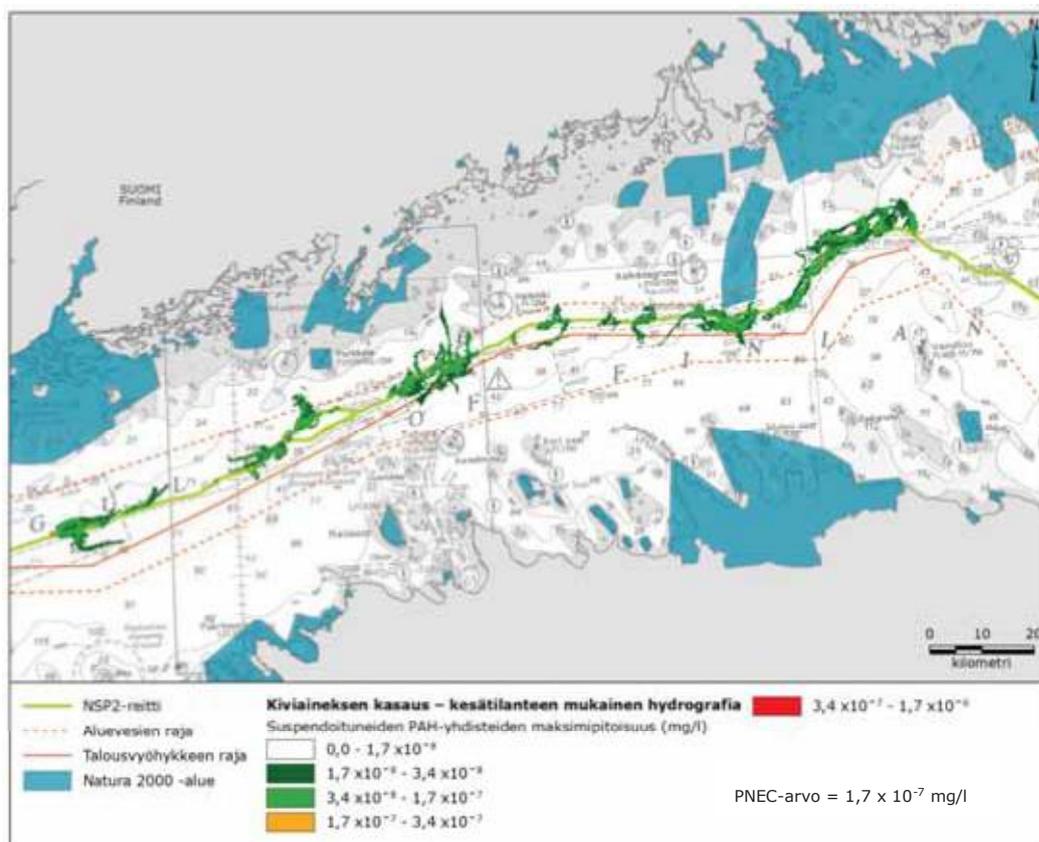
Kuva 6-3 Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiossa.



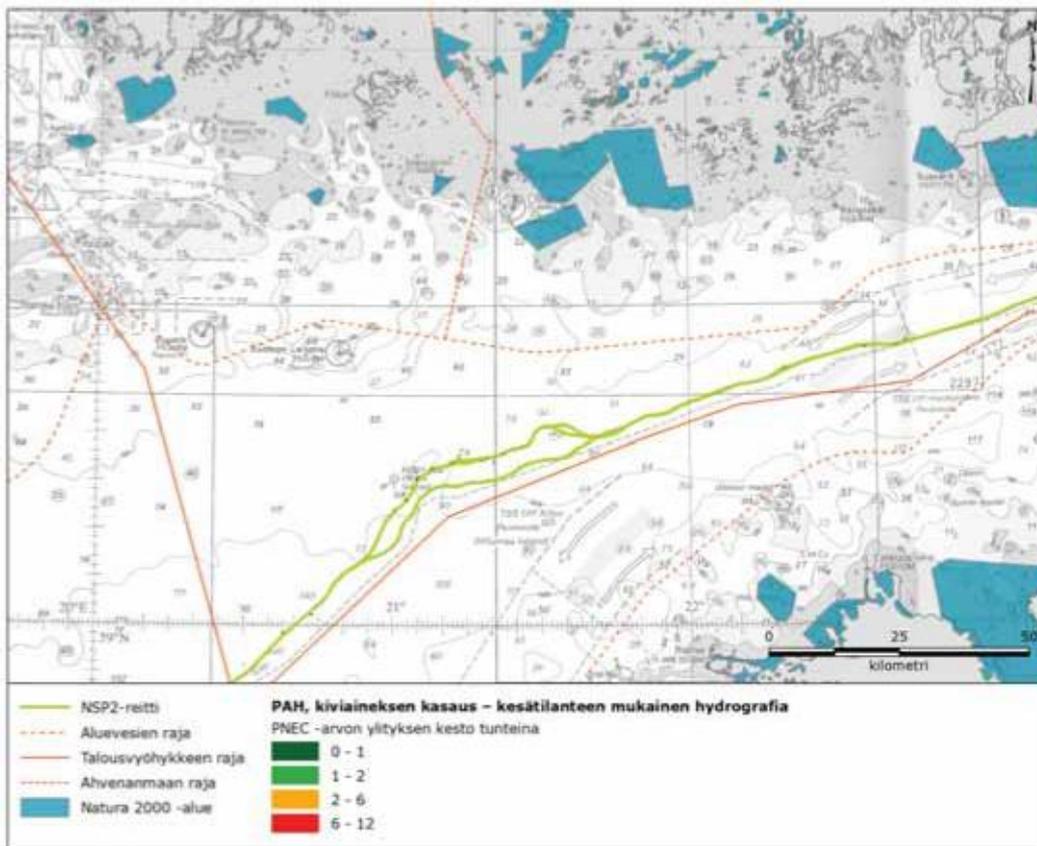
Kuva 6-4 Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



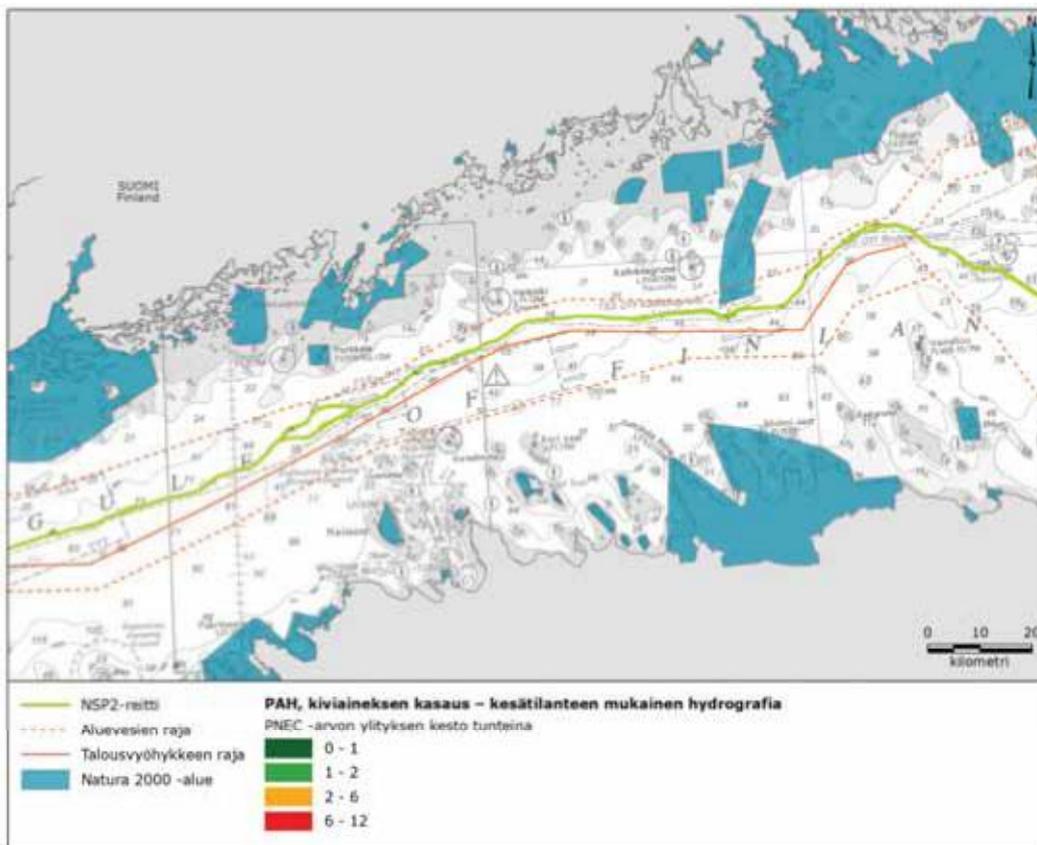
Kuva 6-5 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



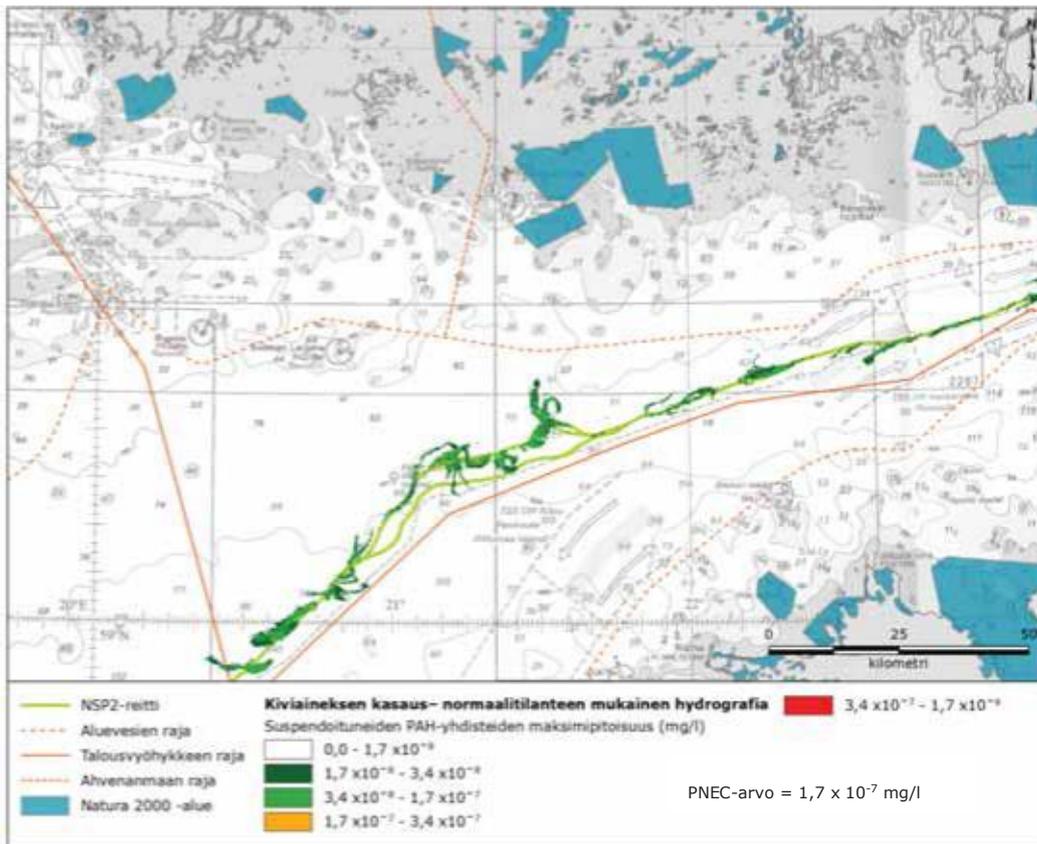
Kuva 6-6 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



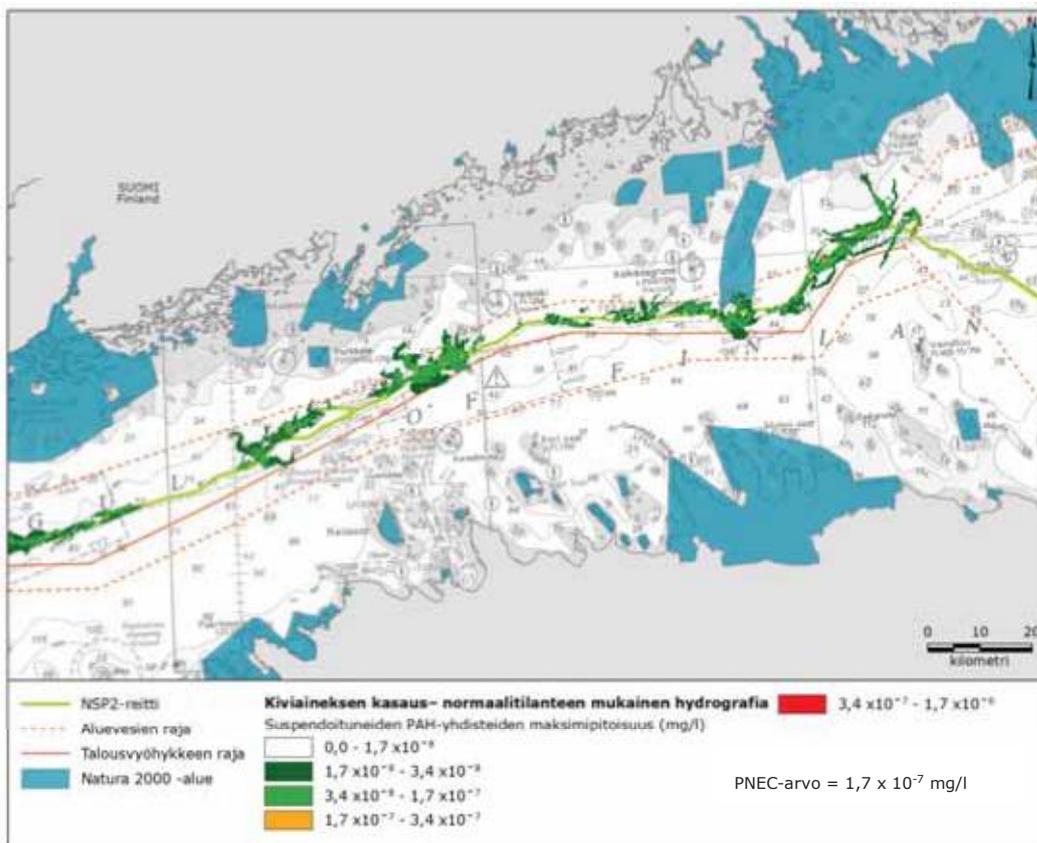
**Kuva 6-7** Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiossa.



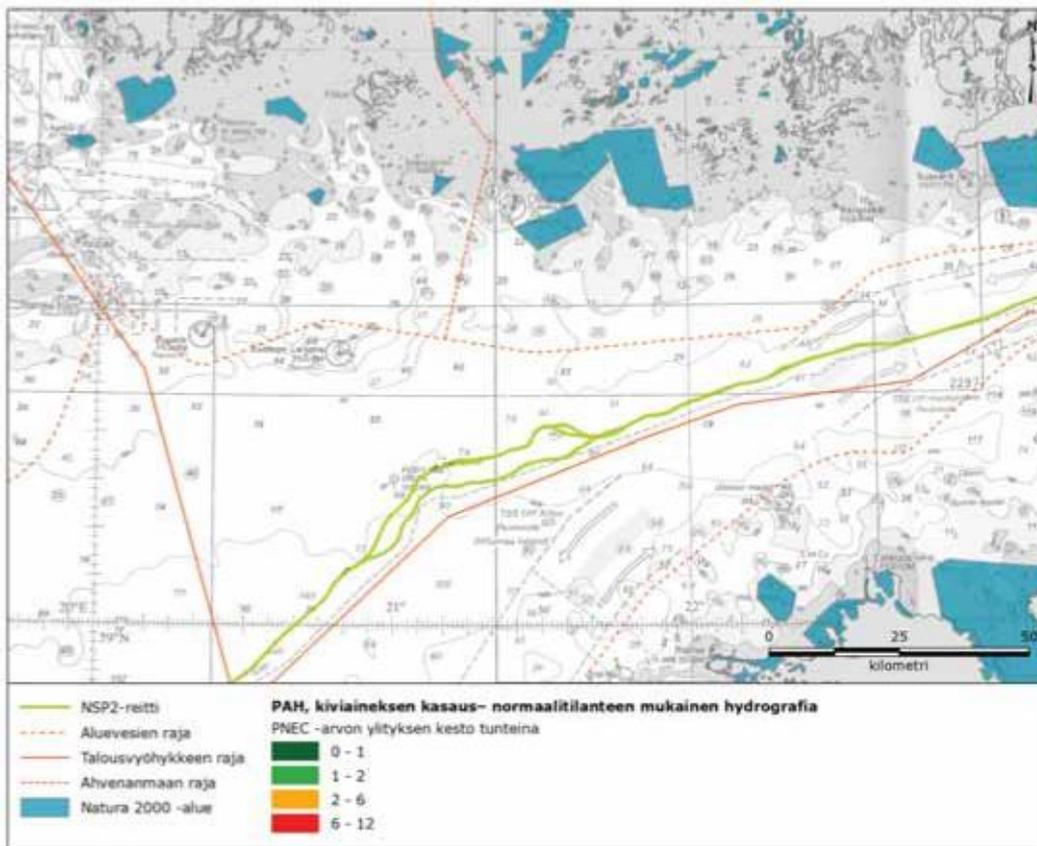
**Kuva 6-8** Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



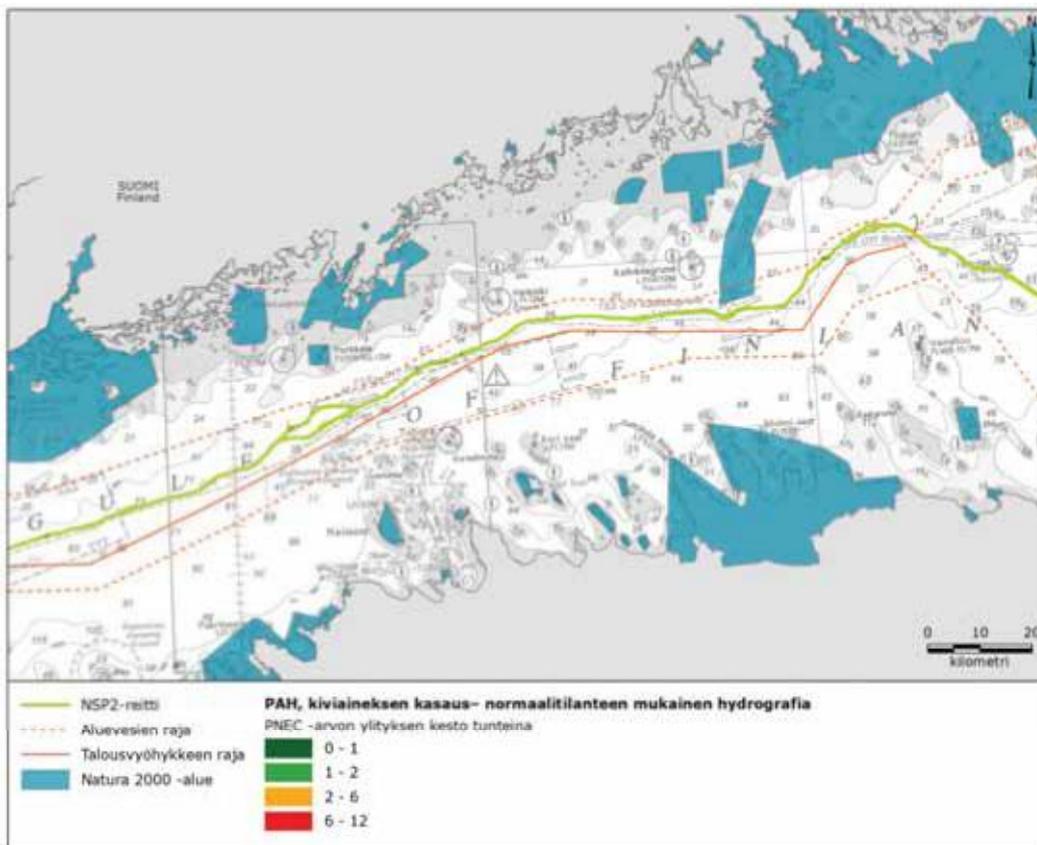
Kuva 6-9 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



