

Luonnos 19.6.2019

**Suomen merialueiden merihiekka- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen –
suosituksia kestäväälle käytölle**



Tiivistelmä

Merenpohjan fyysisten vahinkojen vähentäminen on merenhoidon yksi painopistealue EU:n meristrategiadirektiivin asettamissa tavoitteissa meriympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi. Merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen vaikuttaa merenpohjan rakenteeseen ja siten meriekosysteemin toimintaan. Vaikutusten laajuus ja kestoaika riippuvat ottomenetelmästä, -määristä ja -ajankohdista, sekä alueen ympäristöolosuhteista ja eliöstöstä. Merihiekan ja -soranotto on toistaiseksi ollut pienimuotoista Suomessa, mutta maanpäällisten käytettävissä olevien luonnon sora- ja hiekkavarojen saatavuuden heikentyessä erityisesti kasvukeskuksien läheisyydessä on kuitenkin odotettavissa, että tarve hyödyntää merenpohjan varantoja kasvaa nykyisestä. Yksi merenhoidon toimenpideohjelman (2016-2021) toimenpiteistä onkin valtakunnallisen merenpohjan kiviainesten ja mineraalien hyödyntämistä koskevan suuntaviivojen laatiminen. Ympäristöministeriö asetti 21.6.2018 työryhmän, jonka tehtävänä oli kehittää merenpohjan geologisten varantojen hyödyntämiseen liittyviä käytäntöjä, suunnittelua ja tutkimusta varantojen kestävästä käytöstä. Tässä työryhmän laatimassa suosituksessa linjataan suositukset hyvistä käytännöistä merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarantojen kestävästä käytöstä edistämiseksi ja toiminnasta aiheutuvien haittojen hallitsemiseksi. Merenpohjan resurssien käyttö edellyttää sekä logistiikkaketjujen kehittämistä että tarvittavien kaavoitusratkaisujen tunnistamista alueidenkäytön suunnittelussa. Varantojen kestävästä käytöstä kehittäminen edellyttää myös ottotoiminnan sosio-ekonomisten ja ympäristövaikutusten selvittämistä, jotta sektorin tarjoamat taloudelliset mahdolliset voidaan sovittaa parhaalla mahdollisella tavalla yhteen lainsäädännön ja meriluonnon suojelun edellyttämien ympäristötavoitteiden kanssa.

Sammanfattning

Summary

Avoiding physical damage to the seafloor is one focal point in achieving good environmental status according to the EU's Marine Strategy Framework Directive. Economic utilization of the seabed sand, gravel and mineral resources affects the seabed structure and can therefore also impact the marine ecosystem. The extent of the impacts depends on the technology used, the amount of material extracted, and timing of the extraction activities, but also on prevailing environmental conditions and the structure of the marine ecosystem. Only limited amounts of marine sand and gravel have been used in Finland, but it is likely that their utilization will increase in the near future when terrestrial resources, especially close to large towns, are depleted. One of the goals of the programme of measure for the Finnish marine strategy (2016-2021) is to draw up national guidelines for the use of seabed mineral resources. The Ministry of the Environment of Finland founded in June 21st 2018 a Working Group on Marine sand to develop practices for sustainable use of seabed resources. As a result of the work of the WG, this recommendation outlines the background for good environmental practices for the utilization of seabed sand, gravel and mineral resources and measures to reduce the potential adverse effects of economic use. Developing economic activities requires developing logistic production chains and identifying necessary land and sea use solutions. The sustainable use of resources requires thorough investigations on the socio-economic and environmental impacts of resource utilization, so that the economic potential can be taken into use with minimal environmental impacts.

Sisällys

Tiivistelmä.....	2
Sammanfattning.....	2
Summary	2
Lyhenteet ja käsitteet	5
1. Johdanto.....	6
2. Merenpohjan hiekka- ja soravarannot	6
2.1. Hiekka- ja soravarannot Suomen merialueella	6
2.2. Varantojen sijoittuminen.....	8
2.3. Merihiekan käyttökohteet	11
2.4. Markkinat	12
2.5. Kiviainesvarantojen hyödyntäminen Itämerellä ja muualla Euroopassa	14
3. Merenpohjan mineraalivarannot.....	17
3.1. Merenpohjan mineraalivarannot.....	17
3.2. Mineraalivarantojen levinneisyys	19
3.3. Mineraalivarantojen hyödyntämismahdollisuudet	19
4. Varantojen hyödyntämiseen liittyvä teknologia.....	19
5. Merenpohjan geologisten luonnonvarojen hyödyntämistä koskeva keskeinen lainsäädäntö ja luvitusprosessi	22
5.1. Lainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset	22
5.1.1. EU:n yhteisölainsäädäntö	22
5.1.2. Kansallinen lainsäädäntö	23
5.1.3. Kansainväliset sopimukset.....	26
5.2. Geologisten varantojen hyödyntäminen edellyttämä lupaprosessi	27
6. Meriluonnon monimuotoisuus	31
6.1. Luontodirektiivin luontotyypit	31
6.2. Hiekka- ja sorapohjien biologinen monimuotoisuus.....	33
6.3. Kalat	38
6.4. Linnut.....	39
6.5. Merinisäkkäät	40
6.6. Ekosysteemipalvelut	40
7. Ottotoiminnan ympäristövaikutukset merellä	41
7.1. Fysikaaliset muutokset	41
7.2. Kemiaaliset vaikutukset	43
7.3. Vaikutukset meriluontoon	44
7.4. Ympäristövaikutukset maalla	47
7.5. Yhteisvaikutukset.....	47
8. Ottopaikan valinta	48
8.1. Kiviaines- tai mineraaliottopaikan sijoittaminen	48
8.2. Muu merenpohjan geologisten varantojen hyödyntämiseen tarvittava alueresursointi.....	50
8.3. Ottopaikan sijoittamisen yleisiä periaatteita.....	51
9. Yhteenveto ja suositukset	51
Lainsäädäntö ja kansainvälinen yhteistyö.....	52

Tietotarpeet	52
Merikiviainesvarantojen käyttömahdollisuudet	52
Toiminnan vaikutusten arviointi YVA-prosessissa.....	52
Ottomäärien seuranta.....	53
Ottotoiminnalle asetettavat rajoitukset.....	53
10. Lähteet.....	53

Lyhenteet ja käsitteet

AIS-järjestelmä, Automatic identification system Alusten automaattinen seuranta ja tunnistusjärjestelmä

AVI Aluehallintovirasto

BAT, Best Available Techniques Paras käyttökelpoinen tekniikka

BEP, Best Environmental Practises Parhaat ympäristökäytännöt

ELY-keskus Elinkeino-, Liikenne- ja ympäristökeskus

EU Euroopan Unioni

GTK Geologian tutkimuskeskus

HELCOM, Helsinki Commission Itämeren suojelukomissio

HELCOM HUB Itämeren suojelukomission tuottama vedenalaisten biotooppien luokittelujärjestelmä

ICES, International Council for the Exploration of Sea Kansainvälinen merentutkimusneuvosto

ICES WGEXT Kansainvälisen merentutkimusneuvoston merihiekkatyöryhmä

kHz, kilohertsi Äänen tason mittaamisessa käytettävä taajuuden yksikkö

Merihiekka Yleisnimitys Suomen merialueella sijaitseville hiekka- ja soravarannoille (tässä raportissa)

MH Metsähallitus

Natura 2000 -verkosto Luonto- ja lintudirektiiveihin perustuva Euroopan laajuinen luonnonsuojelualueverkosto, johon kuuluu Suomessa noin viisi miljoonaa hehtaaria suojelualueita.

POSKI, Pohjaveden suojelun- ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen –hankkeiden tuottamaan aineistoon perustuen on suunniteltu kiviaineshuoltoa Suomessa

Rautamanganisaostuma Bakteritoiminnan seurauksena merenpohjalle muodostunut noduli, joka sisältää esimerkiksi fosforia, rautaa, mangaania ja harvinaisia maametalleja

SGU, Sveriges geologiska undersökning Ruotsin geologian tutkimuskeskus

SOVA Viranomaisten suunnitelmien ja ohjelmien ympäristövaikutusten arviointi

SVA Sosiaalisten ja yhteiskunnallisten vaikutusten arviointimenettely

VELMU Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma

VSEGEI, A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute Venäjän geologian tutkimuskeskus

YVA Ympäristövaikutusten arviointimenettely

1. Johdanto

Merenpohjan fyysisten vahinkojen vähentäminen on merenhoidon yksi painopistealue EU:n meristrategiadirektiivin (2008/56/EY) asettamista tavoitteista meriympäristön hyvän tilan saavuttamiseksi. Suomessa merkittävimmät merenpohjaan kohdistuvien fyysisten muutosten aiheuttajat ovat tällä hetkellä ruoppaaminen, ruoppausmassojen läjittäminen, rakentaminen sekä kaapeleiden, putkien ja johtojen laskeminen merenpohjalle. Merihiekan ja -soranotto on toistaiseksi ollut pienimuotoista Suomessa, mutta maanpäällisten käytettävissä olevien luonnon sora- ja hiekkavarojen saatavuuden heikentyessä erityisesti kasvukeskuksien läheisyydessä on kuitenkin odotettavissa, että tarve hyödyntää merenpohjan varantoja kasvaa nykyisestä.

Valtioneuvosto hyväksyi 3.12.2015 tehdyllä päätöksellään merenhoidon toimenpideohjelman vuosille 2016 – 2021. Yksi toimenpideohjelman toimenpiteistä on valtakunnallisen merenpohjan kiviainesten ja mineraalien hyödyntämistä koskevan suunnitelman laatiminen. Suunnitelman tavoitteena on turvata merenpohjien koskemattomuus, sekä edesauttaa luontotyyppien ja lajiston hyvän tilan saavuttaminen. Toimenpiteen vastuutahoksi on ohjelmassa nimetty ympäristöministeriö, yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen ja Suomen ympäristökeskuksen kanssa.

Merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen vaikuttaa merenpohjan rakenteeseen ja siten meriekosysteemin toimintaan. Vaikutusten laajuus ja kesto aika riippuvat ottomenetelmästä, -määristä ja – ajankohdista, sekä alueen ympäristöolosuhteista ja eliöstöstä. Merenhoidon tila-arviossa vuonna 2018 on todettu, että merenpohjan maa-ainesten otolla ei tällä hetkellä ole merkittävää, laaja-alaista vaikutusta meriluontoon Suomessa. Varantojen kestävä käytön kehittäminen kuitenkin edellyttää ottotoiminnan sosio-ekonomisten ja ympäristövaikutusten selvittämistä, jotta sektorin tarjoamat taloudelliset mahdollisuudet voidaan sovittaa parhaalla mahdollisella tavalla yhteen lainsäädännön ja meriluonnon suojelun edellyttämien ympäristötavoitteiden kanssa.

Ympäristöministeriö asetti 21.6.2018 työryhmän, jonka tehtävänä oli kehittää merenpohjan geologisten varantojen hyödyntämiseen liittyviä käytäntöjä, suunnittelua ja tutkimusta varantojen kestävä käytön tueksi. Työryhmän tavoitteena oli laatia Suomen merenhoidon toimenpideohjelman 2016-2021 mukaisesti suositukset hyvistä käytännöistä merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarantojen kestävä käytön edistämiseksi ja toiminnasta aiheutuvien haittojen hallitsemiseksi. Geologian tutkimuskeskus koosti ympäristöministeriön toimeksiannosta taustaselvityksen Suomen merialueen geologisten varantojen ottotoiminnan historiasta, tunnettujen varantojen sijoittumisesta, hyödyntämismahdollisuuksista ja hyödyntämiseen liittyvistä teknisistä ja ympäristökysymyksistä. Tämän lisäksi työryhmässä kuultiin asiantuntijaesitelmiä liittyen esimerkiksi merenpohjan luonnonvarojen hyödyntämiseen liittyvästä lainsäädännöstä ja luvitusprosesseista, toiminnan mahdollisista linkeistä alueidenkäytön suunnitteluun, toiminnan taloudellisista näkökohdista, sekä ympäristövaikutuksista ja niiden arvioinnista. Työryhmän työskentelyn lopputuotteena koottiin tämä suositus Suomen merialueiden geologisten varantojen kestävälle käytölle.

2. Merenpohjan hiekka- ja soravarannot

Merenpohjan maa-ainesvarantoja on kartoitettu Suomessa järjestelmällisesti 1950-luvun lopulta lähtien. Järjestelmällisempi rannikkoalueiden geologinen kartoitus alkoi 1980-luvulla, jolloin seutukaavaliitot kiinnostuivat alueillaan mahdollisesti sijaitsevista merihiekkaesiintymistä. Kaakkois-Suomen (Häkkinen ja Åker 1991), Varsinais-Suomen (Häkkinen 1990) sekä Helsingin ja Itä-Uudenmaan Seutukaavaliittojen alueilla (Rantataro 1992) toteutettiin mittavat merenpohjan kartoitusprojektit, joiden tarkoituksena oli selvittää hyödynnettävissä olevien merenpohjan hiekka- ja soravarantojen määrää, laatua ja sijaintia. Kohdennettuja kartoituksia jatkettiin 1990-luvulla ja 2000-luvun alkupuolella.

2.1. Hiekka- ja soravarannot Suomen merialueella

LUONNOS 19.6.2019

Suomen merialueiden pohjasedimentit ovat geologisesti katsoen hyvin nuoria. Käytännössä kaikki merihiekka ja –soravarannot ovat syntyneet viimeisen jääkauden loppuvaiheessa tai sen jälkeen viimeisten 13 000 vuoden aikana. Hyödyntämiskelpoiset varannot sijaitsevat pääasiassa jäätikön sulamisvaiheessa syntyneiden harjujen merenalaisissa jatkeissa ja reunamoreeni muodostumissa, kuten Salpausselissä. Vähäisemmässä määrin hyödyntämiskelpoista aineista voi löytyä muistakin moreenikerrostumista tai eroosiohiekkakerrostumista (Kuva 1.).



Kuva 1. Harjusaaret ja vedenalaiset hiekkasärkät muodostavat harjujen ja Salpausselkien jatkeen maalta merialueille. Metsähallitus 2015/Petra Pohjola

Vedenalaiset harjut ja reunamoreenit

Harjuaineksen käyttökelpoisuus perustuu sen syntyprosessin yhteydessä tapahtuneeseen lajittumiseen. Sulamisvesivirroissa tapahtuneen kerrostumisen ansiosta materiaali on hyvin tasarakeista eli lajittunutta. Lisäksi yksittäiset rakeet ovat yleensä hyvin pyöristyneitä, mikä vaikuttaa merkittävästi aineksen ominaisuuksiin, kuten vedenläpäisevyyteen sekä betonin työstettävyyteen ja pumpattavuuteen. Reunamoreeni muodostumissa aineksen kerrostuminen on tapahtunut osittain sulamisvesivirroissa ja osittain aivan jäätikön reunavyöhykkeessä. Tästä syystä esimerkiksi Salpausselkien aines ei ole niin hyvin lajittunutta ja se sisältää usein raekooltaan vaihtelevampaa materiaalia.

Moreeni on syntynyt jäätikön alla, eikä se ole harjuaineksen tavoin kerrostunut veteen. Aines on siten koostumukseltaan hyvin heterogeenista eikä ole tämän vuoksi niin käyttökelpoista kiviaineksena kuin harjuista ja reunamoreeneista saatava aines. Moreenia voidaan hyödyntää esimerkiksi täyttömaana, jos sitä syntyy sivutuotteena esimerkiksi muun ottotoiminnan yhteydessä.

Eroosiohiekat

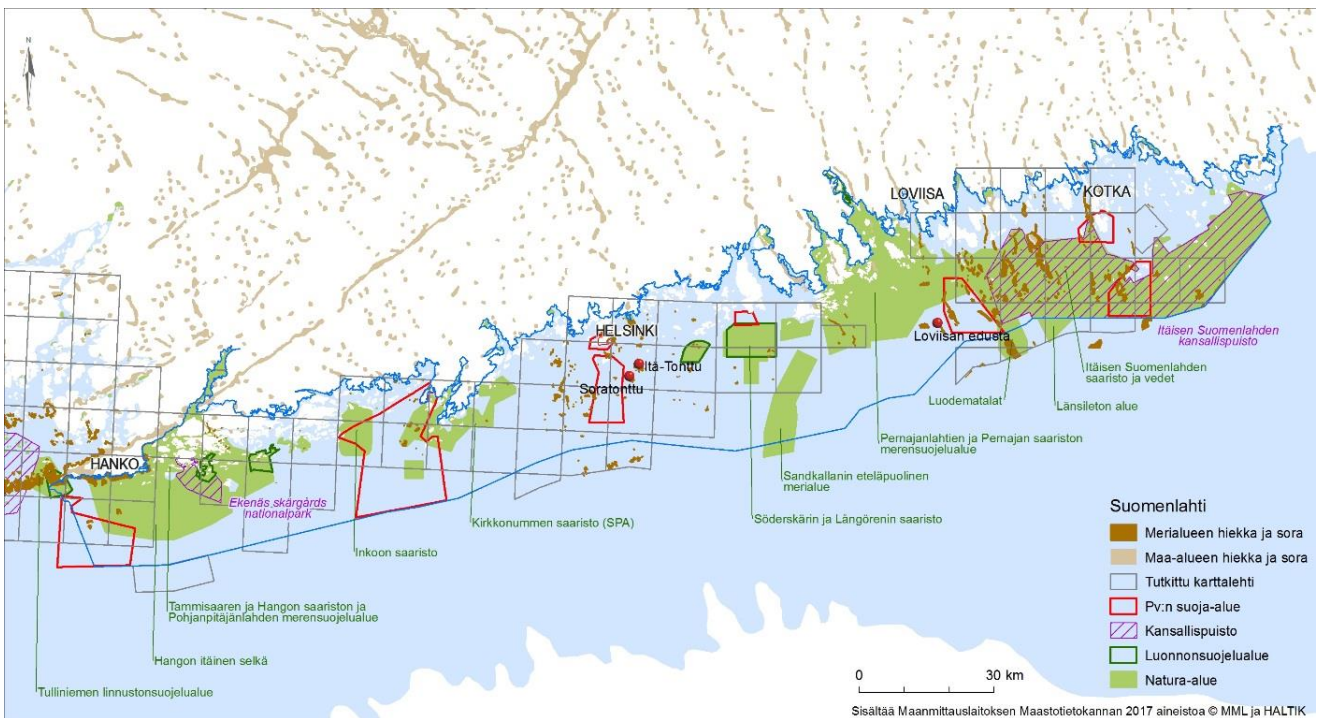
Virtaavan veden ja erityisesti aallokon vaikutuksesta syntyy jatkuvasti laajuudeltaan erilaisia eroosiohiekkakerrostumia (Kuva 2). Eroosiohiekkakerrostumia syntyy kun vesi kuluttaa, kuljettaa ja kasaa tietyn raekoon aineesta esimerkiksi moreenirannalta tai –matalikolta. Veden virtausnopeus ja/tai aallokon voima vaikuttavat siihen kuinka karkearakeista materiaalia kerrostuu. Eroosiohiekat ovat syntytapansa vuoksi myös hyvin lajittunutta, tasarakeista aineesta ja siten hyvin käyttökelpoista materiaalia rakennusteollisuudelle. Hiekkakerrostumat ovat kuitenkin yleensä enintään muutamia metrejä paksuja, joten niiden hyödyntäminen ei ole yleensä taloudellisesti kannattavaa. Tyypillisiä eroosiohiekkamuodostumia ovat hiekkarannat sekä erilaiset aallot, särkät ja dyynit. Vedenalaisilla ja rantahiekkamuodostumilla elää usein niille tyypillistä eliöstöä ja monet hiekkapohjille kehittyvistä luontotyypeistä on suojeltu (Luku 6).