Kuva 6-10 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

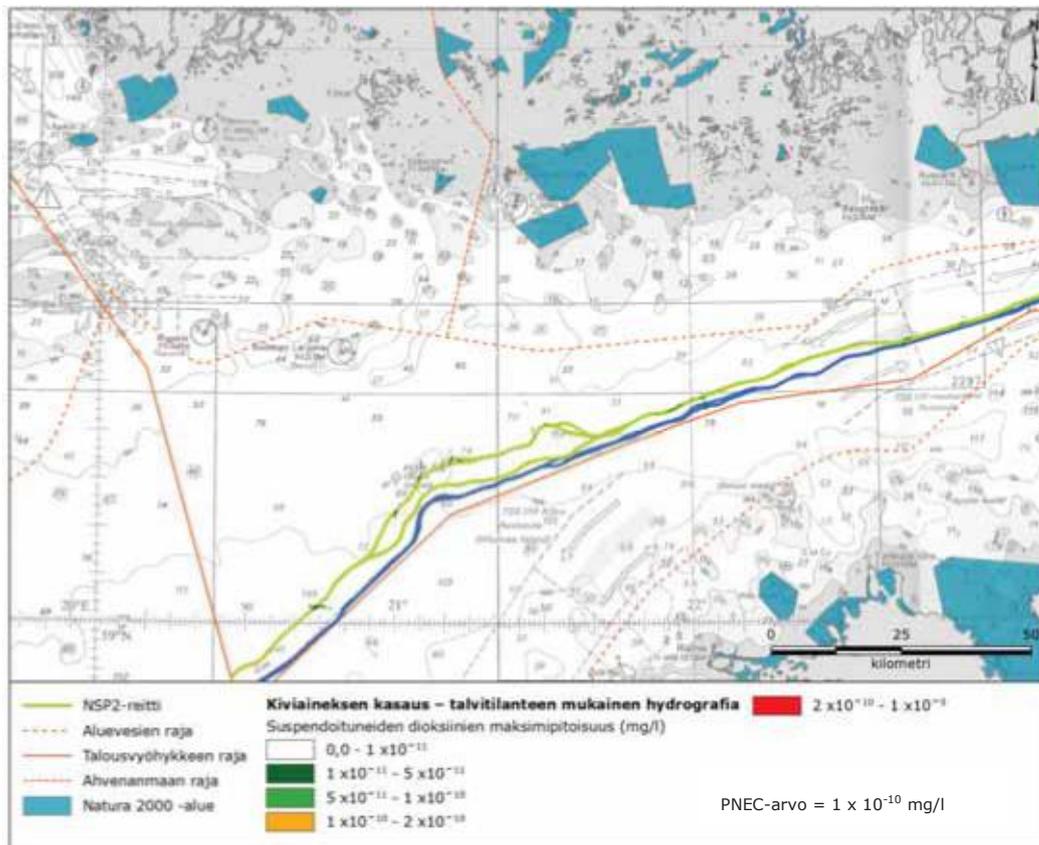


**Kuva 6-11** Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

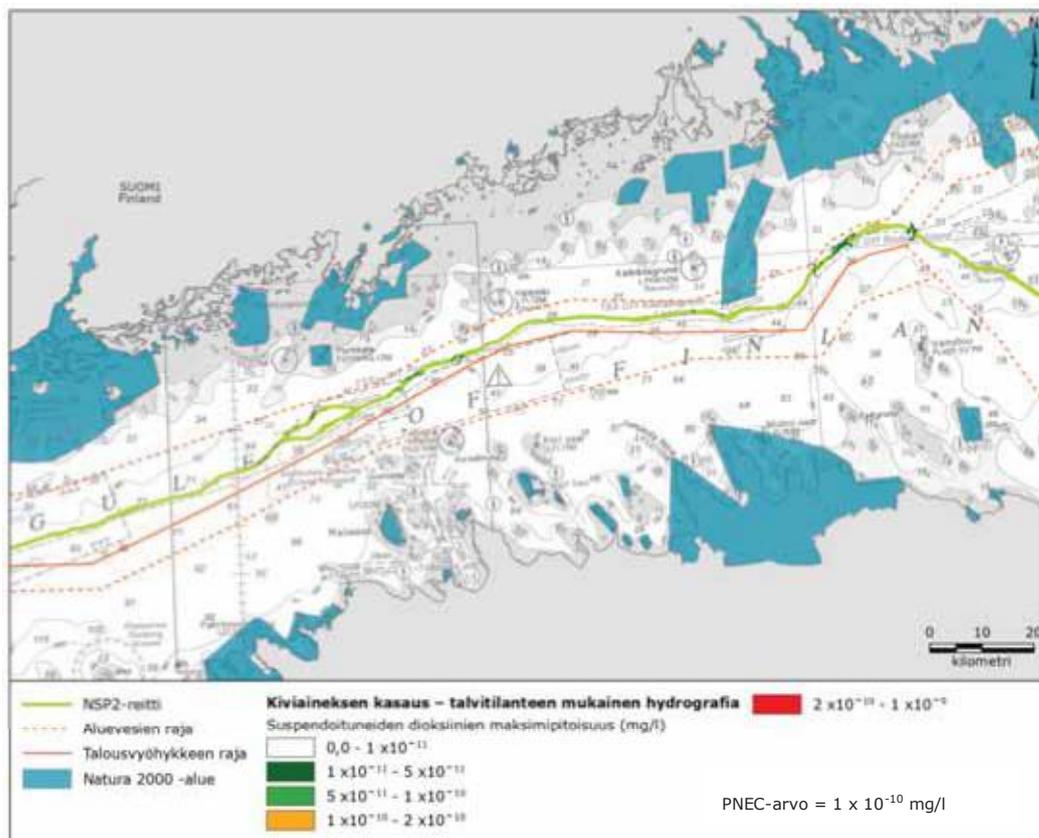


**Kuva 6-12** Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto kiviaineksen kasauksen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

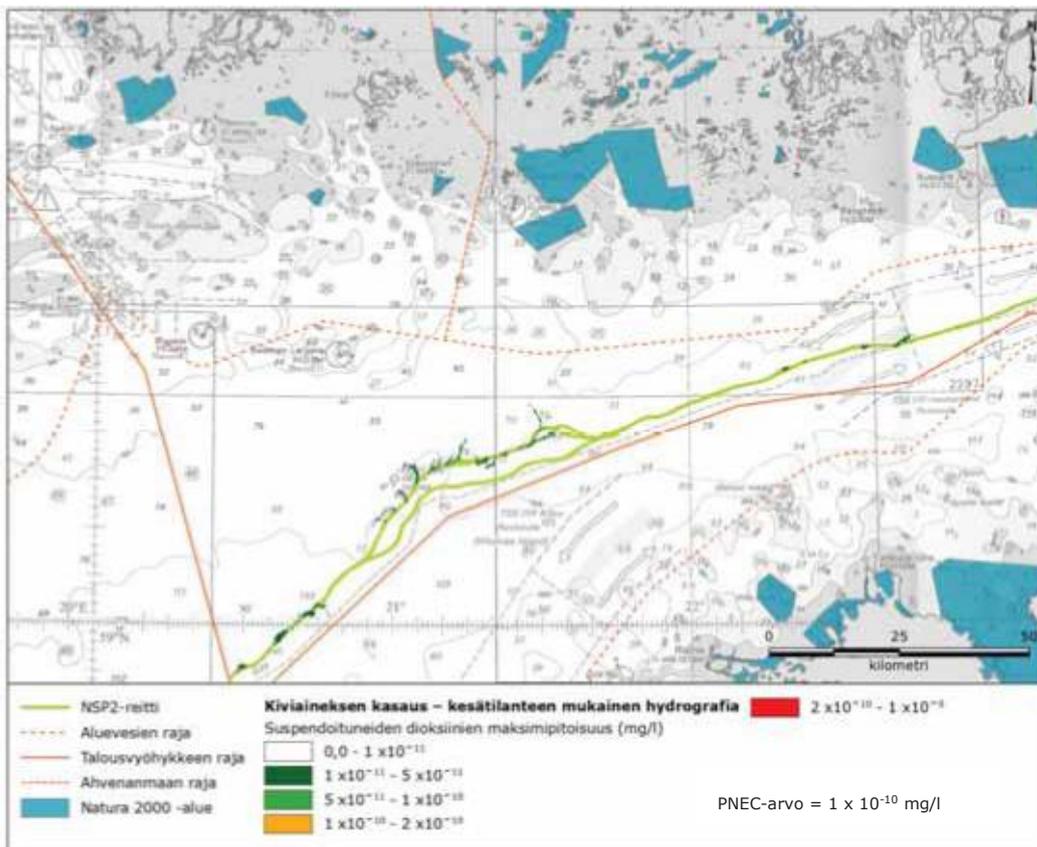
## 6.1.2 Dioksiini



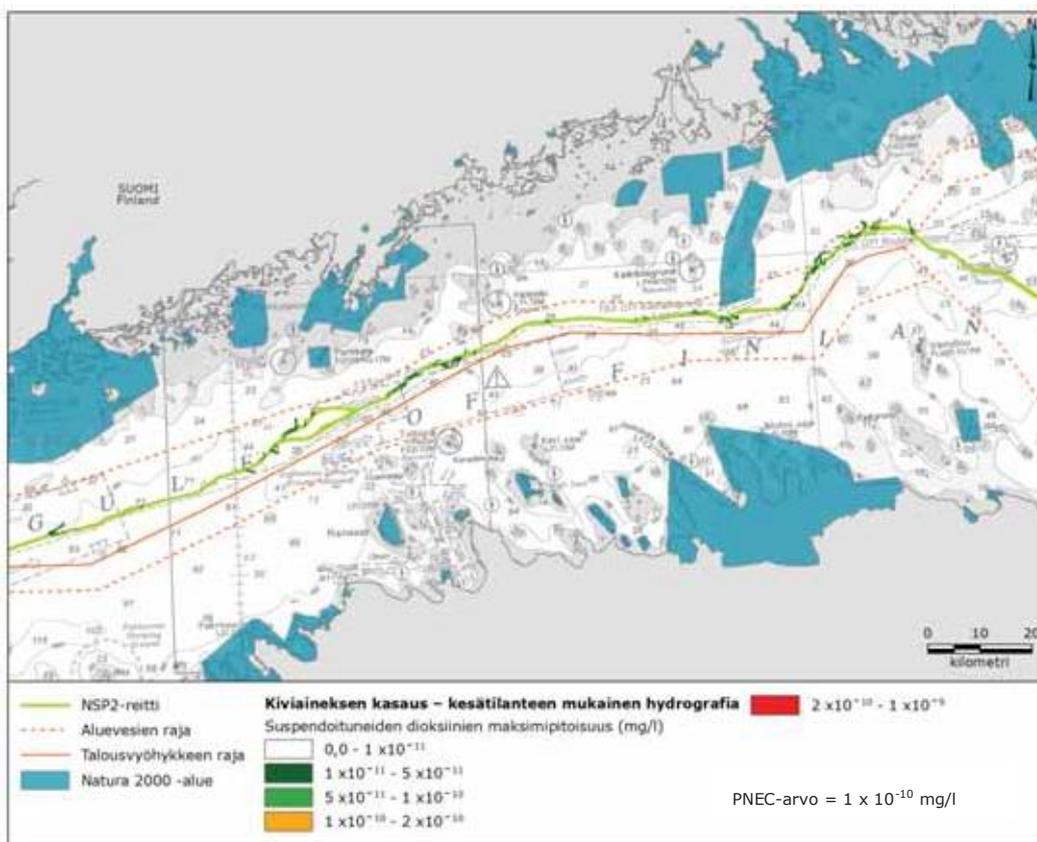
Kuva 6-13 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.



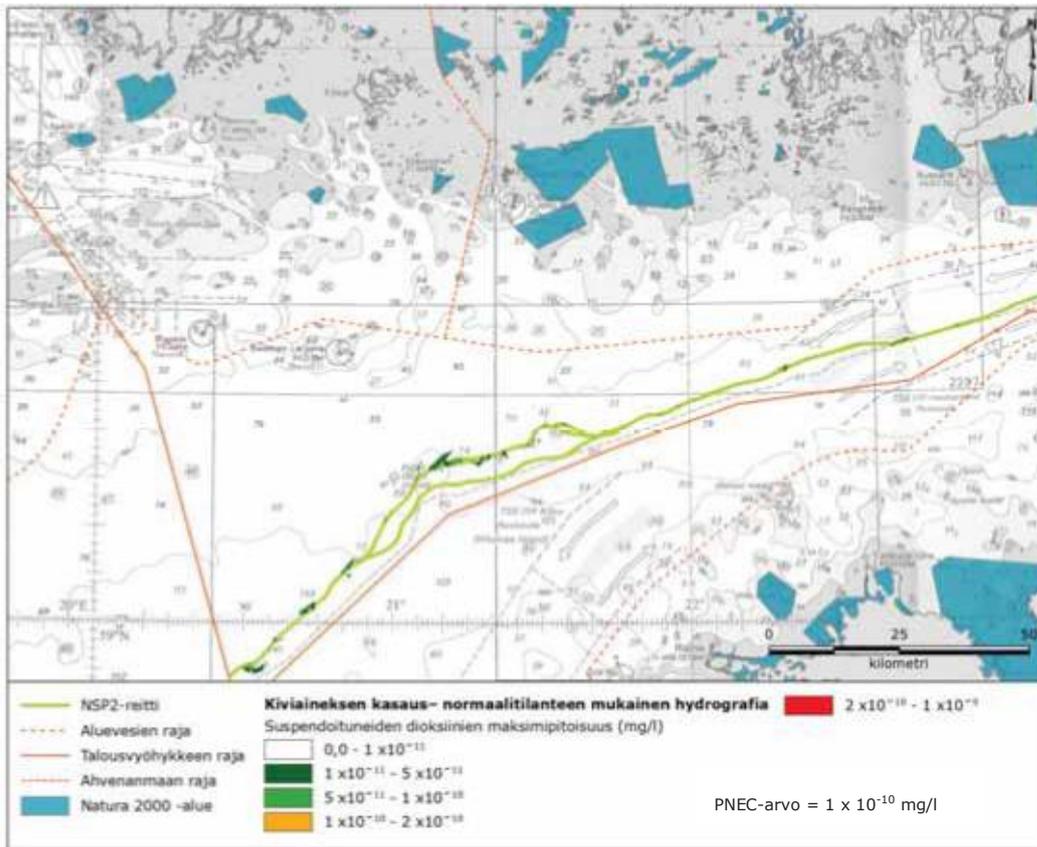
Kuva 6-14 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



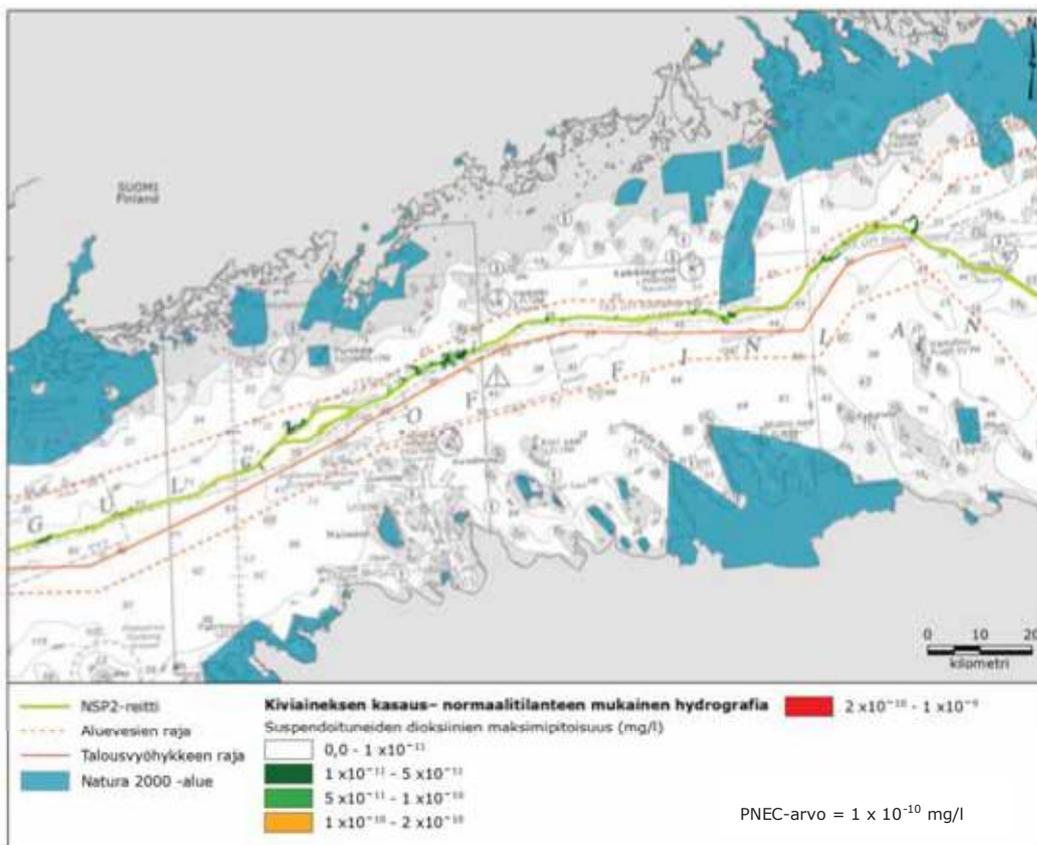
Kuva 6-15 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiossa.