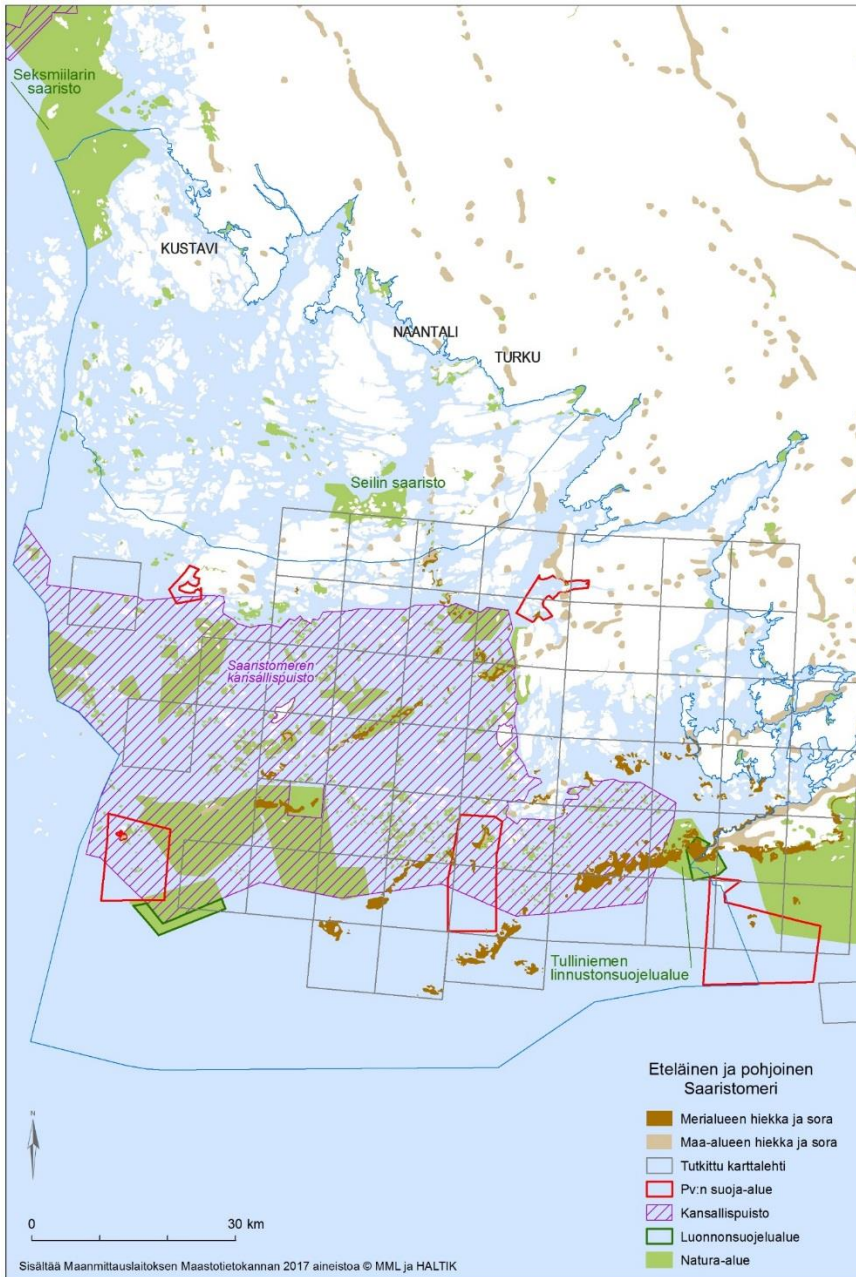
Kuva 2. Eroosiohiekkapohjat, kuten tämä Kuivaniemessä Perämerellä sijaitseva pohja, ovat muodostuneet hyvin tasakokoisesta materiaalista. Metsähallitus 2015/Suvi Saarnio

2.2. Varantojen sijoittuminen

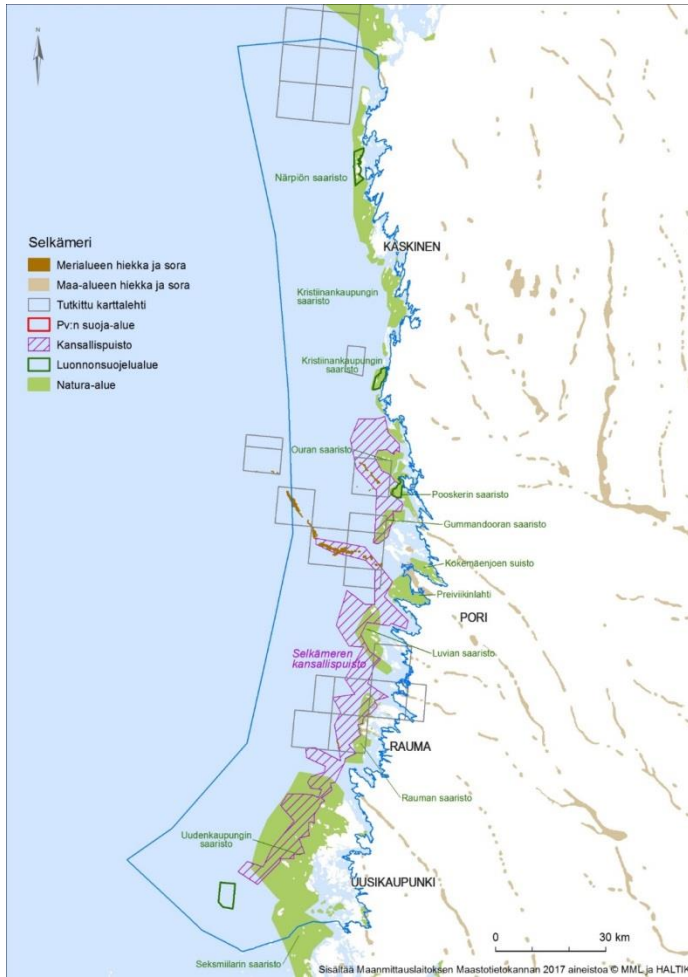
Suomen merialueilla tehdyissä tutkimuksissa on kartoitettu viime vuosikymmeninä lähes kaikki potentiaaliset hiekka- ja sora-ainesten esiintymisalueet mantereelta merialueille jatkuviin harjumuodostumiin ja Salpausselkiin liittyen. Yhteensä merkittäviä kiviainesvarantoja muodostavia alueita on löydetty merialueelta kolmisenkymmentä (Kuvat 3-7). Koska kartoitukset ovat toistaiseksi rajoittuneet pääosin Suomen aluevesille, tietoa Suomen talousvyöhykkeeltä on saatavilla vain rajoitetusti ja on todennäköistä, että käyttökelpoista kiviainesta löytyy myös talousvyöhykkeeltä.



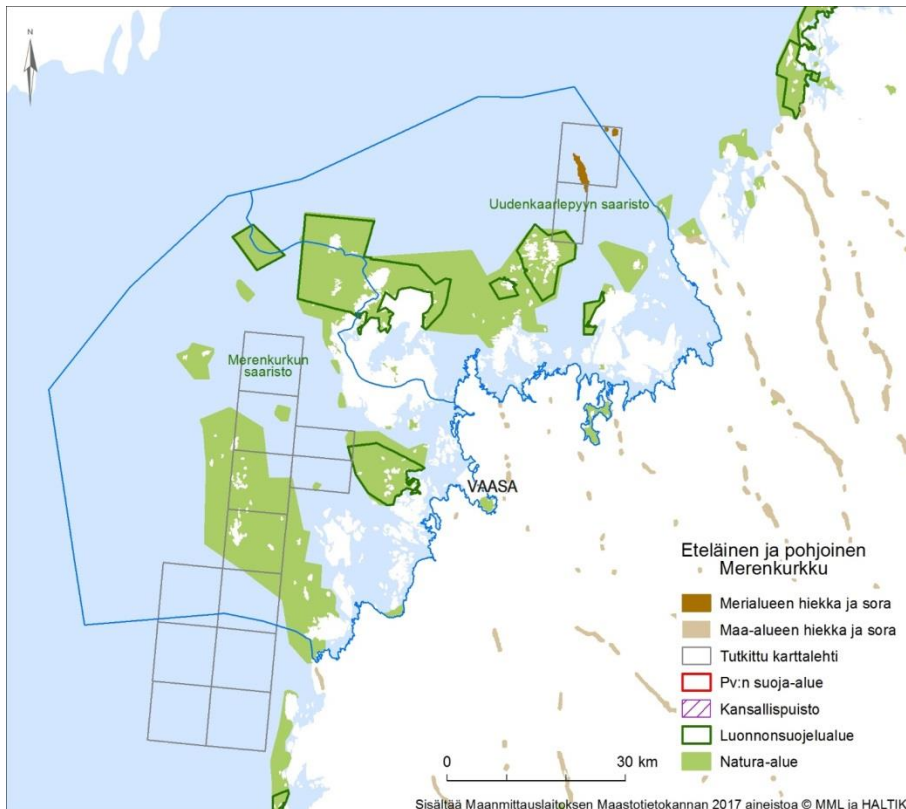
Kuva 3. Arvio merenpohjan hiekka- ja soravarantojen sijoittumisesta Suomenlahdella. Varantojen hyödyntämiseen voi liittyä rajoituksia liittyen esimerkiksi luonnonsuojeluun tai puolustusvoimien toimintaan.



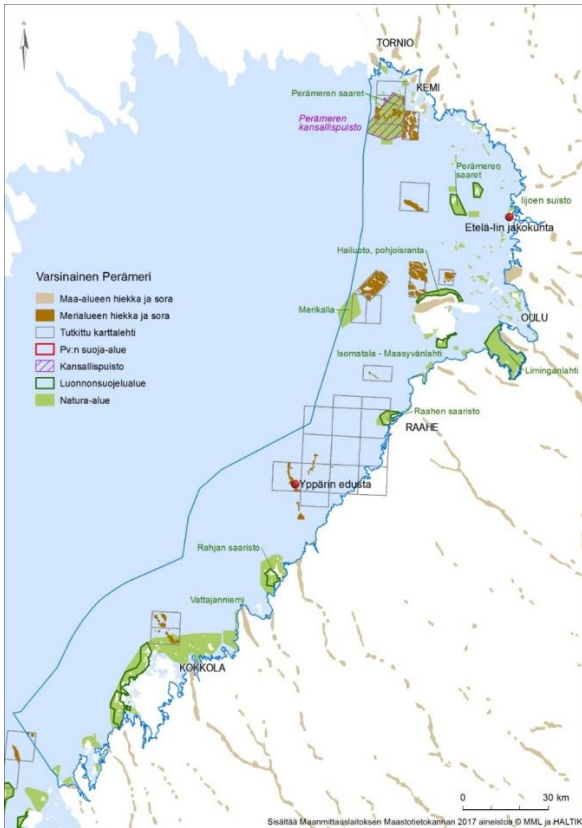
Kuva 4. Arvio merenpohjan hiekka- ja soravarantojen sijoittumisesta Saaristomerellä. Varantojen hyödyntämiseen voi liittyä rajoituksia liittyen esimerkiksi luonnonsuojeluun tai puolustusvoimien toimintaan.



Kuva 5. Arvio merenpohjan hiekka- ja soravarantojen sijoittumisesta Selkämerellä. Varantojen hyödyntämiseen voi liittyä rajoituksia liittyen esimerkiksi luonnonsuojeluun tai puolustusvoimien toimintaan.



Kuva 6. Arvio merenpohjan hiekka- ja soravarantojen sijoittumisesta Merenkurkussa. Varantojen hyödyntämiseen voi liittyä rajoituksia liittyen esimerkiksi luonnonsuojeluun tai puolustusvoimien toimintaan.



Kuva 7. Arvio merenpohjan hiekka- ja soravarantojen sijoittumisesta Perämerellä. Varantojen hyödyntämiseen voi liittyä rajoituksia liittyen esimerkiksi luonnonsuojeluun tai puolustusvoimien toimintaan.

Geologian tutkimuskeskuksen tuottamassa taustaselvityksessä tehdyn arvioin mukaan Suomen merialueilla olisi hiekkaa ja soraa noin 2-3 mrd m³, mikä vastaa noin 50 vuoden kiviainesten käyttöä Suomessa. Arvio perustuu kartoitettujen hiekka- ja soraesiintymien pinta-alaan ja viiden metrin kerrostumapaksuuteen. Vertailun vuoksi mantereella arvioidaan olevan pohjaveden pinnan yläpuolella yhteensä 48 mrd m³ hiekka- ja soravarannot (GTK:n maa-aines tietokanta, https://hakku.gtk.fi/fi/locations/search?location_id=107).

Sekä merellä että mantereella vain pieni osa hiekasta ja sorasta on tosiasiaa hyödynnettävissä, johtuen esimerkiksi olemassa olevista aluevarauksista liittyen esimerkiksi maanpuolustukseen, luonnonsuojeluun tai kaupunkirakentamiseen. Esimerkiksi Pirkanmaan POSKI-projektissa maa-aineksen ottamiseen soveltuvia alueita oli vain 0,5 % kaikista pohjavedenpinnan yläpuolisista hiekka- ja sora-alueista (Appelqvist et al. 2015). Vastaavaa arviota merenpohjan kiviainesvarannoista ei toistaiseksi ole tehty.

2.3. Merihiekan käyttökohteet

Merihiekan ominaisuudet

Merenpohjalta nostettava kiviaines on samankaltaista kuin maanpäällinen kiviaines. Ruotsin geologian tutkimuskeskuksen tutkimusten mukaan merihiekan käyttö betonin kiviaineksena voi edellyttää nostetun materiaalin huuhtelemista vesiliukoisten kloridien poistamiseksi (Nyberg ym. 2017). Belgialaisten ja suomalaisten selvitysten mukaan Itämeren alhaisen suolapitoisuuden johdosta peseminen ei kuitenkaan ole tarpeen (suulliset tiedonannot: MH-kivi ja DEME Group). Merihiekan purkaminen maalle kuivana laskee suolapitoisuuden alle 0.02 %, joka on rajana esimerkiksi suomalaisissa kansallisissa betonin kiviaineksen laatuvaatimuksissa (Betonin kiviainekset, BY43). Merihiekan suolapitoisuus on kuitenkin määritettävä säännöllisin testeillä, mikäli sitä hyödynnetään betonin raaka-aineena. Käytännössä kiviaineksen märkeseulonta voidaan joutua tekemään lähinnä sopivan rakeisuuden saavuttamiseksi ja mahdollisen hienoaineksen vähentämiseksi kiviaineksesta.

Suolaisuuden ohella muita selvitettäviä ominaisuuksia merenpohjan kiviaineksessa samoin kuin maanpäällisten kiviainesvarantojen kohdalla ovat materiaalin sulfidipitoisuus, säteily, alkalisilikareaktiivisuus ja muiden mahdollisten epäpuhtauksien, kuten arseenin, pitoisuudet. Suolaisuus ja mahdollinen korkea simpukankuorisoran määrä ovat ainoat tekijät, joiden selvittäminen poikkeaa maanpinnalta peräisin olevien materiaalien tutkimuksesta, joten merihiekan laadun varmentaminen ei tuo lisävaatimuksia materiaalin laadun selvittämisestä.

Merihiekan ja -soran hyödyntämismahdollisuudet

Merikiviainesta on käytetty Suomessa viime vuosina lähinnä mittakaavaltaan suurissa projekteissa täyttömässana rannikolle sijoittuvissa rakennushankkeissa, kuten Vuosaaren sataman rakentamisen yhteydessä. Merenpohjan varantoja käyttämällä on mahdollista säästää projektikohtaisesti materiaali- ja logistiikkakustannuksissa tilanteessa, jossa maanpäälliset varannot ovat ehtymässä lähiseudulla ja ottoalue merellä sijaitsee rakennuskohteen tai jalostusalueen läheisyydessä. Merihiekan ja -soran hyödyntäminen on myös tehokasta: pohjasta voidaan imeä 2500 m³ ainesta tunnissa. Merenpohjan varantojen hyödyntämistä kannattaa kuitenkin aina tapauskohtaisesti tarkastella ekotehokkuusmallien kautta erityisesti silloin, kun aineksen kuljetusmatkat mantereella ovat pitkiä (Kuva 8).



Kuva 8. Merihiekan ja harjuhiekan käytön ekotehokkuuteen vaikuttavat esimerkiksi käytetty teknologia, kuljetuskustannukset ja kuljetuksesta syntyvät päästöt, sekä ottotoimintaan kuluva aika.