Kuva 6-16 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

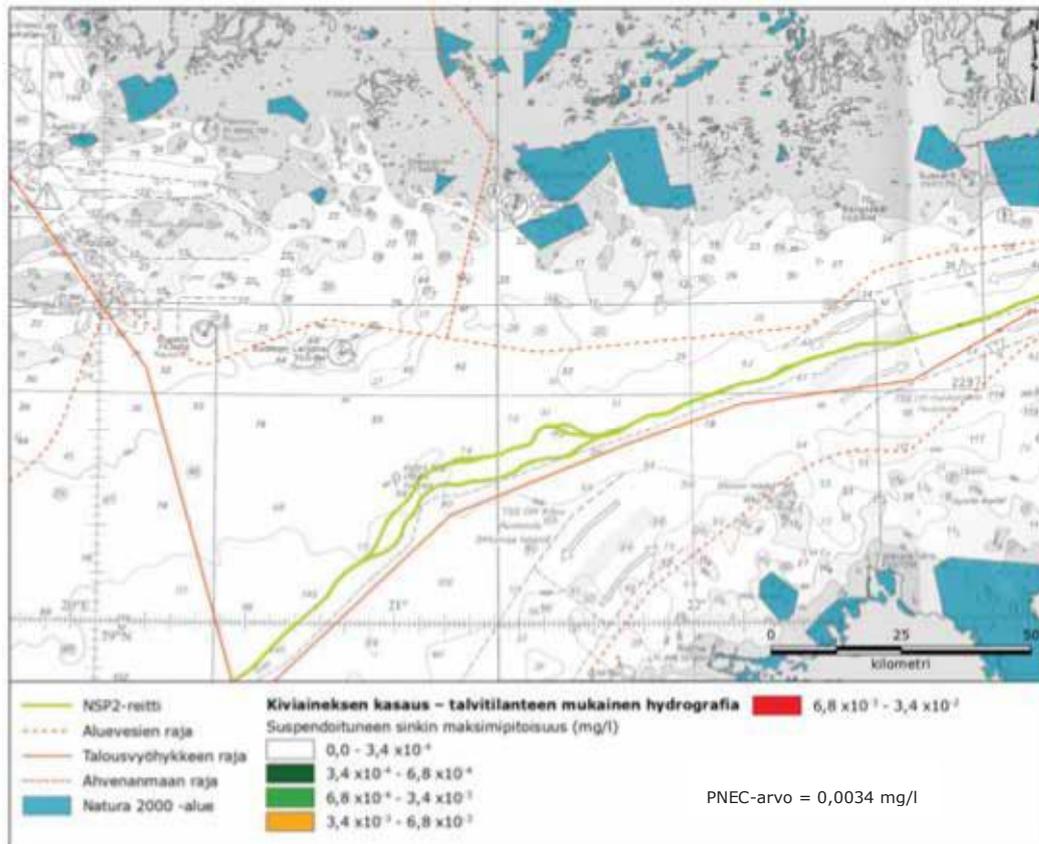


Kuva 6-17 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaalioolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

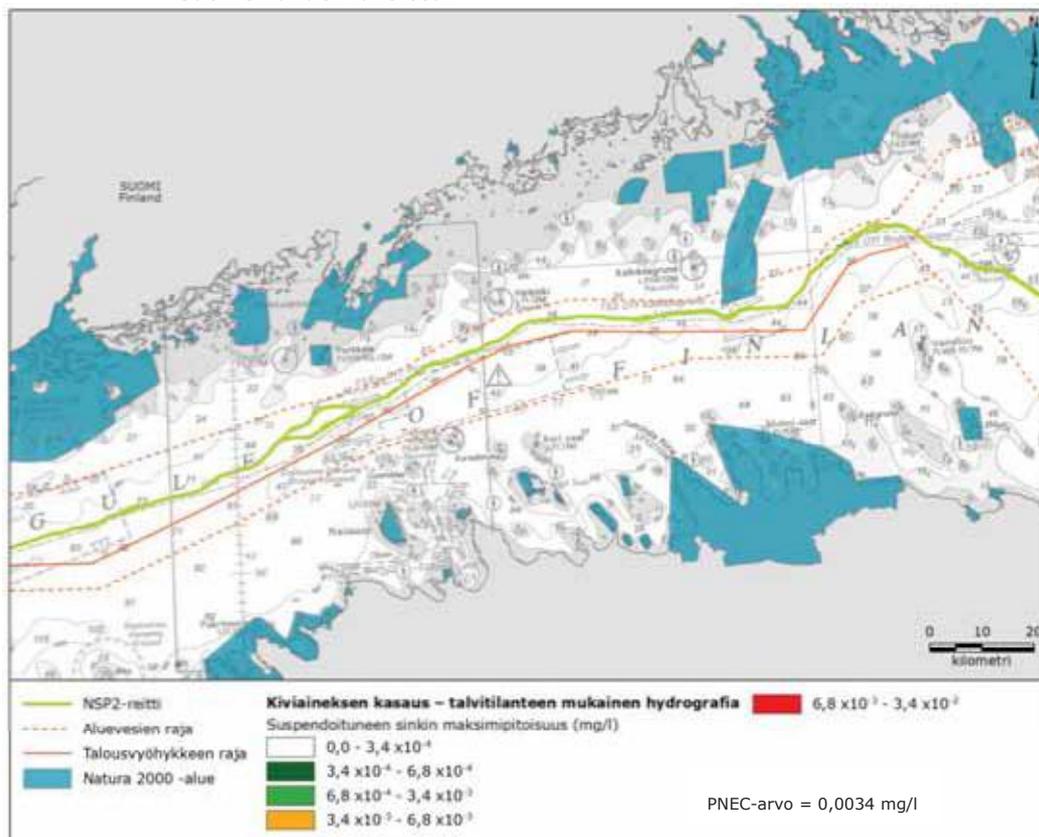


Kuva 6-18 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaalioolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

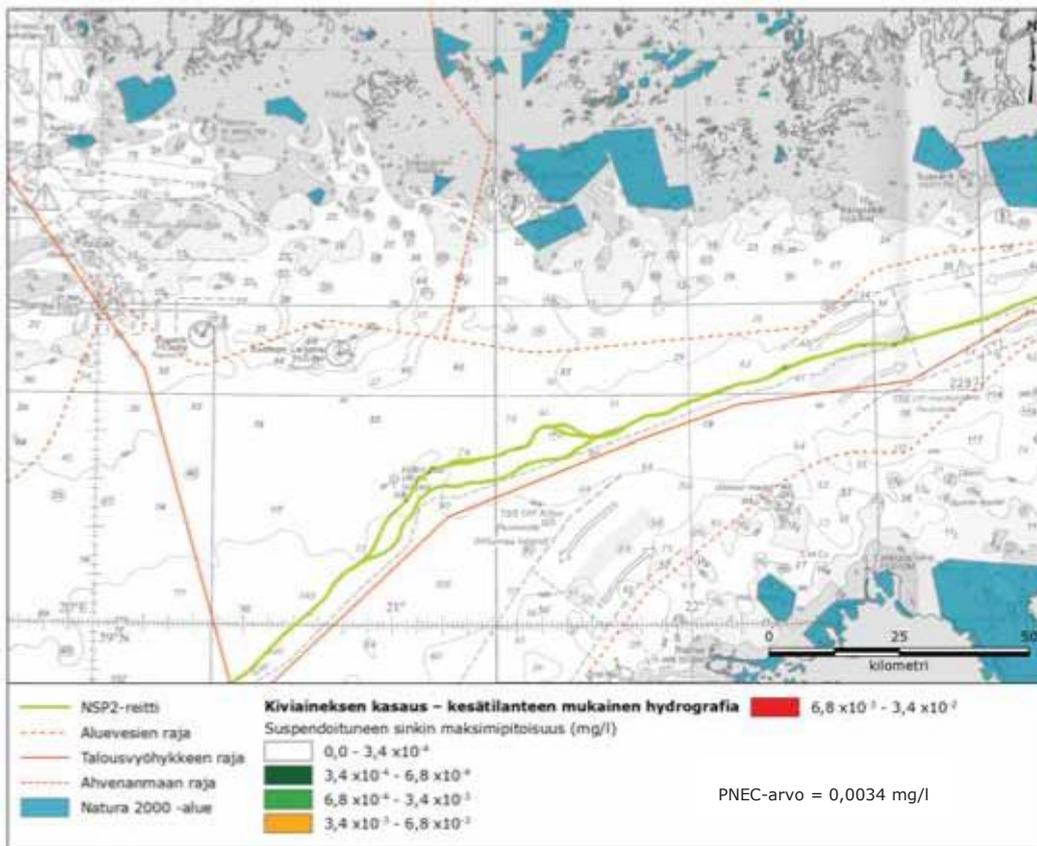
## 6.1.3 Sinkki



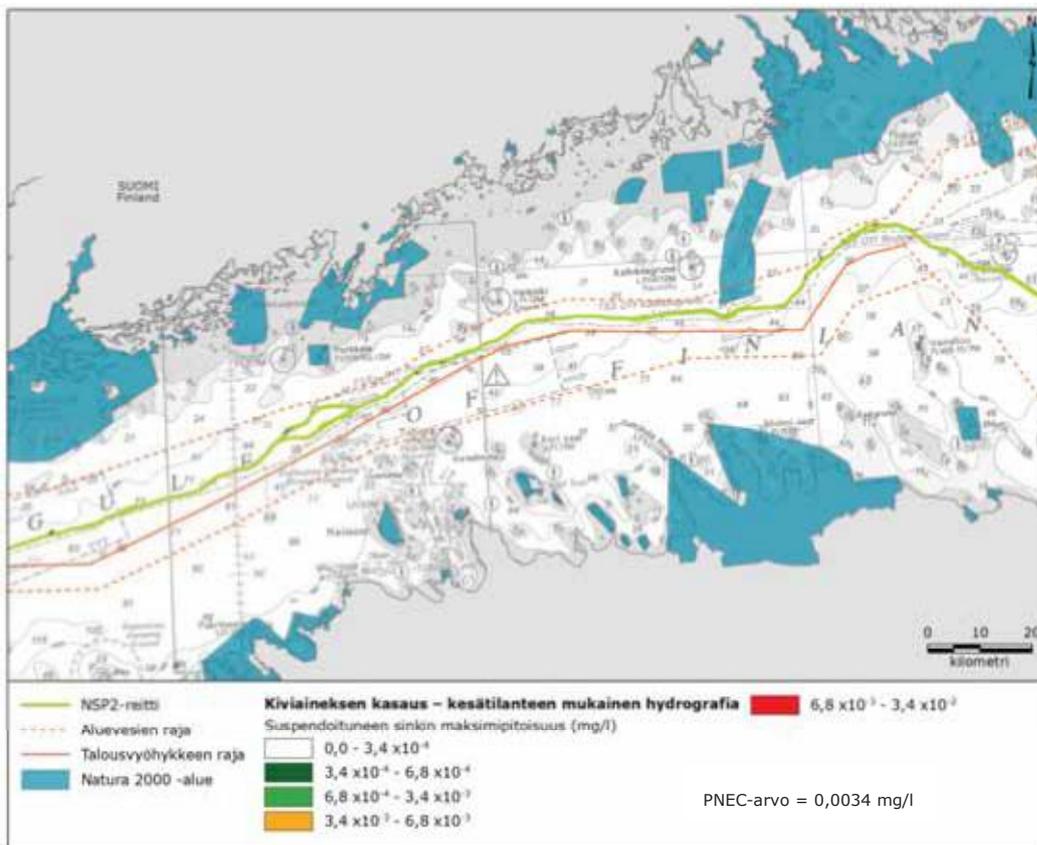
Kuva 6-19 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



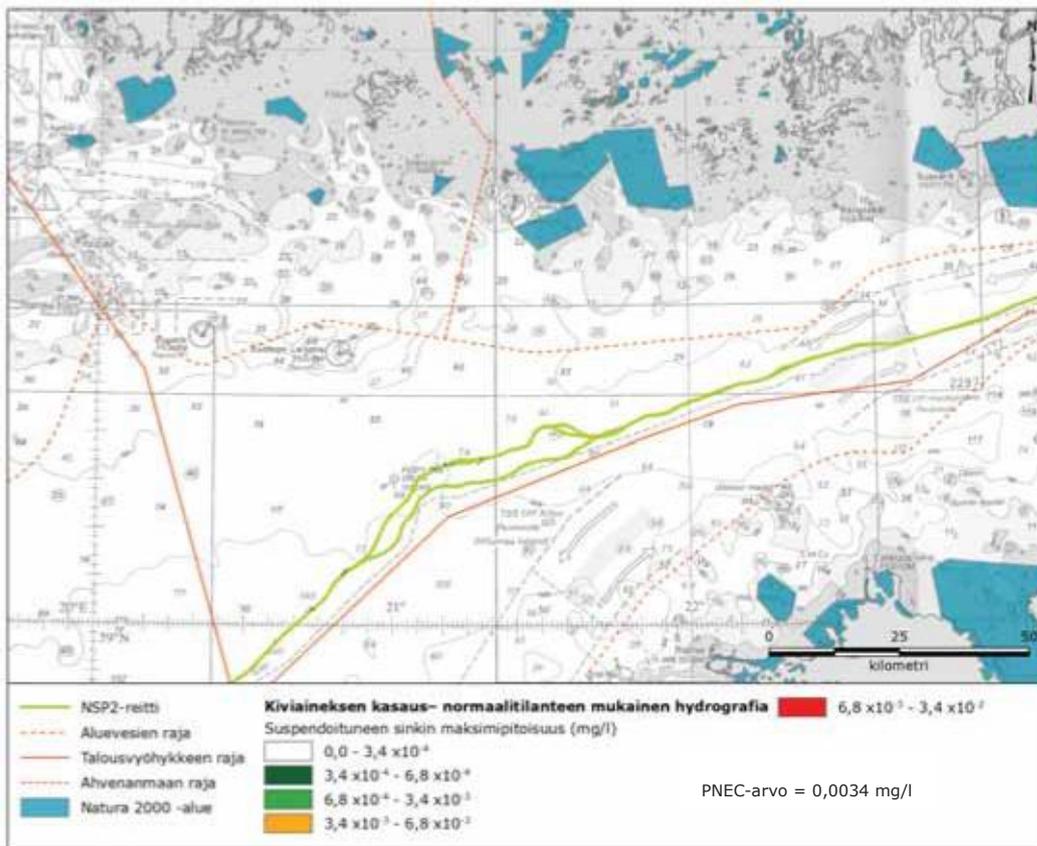
Kuva 6-20 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



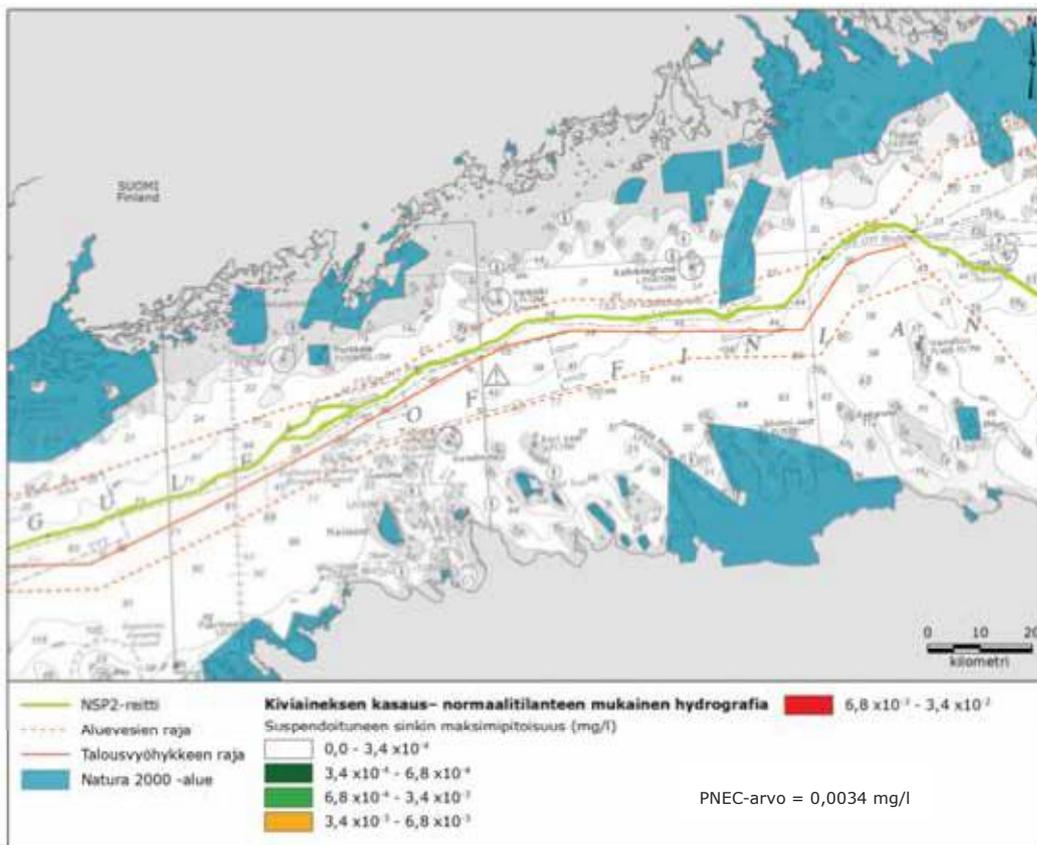
Kuva 6-21 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



Kuva 6-22 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



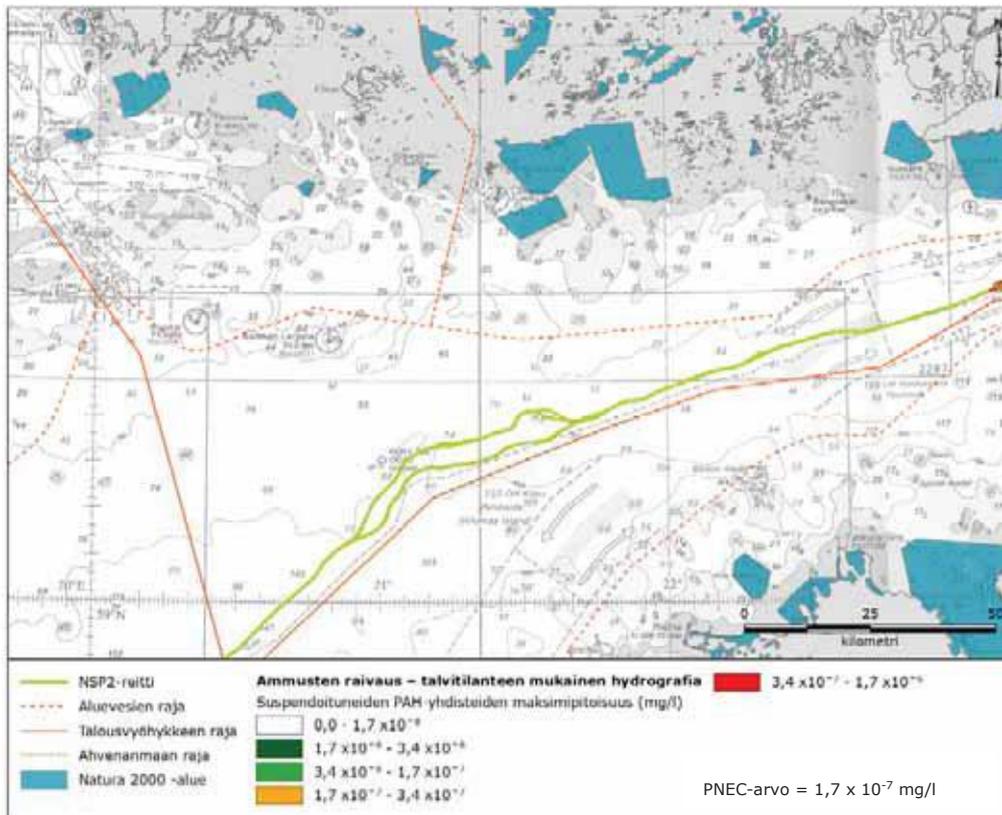
Kuva 6-23 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaalioolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