Merestä nostettujen kiviainesvarojen jalostamisessa on samoja piirteitä kuin maanpäällisten hiekka- ja soravarojen jalostamisessa. Suurin ero merihiekan jalostamisessa liittyy suurien kiviainemäärien prosessointiin, logistiseen ketjuun ja varastointiin. Märkäseulonta ja merihiekan huuhteleminen vedellä on myös usein välttämätöntä sopivan rakeisuuden aikaansaamiseksi. Merihiekan hyödyntämistä betonin raaka-aineena on tutkittu jonkin verran, mutta teollisen mittakaavan toiminta edellyttää vielä lisäselvityksiä. Merihiekan käyttö edellyttäisi jalostusketjun kehittämistä. Tämän lisäksi tarvittaisiin aluesuunnitteluun liittyviä ratkaisuja rannikon lastaus-, jalostus- ja varastoalueiden perustamiseksi tunnistamalla ja määrittämällä sopivia varastointi- ja jatkojalostusalueita. Merihiekkaesiintymien hyödyntäminen edellyttäisi myös nykyistä kattavampia taustaselvityksiä varantojen laadusta ja laadunvaihteluista.

Kiviainesta betonintuotantoon olisi mahdollista saada myös täyttöihin tapahtuvan merihiekan ottotoiminnan yhteydessä, mikäli materiaali seulottaisiin soveltuvin osin karkeudeltaan eri jakeisiin.

2.4. Markkinat

LUONNOS 19.6.2019

Kaupungistuminen ja suuret infrahankkeet, kuten satamien laajennukset sekä merelle sijoittuvat rakennushankkeet, lisäävät tarvetta hyödyntää kiviainesvarantoja nykyistä tehokkaammin. Tässä kokonaisuudessa merenpohjan resursseilla voi olla merkittävä rooli: maalle sijoittuvien kiviainesvarantojen käyttöpaineita voidaan vähentää, voidaan turvata riittävän ja hyvälaatuisen pohjaveden saatavuus ja samalla suojella maanpäällisiä luontoarvoja kovan käyttöpaineen ja ihmisvaikutuksen alaisena olevilla alueilla. Toisaalta ottotoiminnan siirtäminen merelle edellyttää perusteellisia selvityksiä ottotoiminnan ympäristövaikutuksista.

Pääkaupunkiseudulla ja esimerkiksi Oulun seudulla on pulaa betonin kiviaineksena käytettävistä hiekasta ja sorasta (Vikstedt ym. 2014). Uudellamaalla mantereelle sijoittuvat hiekka- ja soravarannot on käytännössä hyödynnetty loppuun ja materiaalia toimitetaan rakennuskohteisiin Itä-Uudeltamaalta ja Hämeestä (Kinnunen ym. 2006). Louhittu kallioaines, kuten metron louheiden käyttö betonin kiviaineksena ei ole käytännössä mahdollista tunnelilouheiden laadun ja laadunvaihtelun vuoksi. Pula konkretisoituu käytännössä jopa 100 km kiviaineksen kuljetusmatkoina, mistä aiheutuu paitsi hiilidioksidipäästöjä, myös raskaan liikenteen tuottamia melu, pöly ja liikennehaittoja.

Merikiviainesta on hyödynnetty Suomessa viime vuosina vain mittakaavaltaan erittäin suurissa projekteissa, koska sen hyödyntämiseen liittyy suuria logistisia ja varastointiin liittyviä kustannuksia (Kuva 9). Tästä johtuen merihiekan pienimittakaavainen käyttö ei ole käytännössä kannattavaa. Toistaiseksi melko harvoin tapahtunut ottotoiminta merellä ei kuitenkaan johdu merikiviaineksen heikommasta kilpailukyvyistä verrattuna maalla sijaitseviin kiviainesvaroihin, vaan suurien rannikon rakennus- ja kehittämishankkeiden vähäisestä määrästä. On todennäköistä, että esimerkiksi pääkaupunkiseudun rantarakentamisen sekä kansainvälisten rakennushankkeiden myötä kiinnostus hyödyntää merikiviainesvarantoja tulee lisääntymään, ei vain täytöissä, vaan myös rakennusmateriaalien raaka-aineena. Merenpohjan kiviainesvarojen käyttöönottoa tehostanee ainakin alueellisesti lähitulevaisuudessa maanpäällisten hiekka- ja soravarantojen nopea hupeneminen erityisesti kasvukeskusten läheisyydessä ja maanpäällisten varantojen hyödyntämisen kustannusten kohotessa.

Ruotsissa tehdyn selvityksen mukaan (Nyberg ym. 2017) merihiekan käyttö on kustannuksiltaan kilpailukykyistä verrattuna maanpäällisiin rekoilla kuljetettaviin kiviaineksiin, jos ottotoiminta tapahtuu alle 100 km etäisyydellä satamasta. Suomen merihiekkaesiintymät sijaitsevat selvästi lähempänä mahdollisia käyttökohteita verrattuna Ruotsin esiintymiin. Lisäksi Ruotsissa tehty selvitys ei huomioi riittävästi merihiekan jalostustermiinaalien sijaintia, joka voi sijoittua hyvin lähellä lopullista käyttökohdetta, mikä lisää entisestään merihiekan kilpailukykyä Manner-Suomen kiviainesvarantoihin verrattuna. Lisäksi on huomioitava, että Ruotsissa hiekka- ja soravarojen ottotoimintaan liittyy soraveron (15 SEK/tonni), joka ei koske merihiekan ottoa. Suomessa maa-ainesveron toimivuutta ja sen käyttöönottoa on selvitetty. Selvityksen mukaan maa-ainesvero siirtyisi lopputuotteiden hintoihin. Suomessa julkinen sektori, joka on maa-aineksen pääkäyttäjänä, olisi myös veron suurin maksaja. Maa-ainesvero siirtyisi julkisen sektorin maksettavaksi infrastruktuurin kustannusten nousun myötä. Lisäksi julkisen sektorin kysynnän arvioidaan reagoivan huonosti hintajoustoon, jolloin tämä tarkoittaisi sitä, että verolla ei olisi käytännössä toivottua vaikutusta.



Kuva 9. Vuosaaren sataman rakentamisessa merenpohjalta nostettua kiviainesta hyödynnettiin sataman pohjan täyttöihin. Belgialainen Lande Wapper -hiekkahopperi toi merihiekkaa Vuosaaren sataman täyttöihin. Helsingin satama 2004/Paavo Lyytinen

2.5. Kiviainesvarantojen hyödyntäminen Itämerellä ja muualla Euroopassa

Merikiviaineksen käyttökohteet painottuvat Euroopassa selvästi vaativampien rakennusmateriaalien, kuten betonin, tuotantoon, sekä rantaerosion korjaamiseen ja hiekkarantojen kunnostamiseen Atlantin valtameren rannikolla (Taulukko 1). Merihiekan käyttö suoriin täyttöihin on pienimuotoisempaa muualla Euroopassa kuin Suomessa. Valtiot perivät useimmissa Itämeren ja Euroopan maissa merenpohjan hiekka- ja soravarantojen hyödyntämisestä maksun, joka määräytyy kansallisesti varantojen hyödynnysjärjestelmän ja markkinatilanteen mukaisesti.

Taulukko 1. Merihiekan ottomäärät ja käyttökohteet (miljoonaa tonnia) eräissä Euroopan maissa vuonna 2015 (ICES 2016).

Maa	Betoni ja muu rakentaminen	Rantahiekka	Täyttö	Vienti	Kokonaisotto
Belgia	2,3	0,5	-	1,1	3,9
Tanska	3,5	2,0	1,5	0,6	7,6
Ranska	2,7	-	-	-	2,7
Saksa	0,5	1,8	-	-	2,3
Alankomaat	6,7	17,8	1,5	3,2	29,1
Iso-Britannia	15,6	1,2	1,1	1,3	19,2
Puola	0,3	0,4	-	-	0,7
Yhteensä	31,6	23,7	4,0	6,2	65,5

Pohjoismaissa merikiviaineksiä hyödynnetään selvästi eniten Tanskassa, sillä Tanskassa ei ole kalliokiviainesta saatavilla kuin yhdeltä louhokselta Bornholmin saarelta (139 000 m³ v. 2015). Merenpohjalta nostetun aineksen osuus vuosittain hyödynnettävästä kiviaineksestä on Tanskassa arviolta 25 %. Ruotsissa merihiekkaa on hyödynnetty pieniä määriä Skånessa rantaerosion vaikutusten korjaamisessa.

Ruotsi

LUONNOS 19.6.2019

Ruotsissa on toteutettu kattava merihiekkaselvitys, jossa arvioidaan merenpohjan kiviainesvarantoja, kiviaineksen kysyntää, varantojen hyödyntämiseen liittyviä kustannuksia ja toiminnan ympäristövaikutuksia (Nyberg ym. 2017). Lähtökohtana Ruotsissa tehdyille selvitykselle on ollut taata puhtaan pohjaveden saanti, sekä edesauttaa merieliöstön ja -elinympäristöjen suojelua. Selvitykseen perustuen Ruotsissa on tunnistettu yhdeksän kohdetta, joiden merihiekkaa ja –soravarantoja voitaisiin mahdollisesti hyödyntää. Kohteista neljä on ensisijaisia, joista mahdollinen hyödyntäminen tulisi aluksi pienessä mittakaavassa aloittaa. Kaupallisesti mahdollisesti hyödynnettävien kohteiden valinnassa on ollut viisi pääperiaatetta:

- kohde sijaitsee sijaitsevat valoisan vyöhykkeen alapuolella
- kiviainesmuodostumat ovat paksuja eikä niiden pinnalla ole pehmeää, paljon orgaanista ainesta sisältävää sedimenttiä
- muodostumien pintasedimentti on hiekkaa ja soraa
- kohteet sijaitsevat sellaisessa ympäristössä, jossa pohjan läheiset virtaukset pystyvät liikuttamaan hiekkaa ja soraa
- kohteet sijaitsevat niin kaukana rantavyöhykkeestä, ettei rantojen eroosioriskiä muodostu

Soveltuviksi katsotut alueet sijaitsevat eri osissa Ruotsin rannikkoa siten, että yksi niistä sijaitsee Perämerellä (Svalans och Falkens grund), yksi Selkämerellä (Finngunden, Östra Banken) ja loput Itämeren altaan ja Tanskan salmien alueella. Kiviaineksen otto on mahdollista myös muilla alueilla. Merikiviaineksen ottoluvat valtion omistamilla merialueilla Ruotsissa myöntää Ruotsin geologian tutkimuskeskus SGU.

Saksa

Saksassa merikiviaineksen ottotoimintaa tapahtuu sekä Pojanmerellä että Itämerellä, seuraavassa kuitenkin tarkastellaan vain Itämerellä tapahtuvaa kiviaineksen ottoa.

Rantaeroosion vaikutusten korjaamiseen liittyvää kiviaineksen ottotoimintaa toteutetaan Saksassa julkisen sektorin rahoittamissa hankkeissa, joissa julkinen taho luvittaa toiminnan ja kilpailuttaa sen jälkeen ruoppauksen ja materiaalien siirron rannalle. Yksityiselle sektorille myönnettyjen ottolupien kohteena ovat myös rantaeroosion ja hiekkarantojen suojaus ja kunnostustoimenpiteiden ohella kiviaineksen tuottaminen varsinaiseen rakentamiseen. Julkinen sektori ei toimita kiviaineksia, koska aiheeseen liittyvä käytännön osaaminen puuttuu, eivätkä toimijat voi tästä johtuen ottaa vastuuta materiaalien laadusta eri käyttökohteissa.

Saksassa kiviainesvarat ovat materiaalina laadultaan vaihtelevia ja usein sekoittuneita, minkä seurauksen esimerkiksi karkeammasta sorasta (>4 mm) on pulaa. Itämeren alueen merikiviainesvarannot liittyvät rantaeroosiossa vapautuvien materiaalien ohella jääkausien aikaisten jäätikköjokien ja muihin sedimentoivien prosessien materiaaleihin. EU:n Natura 2000 –suojelualueverkosto vaikuttaa huomattavasti merikiviainesvarojen ottotoimintaan Saksassa, sillä Natura 2000 –verkoston perustamisvaiheessa 1990-luvulla jopa puolet Saksan Itämeren puoleisista merialueista liitettiin merelliiseen suojelualueverkostoon. Saksassa Natura 2000 suojelualueilla on mahdollista toteuttaa merikiviaineksen ottotoimintaa, mutta se edellyttää kattavaa ympäristövaikutusten arviointia EU:n Luontodirektiivin mukaisesti. Natura-arvioinnin lisäksi on tehtävä Saksan luonnonsuojelulakien mukaiset arviot lajien säilymisestä ja biotooppien suojelusta (haastattelu Ingo Hammwöhner, OAM-DEME Mineralien GmbH/UEPG, Euroopan kiviainesyritysten organisaation merihiekkaryhmän puheenjohtaja). Saksassa suojelualueverkoston osia on sijoitettu karkeampaa pohjamateriaalia sisältäville alueille, mistä johtuen ottotoiminta on keskittynyt hienojakoisempaan kiviainekseen ja karkeammista materiaaleista on pulaa. Hollannissa, Belgiassa ja Tanskassa on kyetty paremmin sovittamaan yhteen suojeltavien alueiden sekä kriittisten kiviainesresurssien oton tarpeita ja kiviainesmateriaalien tuotanto onnistuu paremmin.

Saksassa merikiviaineksen hyödyntämisen edellyttämä lupaprosessi on kaksivaiheinen:

- Yritys hakee kiviainesmuodostuman hyödyntämiselle yleisluvan siltä osavaltiolta, jonka alueella esiintymä sijaitsee. Mikäli toiminta sijoittuu talousvyöhykkeelle, lupa haetaan Saksan valtiolta. Lupaprosessissa on mukana lukuisia tahoja, kuten kaivos- ja ympäristöviranomaisia. Luvan myöntäjän varmistettua, että alueella ei ole merihiekan oton rajoitteita, luvan hakija tekee alueesta selvityksen. Tässä yhteydessä

LUONNOS 19.6.2019

hakija määrittelee tarkemmin myös esiintymän koon sekä laadun maastokartoituksilla. Yleislupa on pituudeltaan useiden kymmenien vuosien pituinen.

- Varsinaiselle ottotoiminnalle haetaan lupaa tarkemmin määritetylle alueelle. Ottolupa on voimassa 2-4 vuotta ja sisältää lupamääräyksiä kiviaineksen ottomäärästä ja –ajoista, sekä ympäristövaikutusten vähentämisestä ja lieventämisestä.

Tiedot ottomäärästä ja ottopaikkojen sijainnista raportoidaan kuukausittain ja vuosittain ottoluvan myöntäville tahoille. Kalastuselinkeinolle aiheutuvia haittoja pyritään välttämään toiminnan ajoittamisella sekä kompensoimalla ottotoiminnasta aiheutuvia haittoja taloudellisesti. Käytännön kokemusten perusteella kalastajille koitui eniten haittaa itse merikiviaineksen otosta, sillä tällöin kalastaminen ei alueella ollut mahdollista.

Ottotoiminnan vaikutuksia meriekosysteemiin seurataan lupamääräyksissä edellytetyn ajanjakson ajan, jotta voidaan varmistaa että alueiden olosuhteet palautuvat esimerkiksi virtausten ja aallokon vaikutuksesta riittävän lähelle alkuperäistä. Meriluonnon palautumiseen liittyy myös määräys, että merihiekan ottotoiminnalla ei muuteta litologista ympäristöä merkittävästi. Käytännössä tämä tarkoittaa että esimerkiksi hiekkapintaisen merenpohjan muuttuminen kallioksi ei ole sallittua.

Tanska

Tanskassa ei ollut erikseen määriteltyjä alueita eikä minkäänlaista lainsäädäntöä koskien merikiviaineksen hyödyntämistä v. 1997 asti. Tämän jälkeen kiviainesotolle soveltuvat alueet määriteltiin ja tavoitteeksi asetettiin tehdä ympäristövaikutusten arviointi (YVA) kaikille alueille seuraavan kymmenen vuoden kuluessa. Vuonna 2007 ottoalueet rajattiin uudelleen, jolloin niiden pinta-ala pieneni huomattavasti. Samalla jokaiselle alueelle määritettiin maksimiottomäärät. Myös uusien ottoalueiden geologinen kartoitus ja YVA –tarkastelu tuli pakolliseksi. Geologiset tutkimukset on tehtävä kahdessa vaiheessa. Ensin suoritetaan suurimittakaavainen kartoitus vähimmäisedellytyksenä tutkimusluvan saamiselle mahdolliselle ottoalueelle. Toisen vaiheen yksityiskohtaisempi kartoitus on puolestaan edellytys varsinaisen ottoluvan saamiselle. Ympäristövaikutusten arvioinnissa ottotoiminnan vaikutuksia arvioidaan mahdollisella ottoalueella ja sen lähialueilla 500 m etäisyydellä.

Tanskan merialueilla on kolme erityyppistä kiviainesten ottoaluetyyppiä sisältäen erisuuruisen korvauksen valtiolle.

- Yhteinen alue (87 kpl) on yleisin ja samalla kalleimman maksuluokan ottoalue. Kuka tahansa voi hakea lupaa ottotoiminnalle yhteisellä alueella ja saada sen muutamassa päivässä. Kun alueen maksimiottomäärä on saavutettu, se suljetaan. Uuden yleisen alueen avaamiseksi tai vanhan ottoalueen ottomäärän lisäämiseksi voi tehdä hakemuksen. Luvan saaminen edellyttää geologisia tutkimuksia ja hyväksytyä YVAa.
- Huutokaupattavat alueet (8 kpl) on varattu vain yhdelle toimijalle ja valtiolle maksettavan korvauksen hinta määräytyy markkinoiden perusteella. Hinta on yleisiä alueita halvempi, koska ottoalueen kartoitus ja YVA on jo suoritettu luvanhakijan toimesta. Huutokaupattavista kohteista maksetaan myös pinta-alaan perustuvaa maksua, jotta alueet olisivat mahdollisimman pieniä ja jotta toimijat eivät varaisi niitä turhaan.
- Projektikohtaiset alueet (5kpl) on varattu yhdelle toimijalle ja yleensä vain tiettyä projektia varten. Valtiolle ei yleensä tarvitse maksaa korvausta nostetusta materiaalista. Ottoalueet on usein perustettu kansallisesti merkittävälle hankkeille.

Ottomääriä ja lupaehtojen mukaista toimintaa valvotaan ruoppausaluksien AIS-järjestelmään perustuen ja tietoja verrataan toimijoiden ilmoittamaan aineistoon.

Puola

Puolassa kaikki merialueet ovat valtion hallinnassa. Merialueen käyttö esimerkiksi maa-ainesten ottoon edellyttää toiminnasta vastaavan ministeriön lupaa (Ministry of maritime economy). Luvan edellytyksenä olevien tutkimusten suorittamiseen tarvitaan lupa ympäristöministeriöltä. Tutkimusten tekijällä on viiden vuoden etuoikeus tutkimaansa alueeseen. Varsinaista kiviainesten ottotoimintaa varten lupa haetaan

ympäristöministeriöltä, mutta lupa tarvitaan myös energiainisteriön alaisilta kaivosviranomaisilta. Luvan saaminen edellyttää lähes aina YVA-menettelyä.

Viro

Myös Virossa kaikki merialueet ovat valtion hallinnassa. Merihiekkan otto on keskittynyt lähinnä Suomenlahdelle. Vuosina 2003-2004 nostettiin yhteensä 4,2 Mm³ merihiekkaa ja –soraa kolmelta ottoalueelta, mm. Pranglin ja Naissaaren edustalta. Kiviainesvarantoja on hyödynnetty ilmeisesti myös Viron talousvyöhykkeeltä. Materiaali ei ole Virossa kovin hyvälaatuista ja sitä on käytetty suoraan esimerkiksi Muugan sataman täyttöihin.

Muut maat

Pohjanmerellä merihiekkaa ja –soraa käytetään runsaasti esimerkiksi Hollannissa ja Belgiassa. Näiden maiden tilannetta ei voi suoraan verrata Suomeen niiden rannikon täysin erilaisen ympäristöolosuhteiden takia. Molempien maiden rantaviiva on melko lyhyt, eikä saaristoa ole käytännössä lainkaan. Toisaalta ammattikalastus on huomattavasti Suomea merkityksellisemmässä asemassa ja siksi ottotoiminnan ympäristövaikutuksia seurataan hyvin tiiviisti.

Iso-Britanniassa valtio omistaa aluevesien merenpohjan ja sen kaupallisen hyödyntämisen luvituksesta vastaa The Crown Estate, jolla on velvollisuus ylläpitää ja edistää hallinnoimiensa alueiden arvoa ja tuottaa niistä tuloja. Ennen The Crown Estatelta saatavaa merihiekkan tuotantolisenssiä on toiminnanharjoittajan saatava The Marine Management Organisationilta ns. merilisenssi. Sen saaminen edellyttää mm. YVA:n tekemistä ja konsultointia lukuisten sidosryhmien kanssa. Mikäli ympäristövaikutukset arvioidaan hyväksyttäviksi, eikä hanke ole ristiriidassa esimerkiksi muiden merenkäytön tavoitteiden kanssa merilisenssi voidaan myöntää enintään 15 vuodeksi. Viranomaisen tarkastelee lupaehtoja viiden vuoden välein. Lupaehtoisissa käsitellään esimerkiksi haittavaikutusten lieventämistä ja seurantaa tapauskohtaisesti. Lupamenettelyissä ja –viranomaisissa on eroja Englannin, Walesin, Skotlannin ja Pohjois-Irlannin välillä.

Hollannissa merihiekkan otto on mahdollista alueella 20 m syvyyskäyrästä alkaen aina 12 merimailin aluevesirajaan saakka. Osa alueesta on varattu betonisoranottoon, eikä näiltä alueilta voi nostaa materiaalia täyttöihin tai rantojen kunnostukseen. Resurssien tehokkaan käytön varmistamiseksi valtio voi myöntää ottolupia yhteen kohteeseen usealle toimijalle samanaikaisesti.

Belgiassa valtio järjestää resurssien kartoituksen, YVA-prosessit ja tarvittavan seurannan, mikä rahoitetaan toimijoiden maksamalla korvauksella perustuen nostettuun kiviainesmäärään. Korvauksen suuruus määritellään vuosittain ja sen suuruus riippuu ottopaikasta. Rantojenkunnostukseen käytettävä materiaali on yleensä ilmaista. Valtio on määritellyt noin kymmenen aluetta merellä, joille se myöntää ottolupia. Lupaprosessi on kevyt ja nopea, koska valtio on jo teettänyt kaikki tarvittavat selvitykset etukäteen. Ottoalueita seurataan vuosittain ja kun tietyn alueen kiviainesvarannot on käytetty loppuun, se suljetaan. Tällä hetkellä on mahdollista hyödyntää aineksia 5 metrin kerrospaksuudelta. Ruoppaus tehdään aina liikkuvana imuruoppauksena, imuruoppaus paikallaan pysyen on kielletty.

Ranskassa on erillinen lainsäädäntö ja lupaprosessi rantojenkunnostukseen ja kaupalliseen toimintaan liittyvään merenpohjan kiviainesvarantojen hyödyntämiseen. Kaupallisessa toiminnassa tarvitaan kaksi erillistä lupaa, joista ensimmäisessä myönnetään lupa hyödyntää merenpohjan resursseja ja toisessa määritellään varsinaiset ottotoimintaan liittyvät kysymykset.

3. Merenpohjan mineraalivarannot

Merenpohjan rautamanganisaostumakenttiä on tutkittu Itämerellä 1960-luvulta lähtien niiden sisältämien rauta, mangaani-, fosfori- ja maametallivarantojen vuoksi (Winterhalter & Siivola 1967). Myös esimerkiksi merenpohjaan sitoutuneen fosforin hyödyntämismahdollisuuksia on pohdittu viime vuosina.

3.1. Mineraalivarannot

Rautamangaanisaostumat

Lähes kaikilla Suomen merialueilla esiintyy rautamangaanisaostumia, jotka ovat syntyneet hapellisissa olosuhteissa biogeokemiallisten prosessien tuloksena (Kuva 10.). Itämeren rautamangaanisaostumat muistuttavat syvänmeren mangaaninoduleita ja järvien pohjilla esiintyvää järvimalmia. Saostumat sisältävät runsaasti rautaa ja mangaania, mutta myös fosforia, arseenia, titaania, magnesiumia ja harvinaisia maametalleja.

Rautamangaanisaostumia voi olla merenpohjalla jopa 50-60 kg/m² ja siksi niiden taloudelliseen hyödyntämiseen on ollut kiinnostusta myös Itämerellä (Winterhalter 2004, Rogov ym. 2012, Zhamoida ym. 2017).



Kuva 10. Kiekkomaisten rautamangaanisaostumien muodostamaa merenpohjaa itäisellä Suomenlahdella. Kuva: SYKE 2012

Rautamangaanisaostumien merkityksestä Itämeren ekosysteemille ei ole kovinkaan paljon tietoa. Saostumiin on sitoutunut suuria määriä mm. fosforia, raskasmetalleja ja ympäristömyrkkyyä, joten ne toimivat luonnollisina varastoina näille aineille. Saostumat kykenevät myös hajottamaan öljyä (Reunamo ym. 2014). Hapettomiin olosuhteisiin joutuessaan saostumat alkavat kuitenkin liueta ja niihin sitoutuneet ravinteet ja metallit voivat vapautuvat meriympäristöön. On myös mahdollista, että ympäröivää merenpohjaa karkearakenteisempi saostumapohja tarjoaa ympäröivästä merenpohjasta poikkeavan elinympäristön pohjaeläimille ja pohjan lähellä liikkuville eläimille, jolloin saostumakenttien biologinen monimuotoisuus voi erottua ympäröivästä merenpohjasta.

Saostumien laajamittaisen hyödyntämisen vaikutuksista meriympäristölle on vain vähän tietoa. Joka tapauksessa niiden ruoppaamisen yhteydessä tapahtuu hienoaineksen leviämistä ympäristöön. Saostumat sijaitsevat pääosin eroosio- tai transportaatiopohjilla, joilta ottotoiminnan yhteydessä vapautuvan sedimentin määrä voi olla vähäinen. Niitä esiintyy kuitenkin myös muilla merenpohjilla hiekkapohjista kalliopintoihin. Syntyvästä saostumien tiheydestä riippuen saostumien ja niiden alapuolisen sedimentin suhde vaihtelee. Pienempien haulimaisten saostumien oton yhteydessä voi vapautua suhteessa enemmän sedimenttiä. Mahdollisten pintasedimenttiin kertyneiden haitallisten aineiden vapautuminen sedimentistä vesipatsaaseen riippuu samoin saostumien alapuolisen merenpohjan laadusta. Venäjällä on todettu saostumakenttien hyödyntämisen jälkeen, että aikaisemmin saostumakenttien peittämät merenpohjat liettyivät ruoppaustoiminnan seurauksena eikä kenttien tai niiden ylläpitämisen eliöyhteisön palautumista ole havaittu hyödynnetyillä alueilla (VSEGEI, suullinen tiedonanto 2018).

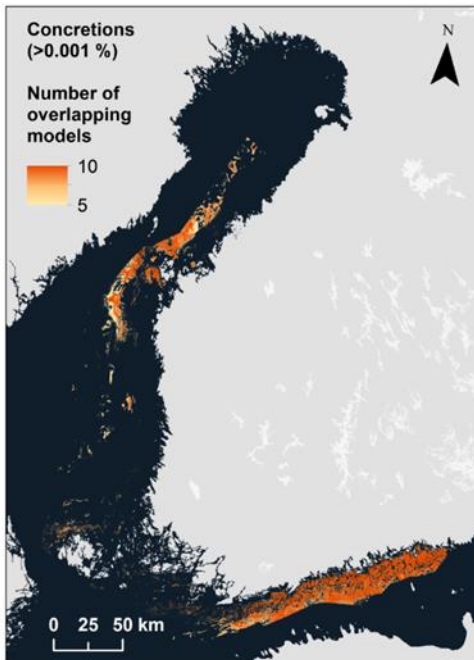
Fosfori

Vesistöjen pohjasedimenttiin varastoituneen fosforin hyödyntämismahdollisuuksia on tutkittu jonkin verran viime vuosina (mm. Laakso ym. 2016, Laakso ym. 2017a, 2017b). Pääasiassa ihmistoiminnan seurauksena meriympäristöön kulkeutunut fosfori kertyy biogeokemiallisten prosessien seurauksena pohjasedimenttiin. Hapettomissa olosuhteissa fosfori voi vapautua sedimentistä vesipatsaaseen aiheuttaen rehevöitymistä. Periaatteessa fosforin talteenotto pohjasedimenteistä on mahdollista, mutta asiaa on tutkittu vielä toistaiseksi melko vähän, eikä toiminta ole vielä taloudellisesti kannattavaa. Toteutuessaan fosforin talteenotto tapahtuisi meriympäristössä sedimentaatioalueilla, käytännössä pehmeillä pohjilla, eikä toiminta siten sijaitisi samoilla

pohjan alueilla kuin esimerkiksi mahdollinen hiekan- ja soranotto. Myös sedimenttiin sitoutuneen fosforin hyödyntäminen edellyttää lisätutkimusta: sedimenttimassojen käyttö olisi mahdollista todennäköisesti ainakin metsätaloudessa metsänpohjan parantamisessa.

3.2. Mineraalivarantojen levinneisyys

Rautamangaanisaostumia esiintyy alustavien, GTK:n ja VELMU:n tuottamiin aineistoihin ja mallinnukseen perustuvien arvioiden perusteella koko Suomen merialueella lukuun ottamatta Selkämerta (Kuva 11) (Kaikkonen ym. 2019/2020). Malleihin perustuvien arvioiden mukaan saostumia esiintyy 11-20% Suomen merialueen pohjista. Yksittäisten kenttien saostumatiheyttä tai alkuainepitoisuuksia ei kuitenkaan ole toistaiseksi selvitetty. Alkuainepitoisuudet riippuvat konkreetioita ympäröivän merenpohjan ja vesialueen olosuhteista.



Kuva 11. Alustava arvio rautamangaanisaostumien esiintymisestä Suomen merialueella perustuu sekä ympäristömuuttujat että VELMU-kartoitusohjelmassa tehdyt saostumahavainnot yhdistävään todennäköisyyssmalliin. Kuva Kaikkonen ym. 2019/2020

3.3. Mineraalivarantojen hyödyntämismahdollisuudet

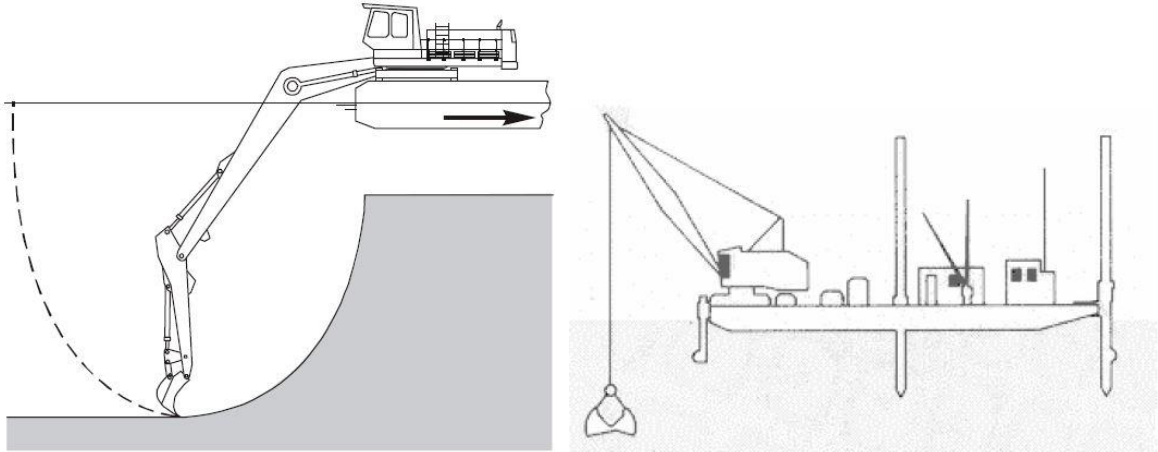
Venäjän merialueella Itäisellä Suomenlahdella sijaitsevia rautamangaanisaostumakenttiä on tutkittu jo vuosikymmeniä (Zhamoida ym. 2017). Arvioiden mukaan Suomenlahden Venäjän vesialueilla sijaitseviin kenttiin sitoutuneen mangaanin määrä olisi noin kaksi miljoona tonnia (Rogov ym. 2012). Vuosina 2006-2008 venäläinen kaivosyhtiö ruoppasi 56 000 tonnia saostumia Itäiseltä Suomenlahdelta metallien rikastustutkimuksiin. Toimintaa on sittemmin testattu myös Viipurinlahdella. On mahdollista, että saostumakenttien hyödyntäminen muuttuu kannattavaksi mineraalien, kuten fosforin, maailmanmarkkinahinnan noustessa. Saostumien sisältämät monet muut alkuaineet, kuten harvinaiset maametallit ovat myös akkumineraaliteollisuuden kiinnostuksen kohteena. Tämä voi tulevaisuudessa lisätä kiinnostusta hyödyntää myös Itämeren saostumakenttiä.

4. Varantojen hyödyntämiseen liittyvä teknologia

Merenpohjan geologisten varantojen hyödyntäminen edellyttää pohja-aineksen nostamista alukseen ja siirtämistä suoraan täyttökohteelle tai kuljettamista jatkojalostukseen. Perinteisen, pienimuotoisen kauharuoppauksen tilalle on viime vuosikymmeninä kehitetty maailmalla tehokkaita imuruoppausjärjestelmiä, joita hyödyntämällä merihiikkaa voidaan nostaa pohjasta suuria määriä lyhyessä ajassa. Merenpohjan rautamangaanisaostuma- ja fosforivarantojen hyödyntäminen edellyttää vielä teknologisten ratkaisujen kehittämistä.

Kauharuoppaus

Perinteinen menetelmä merihiekan nostamisessa on kauharuoppaus (Kuva 12). Yksinkertaisimmillaan kyseessä on proomun päälle sijoitettu kaivinkone, jonka ulottuvuus riittää nostamaan ainesta merenpohjasta alukseen. Toinen tyypillinen menetelmä on vaijerien varassa pohjalle laskettava ns. kahmari -tyyppinen kauha. Kiinteällä varrella tehtävässä ruoppauksessa kauhan varren pituus asettaa rajoituksia syvyyksulottuvuuden suhteen. Kauharuoppaus soveltuu hyvin suhteellisen mataliin ja vaihtelevaa raekokoa sisältäviin kohteisiin.



Kuva 12. Perinteisillä kauharuoppaajalla (vasemmalla) ja kahmari -tyyppisellä kauharuoppaajalla (oikealla) voidaan nostaa pieniä määriä kiviainesta merenpohjasta.

Imuruoppaus

Merikiviaineksen ottamisessa käytetään nykyään yleensä imuruoppausta (Kuva 13). Se on perinteistä kauharuoppausta tehokkaampi menetelmä, joskin sen käyttöön sisältyy myös joitain rajoitteita. Imuruoppauksessa ruoppausaluksesta lasketaan pohjalle imuputki, jota pitkin hiekan ja veden seos imetään aluksen lastiruumaan. Ylimääräinen vesi valutetaan aluksesta ulos ja ruuman täytyttyä alus ajaa satamaan purkamaan lastinsa.



Kuva 13. Liikkuvalta alukselta imetään hiekkaa kahden imupään avulla laivan ruumaan. Suomessa hiekkamuodostumien pinnalla on tyypillisesti karkeampaa ainesta, joka voi tukkia imupäät, minkä takia liikkuvaa imuruoppausta ei aina voida suorittaa.