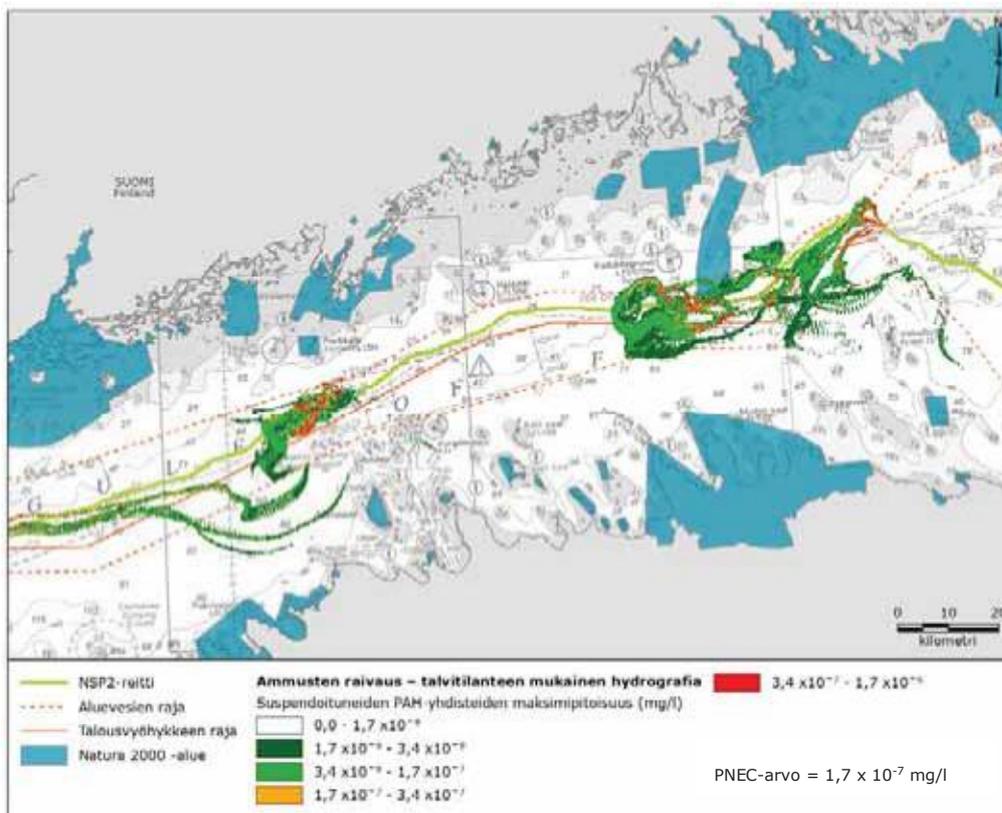
Kuva 6-24 Sinkin suurin pitoisuus kiviaineksen kasauksen aikana normaalioolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

## 6.2 Ammusten raivaaminen

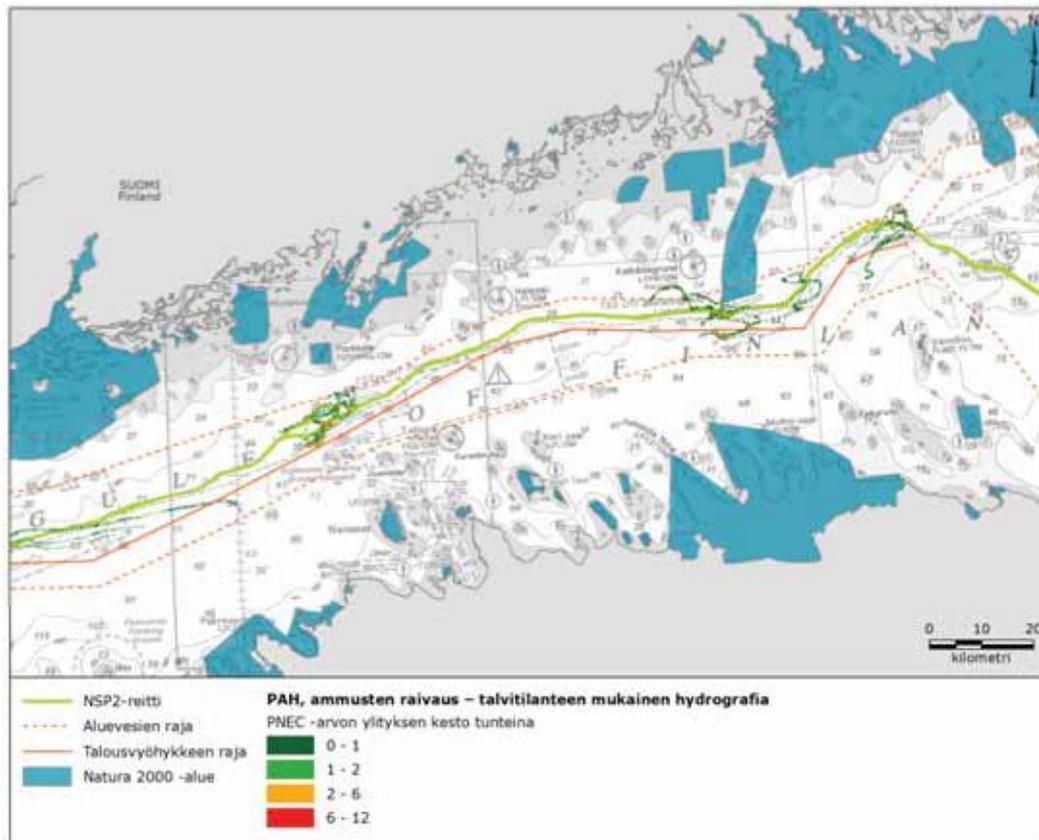
### 6.2.1 PAH



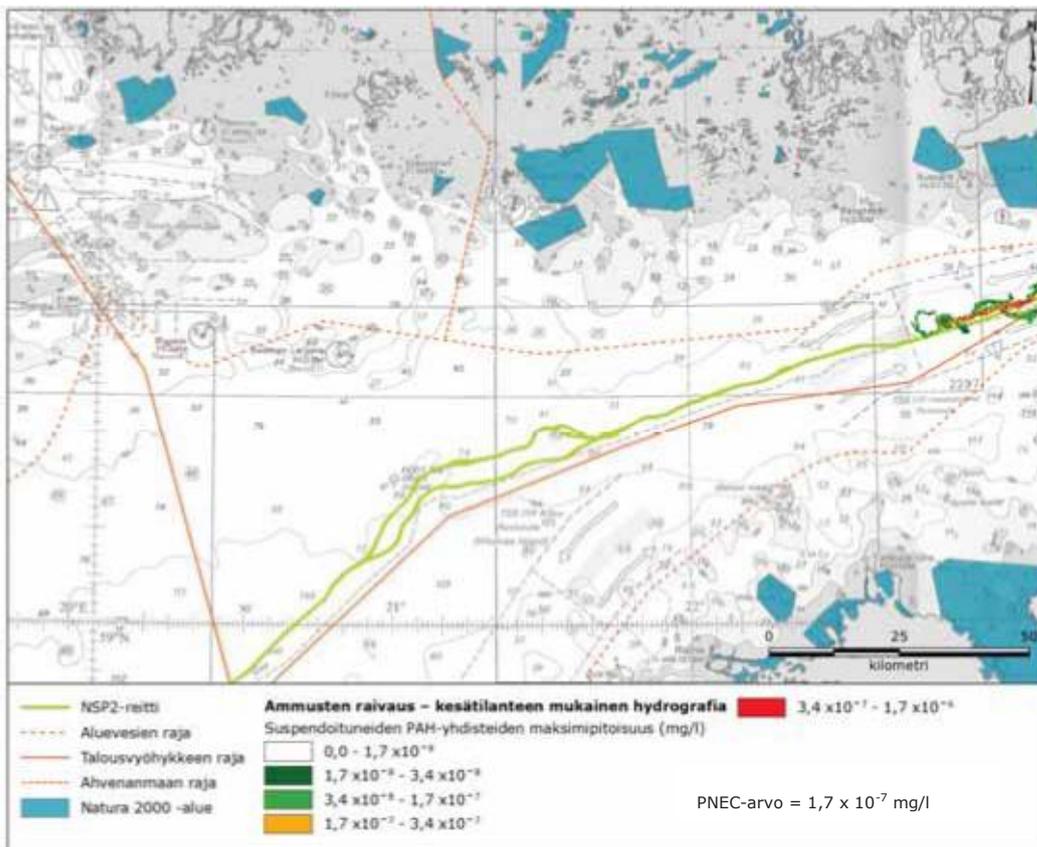
Kuva 6-25 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.



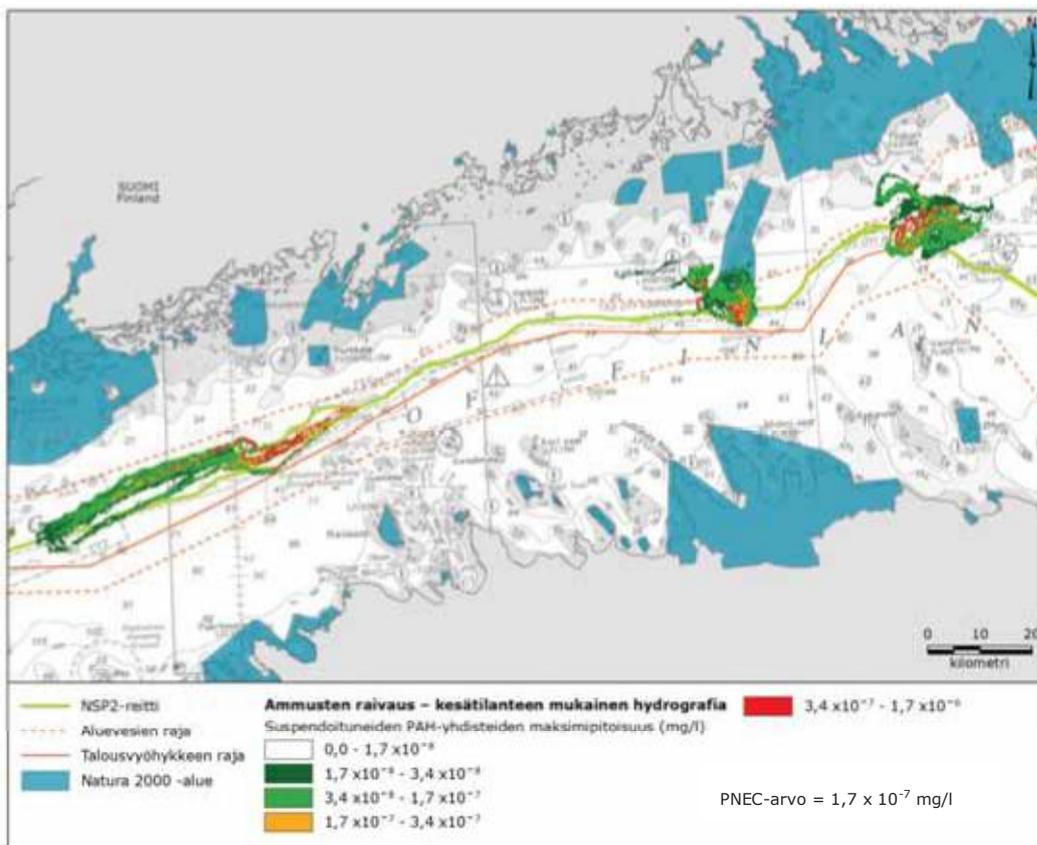
Kuva 6-26 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



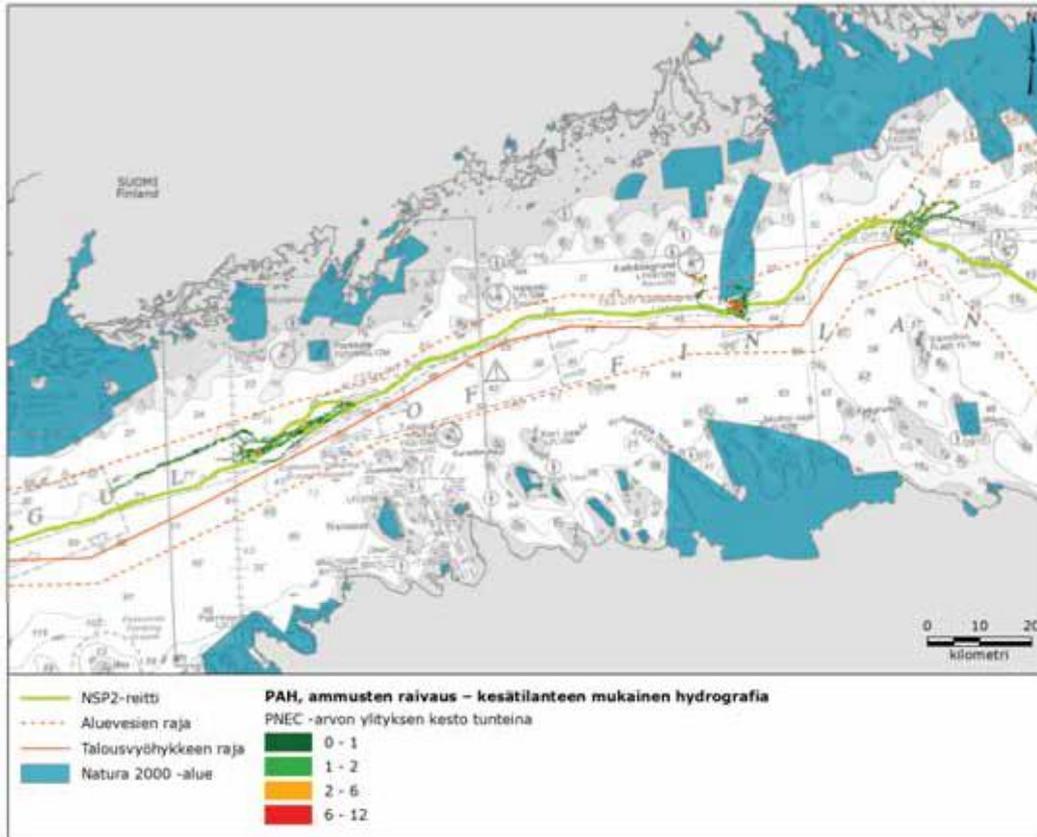
Kuva 6-27 Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



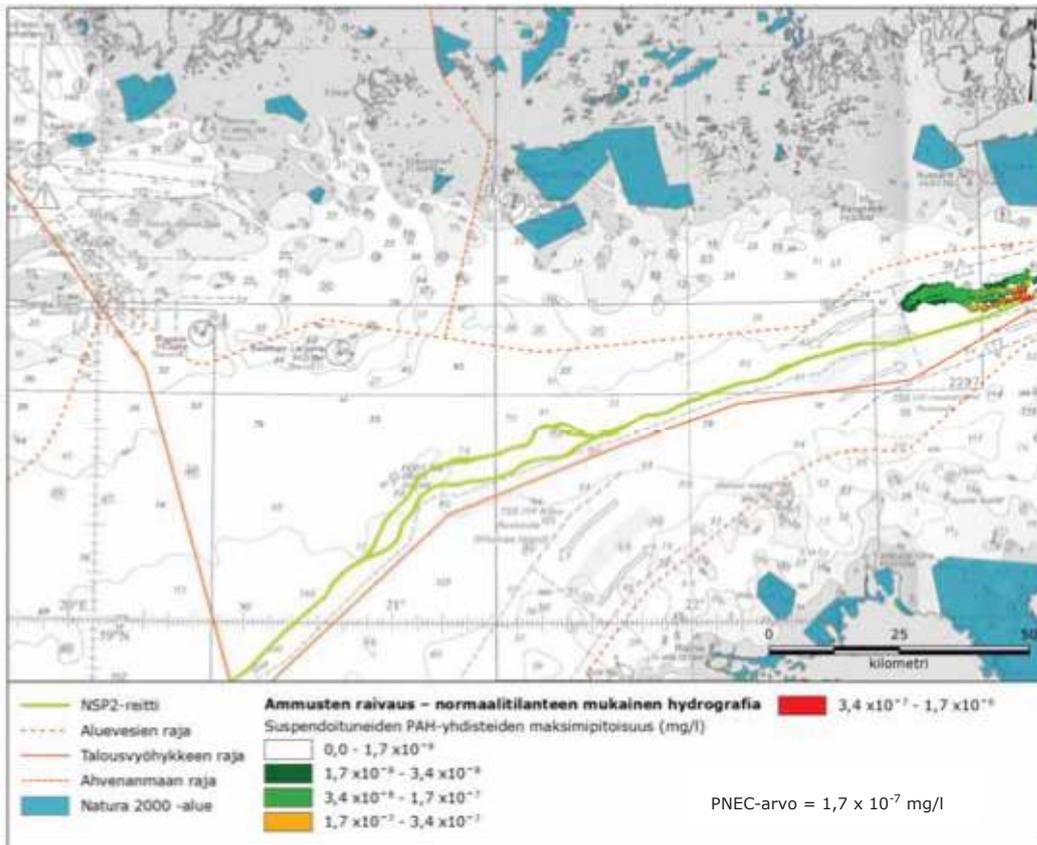
Kuva 6-28 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiossa.