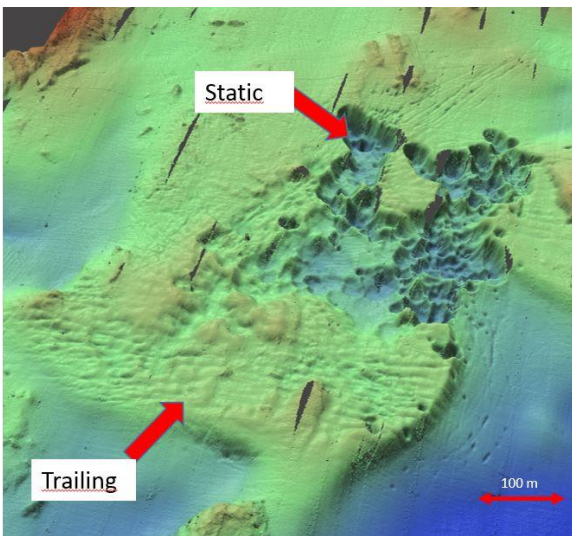
Imuruoppaus voidaan tehdä joko liikkuvana tai paikalla pysyen. Liikkuvassa menetelmässä ruoppaaja liikkuu hitaasti eteenpäin, jolloin ruoppaaja imee pohjalta imupään rakenteesta riippuen 1-5 metriä leveän ja noin 30- 50 cm syvän kaistaleen pohjamateriaalia kerrallaan. Tässä menetelmässä pohjan topografia ei muutu kovin merkittävästi, mutta vastaavasti ruoppaus tehdään yleensä laajalta alueelta. Menetelmä soveltuu parhaiten ohuiden muodostumien ja tasalaatuisen hiekkamateriaalin ruoppaamiseen. Ongelmaksi voivat koitua tyypillisesti meren pohjalla olevat isommat lohkarieet, jotka tukkivat imupään (Kuva 14). Paikallaan pysyvässä menetelmässä alus pysyy paikallaan, mutta imupäätä voidaan hieman liikuttaa. Tällöin päästään helpommin mahdollisesti

LUONNOS 19.6.2019

kivikkoisen pintakerroksen läpi. Menetelmä soveltuu parhaiten paksujen kiviainesmuodostumien ruoppamiseen. Sen seurauksena pohjalle syntyy kuoppia, mutta vastaavasti ruoppaus voidaan kohdistaa pinta-alaltaan pienemmälle alueelle kuin liikkuvaan imupäähän perustuvassa menetelmässä (Kuva 15).



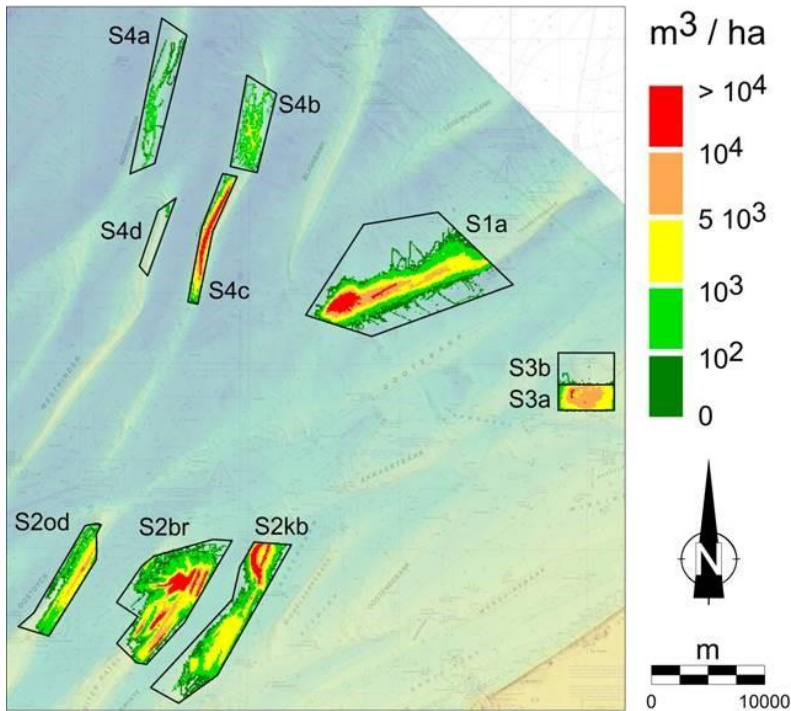
Kuva 14. Liikkuvalta alukselta imetään hiekkaa kahden imupään avulla laivan ruumaan. Suomessa hiekkamuodostumien pinnalla on tyypillisesti karkeampaa ainesta, joka voi tukkia imupäät, minkä takia liikkuvaa imuruoppausta ei aina voida suorittaa.



Kuva 15. Ruoppausjälkiä Helsingin edustalta Eestiluodon hiekanottoalueelta v.. Kuvassa näkyy kuoppia jotka ovat syntyneet imuruoppaajan ollessa paikallaan (Static) ja liikkeessä (Trailing). Kuoppien syvyys on noin 5-10 metriä. Monikeilaluotaimella tuotetun pohjan syvyysmallin vertikaalinen liioittelu on 6-kertainen, eli syvyyserot korostuvat kuvassa todellista suurempina.

Ottotoiminnan valvonta ja seuranta

Ruoppausalusten toimintaa seurataan ns. Black Box –datan avulla. Nykyaikaiset alukset on varustettu laitteistolla, joka kerää tietoa aluksen liikkeistä (sijainti, suunta, nopeus jne.) ja ruoppauslaitteiston toiminnasta (imu päällä/pois, imun teho, nostettu kiviainesmäärä). Tieto siirtyy ajantasaisena viranomaisten käyttöön, jolloin voidaan varmistaa, että alus on liikkunut luvanmukaisella alueella ja ruopattu kiviainesmäärä on sallituissa rajoissa. Seuranta-aineiston perusteella voidaan arvioida tarkasti otetun kiviaineksen määrää sekä ottoalueittain että vuosittain (Kuva 16).



Kuva 16. Belgiassa kerättyä seuranta-aineistoa ruoppausalusten kulkemista reiteistä ja ruoppausmääristä v. 2003-2010 (ICES WGEXT, Cooperative Research Report 330, 2016).

5. Merenpohjan geologisten luonnonvarojen hyödyntämistä koskeva keskeinen lainsäädäntö ja luvitusprosessi

5.1. Lainsäädäntö ja kansainväliset sopimukset

5.1.1. EU:n yhteisölainsäädäntö

Meristrategiadirektiivin (2008/56/EY) keskeisenä tavoitteena on Euroopan merien hyvän tilan saavuttaminen vuoteen 2020 mennessä. Direktiivi on Euroopan yhteisön ensimmäinen nimenomaan meriympäristön kokonaisvaltaiseen suojeluun ja säilyttämiseen tähtäävä työkalu. Direktiivi soveltaa ekosysteemilähtöistä ajattelutapaa Euroopan merien tasapainoisen suojelun ja käytön varmistamiseksi. Suomessa meristrategiadirektiivi on pantu täytäntöön lailla vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (1299/2004), sekä asetuksella merenhoidon järjestämisestä (980/2011). Direktiivin mukaista meristrategiaa kutsutaan Suomessa merenhoitosuunnitelmaksi. Vaikka direktiivin toteuttaminen on kunkin EU:n jäsenvaltion vastuulla, merialueen jakavilta jäsenvaltioilta edellytetään yhteistyötä, jotta strategiat olisivat koordinoituja, johdonmukaisia ja noudattaisivat yhtenäistä lähestymistapaa merialueen sisällä.

Meristrategiadirektiivissä meriympäristön hyvää tilaa määritetään 11 kuvaajan pohjalta. Ensimmäinen kuvaaja edellyttää biologisen monimuotoisuuden säilyttämistä, mikä edellyttää että luontotyyppien laadun ja esiintymisen sekä lajien levinneisyyden ja runsauden tulisi vastata vallitsevia fysiografisia, maantieteellisiä ja ilmastollisia oloja. Monet muutkin kuvaajat liittyvät läheisesti luonnon monimuotoisuuteen tai liittyvät joko ihmistoiminnan aiheuttamiin paineisiin tai tiettyihin meren ekosysteemien osatekijöihin. Direktiivin velvoitteiden mukaisesti merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen ei saa estää meren tilatavoitteiden saavuttamista. Tässä yhteydessä tulee erityisesti huomioida kuvaaja 6:n tavoitteet (merenpohjan koskemattomuus), jonka mukaan merenpohjan koskemattomuuden tulee olla sellaisella tasolla, että meriekosysteemin rakenne ja toiminnot on turvattu, eikä pohjaekosysteemiin kohdistu haitallisia vaikutuksia. Näin ollen yhteensovittamista sekä muun ihmistoiminnan että luontoarvojen kanssa tarvitaan, mikäli laajamittaista toimintaa suunnitellaan.

Vuonna 2000 annettiin EU:n **vesipuidedirektiivi** (2000/60/EY), jonka tavoitteena on vesien hyvän tilan saavuttaminen, mukaan lukien veden hyvä ekologinen laatu. Vesipuidedirektiivi kattaa rannikkovedet aina yhden meripeninkulman etäisyydellä aluevesien perusviivasta sekä jokisuiden vaihettumisalueet. Sen tavoitteena on

LUONNOS 19.6.2019

vesiympäristön hyvän tilan saavuttaminen ja ylläpitäminen erityistoimenpiteiden avulla. Direktiivissä vesistöjen ekosysteemin ekologinen tila kuvaa sitä, missä määrin ihmistoiminta on muuttanut vesikasvi- ja vesieläinyhteisöjen rakennetta ja toimintaa; hyvässä ekologisessa tilassa saastumisella on ollut vain vähäisiä vaikutuksia yhteisöjen ekologiaan.

Vesipuidedirektiivissä tarkoitettujen tilatavoitteiden sitovuutta punnittiin vuonna 2015 Euroopan unionin tuomioistuimen ratkaisussa (C-461/13; nk. Weser-tapaus), joka pohjautui saksalaisen tuomioistuimen ennakkoratkaisupyyntöön Weser-joen syventämishanketta käsitelleessä kansallisessa oikeudenkäynnissä. Ratkaisussaan EU-tuomioistuin linjasi vesipuidedirektiivin ympäristötavoitteiden oikeudellista sitovuutta. Tuomion mukaan vesien tilaa pysyvästi heikentävälle tai hyvän tilan tavoitteen vaarantavalle hankkeelle ei saa missään olosuhteissa myöntää lupaa. Heikkenemistä on jo yhden laadullisen tekijän tilan huonontuminen. Weser-tuomio sitoo lupaviranomaisia myös Suomessa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että esimerkiksi merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen ei saa heikentää rannikon vesimuodostuman tilaa edes yhden laadullisen tekijän osalta, mikä joissain tapauksissa voi olla toiminnan suunnitteluun ja toteutukseen vaikuttava tekijä.

EU:n **luontodirektiivillä** (92/43/ETY) on keskeinen merkitys luontotyyppien sekä luonnonvaraisen eläimistön ja kasviston suojelussa Euroopassa. Sen tavoitteena on säilyttää luonnon monimuotoisuus Euroopan unionin jäsenmaissa luomalla yhteinen viitekehys tärkeiden luonnonvaraisten kasvien, eläinten ja luontotyyppien suojelulle – mukaan lukien merelliset lajit ja luontotyypit. Jäsenmailta edellytetään toimia tavoitteen saavuttamiseksi. Euroopan yhteisö vahvisti vuonna 1979 direktiivin (79/409/ETY – päivitys: 2009/147/EY) luonnonvaraisten lintujen suojelusta (**lintudirektiivi**) Euroopassa. Sen tavoitteisiin kuuluvat kaikkien luonnonvaraisten lintulajien suojelun säilyttäminen suotuisalla tasolla niiden levinneisyysalueella sekä erityissuojelualueiden osoittaminen harvinaisille tai vaarantuneille lajeille ja kaikille säännöllisesti tavattaville muuttaville lajeille – mukaan lukien merelliset lajit.

Luontodirektiivin ja lintudirektiivin pohjalta luotiin koko Euroopan kattava Natura 2000-suojelualueverkosto. Luonnonvarojen hyödyntäminen Natura 2000-alueella on Suomessa toistaiseksi ollut vähäistä, sillä toiminnan vaikutuksien on usein katsottu kohdistuvan Natura-verkoston suojeluperusteisiin, joiden heikentäminen on kiellettyä. Myös lähelle Natura-alueita sijoittuvan toiminnan vaikutuksia tarkastellaan usein osana suunnitellun toiminnan ympäristövaikutusten arviointiprosessia ns. Natura-selvityksessä, jossa pyritään arvioimaan toiminnan vaikutuksia Natura-alueen suojeluperusteisiin huomioiden luontodirektiivin 6 artiklassa säädetty kehys luontotyyppien ja lajien elinympäristöjen suojelulle.

Merialuesuunnitteludirektiivin (2014/89/EU) tavoitteena on edistää merialueiden talouden kestävästä kasvusta, merialueiden kestävästä kehityksestä ja luonnonvarojen kestävästä käytöstä ekosysteemilähtöisen lähestymistavan pohjalta. Kansallisesti laadittavien merialuesuunnitelmien avulla pyritään edistämään meren energia-alojen, meriliikenteen, kalastuksen ja vesiviljelyn kestävästä kehityksestä sekä ympäristön säilymistä, suojelua ja parantamista. Suunnitelmissa on otettava huomioon maa- ja merialueiden välinen vuorovaikutus, sekä merialueen erityispiirteet. Tämän lisäksi merialuesuunnittelussa on tehtävä yhteistyötä naapurimaiden kanssa merialuesuunnitelmien yhteensovittamiseksi. Kansalliset suunnitelmat on laadittava 31.3.2021 mennessä.

Suomessa tullaan laatimaan kolme strategisen tason merialuesuunnitelmaa, joiden valmistelusta vastaavat rannikon maakuntaliitot ympäristöministeriön johdolla. Tämän lisäksi merialuesuunnitteluun liittyviä kysymyksiä ratkaistaan tulevaisuudessa kasvavassa määrin sekä maakunta- että yleiskaavoissa. Niinpä esimerkiksi merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämiseen liittyviä kaavoitusratkaisuja tarkasteltaneen alueellisesti merkittävien kysymysten osalta maakuntakaavoissa, kun taas pienemmän mittakaavan kysymykset ratkaistaan yleis- ja asemakaavoissa.

5.1.2. Kansallinen lainsäädäntö

Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämismahdollisuuksia koskeva lainsäädäntö liittyy erilaisiin kysymyksiin luonnonvarojen hyödyntämisen luvitusprosesseista meriluonnon suojeluun ja maanpuolustukseen. Vesilaki (587/2011), ympäristösuojelulaki (527/2014) sekä laki ympäristövaikutusten arvioinnista (252/2017)

LUONNOS 19.6.2019

edellyttävät ottotoiminnasta mahdollisesti aiheutuvien ympäristö- ja sosioekonomisten haittavaikutuksien tunnistamista ja arviointia. Haittavaikutuksia pyritään luvitusprosessilla vähentämään merellä ja maalla vesilain ja ympäristönsuojelulain nojalla. Maankäyttö- ja rakennuslakiin (132/1999) puolestaan pohjautuvat sekä luonnonvarojen hyödyntämiseen liittyvien otto- ja jatkojalostusalueiden kaavoitus. Laki vesien- ja merenhoidosta asettaa yhdessä luonnonnsuojelulain (1096/1996) kanssa keskeisiä meriekosysteemin suojeluun liittyviä ympäristötavoitteita taloudellisen toiminnan suunnittelulle. Tämän lisäksi aluevalvontalaki (755/2000) voi osaltaan rajoittaa alueidenkäyttöä maanpuolustuksellisista syistä ja laki talousvyöhykkeestä (1058/2004) linjaa Suomen talousvyöhykkeen hyödyntämiseen liittyvää toimintaa. Seuraavassa tarkastellaan lyhyesti edellä mainitun lainsäädännön merkitystä merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarojen hyödyntämiselle.

Vesilaki

Maa-ainesten ottamiseen merenpohjasta Suomen aluevesillä sovelletaan vesilakia (587/2011). Vesilain 3 luvun 3 §:n 11 kohdan mukaan maa-aineksen ottaminen vesialueen pohjasta muuhun kuin tavanomaiseen kotitarvekäyttöön vaatii aina lupaviranomaisen luvan (kts. luku 5.2.). Saman lain 1 luvun 7 §:n mukaan lupaviranomaisena toimii Aluehallintovirasto ja valvontaviranomaisena Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus yhdessä kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen kanssa. Laajamittainen merenpohjan kiviaineksen ottotoiminta edellyttää vesilupaa, mutta aineksen jatkokäsittely ja jalostaminen maalla voi vaatia ympäristöluvan. Suomen talousvyöhykkeellä ottotoimintaa säätelee laki Suomen talousvyöhykkeestä, mutta toiminnan ympäristövaikutuksia arvioidaan vesilakiin ja muuhun kansalliseen lainsäädäntöön pohjautuen.

Ympäristönsuojelulaki

Ympäristönsuojelulaki (527/2014) velvoittaa toimijan tarkastelemaan toiminnasta mahdollisesti koituvia haittoja maa- ja merialueilla. Käytännössä laki vaikuttaa merenpohjasta nostetun kiviaineksen käsittely- ja jatkojalostustoiminnan suunnitteluun ja toteutukseen, mikäli toiminnasta arvioidaan koituvan esimerkiksi melu-, pöly- tai muita ympäristön pilaantumiseen mahdollisesti johtavia haittavaikutuksia. Ympäristöluvassa voidaan antaa määräyksiä esimerkiksi päästöistä ja niiden vähentämisestä. Luvan myöntämisen edellytyksenä on muun muassa se, että toiminnasta ei saa aiheutua terveyshaittaa tai merkittävää ympäristön pilaantumista tai sen vaaraa.

Laki ympäristövaikutusten arviointimenettelystä

Lain ympäristövaikutusten arviointimenettelystä (252/2017) tavoitteena on edistää ympäristövaikutusten arviointia ja arvioinnin yhtenäistä huomioon ottamista suunnittelussa ja päätöksenteossa, sekä samalla lisätä tiedon saantia ja osallistumismahdollisuuksia. Ympäristövaikutusten arviointimenettelyllä (YVA) pyritään vähentämään tai kokonaan estämään hankkeen haitallisia ympäristövaikutuksia (kts. luku 5.2.).

Maankäyttö- ja rakennuslaki

Maankäyttö- ja rakennuslaki (132/1999, täydennetty merialuesuunnittelua Suomen aluevesillä koskevin osin 482/2016) koskee alueiden käyttöä ja rakentamista Suomessa. Lain tavoitteena on luoda terveellinen, turvallinen ja viihtyisä elinympäristö, joka on sosiaalisesti toimiva ja jossa eri väestöryhmien tarpeet on otettu huomioon. Keskeistä lain toteutuksessa on myös turvata kansalaisille vaikutusmahdollisuus esimerkiksi kaavoitukseen liittyvissä kysymyksissä. Lain mukaan ympäristöministeriö vastaa merialuesuunnittelun yleisestä kehittämisestä ja ohjauksesta sekä yhteistyöstä naapurivaltioiden kanssa. Rannikon maakuntien liittojen tehtävänä on merialuesuunnittelu sekä kansallisella tasolla että osana maakuntakaavoitusta.