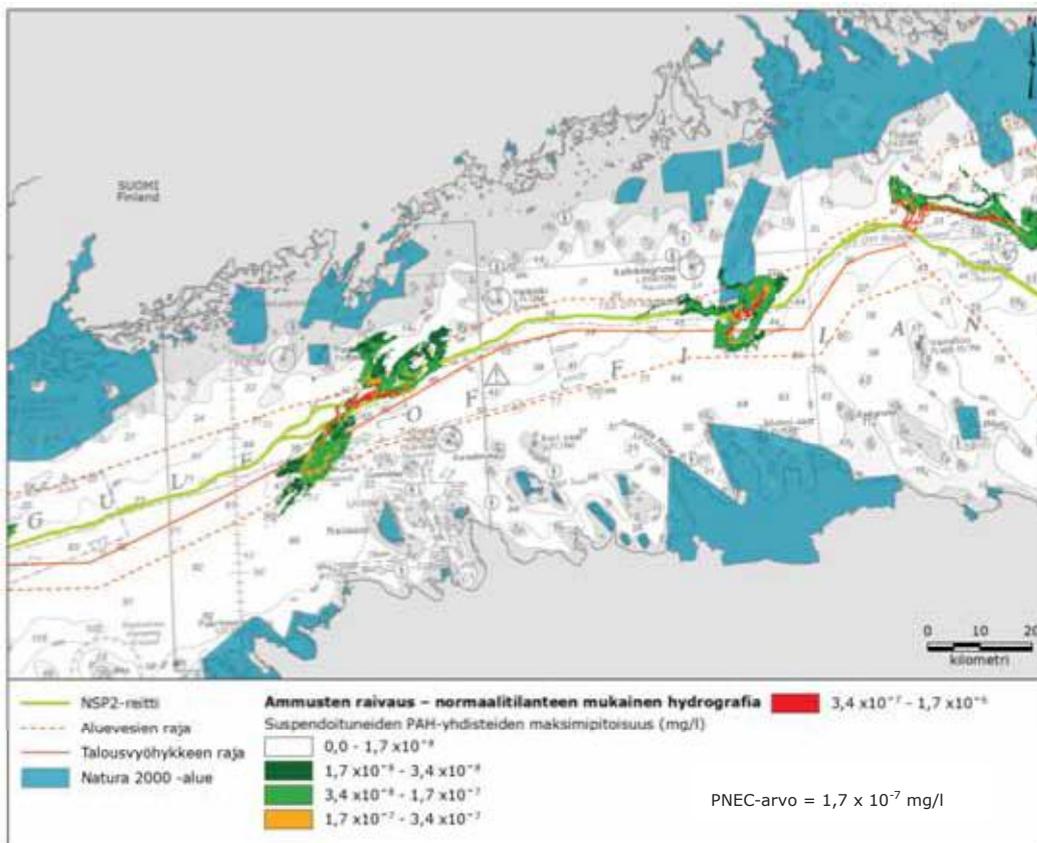
Kuva 6-29 Bentso(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



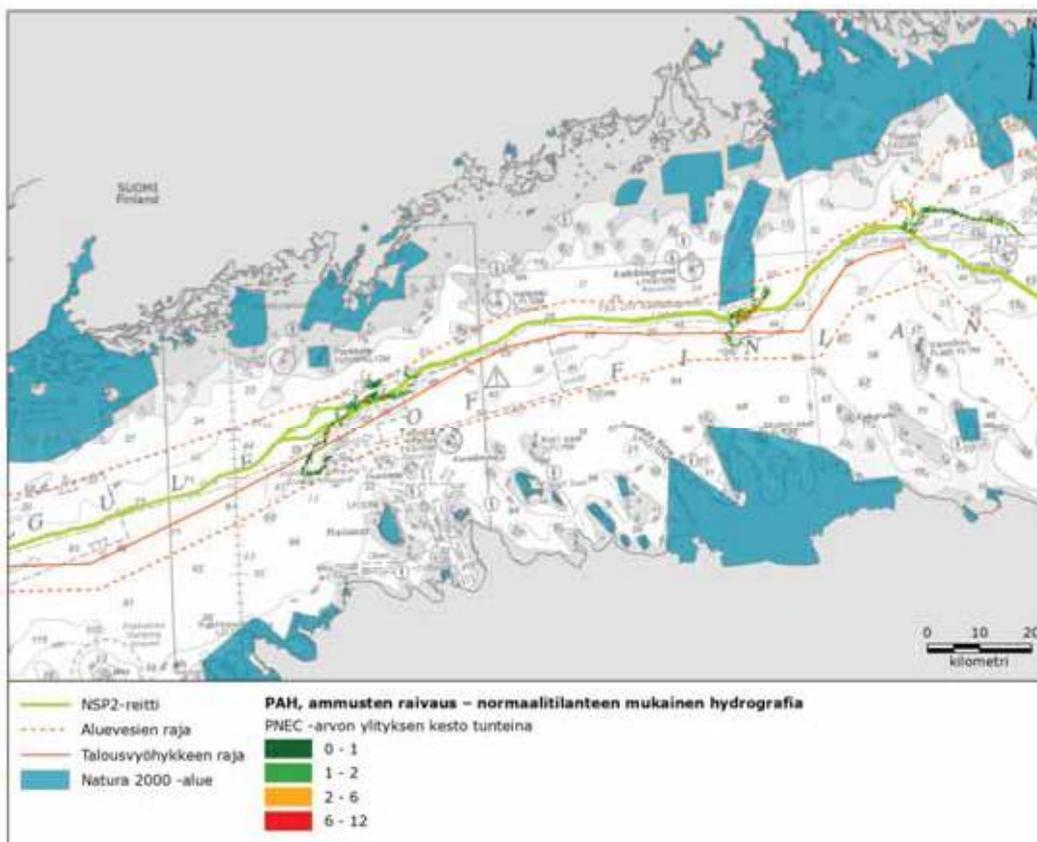
**Kuva 6-30** Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



Kuva 6-31 Benzo(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.

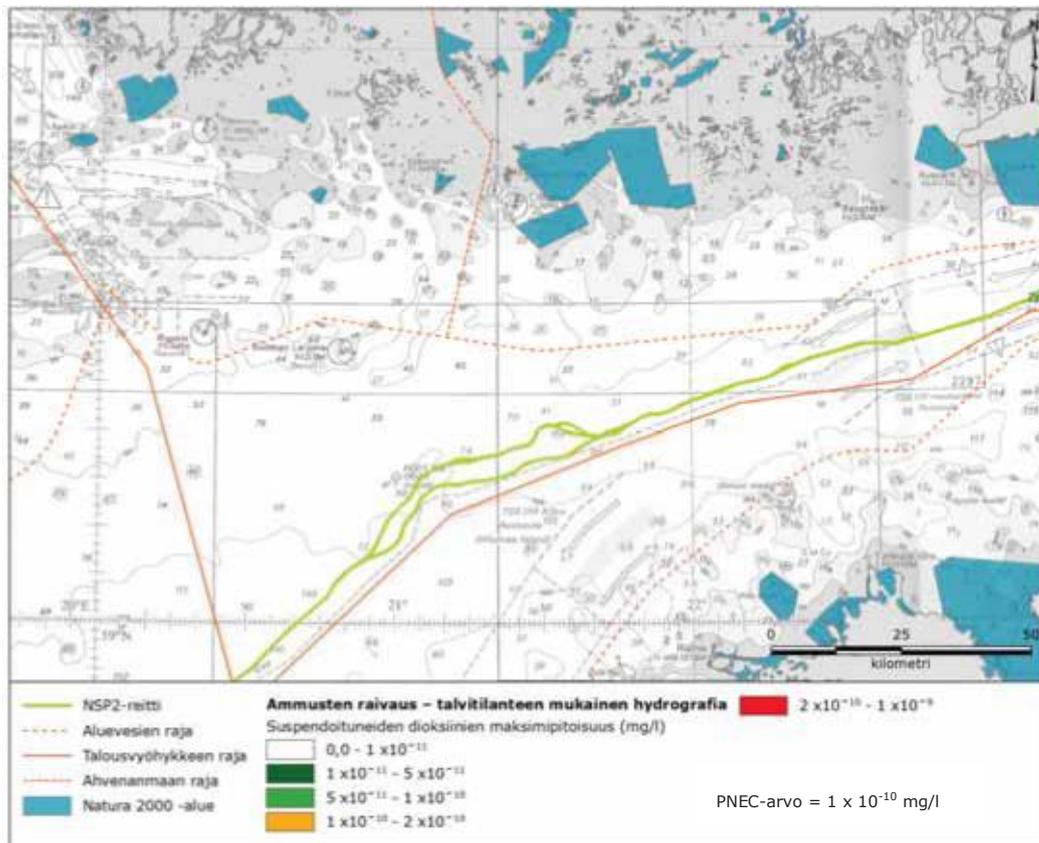


Kuva 6-32 Benzo(a)pyreenin (PAH) suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

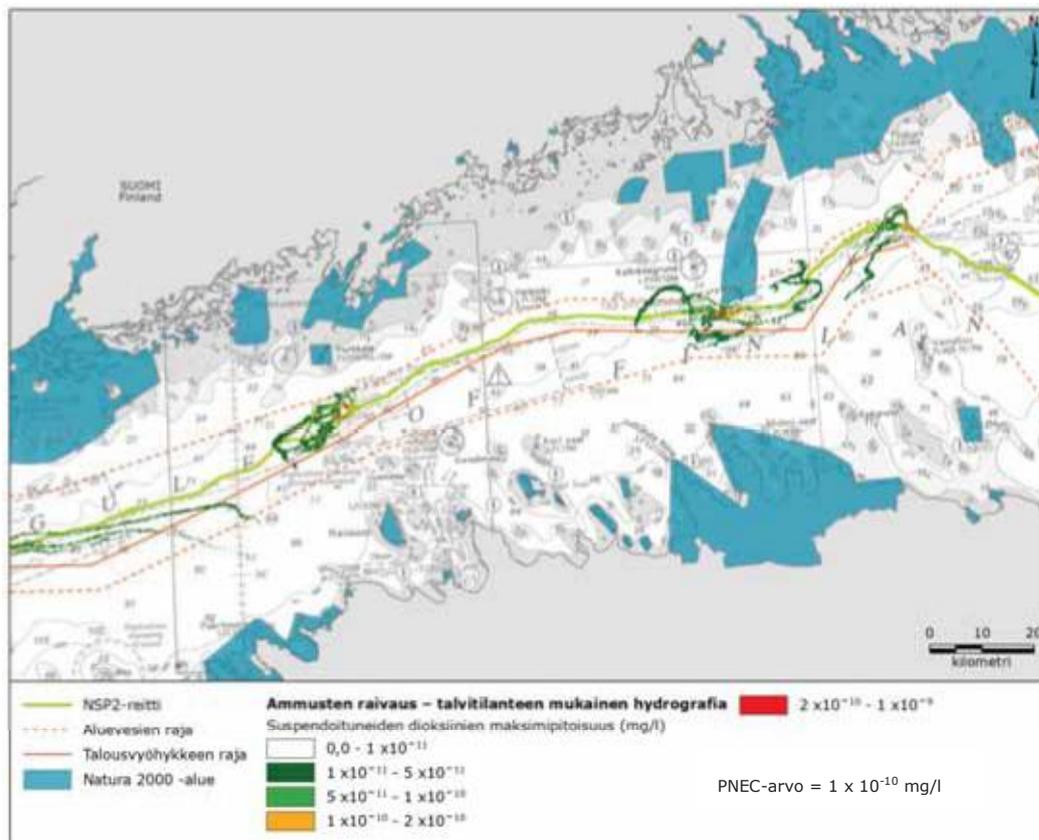


Kuva 6-33 Bentso(a)pyreenin PNEC -arvon ylittymisen kesto ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

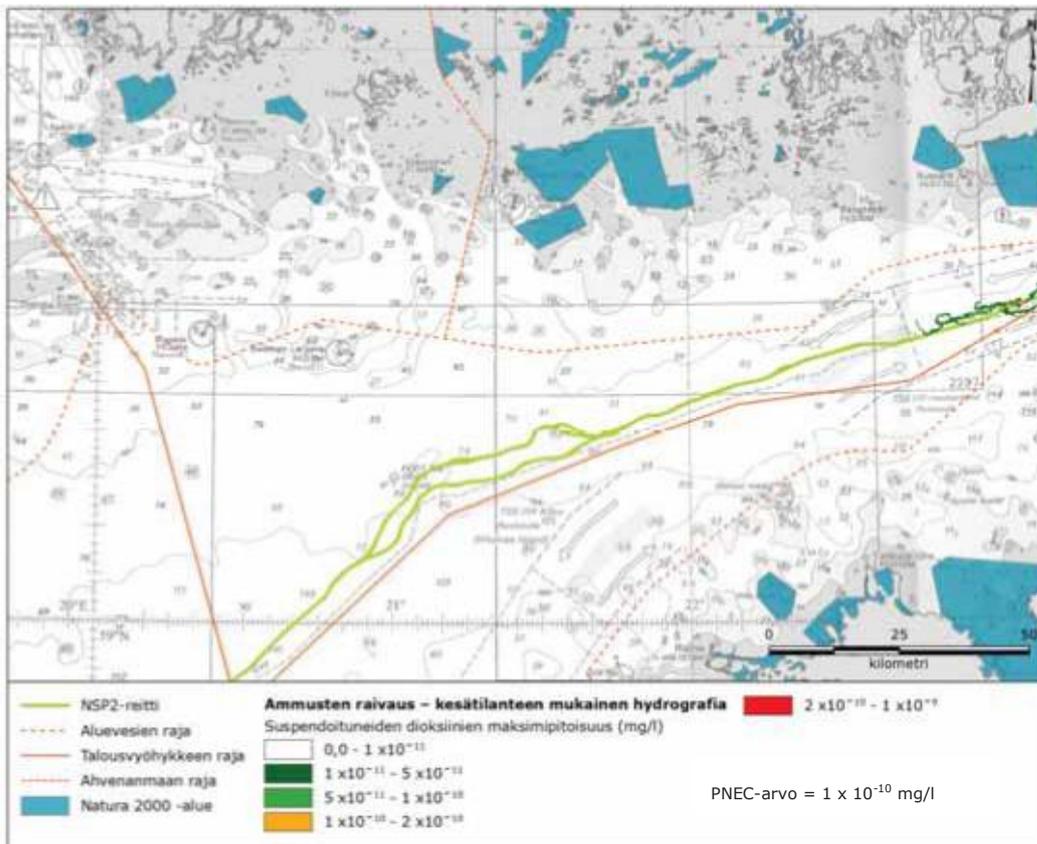
## 6.2.2 Dioksiini



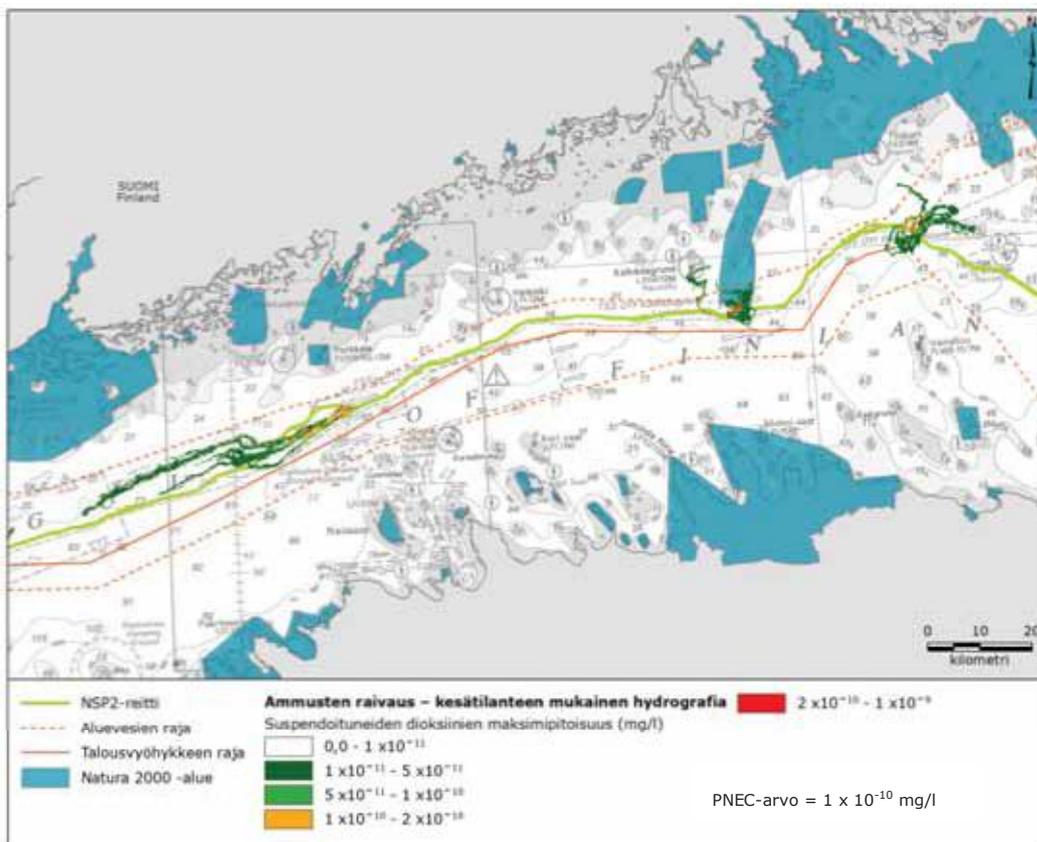
Kuva 6-34 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.



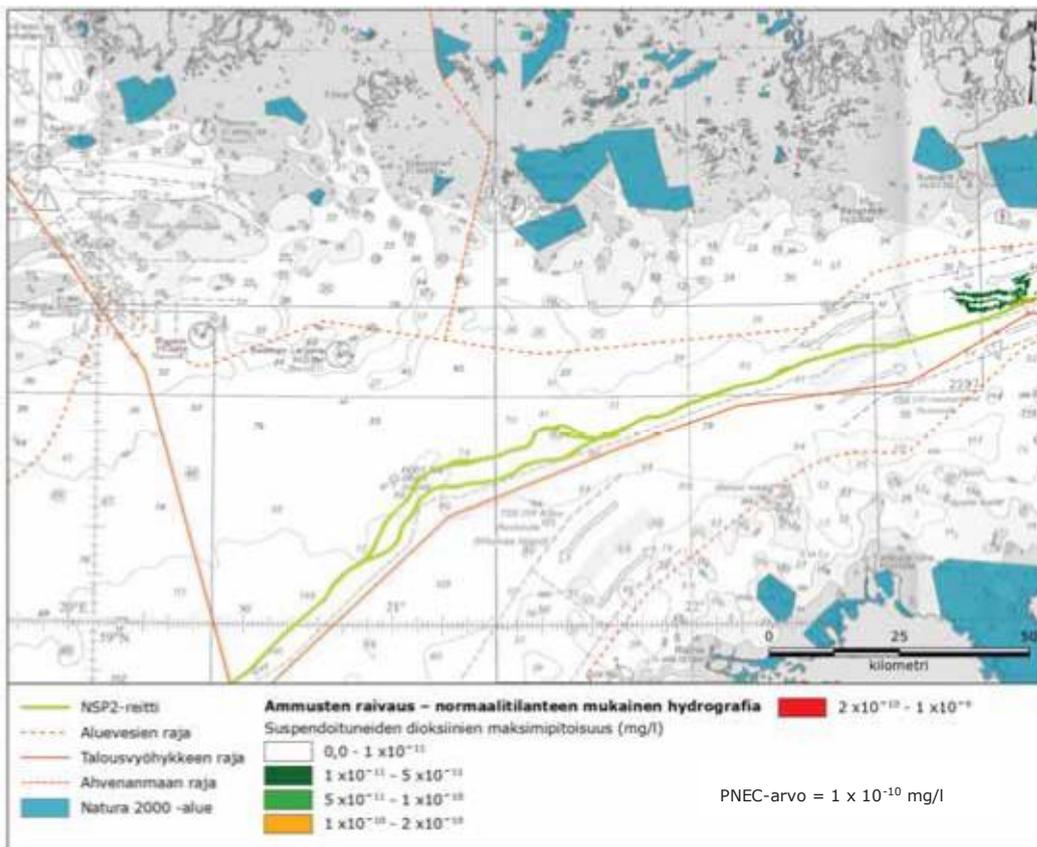
Kuva 6-35 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



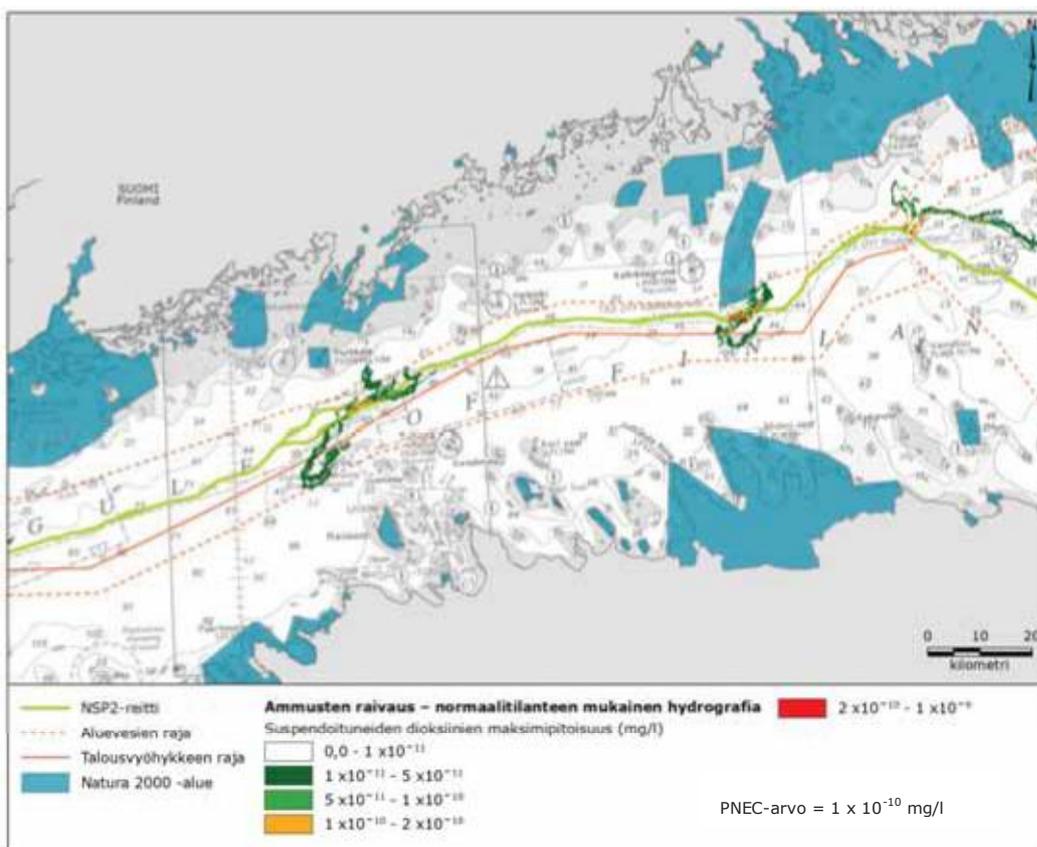
Kuva 6-36 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosa.