Maankäyttö- ja rakennuslain soveltaminen merellä tapahtuvaan kiviaineksen ja mineraalien hyödyntämiseen voi toteutua joko maakunta- tai kuntakaavoituksessa. Käytännössä kuitenkin toimivaltainen kaavoitusviranomainen ratkaisee, ovatko toimintaan liittyvät kysymykset niin merkittäviä, että niitä tulisi ratkaista jo maakuntakaavoituksessa, vai siirretäänkö kaavoitusratkaisut kuntatasolle. Mikäli merialueelta osoitetaan merenpohjan kiviaines- tai mineraalivarantojen ottoalueita jollain kaavatasolla, tulee huolehtia siitä, että näiden alueiden hyödyntäminen ei estä kaavoissa olevien muiden kaavamerkitöjen toteutumista. Merenpohjan luonnonvarojen ottotoiminta sekä erityisesti nostettujen materiaalien käsittely ja jalostus maalla voivat edellyttää kaavoissa aluevarauksia myös esimerkiksi satamien tai rannikon teollisuusalueiden osalta.

Laki vesien- ja merenhoidon järjestämisestä

Lain vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä (2011/272) yleisenä tavoitteena on suojella, parantaa ja ennallistaa vesiä ja Itämeren tila, ettei pintavesien ja pohjavesien tai Itämeren tila heikkene ja että niiden tila on vähintään hyvä. Vesienhoitosuunnitelmat kattavat Suomen rannikkovedet jakaantuen rannikkovesityyppeihin ja rannikkovesimuodostumiin. Näiden tilaan kohdennetaan vesienhoitosuunnitelmassa toimenpideohjelma, joka sisältää erilaisia toimenpiteitä ja suosituksia, jotka mahdollistavat rannikkovesien hyvän tilan saavuttamisen. Merenhoidon tavoitteena on, että Itämeren hyvä tila saavutetaan viimeistään vuonna 2020. Suomen kansallinen merenhoitosuunnitelma kattaa Suomen aluevedet ja talousvyöhykkeen. Merenhoitosuunnitelmassa on kolme osaa, jotka päivitetään kuuden vuoden välein: arvio meren nykytilasta, hyvän tilan määritelmät ja yleiset ympäristötavoitteet sekä indikaattorit, Suomen merenhoitosuunnitelman seurantaohjelma ja Suomen merenhoitosuunnitelman toimenpideohjelma 2016-2021. Merenhoito on kytketty kiinteästi vesienhoitoon, joka koskee rannikkovesiä, järviä, jokia ja pohjavesiä.

Laki edellyttää, että valtion ja kuntien viranomaisten on otettava soveltuvin osin toiminnassaan huomioon valtioneuvoston hyväksymät vesienhoitosuunnitelmat ja merenhoitosuunnitelma. Myös vesilain 6 § (Yleisten hyötyjen ja menetysten arvioiminen) edellyttää, että arvioinnissa otetaan huomioon, mitä merenhoidon järjestämisestä annetun lain mukaisessa vesienhoitosuunnitelmassa ja merenhoitosuunnitelmassa on esitetty hankkeen vaikutusalueen vesien tilaan ja käyttöön liittyvistä seikoista. Myös vesilain mukaisesta lupapäätöksestä on käytävä ilmi, miten mm. vesien- ja merenhoitosuunnitelmat on otettu huomioon (21 § Päätöksen sisältö). Käytännössä merenhoidon asettamat ympäristötavoitteet ja hankkeen vaikutukset niihin tulee käsitellä jo mahdollisessa YVA-vaiheessa sekä varsinaisessa lupavaiheessa.

Luonnonsuojelulaki

Luonnonsuojelulain (1096/1996) tavoitteena on luonnon monimuotoisuuden ylläpitäminen, luonnonkauneuden ja maisema-arvojen vaaliminen, luonnonvarojen ja luonnonympäristön kestävä käytön tukeminen, luonnontuntemuksen ja yleisen luonnonharrastuksen lisääminen sekä luonnontutkimuksen edistäminen. Lakia sovelletaan luonnon ja maiseman suojeluun ja hoitoon ja se määrittää luonnonsuojelualueiksi kansallispuistot, luonnonpuistot ja muut luonnonsuojelualueet. Luonnonsuojelulakiin sisältyy Natura 2000 -verkoston heikentämiskielto, jonka mukaan Natura 2000 -verkostoon kuuluvan alueen suojelun perusteena olevien lajien ja luontotyyppien merkittävä heikentäminen on kielletty. Kiellon noudattamista tehostaa lakiin lisätty ilmoitusmenettely, joka koskee Natura 2000 -alueella tai sen läheisyydessä suoritettavaa toimenpidettä, jos siitä saattaa seurata laissa kiellettyä heikentymistä. Suomessa luonnonvaraisina esiintyvät nisäkkäät ja linnut ovat lain mukaan rauhoitettuja lukuun ottamatta riistaeläimiä, joiden metsästysajoista säädetään metsästyslaissa, sekä muutamia niin ikään metsästyslaissa lueteltuja rauhoittamattomia eläimiä. Säännöksiä sovelletaan koko Suomen merialueella luonnonvaraisina esiintyviin eläin- ja kasvilajeihin lukuun ottamatta metsästyslain 5 §:ssä tarkoitettuja riistaeläimiä ja rauhoittamattomia eläimiä sekä taloudellisesti hyödynnettäviä kalalajeja.

Aluevalvontalaki

Aluevalvontalailla (755/2000) säädetään Suomen alueellisen koskemattomuuden valvonnasta ja turvaamisesta. Merialueilla tapahtuvaan maa-ainesten ottoon ja siihen liittyviin tutkimuksiin aluevalvontalailla säädellään merenpohjan tutkimusta ja kartoittamista sekä suoja-alueilla tapahtuvaa toimintaa. Aluevalvontalain mukaan Suomen aluevesillä ei saa ilman lupaa harjoittaa merenpohjan tai sen sisustan muodon, rakenteen tai koostumuksen selvittämistä geologisilla tai geofyysisillä tutkimuksilla eikä merenpohjan topografisten muotojen järjestelmällistä mittausta ja tallennusta.

Suoja-alueilla toiminta on rajoitetumpaa. Suoja-alueilla ei saa ilman lupaa:

- 1) harjoittaa laitesukellusta eikä merenkulkuun tavanomaisesti kuulumatonta vedenalaista toimintaa;
- 2) kalastaa pohjaa laahaavalla tai raskaalla pohjaan ankkuroitavalla pyydyksellä, kuten nuotalla, troolilla tai isorysällä;
- 3) ankkuroida suomalaisiin merikarttoihin merkittyjen ankkuripaikkojen ulkopuolelle muulla kuin huviveneellä, ellei se ole merenkulun turvallisuuden, ylivoimaisen esteen tai hätätilanteen takia välttämätöntä;

4) liikkua yleisellä vesialueella yleisen väylän ulkopuolella 100 metriä lähempänä sellaisia puolustusvoimien käytössä olevia maa-alueita, joille maihinnoisuus on lain nojalla merkitty kielletyksi.

Luvan myöntämistä merenpohjan systemaattiseen tutkimukseen ja kartoittamiseen käsittelee ja luparatkaisut tekee pääesikunta. Luvan myöntämiseen vaikuttavat mittausten ja tutkimusten laajuus ja sijoittuminen Suomen merialueella. Pääesikunta voi tietyissä tapauksissa todeta, että tietyt kokonaisuudet ovat maanpuolustuksen kannalta niin merkittäviä, että ne saavat suojaustason ja turvallisuusluokan julkisuuslain (JulkL 6:24.1.10) perusteella). Luvan myöntämistä suoja-alueilla tarkoitettuun toimintaan koskevan asian käsittelee ja ratkaisee merivoimien esikunta. Lisätietoa merenpohjan kartoittamiseen ja aluevalvontalain edellyttämästä lupamenettelystä löytyy Puolustusvoimien Internet-sivustolta: <https://puolustusvoimat.fi/merenmittaus1>

Laki Suomen talousvyöhykkeestä

Laki Suomen talousvyöhykkeestä (1058/2004) linjaa Suomen talousvyöhykkeellä tapahtuvaan taloudelliseen toimintaan ja meriluonnonsuojeluun liittyviä kysymyksiä. Talousvyöhykkeellä sovelletaan ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annettua lakia, ympäristönsuojelulakia, vesienhoidon ja merenhoidon järjestämisestä annettua lakia, vesilakia, maankäyttö- ja rakennuslain merialuesuunnittelua koskevaa 8 a lukua sekä hiilidioksidin talteen ottamisesta ja varastoinnista annettua lakia ja niiden nojalla annettuja säännöksiä. Lain 3 luvun 6 §:ssä käsitellään talousvyöhykkeellä sijaitsevan merenpohjan ja sen sisustan luonnonvarojen hyödyntämiseen tähtäävää tutkimusta ja muuta talousvyöhykkeelle sijoittuvaa toimintaa, jonka tarkoituksena on vyöhykkeen taloudellinen hyödyntäminen. Maa-ainesten ottamiseen talousvyöhykkeellä sovelletaan vesilakia, kun taas kaivosmineraaleja sisältävän esiintymän etsintään ja hyödyntämiseen talousvyöhykkeellä sovelletaan kaivoslakia. Suomen talousvyöhykkeelle sijoittuvalle toiminnalle haetaan suostumus valtioneuvostolta. Talousvyöhykelain 18 §:n mukaan Etelä-Suomen aluehallintovirasto toimii ympäristönsuojelulain ja vesilain mukaisena lupaviranomaisena.

Muu kansallinen lainsäädäntö

Kaivoslain soveltamisesta merenpohjan mineraalien hyödyntämiseen on pohdittu vastikään julkaistussa kaivostoimintaa ohjaavan lainsäädännön toimivuustarkastelussa. Siinä todetaan, että olisi määritettävä, voidaanko kaivoslakia soveltaa saostumamineraalien hyödyntämisen säätelyyn muun lainsäädännön kuten vesilain rinnalla vai olisiko luotava kokonaan uudenlaista säätelyä. Kaivoslain soveltamisala aluevesien ja talousvyöhykkeen pohjan osalta näyttäisi selvitysmiehen mukaan kaipaavan selvennystä.

5.1.3. Kansainväliset sopimukset

Itämeren suojelukomission Itämeren toimintasuunnitelma

Suomi on sitoutunut v. 1992 Itämeren alueen merellisen ympäristön suojelua koskevaan yleissopimukseen ja sen toteutusta varten perustetun Itämeren suojelukomission (HELCOM) toimintaan. Vuonna 2007 käynnistettiin Itämeren toimintaohjelma (HELCOM Baltic Sea Action Plan), jonka päämääränä on Itämeren hyvän ekologisen tilan palauttaminen vuoteen 2021 mennessä. Toimintaohjelman yksi pääteema on luonnon monimuotoisuus; pyrkimyksenä on palauttaa ja säilyttää biologinen monimuotoisuus sekä meren ravintoverkkojen normaali toimintataso. Merialueen kiviaineksen ja mineraalien hyödyntäminen on todettu merenpohjan koskemattomuutta vaarantavaksi toiminnaksi ja HELCOM kerääkin tietoa jäsenmaissa tapahtuvasta toiminnasta vuositasolla. HELCOMin suositus 19/1 'Marine Sediment Extraction in the Baltic Sea Area' antaa suosituksia merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen käytöstä ja toiminnasta aiheutuvien haittojen vähentämisestä. Itämeren toimintaohjelmaa ollaan parhaillaan päivittämässä, tavoitteena on päättää uudesta ohjelmasta vuoden 2021 aikana.

Espoon sopimus

Valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskeva yleissopimus (Convention on Environmental Impact Assessment in a Transboundary Context; Espoon sopimus) vuodelta 1991 ([SopS 67/1997](#) ja [SopS 81/2017](#)) linjaa valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia. Suunnitelmien tai ohjelmien valtioiden rajat ylittävien ympäristövaikutusten arviointia koskee Espoon sopimukseen liittyvä strategista ympäristöarviointia

LUONNOS 19.6.2019

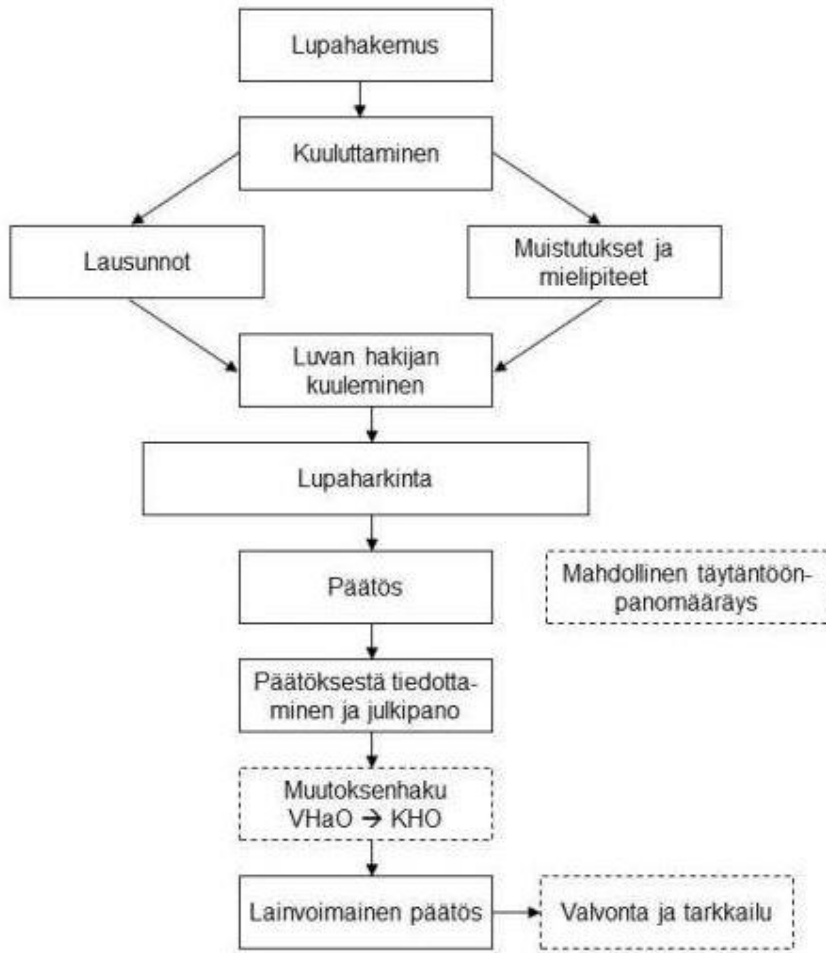
koskeva pöytäkirja. Sopimusten osapuolina olevilla valtioilla on oikeus osallistua toisessa valtiossa käynnissä olevaan YVAN tai SOVAN, mikäli arvioitavan hankkeen, suunnitelman tai ohjelman ympäristövaikutukset kohdistuvat kyseiseen valtioon. Ympäristöministeriö toimii Suomen toimivaltaisena viranomaisena YVAan ja SOVAan liittyvissä kansainvälisissä kuulemisissa. Käytännössä merenpohjan kiviaines- tai mineraalivarantojen hyödyntämiseen tähtäävän hankkeen sijoittuminen Espoon sopimuksen piiriin olisi tulosta erittäin laajamittaisesta ottotoiminnasta, jonka arvioidaan vaikuttavan myös naapurimaissa tai pienimuotoisemman ottotoiminnan sijoittumisesta lähelle valtioiden rajaa, jolloin vaikutukset leviäisivät myös naapurivaltion puolelle.

5.2. Geologisten varantojen hyödyntäminen edellyttämä lupaprosessi

Merenpohjan mineraalivarantojen hyödyntäminen edellyttää yleensä aina vesilain mukaista vesilupaa. Mikäli hiekkaa tai soraa nostetaan esimerkiksi betonin raaka-aineeksi, voi aineksen käsittely ja jatkojalostus edellyttää myös ympäristönsuojelulain mukaista ympäristölupaa. Lupahakemuksessa on esitettävä vesilain 11 luvun 3 §:n mukaisesti 1) asian ratkaisemisen kannalta riittävä selvitys hankkeen tarkoituksesta ja hankkeen vaikutuksista yleisiin etuihin, yksityisiin etuihin ja ympäristöön; 2) suunnitelma hankkeen toteuttamiseksi tarpeellisista toimenpiteistä; 3) arvio hankkeen tuottamista hyödyistä ja edunmenetyksistä maa- ja vesialueen rekisteriyksiköille ja niiden omistajille sekä muille asianosaisille ja 4) selvitys toiminnan vaikutusten tarkkailusta. Jos hakemus koskee luvan myöntämistä ympäristövaikutusten arviointimenettelystä annetussa laissa tarkoitettulle hankkeelle, hakemusasikirjoihin on liitettävä mainitun lain 19 §:n mukainen arviointiselostus ja yhteysviranomaisen perusteltu päätelmä. Hakemukseen on tarvittaessa liitettävä myös luonnonsuojelulain 65 §:ssä tarkoitettu arviointi. Valtioneuvoston asetuksessa vesitalousasioista (1560/2011) annetaan tarkemmat säännökset lupahakemuksen sisällöstä ja hakemukseen liitettävistä tiedoista.

Aluehallintoviraston päätös on ratkaisu lupahakemukseen. Siinä otetaan huomioon tarpeellisilta osin viranomaisilta pyydytyissä lausunnoissa esitetyt tiedot ja asianosaisten muistutuksissa esitetyt vaatimukset sekä muu hankkeesta saatavilla oleva tieto. Lupa voidaan myöntää vesilain 3 luvun 4 §:n 1 momentin perusteella, jos hankkeesta yleisille tai yksityisille eduille saatava hyöty on huomattava verrattuna siitä yleisille tai yksityisille eduille koituviin menetyksiin. Vesilain mukainen lupa myönnetään toistaiseksi tai erityisistä syistä määräajaksi., Kaikki merikiviainesten hyödyntämistä koskevat luvat on toistaiseksi myönnetty määräajaksi. Lain mukaan määräaika hankkeen aloittamiselle saa olla enintään neljä vuotta. Jos hanketta ei ole aloitettu ennen luvassa mainitun määräajan umpeutumista, lupa raukeaa. Lupaviranomainen voi erityisestä syystä ennen määräajan päättymistä hakemuksesta pidentää edellä mainittuja määräaikoja. Tällöin pidentämistä koskevassa päätöksessä voidaan tarkistaa tai täydentää lupamääräyksiä. Näin onkin tehty useimpien voimassaolevien merenpohjan kiviainesottoa koskevien lupien kohdalla.