Kuva 6-37 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

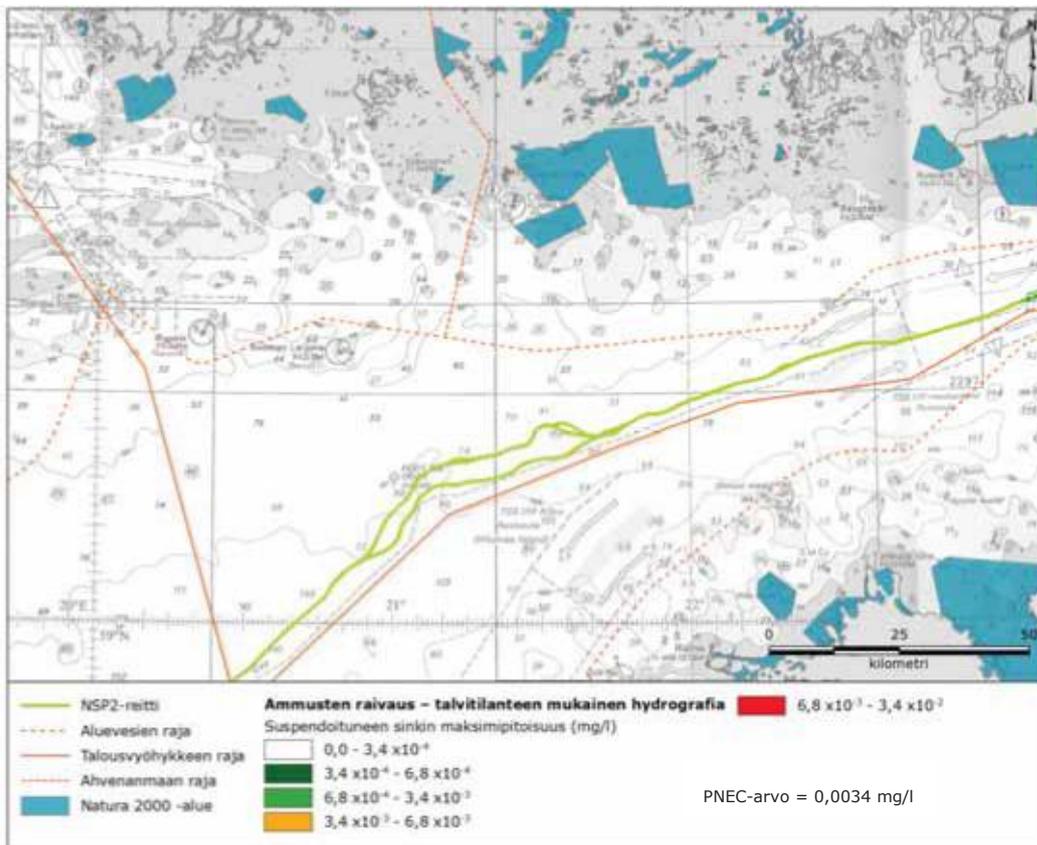


Kuva 6-38 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.

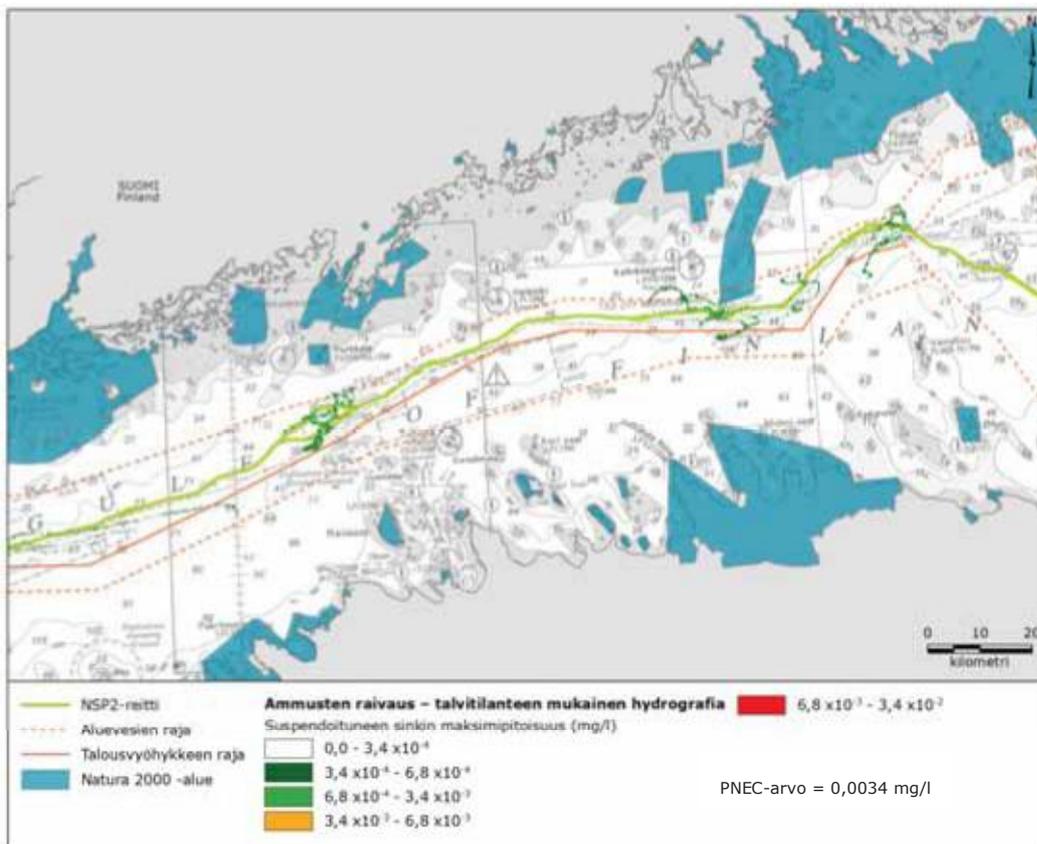


Kuva 6-39 WHO (2005) PCDD/F TEQ ylempi (dioksiinit/furaanit) - suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

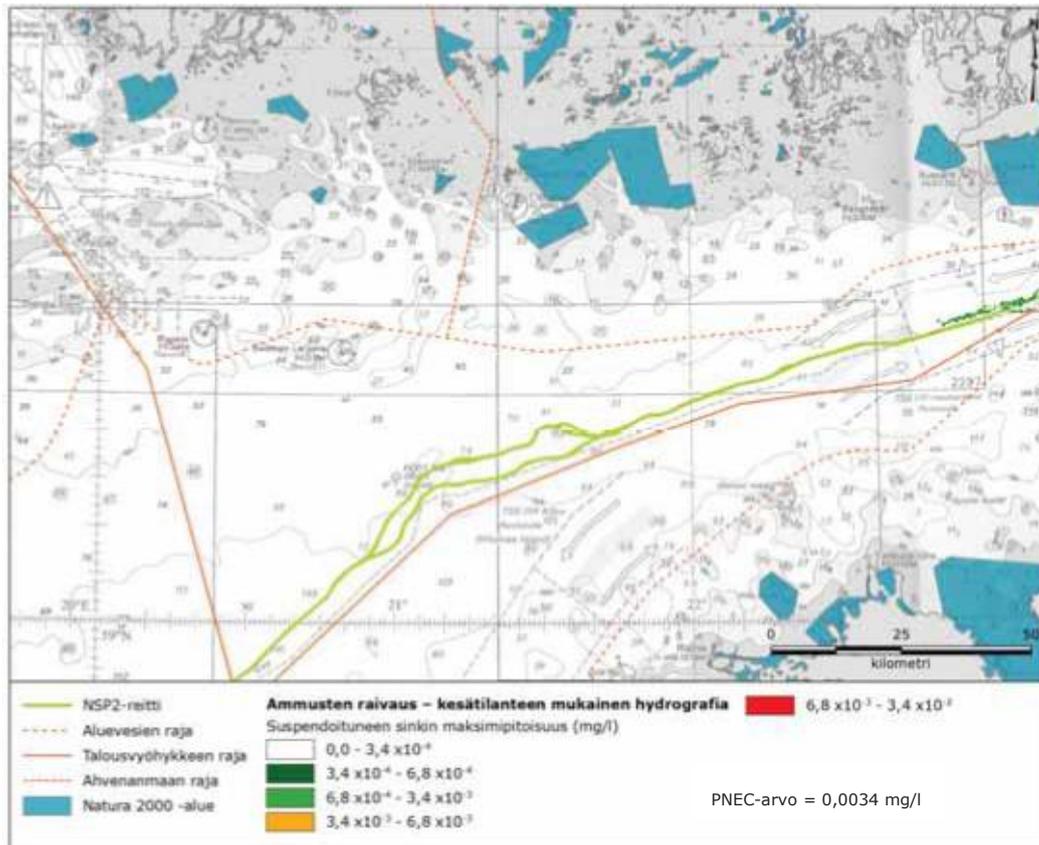
6.2.3 Sinkki



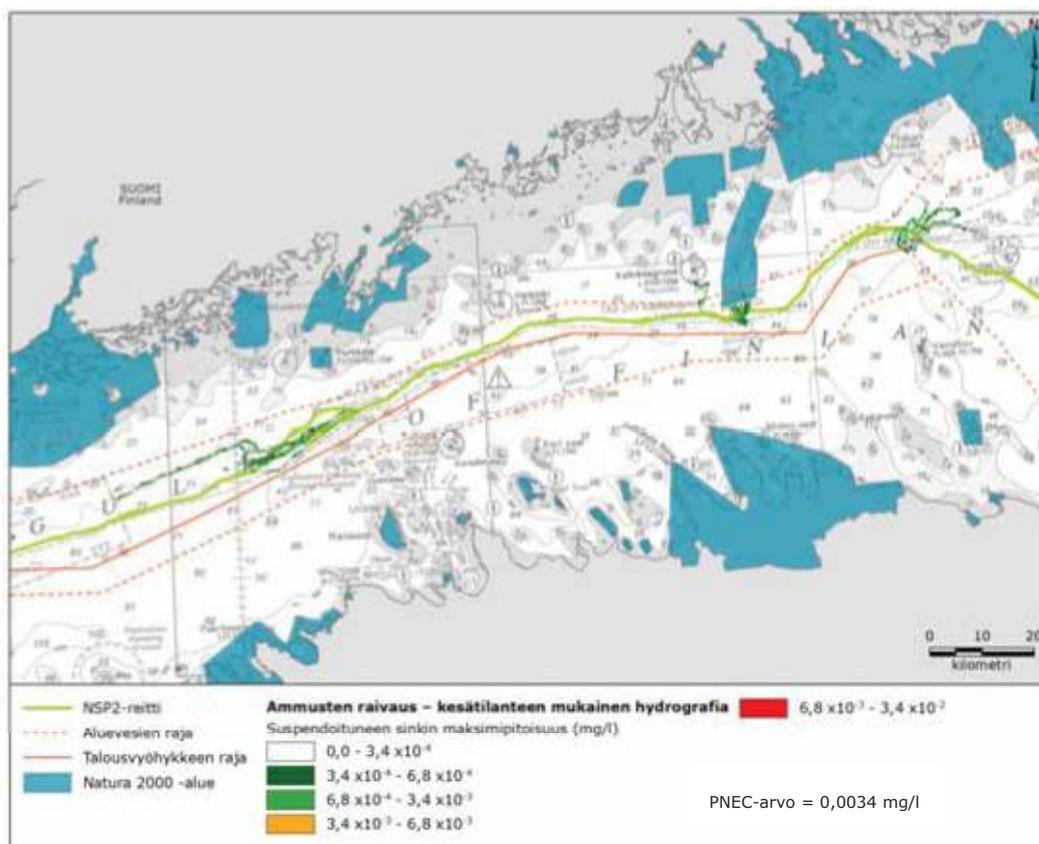
Kuva 6-40 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



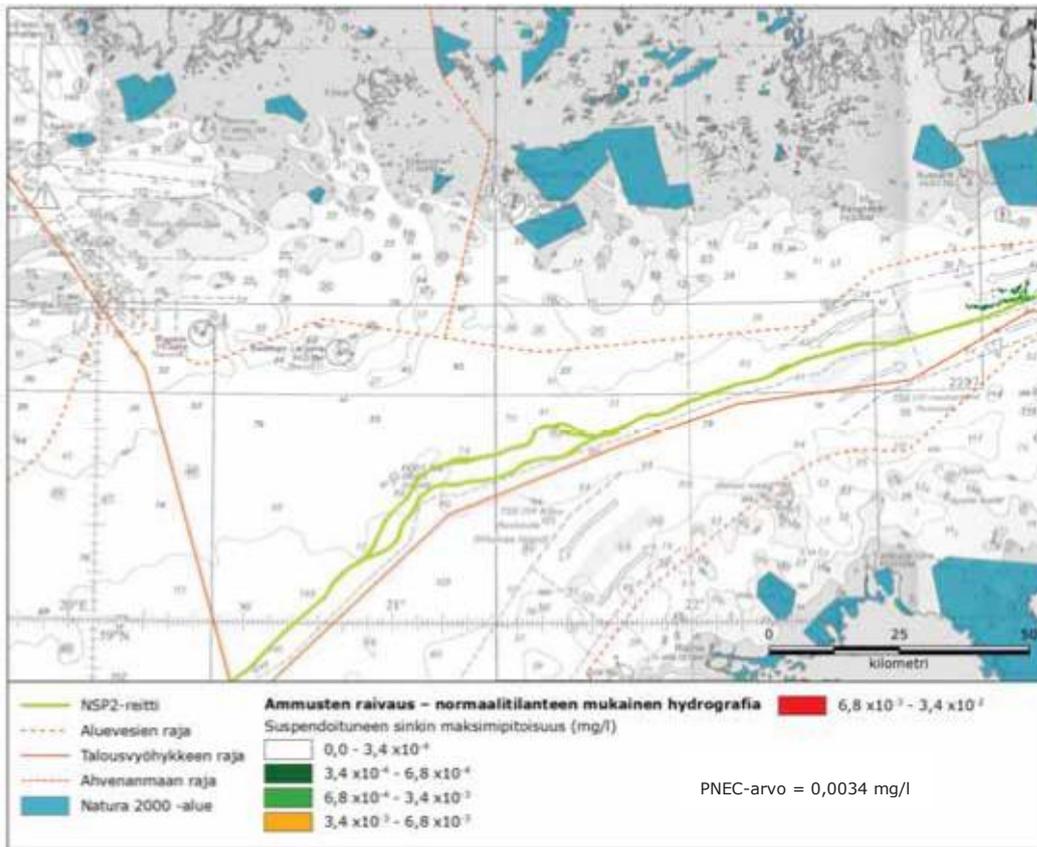
Kuva 6-41 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä talviolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



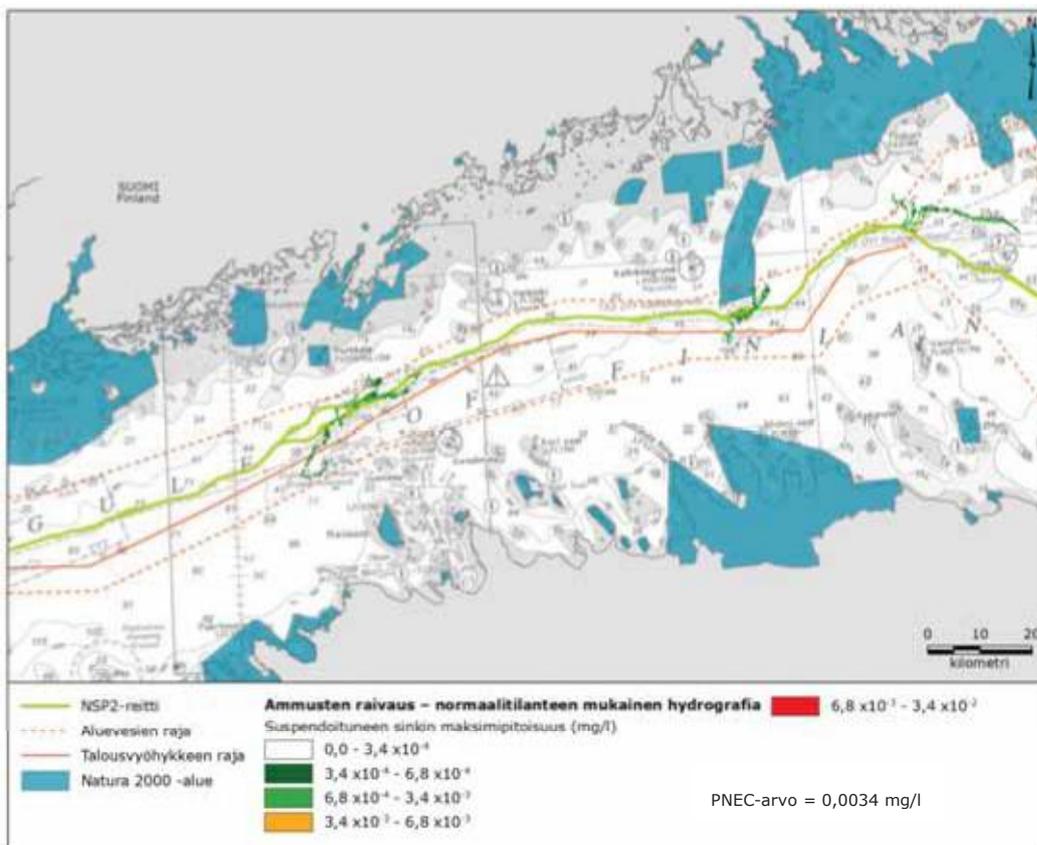
Kuva 6-42 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



Kuva 6-43 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana tyypillisissä kesäolosuhteissa. Suomenlahden itäosa.