Lupakäsittelyn vaiheet kaaviona:



Kuva 17. Vesi- ja/tai ympäristölupaan johtava prosessi koostuu useista eri vaiheista ja voi kestoltaan viedä 2-3 vuotta.

Aluehallintovirastossa vesilupakäsittely kestää alle vuoden (Kuva 17). Ympäristölupien keskimääräinen käsittelyaikatavoite on 12 kuukautta, mutta uusien toimintojen osalta 10 kuukautta. Jos vesilain mukaan luvanvaraisesta hankkeesta aiheutuu ympäristönsuojelulain 5 §:ssä tarkoitettua ympäristön pilaantumista vesialueella tai sen vaaraa, lupamääräyksiä annettaessa sovelletaan myös, mitä ympäristönsuojelulaissa säädetään lupamääräyksistä. Mahdollisten Vaasan hallinto-oikeuteen ja Korkeimpaan hallinto-oikeuteen tehtyjen valitusten johdosta lainvoimaisen vesiluvan saaminen kiviainesvarojen ottotoiminnalle kestää tällä hetkellä Suomessa keskimäärin 2–3 vuotta. Tällä hetkellä voimassa oleva lupa maa-aineksen ottamiselle on neljällä eri alueella: Helsingin edustalla Soratontussa ja Itä-Tontussa, Loviisan edustalla ja Iijokisuussa (Taulukko 2).

Taulukko 2. Voimassaolevat merihiekanoittoalueet ja tietoja ottomäärästä sekä luvan voimassaolosta ja haltijasta.

Lupa-alue	Luvanmukainen ottomäärä	Aikaisempi ottotoiminta	Lupa myönnetty	Luvan voimassaolo	Luvan haltija
Soratonttu*	5 Mm ³ *	3,17 Mm ³	28.11. 2014	31.8. 2020	MH-Kivi Oy
Itä-Tonttu*	5 Mm ³ *	3,15 Mm ³	28.11. 2014	31.8. 2020	MH-Kivi Oy
Loviisa	8 Mm ³	0,005 Mm ³	6.6.2017	30.4. 2027	MH-Kivi Oy
Iijokisuus	0,24 Mm ³	-	4.3. 2016	31.12. 2027	Etelä-lin jakokunta

*Soratonttu ja Itä-Tonttu käsitellään samassa luvassa ja molemmilta alueilta voidaan nykyisen luvan mukaan nostaa yhteensä 5 Mm³ maa-ainesta.

Ympäristövaikutusten arviointi

Ympäristövaikutusten arvioinnissa (YVA) hankkeen vaikutukset arvioidaan hankesuunnittelun yhteydessä ennen päätöksentekoa, jolloin tuleviin ratkaisuihin voidaan vaikuttaa. YVA-menettely on kaksivaiheinen (Kuva 17). Ensimmäisessä vaiheessa hankkeesta vastaava taho laatii eri vaihtoehtoja sisältävän arviointiohjelman. Tämän laatimista varten hanketta suunnitteleva taho huolehtii tarvittavien ympäristöselvitysten tekemisestä. Toisessa vaiheessa hankkeesta vastaava toteuttaa arvioinnit ja laatii niistä arviointiselostuksen. Yhteysviranomaisena toimiva ELY-keskus tiedottaa molempien vaiheiden vireilläolosta, kokoaa niistä annetut mielipiteet ja lausunnot sekä antaa lausuntonsa.

Ihmisen toiminnasta aiheutuvien haittojen minimoinnin periaate edellyttää vaihtoehtoisten menetelmien selvittämistä ja niistä ympäristön kannalta parhaan vaihtoehdon valitsemista. Haitalliset ympäristövaikutukset tulee ehkäistä ennalta, ja jos se ei ole mahdollista, tulee ne rajoittaa mahdollisimman vähäisiksi. Mikäli esimerkiksi merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisestä arvioidaan aiheutuvan merkittäviä ympäristöhaittoja meriekosysteemille, voi toiminnan toteuttaminen käytännössä olla mahdotonta.

Toiminnasta aiheutuvien haittojen välttämiseksi ja vähentämiseksi keskeistä on myös tunnistaa meriekosysteemin alueellisesti ja paikallisesti merkittävät piirteet. Ympäristöolosuhteiden asteittaisen vaihtumisen seurauksena myös hiekka-, sora- ja rautamanganisaostumapohjien eliöstö voi olla Suomen rannikon eri osissa erilaista. Merilajiston vaihtuminen makeanvedenlajistoksi ja lajimäärissä tai lajien biomassossa tapahtuvat muutokset tulee aina suhteuttaa vallitseviin olosuhteisiin ja arvioida toiminnan vaikutuksia meriekosysteemiin tähän taustatietoon perustuen.

Ympäristöön vaikuttavissa toimenpiteissä on noudatettava myös parhaan käyttökelpoisen tekniikan ja ympäristön kannalta parhaan käytännön periaatteita. Toiminnan loputtua sen vaikutuksia tulee seurata riittävän pitkään, jotta ympäristölle aiheutuvat pysyvät haitat voidaan havaita. Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisen keskeisiä seurantakohteita ovat olleet esimerkiksi pohjan muodon palautuminen ottotoiminnan päätyttyä. Toiminnan ympäristövaikutusten selvittämisessä ja lupaharkinnassa on noudatettava varovaisuutta ja huolellisuutta.

Sosiaalisten ja yhteiskunnallisten vaikutusten arviointi

Sosiaalisten ja yhteiskunnallisten vaikutusten arvioinnin (SVA) tavoitteena on analysoida kaikki yhteisöille aiheutuvat positiiviset ja negatiiviset muutokset kyseessä olevan hankkeen osalta (Vanclay 2003). Tähän prosessiin kuuluvat myös yhteisöissä hankkeen vaikutuksesta tapahtuvien muutosten seuranta ja tarvittaessa muutosten lievennystoimet. SVA poikkeaa kuitenkin YVAsta luonteensa perusteella: YVA tehdään hankkeen suunnitteluvaiheen osana ja sen jälkeen se on valmis, mutta SVA on ennemminkin jatkuva keskusteleva prosessi, jonka tulisi jatkua hankkeen yhteiskunnallisten vaikutusten ajan. Tapausesimerkkejä SVASTA löytyy kaivostoimintaan liittyen esimerkiksi Australiasta, jossa kaivosteollisuuden kasvun myötä on kehitetty sosiaalisten vaikutusten arviointiin soveltuvia menetelmiä ja oppaita (esim. Petkova ym. 2009, Franks 2012, Government of Western Australia 2014, Planning Institute of Australia 2014).

Merikiviaineksen ottoa koskevat lupamääräykset

Merikiviaineksen ottolupiin on sisältynyt yleensä vaihteleva määrä lupamääräyksiä, joiden noudattaminen on edellytyksenä luvitetulle toiminnalle. Lupamääräysten tarkoituksena on vähentää hankkeesta ja sen toteuttamisesta aiheutuvia haittoja sekä meriluonnolle että ihmisille. Lupamääräykset asetetaan tapauskohtaisesti kullekin hankkeelle huomioiden sekä suunniteltu toiminta että ympäristön erityispiirteet. Tyypillisiä lupamääräyksiä merenpohjan kiviainesotossa ovat olleet esimerkiksi:

- ottotoiminnan teknisiin ratkaisuihin liittyvät määräykset haittavaikutusten vähentämiseksi
- ottoajankohtien rajoittaminen esimerkiksi keväällä kalojen kutuaikaan ja lintujen pesintäaikaan
- aineksen kuljettamiseen, käsittelyyn ja varastointiin liittyvät määräykset
- haittojen korvaaminen esimerkiksi ammattikalastukselle
- ilmoitusvelvoitus toiminnasta ja kirjanpitovelvoite ottomääristä

LUONNOS 19.6.2019

Tämän lisäksi lupaan sisällytetään aina myös tarkkailuvelvoite, jonka tavoitteena on seurata hankkeen toteuttamista ja sen vaikutuksia. Kiviainesmäärien oton toteutumista seurataan yleensä toiminnanharjoittajan toimittamista työmaapäiväkirjoista. Ympäristövaikutusten osalta seuranta toteutetaan käytännössä usein vesistö- ja kalataloustarkkailuilla, mutta lupapäätökseen voi sisältyä myös esimerkiksi velvoite seurata hankkeen vaikutuksia linnustoon. Tarkkailuohjelma voidaan hyväksyä joko suoraan vesi-/ympäristöluvassa tai luvan myöntämisen jälkeen alueellisen ELY-keskuksen toimesta. Ohjelmaa voidaan tarvittaessa muuttaa, mikäli selvitystyön perusteella siihen todetaan tarvetta hankkeen aikana.

Lupamääräysten ja tarkkailuvelvoitteiden asettamisessa huomioidaan yleensä toiminnan haittojen vähentämiseen ja lainsäädäntöön liittyvien velvoitteiden lisäksi esimerkiksi YVA-prosessissa esiin nousseita kysymyksiä.

Luvitusprosessien tausta-aineistoina voidaan hyödyntää myös kansainvälisiä ohjeistuksia ja suosituksia. Tällaisia ovat esimerkiksi:

- International Council for the Exploration of the Sea (ICES) suositus 'Guidelines for the management of marine sediment extraction'
- HELCOMin suositus 19/1 'Marine Sediment Extraction in the Baltic Sea Area'

Paras käyttökelpoinen tekniikka ja parhaat ympäristökäytännöt

Ympäristölupamenettelyjen tueksi on joillain toimintasektoreilla kehitetty parasta käyttökelpoista tekniikkaa (Best Available Techniques; BAT) ja parhaita ympäristökäytäntöjä (Best Environmental Practise, BEP), jotta toiminnan ympäristöhaittoja voidaan paremmin ehkäistä teknisten ratkaisuiden ja prosessisuunnittelun kautta. Parhaalla käyttökelpoisella tekniikalla tarkoitetaan mahdollisimman tehokkaita ja kehittyneitä, teknisesti ja taloudellisesti toteuttamiskelpoisia tuotanto- ja puhdistusmenetelmiä ja toiminnan suunnittelu-, rakentamis-, ylläpito-, käyttö- sekä lopettamistapoja, joilla voidaan ehkäistä toiminnan aiheuttama ympäristön pilaantuminen tai tehokkaimmin vähentää sitä ja jotka soveltuvat ympäristölupamääräysten perustaksi. Ympäristön kannalta parhaalla käytännöllä tarkoitetaan pilaantumisen ehkäisemiseksi tarkoituksenmukaisia kustannustehokkaita eri toimien yhdistelmiä, kuten työmenetelmiä sekä raaka-aine- ja polttoainevalintoja.

Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen ottotoimintaan liittyen ei toistaiseksi ole tehty BAT- ja BEP-tarkasteluja, vaikka esimerkiksi HELCOMin suosituksessa 19/1 'Marine Sediment Extraction in the Baltic Sea Area' edellytetään niiden käyttöä merenpohjan kiviainesvarantojen hyödyntämisessä. Ympäristöministeriön julkaisemassa Sedimenttien ruoppaus ja läjitysohjeessa käsitellään merenpohjan muokkaamiseen ja massojen läjitykseen liittyviä parhaita käytäntöjä ja tekniikkaa (Ympäristöministeriö 2015) ja tässä ohjeistuksessa annettuja esimerkkejä voitane käyttää ainakin osin merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisen lähtökohtana. Käytännössä BAT- ja BEP-periaatteiden noudattaminen voi edellyttää esimerkiksi nostettujen massojen tehokasta hyödyntämistä, ruoppauksesta/ottotoiminnasta aiheutuvien vaikutusten minimointia (ml. teknologiset ratkaisut), sekä ottotoimien optimointia suhteessa vallitsevaan ympäristöön.

Maalla tapahtuvaan materiaalin käsittelyyn ja jatkojalostukseen voidaan soveltaa kiviainestuotannon BAT- ja BEP-selvityksen tuloksia (Laurila ja Hakala 2010) keskeisten ympäristövaikutuksien – melun, pölyn ja äärimelun – syntymistä sekä mahdollisia vaikutuksia pinta- ja pohjavesiin – vähentämiseksi. Selvityksessä todettiin, että kiviainestuotantoalueilla on useita erilaisia ja erityyppisiä melu- ja pölypäästölähteitä, joiden päästöjen vähentäminen on teollisuuslaitosten hallittuihin päästölähteisiin verrattuna huomattavasti vaikeampaa. Kiviainestuotannon melu- ja pölyvaikutuksia on kuitenkin mahdollista vähentää ensisijaisesti toimintojen sijoittelulla sekä käyttämällä vettä pölynsidontaan. Laitetekniset ratkaisut olivat selvityksen perusteella kehittyneet aikaisemmasta, mutta niiden toimivuudessa oli edelleen parannettavaa. Selvityksessä linjattiin, että menetelmien soveltuvuudesta murskaustoimintaan Suomen oloissa tarvitaan vielä lisää tutkimus- ja kokemuseräistä tietoa. Laitetekniikan ja tuotantomenetelmien ohella toiminnan huolellinen suunnittelu, ympäristöriskien tunnistaminen ja niihin varautuminen, henkilöstön osaaminen sekä yrityksen toimintakulttuuri olivat ympäristöasioiden hallinnassa keskeisessä asemassa. Tuotantoalueilla työsuojeluun panostaminen tukee monilta osin myös ympäristöasioiden hallintaa. Yksittäisellä kiviainestuotantoalueella kustannustehokkaat ja toteuttamiskelpoiset ratkaisut ovat aina riippuvaisia myös tuotantoalueen sijaintipaikasta ja lähiympäristöstä. Käytännössä BAT- ja BEP-tarkastelussa esitetään YVA-menettelyn yhteydessä arvio siitä, miten hakemuksessa kuvatut tuotantotekniikat, raaka-aineiden käyttö, päästöjen ja jätteiden vähentämiseen tähtäävät toimet, sekä

LUONNOS 19.6.2019

energian käytön tehokkuuteen liittyvät toimenpiteet vastaavat parasta käyttökelpoista tekniikkaa ja ympäristön kannalta parhaita käytäntöjä. Arviossa on otettava myös huomioon, mitä asiasta on säädetty YSL 53 §:ssä. Tässä yhteydessä esitetään, millä tekniikoilla tai käytännöillä päästöjä ilmaan on vähennetty tai tullaan vähentämään. Vastaavat tiedot esitetään myös melun vähentämisestä (esim. hiljaisemman tekniikan käyttöönotto) ja sen leviämisen rajoittamisesta (esim. varastokasojen sijoittelulla).

Riskit ja ongelmatilanteet

Hyvällä riskienhallinnalla voidaan parantaa hankkeiden ja suunnitelmien laatua, sekä ennaltaehkäistä ongelmia ja vaaratilanteita suunnittelun osana. Riskienhallinta ja ongelmatilanteiden kehittymiseen johtavien prosessien tunnistaminen ja ehkäisy liittyvät olennaisena osana hankkeiden ympäristövaikutusten vähentämiseen ja YVA-menettelyyn.

Merellä tapahtuvassa työskentelyssä riskit liittyvät usein käytettävään aluskalustoon ja sen toimintakykyyn vallitsevissa ympäristöolosuhteissa. Toiminnassa käytettävän aluskaluston ja muun teknologian toimintakyky Itämeren olosuhteissa tulee ottaa huomioon toimintaa suunniteltaessa. Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisessä riskejä voi liittyä myös materiaalien siirtämiseen ja jatkojalostukseen satamassa. Erilaiset kaluston rikkoutumiset ja haitallisten aineiden päästöt voivat aiheuttaa merkittävää ympäristön pilaantumista, mutta myös taloudellisia kustannuksia toiminnanharjoittajalle. Ongelmatilanteita voidaan ehkäistä toiminnan huolellisella suunnittelulla, huoltamalla käytettyä kalustoa säännöllisesti, kehittämällä toimintaprosesseja ja kouluttamalla henkilöstöä.

6. Meriluonnon monimuotoisuus

Vedenalaiset hiekka- ja sorapohjat tarjoavat elinympäristön laajalle joukolle eliöitä - näkinpartaisia, putkilokasveja, selkärangattomia, kaloja ja lintuja. Ne onkin tunnistettu yhdeksi merkittäväksi meriluonnon monimuotoisuutta ylläpitäväksi vedenalaiseksi elinympäristöksi EU:n yhteisölaainsäädäntöön kuuluvassa Luontodirektiivissä sisältyen luontotyyppisiin vedenalaiset hiekkasärkät (1110) ja harjusaaret (1610). Hiekka- ja sorapohjat muodostavat myös pohjan osalle meristrategiadirektiivissä luokiteltuja laajoja meren elinympäristöjä (esim. Korpinen ym. 2018). Itämeren suojelukomission biotooppiluokittelussa (HELCOM HUB 2013) hiekka- ja sorapohjilta tunnistetaan lukuisia erilaisia eliöyhteisöjä, jotka ovat verrannollisia Suomen kansalliseen luontotyyppiluokittelujärjestelmään (esim. Kontula & Raunio 2018). Seuraavassa tarkastellaan hiekka- ja sorapohjien meriluontoa luontodirektiivin luontotyyppien ja kansallisen luontotyyppiluokittelun kautta, sekä joidenkin yksittäisten hiekka- ja sorapohjia hyödyntävien selkärankaisten osalta.

6.1. Luontodirektiivin luontotyytit

Vedenalaiset hiekkasärkät (1110)

Vedenalaiset hiekkasärkät ovat rantavyöhykkeen läheisyydessä sijaitsevia, pysyvästi vedenalaisia hiekkasärkkiä, jotka sijaitsevat harvoin yli 20 m syvyydellä. Luontotyyppiin kuuluvat myös rannanläheiset hiekkasärkät 20 metrin syvyydelle. Kiviä ja lohkareita voi esiintyä hiekka- ja sorakerrostumien pinnalla. Suomen merialueilla on arvioitu, että luontotyyppiä esiintyy 546 km², joista Natura 2000 –suojelualueille on sijoittunut 202 km² (Suomen kansallinen Luontodirektiivin tila-arviointi v. 2019).