Kuva 6-44 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliosuhteissa. Suomenlahden länsiosaa.



Kuva 6-45 Sinkin suurin pitoisuus ammusten raivaamisen aikana normaaliosuhteissa. Suomenlahden itäosa.

### 6.3 Tulosten yhteenveto

Tässä luvussa esitetään yhteenveto kiviaineksen kasauksesta ja sotatarvikkeiden raivaamisesta tehtyjen, haitta-aineiden leviämistä koskevien simulaatioiden mallinnustuloksista. Yhteenveto sisältää:

- alueet, joilla PAH-, dioksiini- ja sinkkipitoisuudet ylittävät PNEC -arvon
- PNEC -arvon ylittymisen enimmäiskesto PAH:n, dioksiinin ja sinkin osalta
- kuvaajat alueista vasten PNEC -arvot ylittävien PAH -yhdisteiden pitoisuuksien kesto

Alueiden kuvaajat osoittavat alueitten koon ja ylityksen keston. Kuvaajista käy ilmi vain PAH -yhdisteitä koskevat tiedot, koska dioksiini- ja sinkkialueet ovat PAH -alueisiin verrattuna pieniä.

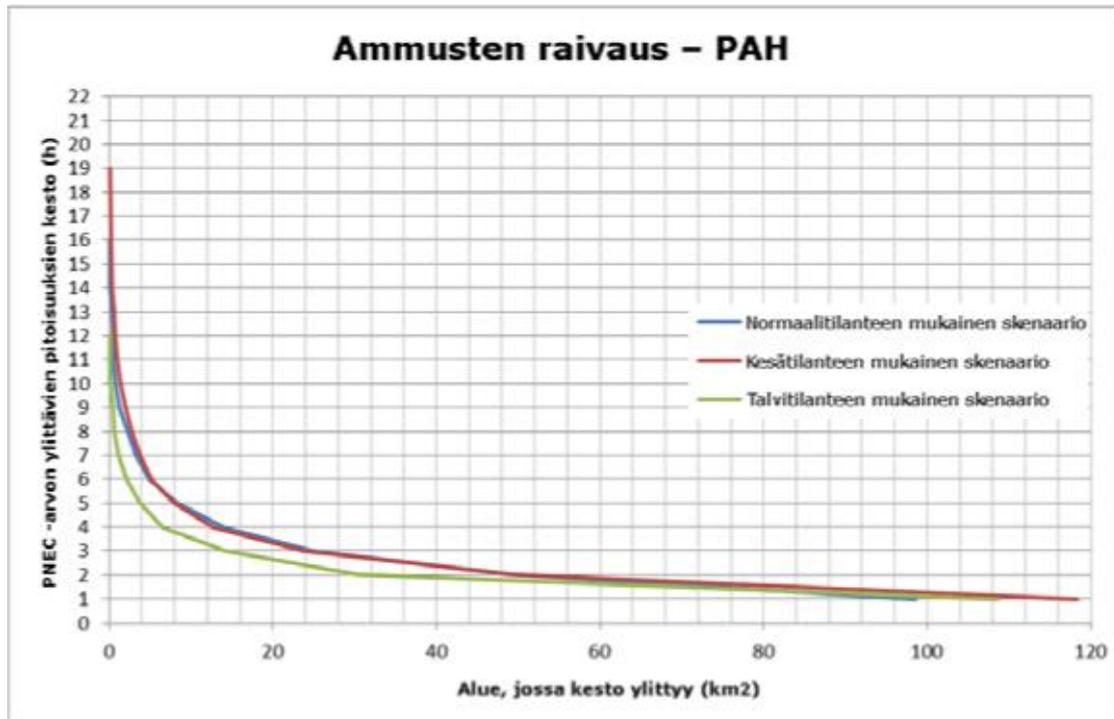
Esitetyt arvot ovat enimmäisarvoja, jotka kattavat kaikki kolme hydrografista skenaariota – normaali, kesä ja talvi. Vastaavat taulukot yksittäisille hydrografisille skenaarioille on esitetty liitteessä 2.

**Taulukko 6-2 Yhteenveto alueista**

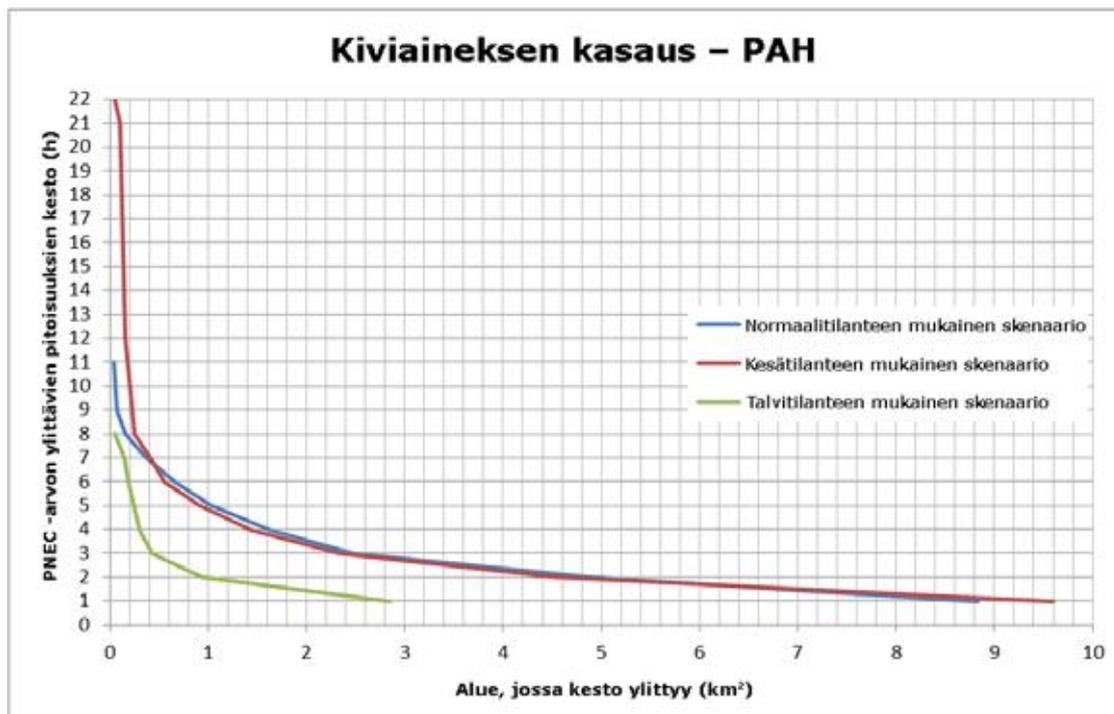
Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Alue, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus (linja A)	9,60	< 0,02	< 0,02
Ammusten raivaaminen	118,37	21,14	2,82
Yhteensä FI	127,97	21,14	2,82
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>			

**Taulukko 6-3 Yhteenveto kestoajoista**

Merenpohjan muokkaustyöt – laajin hydrografinen skenaario	Suurin kesto tilanteessa, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus (linja A)	22	0	0
Ammusten raivaaminen	19	7	3



Kuva 6-46 Alueiden kuvaajat verrattuna ammusten raivausskenaarioissa saatuun PAH -yhdisteiden keston. Kuvaajat osoittavat alueitten koon vasten kestoaikaa.



Kuva 6-47 Alueiden kuvaajat verrattuna kiviaineksen kasausskenaarioissa saatuun PAH -yhdisteiden keston. Kuvaajat osoittavat alueitten koon vasten kestoaikaa.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 7.1 Sedimentin leviäminen

#### 7.1.1 Kiviaineksen kasausskenaariot

Kiviaineksen kasausskenaarioissa suspendoituneen sedimentin enimmäispitoisuudet rajoittuvat muutamaaan mallisoluun, eivätkä kertaakaan ylitä arvoa 61 mg/l talviolosuhteissa, eikä arvoa 22 mg/l normaaleissa olosuhteissa ja kesäolosuhteissa. Kuten kuvista 5-1–5-6 nähdään, putkilinjakäytävän ulkopuolella ei esiinny merkittäviä pitoisuuksia.

Millään alueella kiviaineksen kasaustyön jälkeen sedimentaatio ei ylitä arvoa 400 g/m<sup>2</sup> (kesällä) ja 170 g/m<sup>2</sup> (talvella ja normaaliolosuhteissa). Vastaava paksuus riippuu tiheydestä, joka puolestaan riippuu materiaalin tiivistyneisyydestä. Jos kuohkean sedimentin kuiva-ainepitoisuus on 100 kg/m<sup>3</sup>, 1 mm:n paksuinen kerros vastaa sedimentaatiota 100 g/m<sup>2</sup>. Suurempi tiiviys (ja samalla suurempi tiheys) vastaa samalla sedimentaatiolla (esim. 100 g/m<sup>2</sup>) ohuempaa kerrospaksuutta

Vaihtoehtoisella reitillä yleisesti sekä sedimentaation ylityksen kesto että määrä kasvavat hieman pääreittiin verrattuna. Tulokset perustuvat talvikaudelta tehtyihin simulaatioihin.

#### 7.1.2 Ammusten raivaaminen

Ammusten raivausskenaarioissa suspendoituneen sedimentin enimmäispitoisuus rajoittuu myös muutamaaan mallisoluun, eikä pitoisuus kertaakaan ylitä arvoa 107 mg/l alimmassa 10 m vesikerroksessa, eikä välillä 10–20 m merenpohjan yläpuolella. Kuten kuvista 5-25 – 5-30 nähdään, kerroksessa 10–20 m merenpohjasta pitoisuudet ja kestot ovat pienempiä kuin alimmassa 10 m kerroksessa. Pitoisuuksia pidetään kuitenkin merkittävänä, eikä niitä ole syytä jättää huomiotta.

Millään alueella sedimentaatio ei ammusten raivaamisen jälkeen ylitä arvoa 179 g/m<sup>2</sup>. Sedimentaatiota esiintyy ammusten raivausalueiden läheisyydessä. Ammusten raivaamisen seurauksena syntyvän kerroksen paksuus riippuu myös materiaalin tiivistyneisyydestä.

### 7.2 Haitta-aineiden vapautuminen

#### 7.2.1 Kiviaineksen kasausskenaariot

Kiviaineksen kasausskenaarioissa vain PAH osoittaa PNEC -arvon ylittäviä pitoisuuksia, kun taas dioksiini ja sinkki eivät ylitä niitä missään kohtaan mallinnusalueella. PAH ylittää PNEC -arvon vain hyvin pienellä alueella. Tämä vastaa alle 10 km<sup>2</sup> jaettuna koko putkilinjalle Suomen talousvyöhykkeellä. Ylitykset ovat vain hyvin lyhytaikaisia suurimmalla osalla vaikutusalueetta. 90 %:lla vaikutusalueetta PNEC -arvo ylittyy alle viiden tunnin ajan normaali- ja kesäskenaarioissa ja vielä lyhyemmän ajan talviskenaariossa (kuva 6-47).

#### 7.2.2 Ammusten raivaaminen

Ammusten raivausskenaarioissa on alueita, joilla PNEC -arvo ylittyy kaikkien kolmen haitta-aineen osalta. Dioksiini- ja sinkkipitoisuudet ylittävät PNEC -arvon vain hyvin pienellä alueella, joka dioksiinilla on noin 20 km<sup>2</sup> ja sinkillä noin 3 km<sup>2</sup>. Laskennallinen PAH -pitoisuus ylittää PNEC -arvon yhteensä hieman yli 100 km<sup>2</sup>:n alueella. Ylityksen keston voidaan katsoa olevan hyvin lyhyt. Myös ammusten raivausskenaarioissa PNEC -arvo ylittyy alle 4–5 tunnin ajan 90 %:lla vaikutusalueesta. Enimmäiskestoksi on laskettu 19 tuntia (kuva 6-46).

## 8. LÄHTEET

- /1/ Nord Stream 2. Numerical Modelling: Methodology and assumptions. Ramboll, May 2016. Doc. no. W-PE-EIA-POF-REP-805-070100EN-01, rev 01
- /2/ Nord Stream 2. Numerical Modelling: Overview of Scenarios. Ramboll, March 2016. Doc. no. W-PE-EIA-POF-MEM-805-070200EN-01
- /3/ Nord Stream 2 Project in the Baltic, Hydrographic basis for spill assessment, Data from enhanced DHI hydrographic model. Technical Note, DHI, January 2016.
- /4/ GTK, Geologian Tutkimuskeskus, Suomi
- /5/ CIRIA, CUR ja CETMEF, 2007, *The Rock Manual - The use of rock in hydraulic engineering*, C683, CIRIA, Lontoo
- /6/ Nord Stream 2. Input data for EIA 1, Suomi. Saipem, 13-05-2016, Rev. 3.
- /7/ HELCOM, The explosive legacy from the Wars Baltic Ordnance Safty bord, Szczecin 2014-10-29.
- /8/ Luode Consulting, Water quality, sediment and benthos monitoring during Nord Stream operations in the Gulf of Finland, ammunition clearance operations, 2011-01-16, rev B. G-PE-EMS-MON-175-LUODEQ2A-B

**LIITE 1**  
**TULOSTAULUKOT NORMAALIN AJAN JA KESÄ- SEKÄ TALVIAJAN**  
**HYDROGRAFISILLE OLOSUHTEILLE**

## Normaali hydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto normaalin hydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuusalue		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	190,68	6,00	0,59
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	128,91	35,18	18,82
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		33,11	20,33	16,94
Yhteensä FI	3622,7	319,59	41,18	19,41

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuuden enimmäiskesto		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	2592,5	42,98	7,00	1,50
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	23,98	12,99	9,99
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		20,99	11,49	10,49

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Kynnysarvoille 10 mg/l ja 15 mg/l ei esitetä kartoilla vähäisen kestoajan vuoksi (ei näkyisi kartalla).

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Alue, jossa sedimentaatio				
		> 10 g/m <sup>2</sup>	> 50 g/m <sup>2</sup>	> 100 g/m <sup>2</sup>	> 150 g/m <sup>2</sup>	> 200 g/m <sup>2</sup>
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	59,00	3,63	0,61	0,06	0,00
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	27,91	1,48	0,14	0,04	0,00
Yhteensä FI	3622,7	86,91	5,11	0,75	0,10	0,00

Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Suurin pitoisuus määrättyllä etäisyydellä putkilinjasta		
		200 m	500 m	1000 m
	tonnia	mg/l	mg/l	mg/l
Kiviaineksen kasaus	2592,5	20	20	17
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	69	68	53
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		108	108	68
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>				

## Kesähydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto kesähydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – kesäolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuusalue		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	120,78	4,02	1,20
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	155,21	46,06	27,84
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		35,39	19,82	15,60
Yhteensä FI	3622,7	275,99	50,08	29,04
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>				

Merenpohjan muokkaustyöt – kesäolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuuden enimmäiskesto		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	2592,5	164,92	18,49	7,50
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	22,48	8,49	8,00
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		14,49	6,00	5,50
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>				

Kynnysarvoja 10 mg/l ja 15 mg/l ei esitetä kartoilla vähäisen kestoajan vuoksi (ei näkyisi kartalla).

Merenpohjan muokkaustyöt – kesäolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Alue, jossa sedimentaatio				
		> 10 g/m <sup>2</sup>	> 50 g/m <sup>2</sup>	> 100 g/m <sup>2</sup>	> 150 g/m <sup>2</sup>	> 200 g/m <sup>2</sup>
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	63,90	3,92	0,59	0,17	0,05
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	22,29	1,25	0,12	0,00	0,00
Yhteensä FI	3622,7	86,19	5,17	0,71	0,17	0,05

Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – kesäolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Suurin pitoisuus määrättyllä etäisyydellä putkilinjasta		
		200 m	500 m	1000 m
	tonnia	mg/l	mg/l	mg/l
Kiviaineksen kasaus	2592,5	21	20	17
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	x	x	x
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	106	100	100
Ammusten raivaaminen (10–20 m)		90	83	75

Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

## Talvihydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto talvihydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – talviolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuusalue		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	267,31	4,49	1,67
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	353,09	9,46	3,01
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	258,19	32,75	15,87
Ammusten raivaaminen (10–20 m)		77,81	31,29	21,92
Yhteensä FI	3622,7	525,50	37,24	17,54
FI kokonaan – vaihtoehto	3878,5	611,28	42,21	18,88

Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – talviolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Pitoisuuden enimmäiskesto		
		> 2 mg/l	> 10 mg/l	> 15 mg/l
	tonnia	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	2592,5	23,99	7,00	2,50
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	31,98	7,00	1,50
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	19,99	7,00	4,50
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		11,99	8,99	4,50
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>				

Kynnysarvoja 10 mg/l ja 15 mg/l ei esitetä kartoilla vähäisen kestoajan vuoksi (ei näkyisi kartalla).

Merenpohjan muokkaustyöt – talviolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Alue, jossa sedimentaatio				
		> 10 g/m <sup>2</sup>	> 50 g/m <sup>2</sup>	> 100 g/m <sup>2</sup>	> 150 g/m <sup>2</sup>	> 200 g/m <sup>2</sup>
	tonnia	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2592,5	21,65	0,50	0,04	0,00	0,00
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	25,26	0,98	0,09	0,05	0,00
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	12,94	0,48	0,10	0,09	0,00
Yhteensä FI	3622,7	34,59	0,98	0,14	0,09	0,00
FI kokonaan – vaihtoehto	3878,5	38,20	1,46	0,19	0,14	0,00
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>						

Merenpohjan muokkaustyöt – talviolosuhteet	Suspendoitunut sedimentti	Suurin pitoisuus määrättyllä etäisyydellä putkilinjasta		
		200 m	500 m	1000 m
	tonnia	mg/l	mg/l	mg/l
Kiviaineksen kasaus	2592,5	14	10	10
Kiviaineksen kasaus – vaihtoehtoiset reitit	2848,3	14	10	10
Ammusten raivaaminen (0-10m)	1030,2	96	82	82
Ammusten raivaaminen (10-20 m)		90	85	54
Pienin ruutu (mallinnuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>				

**LIITE 2**  
**HAITTA-AINEIDEN TULOSTAULUKOT NORMAALIN AJAN JA KESÄ- SEKÄ**  
**TALVIAJAN HYDROGRAFISILLE OLOSUHTEILLE**

## Normaali hydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto normaalin hydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Alue, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	8,83	< 0,02	< 0,02
Ammusten raivaaminen	98,52	18,89	2,53
Yhteensä FI	107,35	18,89	2,53

Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suurin kesto, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	11	0	0
Ammusten raivaaminen	16	7	3

## Kesähydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto kesähydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Alue, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	9,60	< 0,02	< 0,02
Ammusten raivaaminen	118,37	21,14	2,82
Yhteensä FI	127,97	21,14	2,82

Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km<sup>2</sup>

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suurin kesto, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	22	0	0
Ammusten raivaaminen	19	6	3

## Talvihydrografia

Tässä jaksossa esitetään yhteenveto talvihydrografian mallinnustuloksista.

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Alue, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
Kiviaineksen kasaus	2,86	< 0,02	< 0,02
Ammusten raivaaminen	108,62	18,75	2,16
Yhteensä FI	111,48	18,75	2,16
Pienin ruutu (mallinuspohja) on alue, jonka koko on 0,0195 km <sup>2</sup>			

Merenpohjan muokkaustyöt – normaaliolosuhteet	Suurin kesto, jossa pitoisuus ylittää PNEC -arvon		
	PAH	Dioksiini	Sinkki
	tuntia	tuntia	tuntia
Kiviaineksen kasaus	8	0	0
Ammusten raivaaminen	12	5	3

**LIITE 3**  
**PAIKKAKOHTAISET LEVIÄMISNOPEUDET (MALLIN SYÖTTÖTIETOJA)**

Taulukko 8-1: Kiviaineksen kasaus merenpohjan muokkaustöissä – laskennalliset leviämisaivoudet kg/s ja kiviainepenkereiden tilavuudet (m<sup>3</sup>) /6/.

Merenpohjan muokkaustyö		Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )
Ennen putkenlaskua	A1001	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2970
	A1002	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
	A1003	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2970
	A1004	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	909
	A1005	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	13235
	A1006	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2794
	A1007	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
	A1008	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	6135
	A1009	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2645
	A1010	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2645
	A1011	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	10673
	A1012	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1882
	A1013	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1014	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2970
	A1015	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2970
	A1016	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2645
	A1017	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
	A1018	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1019	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2794
	A1020	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2890
	A1021	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
	A1022	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1023	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1024	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
	A1025	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2491
	A1026	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2882
	A1027	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1028	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	753
	A1029	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
	A1030	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	6135
Putkenlaskun jälkeen 2. vaihe	A1201	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	648
	A1202	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	3717
	A1203	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	5006
	A1204	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	7099
	A1205	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	7099
	A1206	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	285
	A1207	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
	A1208	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
	A1209	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
	A1210	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
	A1211	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229

<b>A1212</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1213</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	5006
<b>A1214</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1215</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1216</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1217</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1218</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1219</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	10673
<b>A1220</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1221</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1222</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1223</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1224</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1225</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1226</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	4229
<b>A1227</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	648
<b>A1228</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2948
<b>A1229</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	285
<b>A1230</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	648
<b>A1231</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	841
<b>A1232</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2948
<b>A1233</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2948
<b>A1234</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	285
<b>A1235</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	285
<b>A1236</b>	0,011	0,007	0,007	0,007	0,007	0,037	3717
<b>A1237</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	7099
<b>A1238</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2948
<b>A1239</b>	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	5006
<b>A1240</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1241</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1242</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	181
<b>A1243</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1244</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1245</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1246</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1247</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1248</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1249</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1250</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1251</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1252</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	841
<b>A1253</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1200
<b>A1254</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1255</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	5006
<b>A1256</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	5006
<b>A1257</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948

<b>A1258</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1259</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2645
<b>A1260</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1261</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1262</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1263</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
<b>A1264</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
<b>A1265</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1266</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1267</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1268</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1366
<b>A1269</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1270</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1271</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1272</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1273</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948
<b>A1274</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1275</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	5006
<b>A1276</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1277</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1278</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1279</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648
<b>A1280</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1281</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1282</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1283</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1284</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1285</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
<b>A1286</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1287</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
<b>A1288</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121
<b>A1289</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1290</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1004
<b>A1291</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1292</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3058
<b>A1293</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1294</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
<b>A1295</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	4229
<b>A1296</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1004
<b>A1297</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1298</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1299</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	841
<b>A1300</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
<b>A1301</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	9006
<b>A1302</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121
<b>A1303</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121

<b>A1304</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1305</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1306</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1307</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1004
<b>A1308</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1309</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1310</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	648
<b>A1311</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
<b>A1312</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
<b>A1313</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1366
<b>A1314</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1366
<b>A1315</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
<b>A1316</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1317</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	5006
<b>A1318</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1319</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1366
<b>A1320</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1321</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099
<b>A1322</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1323</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1324</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285
<b>A1325</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1326</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1327</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1328</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1329</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1330</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1331</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1332</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
<b>A1333</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1334</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
<b>A1335</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
<b>A1336</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
<b>A1337</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
<b>A1338</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229
<b>A1339</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1366
<b>A1340</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
<b>A1341</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1342</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1343</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366
<b>A1344</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
<b>A1345</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1346</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
<b>A1347</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
<b>A1348</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	4229
<b>A1349</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948

	A1350	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1351	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1352	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
	A1353	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
	A1354	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
	A1355	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1356	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1357	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
	A1358	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
	A1359	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1360	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
	A1361	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948
	A1362	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1363	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
	A1364	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1365	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717
	A1366	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
	A1367	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
A1368	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1366	
Putken- laskun jälkeen 3. vaihe	A1601	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	715
	A1602	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	417
	A1603	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	501
	A1604	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	715
	A1605	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	501
	A1606	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346
	A1607	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	715
	A1608	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	715
	A1609	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	1346
	A1610	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	417
	A1611	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	501
	A1612	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	417
	A1613	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	1200
	A1614	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	501
	A1615	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	501
	A1616	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	417
	A1617	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	A1618	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1200
	A1619	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	417
	A1620	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	417
	A1621	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1200
	A1622	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346
	A1623	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2645
	A1624	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	442
	A1625	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	715
	A1626	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346
	A1627	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346

	<b>A1628</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1906
	<b>A1629</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	501
	<b>A1630</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1906
	<b>A1631</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	417
	<b>A1632</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	501
	<b>A1633</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
	<b>A1634</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121
	<b>A1635</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
	<b>A1636</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	417
	<b>A1637</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121
	<b>A1638</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121
	<b>A1639</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	417
	<b>A1640</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	501
	<b>A1641</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	<b>A1642</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	417
	<b>A1643</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	<b>A1644</b>	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	<b>Putkilin- jan ylitykset</b>	<b>A1031</b>	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232
<b>A1032</b>		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	830
<b>A1033</b>		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	830
<b>A1034</b>		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1700
<b>Jäätynyt</b>		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	13660
<b>Putkiosu- uksien liittämin- en</b>								
		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	80000

Sedimentin ominaisuudet (liikkeet) vaihtoehdoisella reitillä (kiviaineksen kasaustöihin liittyvät) esitetään taulukossa 8-2. Suurin osa muokkaustöistä vaihtoehdoisella reitillä vastaa edellä kuvatun reitin töitä, mutta jaksoille joille on vaihtoehto viitteessä /6/, muokkaustyöt on lisätty.

Taulukko 8-2: Kiviaineksen kasaus merenpohjan muokkaustöissä (vaihtoehtoiset reitit) – laskennalliset leviämisnopeudet (kg/s) ja tilavuudet (m<sup>3</sup>) /6/.

Merenpohjan muokkaustyö		Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )
Ennen putken askua	A1001 - A1018	Muuttumaton						
	ALT1_100 1	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2970
	ALT1_100 2	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3386
	ALT1_100 3	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	6135
	ALT1_100 4	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	6135
	ALT1_100 5	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1882
	ALT1_100 6	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1882
	ALT1_100 7	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2097
	A1021 - A1026	Muuttumaton						
	ALT2_100 1	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1882
	ALT2_100 2	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	12381
	ALT2_100 3	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	10673
	ALT2_100 4	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	10673
	ALT2_100 5	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	10673
	ALT2_100 6	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	11954
	Putken askun jälkeen 2. vaihe	A1201 - A1269	Muuttumaton					
ALT1_120 1		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	10673
ALT1_120 2		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
ALT1_120 3		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
ALT1_120 4		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	338
ALT1_120 5		0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	648
ALT1_120 6		0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	2948
ALT1_120 7		0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	7099
ALT1_120 8		0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	4229
ALT1_120 9		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	3717
ALT1_121		0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099

Merenpohjan muokkaustyö		Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )
	0							

Merenpohjan muokkaustyö		Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )	
	ALT1_121_1	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4229	
	ALT1_121_2	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948	
	ALT1_121_3	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	648	
	ALT1_121_4	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	4732	
	ALT1_121_5	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099	
	ALT1_121_6	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099	
	ALT1_121_7	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	3717	
	A1273 - A1311	Muuttumaton							
	ALT2_120_1	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948	
	ALT2_120_2	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285	
	ALT2_120_3	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099	
	ALT2_120_4	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948	
	ALT2_120_5	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	10673	
	ALT2_120_6	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121	
	ALT2_120_7	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006	
	ALT2_120_8	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948	
	ALT2_120_9	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006	
	ALT2_121_0	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	10673	
	ALT2_121_1	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	2948	
	ALT2_121_2	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	7099	
	ALT2_121_3	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	2948	
	ALT2_121_4	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	285	
	ALT2_121_5	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006	
	ALT2_121_6	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1121	
	ALT2_121	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099	

Merenpohjan muokkaustyö		Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )
	7							
	ALT2_1218	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	7099
	ALT2_1219	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	5006
	A1345 - A1368	Muuttumaton						
Putkenaskun jälkeen 3. vaihe	A1601 - A1627	Muuttumaton						
	ALT1_1601	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	19906
	ALT1_1602	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	501
	ALT1_1603	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346
	ALT1_1604	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1200
	A1631 - A1638	Muuttumaton						
	ALT2_1601	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	ALT2_1602	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1121
	ALT2_1603	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	1346
	ALT2_1604	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	ALT2_1605	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	1346
	A1643 - A1644	Muuttumaton						
	Putkilinjanylitykset	Muuttumaton						
Putkiosuukien liittämien	Muuttumaton							

Taulukko 8-3: Kiviaineksen kasaaminen putkilinjoiden käytönaikaisen liikkumisen vähentämiseksi – laskennalliset leviämisnopeudet (kg/s) ja tilavuudet (m<sup>3</sup>) /6/.

Osan numero	Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivipenger (m <sup>3</sup> )	Kivipenkeiden määrä
1	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	171,1	21
2	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	177,2	25
3	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	170,3	1
	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107		12
4	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	173,4	30
5	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,8	27
6	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	165,3	12
7	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	178,6	34
8	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	177,1	2
	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107		25
9	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	176,4	3
	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107		28
10	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	174,5	30
11	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	168,1	18
12	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	178,2	41
13	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,1	32
14	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,9	25
	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107		10
15	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	176,7	46
16	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	171,0	21
17	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	176,6	26
18	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	160,1	12
19	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	172,4	18
20	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107	170,4	22
21	0,011	0,007	0,007	0,007	0,007	0,037	175,2	20
22	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,4	19
23	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,7	35
24	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	178,5	37
25	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,2	26
26	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	170,7	23
27	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	177,9	46
28	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	178,4	54
29	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	171,9	18
30	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	172,2	19
31	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	170,0	22
32	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	160,7	12
33	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	173,5	15
34	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	171,8	25
35	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	175,1	27
	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232		7
36	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	176,1	17
	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232		2
37	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	151,8	9

38	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	167,1	12
39	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	173,4	16
	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232		2
40	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	174,6	25
41	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	175,3	24
42	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	177,1	15
	0,033	0,007	0,015	0,022	0,018	0,107		25
43	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	170,2	16
44	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	177,5	32
	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232		10
45	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	174,6	6
	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232		19
46	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	178	49

Liikkeet vaihtoehtoisella reitillä käytönaikaisen liikkumisen vähentämiseksi jaksoilla esitetään taulukossa 8-4.

**Taulukko 8-4 Kiviaineksen kasaas putkilinjoiden käytönaikaisen liikkumisen vähentämiseksi (vaihtoehtoiset reitit) – laskennalliset leviämisenopeudet (kg/s) ja tilavuudet (m<sup>3</sup>) /6/.**

Osan numero	Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskikarkea siltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)	Kivivalli (m <sup>3</sup> )	Kivivallien määrä
1 - 26	Muuttumaton							
1001	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,015	174,7	32
1002	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,015	174,7	26
28 - 41	Muuttumaton							
1005	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	176,8	29
43 - 46	Muuttumaton							
1003	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	173,5	20
1004	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	176,3	20
1005	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	176,8	29
1006	0,015	0,007	0,015	0,029	0,033	0,232	168,7	9
1007	0,007	0,011	0,022	0,040	0,044	0,232	153,8	9

Arvio sedimentin ominaisuuksista 24 kohdepaikassa esitetään taulukossa 8-5.

**Taulukko 8-5 Ammusten raivauskohdat ja sedimentin leviämisenopeudet.**

	Kraaterin tilavuus (m <sup>3</sup> )	Erittäin hieno hiekka (kg/s)	Karkea siltti (kg/s)	Keskisiltti (kg/s)	Hieno siltti (kg/s)	Erittäin hieno siltti (kg/s)	Savi (kg/s)
SED1_1	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED1_2	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED1_3	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED1_4	42	3,901	0,867	1,734	2,600	2,167	12,569
SED1_5	20	1,857	0,413	0,826	1,238	1,032	5,985
SED1_6	42	3,901	0,867	1,734	2,600	2,167	12,569
SED2_1	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED2_2	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304

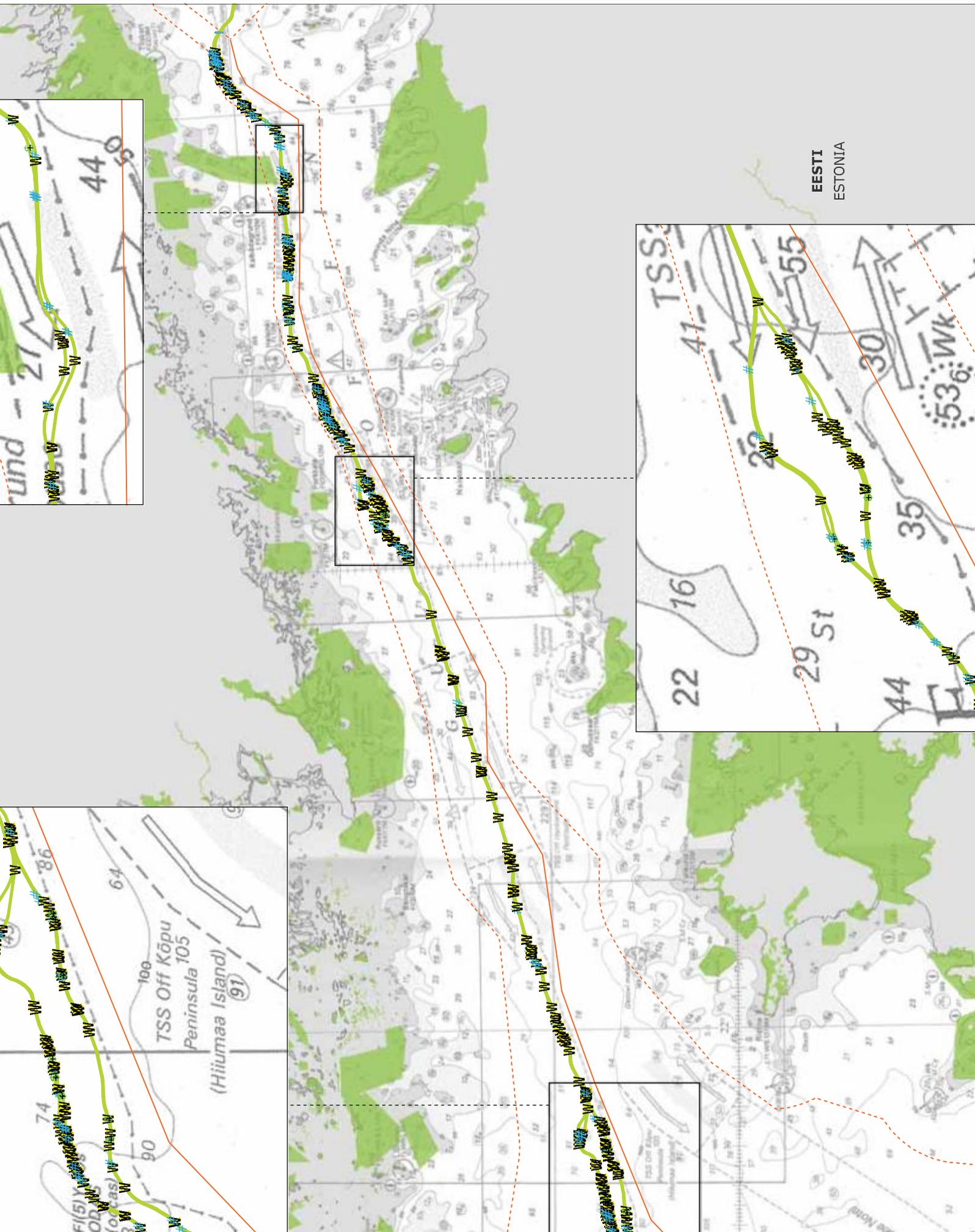
SED2_3	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED2_4	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED2_5	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED2_6	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED3_1	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED3_2	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED3_3	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED3_4	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED3_5	20	0,826	0,413	0,826	1,651	1,857	13,002
SED3_6	42	1,734	0,867	1,734	3,467	3,901	27,304
SED4_1	20	0,203	0,305	0,610	1,118	1,220	6,403
SED4_2	42	0,427	0,640	1,281	2,348	2,561	13,447
SED4_3	20	0,203	0,305	0,610	1,118	1,220	6,403
SED4_4	42	0,427	0,640	1,281	2,348	2,561	13,447
SED4_5	20	0,203	0,305	0,610	1,118	1,220	6,403
SED4_6	42	0,427	0,640	1,281	2,348	2,561	13,447

**LIITE 4**  
**SUUNNITELLUT MERENPOHJAN MUOKKAUSTYÖT (ENNEN**  
**PUTKENLASKUA, PUTKENLASKUN JÄLKEEN JA PUTKILINJAN**  
**YLITYSKOHDAT)**

- Talousvyöri
- Natura 2000
- Kiviaineksen kasaukset
- Ennen putkityötä
- Putkenlasku
- Putkenlasku
- Risteys

Versio: 01  
 Päiväys: 2016-09-15  
 Laati: MSTB  
 Tarkastaja: JAN

# Suunniteltu muokkaus



EESTI  
 ESTONIA