Puhtailla hiekkapohjilla vesikasvillisuutta on niukasti, sillä hienojakoinen hiekka liikkuu veden virtausten mukana (Kuva 18). Hiekka- ja sorapohjien vesikasvillisuus muodostuu valoisille pohjille joukosta näkinpartais- ja vesikasvilajeja (Kuva 19), joskin kivikko- ja lohkareikkopinnoilla voi elää myös makroleviä. Valoisien pohjien vesikasvillisuusyhteisöissä elää runsaasti selkärangattomia. Kasvillisuuden muodostamilla niittyilakuilla lajisto moninkertaistuu kasvien juuristossa, varsilla ja lehdillä elävästä selkärangattomista. Myös monet kalalajit, kuten kampela, elävät hiekka- ja sorapohjilla. Vedenalaiset hiekkasärkät ovat monien lintujen, kuten mustalinnun, kaakkurin ja kuikan tärkeä talvehtimisalue. Vedenalaisilla hiekkasärkillä on myös merkitys kalojen kutualueina, sekä joissain määrin myös hylkeiden levähdyspaikkoina.



Kuva 18. Veden virtapaikoilla hienojakoinen pohja-aines liikkuu veden virtausten mukana eikä pohjille muodostu makroskooppisia eliöyhteisöjä. Metsähallitus 2015/Petra Pohjola



Kuva 19. Mukulanäkinparta viihtyy valoisilla hiekkapohjilla, joille se voi muodostaa matalia kasvustoja. Metsähallitus 2016/Heidi Arponen

Luontotyyppin edustavuutta kuvaa puhdas hiekkapohja. Eräillä alueilla pohjakasvillisuuden, etenkin meriajokasyhteisöjen, tilaa voidaan käyttää kuvattaessa luontotyyppin edustavuutta. Luonnontilassa olevassa luontotyyppissä ei esiinny hiekanottoa, eivätkä rehevöitymisen vaikutukset, kuten sedimentaatio tai rihmalevien runsastunut määrä, vaikuta elinympäristön rakenteeseen tai toimintaan. Luontotyyppiä tavataan Atlantin ja Itämeren rannikoilla. Suomessa luontotyyppiä esiintyy hiekkapohjaisilla rannoilla koko rannikolla. Luontodirektiivin artikla 17 mukaisessa suojelun tason arvioinnissa vedenalaiset hiekkasärkkien todettiin olevan epäsuotuisassa tilassa vuonna 2019 (Taulukko 3).

Taulukko 3. Luontodirektiivin artikla 17 mukaisen hiekka- ja sorapohjien meriluontotyyppien suojelun tason arvioinnin tulokset v. 2019.

Elinympäristö	Arvio	Kehityssuunta
Vedenalaiset hiekkasärkät	Epäsuotuisa (U1)	Vakaa
Harjusaaret ja niiden vedenalaiset osat	Epäsuotuisa (U1)	Heikkenevä

Harjusaaret (1610)

Harjusaaret ovat rannikkoalueella sijaitsevia osittain vedenalaisia harjuja joiden korkeimmat harjanteet ovat vedenpinnan yläpuolella. Luontotyyppin pinta-alaksi on Suomen merialueella arvioitu 372 km², josta Natura 2000 -suojelualueilla sijaitsee 118 km² (Suomen kansallinen Luontodirektiivin tila-arviointi v. 2019). Nämä pinta-alat sisältävät sekä harjusaarten pinnanpäälliset että –alaiset osat niiltä osin kun pinnanalaiset osat on kyetty arvioimaan kartoitusaineistoihin ja mallintamiseen pohjautuen.

Harjusaaret ovat muodostuneet jäätikön sulamisvesien kuljettamasta, verrattain hyvin lajittuneesta hiekka- sora- tai harvemmin moreeni-aineksesta. Mereisyys ja maankohoaminen vaikuttavat harjusaarten kasvillisuuteen mikä ilmenee eri kasvillisuustyyppien sukkessiona. Harjusaarilla esiintyy monia harvinaisia kasvillisuustyyppisiä, jotka muodostavat biotooppikompleksin ylittäen maa- meri-rajapinnan. Harjusaaret voivat olla matalia ja puuttomia tai korkeampia ja useimmiten nummien tai mäntykankaiden peitossa. Rannat ovat hiekkaisia, soraisia ja/tai somerikkoisia ja seassa on suurempiakin kiviä. Luontotyyppin arvo on lähinnä geomorfologisessa ja biologisessa kokonaisuudessa, ei pelkästään kasvillisuudessa.

Saarten vedenalaisille osille ovat tyyppistä makrolevien, näkinpartaisten ja kasvien muodostamat yhteisöt, joiden rakenne vaihtelee pohjan koostumuksen ja muiden ympäristötekijöiden perusteella. Kivikko-, sora- ja hiekkapohjilla kasvavat näkinpartaiset ja vesikasvit (Kuva 20).

Edustavat harjusaaret ovat laajoja ja niillä kasvaa luontotyyppille tyyppinen kasvillisuus. Luonnontilassa harjusaaret eivät ole kuluneita, eikä niillä esiinny ihmisen tekemiä rakennelmia, roskaamista tai soraottoa. Tämän lisäksi niiden kasvillisuusvaltaiset pohjat eivät ole irronneen rihmalevämassan tukahduttama. Harjusaaria tavataan Ruotsissa ja Suomessa koko rannikolla. Ne eivät ole erityisen yleisiä ja etenkin luonnontilaiset harjusaaret ovat harvinaistuneet. Luontodirektiivin artikla 17 mukaisessa suojelun tasonarvioinnissa harjusaarten todettiin olevan epäsuotuisassa tilassa vuonna 2019 (Taulukko 3).



Kuva 20. Merisyeröparta muodostaa usein vedenalaisia niittyjä hiekka- ja sorapohjille muiden näkinpartais- ja putkilokasvilajien kanssa. Metsähallitus 2016/Petra Pohjola

6.2. Hiekka- ja sorapohjien biologinen monimuotoisuus

EU:n luontodirektiivin meriluontotyyppit on määritelty geologisiin pinnanmuotoihin perustuen. Mikäli halutaan tarkastella esimerkiksi hiekka- ja sorapohjien biologista monimuotoisuutta tarvitaan mittakaavaltaan pienempiä yksiköitä, jotka perustuvat ympäristömuuttujien lisäksi biologisiin muuttujiin. Itämeren suojelukomission biotooppiluokittelussa (HELCOM HUB) (HELCOM 2013) hiekka- ja sorapohjilta tunnistetaan lukuisia erilaisia

LUONNOS 19.6.2019

eliöyhteisöjä, jotka ovat verrannollisia Suomen kansalliseen luontotyyppiluokittelujärjestelmään (esim. Kontula & Raunio 2018). Seuraavassa hiekka- ja sorapohjien biologista monimuotoisuutta tarkastellaan Suomen kansallisen luontotyyppiluokittelun kautta pohjautuen v. 2018 Luontotyyppien uhanalaisuusarvioon (Kontula & Raunio 2018) (Taulukko 4). Tässä yhteydessä on huomattavaa, että kasvillisuusvaltaiset pohjat ja matalille valoisille merenpohjille sijoittuvat eläinyhteisöt eivät todennäköisesti sijoitu todennäköisille merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisalueille. Sen sijaan ottotoiminnan vaikutukset kohdistuvat syvempien pohjien eläinyhteisöihin, joista on saatavilla myös huomattavasti vähemmän tutkimus- ja kartoitustietoa.

Taulukko 4. Hiekka- ja sorapohjilla esiintyvien luontotyyppien uhanalaisuusarviossa arvioitiin luontotyyppien uhanalaisuutta, uhanalaisuustrendin kehitystä ja uhanalaisuuden syitä (Kontula & Raunio 2018).

Elinympäristö	Arvio*	Kehityssuunta	Uhanalaistumisen syyt
Haura- ja hapsikkapohjat	NT	Heikkenevä	Veden samentuminen, vesiliikenne
Avoimet näkinpartaispohjat	NT	Heikkenevä	Veden samentuminen, rihmalevien runsastuminen ja pohjien liettyminen, vesiliikenne, ruoppaukset
Meriajokaspohjat	VU	Heikkenevä	Veden samentuminen ja rihmalevien lisääntyminen, suolapitoisuuden aleneminen, ruoppaukset, ankkurointi, öljyonnettomuudet, geneettinen yksipuolisuus
Hietasimpukkapohjat	DD	?	Ajelehtivat levämatot ja pohjien hapettomuus, merihiekkaotto
Liejusimpukkapohjat	LC	Parantunut	Pohjien hapettomuus
Sydänsimpukkapohjat	DD	?	Pohjien hapettomuus, kasvillisuuden vähentyminen
Monisukasmato-pohjat	NE		Ei arvioitu (osa pohjia muodostavista lajeista on vieraslajeja)
Valkokatka- ja merivalkokatkapohjat	EN	?	Pohjien hapettomuus ja rehevöitymisen liejusimpukalle mahdollisesti aiheuttama kilpailuetu, liejuputkimatojen levittäytyminen
Hietakatkapohjat	DD	?	Ajelehtivat levämatot ja pohjien hapettomuus, merihiekkaotto
Meiofaunapohjat	DD	?	Pohjien hapettomuus
Rautamangaanisostumapohjat	DD	?	Pohjien hapettomuus, saostumien hyödyntäminen

*Luontotyytit on arvioitu kuuluviksi luokkiin **EN**-Erittäin uhanalainen, **VU**-Vaarantunut, **NT**-Silmälläpidettävä, **LC**-Säilyvä, **DD**-Puutteellisesti tunnettu ja **NE**-Arvioimatta jätetty

Kasvillisuusvaltaiset pohjat

Hiekka- ja sorapohjat valoisassa vyöhykkeessä ovat useimmiten vesikasvillisuuden peittämiä. Yhteisöjen lajikoostumus ja rakenne vaihtelevat vallitsevien ympäristöolojen perusteella. Avoimemmilla hiekkapohjilla tavataan usein matalakasvuisia **haura- ja hapsikkapohjia**, jotka muodostavat sekakasvustoja mukulanäkinparran, merividan ja meriajokkaan kanssa (Kuva 21). Sekä yksi- että monilajiset putkilokasviyhteisöt tarjoavat suojaa ja ravintoa monille selkärangattomille ja hyönteisille. Avoimemmilla paikoilla eläinyhteisö on nilviäisten ja äyriäisten vallitsemaa, kun taas suojaisemmilla paikoilla hyönteisten toukat yleistyvät (Van Viersen 1982; Hansen 2010). Alustaan kiinnittyneitä pohjaeläimiä ei haura- ja hapsikkakasvustoissa juuri näy, mutta laiduntavat kotilot, hyönteisten toukat ja äyriäiset ovat tavallisia.



Kuva 21. Haura- ja hapsikkapohjat muodostavat tärkeän elinympäristön selkärangattomille ja kaloille koko Suomen rannikon valoisilla hiekka- ja sorapohjilla. Metsähallitus 2016/Essi Keskinen

Näkinpartaisvaltaiset pohjat on jaettu tarkemmin kahteen alatyyppeihin lajiston ja eliöyhteisön rakenteen vaihdellessa jonkin verran avoimilla ja suojaisilla kasvupaikoilla. Avoimien näkinpartaispohjien pohja-aines on yleensä pääosin hiekka- tai soravaltaista, ja kasvillisuutta hallitsee matalakasvuinen mukulanäkinparta. Luontotyyppiä muodostavina kasvustoina mukulanäkinparta on yleisin nimenomaan suhteellisen avoimilla hiekkaisilla rannoilla, joilla sen seurana voi kasvaa pieniä määriä muita näkinpartaislajeja, sekä vesikasveja (Tolstoy ja Österlund 2003; Leinikki ym. 2004; Mäkinen ym. 2008; Catherine ja Riggert Munsterhjelm, kirj. tiedonanto 2017).

Meriajokaspohjia esiintyy tyypillisesti suhteellisen avoimilla hiekkapohjilla, 1–8 metrin syvyydessä (Boström 2001; Boström ym. 2002; 2004), harvemmin myös lieju-, sora- ja sekapohjilla (den Hartog 1970) (Kuva 22). Meriajokkaan esiintymistä rajoittaa syvällä valon määrä (Backman ja Barilotti 1979), pinnan lähellä aaltojen ja jään kulutus. Meriajokas voi kasvaa sekä yksittäisinä versoina, yksilajisina kasvustoina että muiden vesikasvien seurassa. Yleisimpiä seuralajilajeja meriajokasniityillä ovat hapsikat, haurat, hapsi- ja ahvenvita, tähkä-ärviä ja näkinpartaiset (Granlund 1999; Boström ja Bonsdorff 2000). Hiekka- ja sekapohjilla meriajokkaan joukossa voi kasvaa myös pieniä määriä kiviin kiinnittyneitä jousileviä ja rihmamaisia ruskoleviä (Oulasvirta ja Leinikki 1995; Granlund 1999). Meriajokkaan juurakot sitovat pohja-ainesta, ja monipuolisessa pohjaeläinyhteisössä vallitsevat yleensä harvasukasmadot, äyriäiset ja liejusimpukka. Meriajokkaan lehdillä ja lehtien suojissa elää myös laaja joukko selkärangattomia ja kaloja (Boström ja Bonsdorff 1997; 2000; Boström ym. 2002).



Kuva 22. Meriajokas on tyypillinen avoimien hiekkapohjien kasvilaji Saaristomereltä Suomenlahdelle. Lajin muodostamat niitty laikut ovat tärkeä elinympäristö runsaalle joukolle selkärangattomia ja kaloja. Metsähallitus 2017/Joonas Hoikkala

Eläinyhteisöt matalilla hiekka- ja sorapohjilla

Hietasimpukkapohjia esiintyy yleensä matalilla merenpohjilla. Hietasimpukan seuralaislajina elää usein suuria määriä liejusimpukoita ja muita selkärangattomia (Boström ja Bonsdorff 1997; Velmu-aineisto 2017). Vastaavia eliöyhteisöjä saattaa esiintyä myös osittain kasvillisuuden peittämällä hiekkaisilla pohjilla. Hietasimpukkaa syövät esimerkiksi kampela, tokot, hietakatkaravut ja talvehtivat vesilinnut (Strasser 1999). Aikuiset simpukat kuolevat niille sijoilleen, jolloin niiden tyhjät kuoret muodostavat mikroelinympäristöjä muille lajeille (Palacios ym. 2000).

Liejusimpukkapohjat ovat todennäköisesti pohjaeläinyhteisöjen vallitsemista pohjista kaikkein yleisin (Villnäs ja Norkko 2011; Velmu-aineisto 2017) (Kuva 23). Liejusimpukkaa esiintyy eniten 2–5 metrin syvyydessä, missä simpukoita voi olla jopa useita satoja yksilöitä neliometrillä. Syvimmät liejusimpukkahavainnot on tehty 190 metrin syvyydestä (Segerstråle 1960; 1962; Laine 2003; Bonsdorff 2006). Liejusimpukka viihtyy hyvin sekä liejuisilla että hiekkaisilla pohjilla ja sietää vähäsuolaista vettä 3 ‰:een saakka (Bonsdorff 2006). Laji esiintyy usein sekayhteisöissä muiden pohjaeläinten kanssa. Liejuisilla pohjilla seuralaislajistosta löytyy yleensä äyriäisiä, surviaissääskien toukkia, monisukasmatoja ja okamakkaramatoja. Hiekkapohjaisilla, avoimilla paikoilla yhteisöissä liejusimpukan seurana elää myös muita simpukoita, kuten hietasimpukkaa ja idänsydänsimpukkaa, sekä harvasukasmatoja ja äyriäisiä (Laine 2003; Törnroos ym. 2015). Liejusimpukat ovat merkittävä ravinnonlähde useille saalistajille, selkärangattomista pedoista kaloihin ja lintuihin (Ejdung ja Bonsdorff 1992; Aarnio ym. 1996; Lappalainen ym. 2004; Nordström ym. 2010; Borg ym. 2014).



Kuva 23. Liejusimpukat käyttävät voimakasta jalkaansa kaivautumiseen hiekkapohjalla. Metsähallitus 2015/Petra Pohjola

Matalilla hiekkapohjilla voi tavata myös **sydänsimpukoiden** muodostamia yhteisöjä (Kuva 24). Sydänsimpukat ovat pienikokoisia (1–3 cm) simpukoita, jotka esiintyvät enimmäkseen alle 10 metrin syvyydessä, mutta satunnaisia yksilöitä on löydetty jopa 30 metrin syvyydestä (Leinikki ym. 2004). Sydänsimpukoiden seuralaislajina elää usein suuria määriä muita simpukoita, kotiloita, hyönteisten toukkia, monisukasmatoja ja äyriäisiä (Velmu-aineisto 2017; POHJE 2017). Vastaavia eliöyhteisöjä saattaa esiintyä myös osittain kasvillisuuden peittämällä hiekkaisilla pohjilla. Sydänsimpukat ovat monien kala- ja lintulajien ravintoa.



Kuva 24. Hiekkapohjilla elää myös paljon selkärangattomia. Sydänsimpukka kaivautuu hiekkaan monien muiden hiekkapohjilla elävien lajien tavoin suojautuakseen saalistajilta. Metsähallitus 2016/Heidi Arponen

Hietakatkapohjat ovat yleisimpiä matalissa ja suhteellisen avoimissa hiekkapohjaisissa lahdissa, mutta niitä voi löytyä myös soraisilta ja lievästi liejuisilta pohjilta. Pääosa hietakatkoista elää melko matalissa vesissä, mutta lajia on löytynyt jopa 42 metrin syvyydestä (Dahl 1944). Suotuisissa oloissa hietakatkayhteisöt voivat olla hyvinkin runsaita, jopa 10 000 yksilöä neliometrillä (Vader 1965).

Eläinyhteisöt syvemmillä hiekka- ja sorapohjilla

Suomen rannikon **monisukasmatopohjat** tunnetaan huonosti. Monisukasmadot ovat lajeina yleisiä pehmeillä pohjilla, mutta enimmäkseen pienen kokonsa vuoksi ne vallitsevat harvoin pohjayhteisössä. Suomen aluevesillä ainoastaan merisukasjalkainen ja vieraslajiryhmä liejuputkimadot ovat kyllin suurikokoisia tai runsaita yltääkseen biomassadominanssiin ja siten määrittääkseen luontotyyppin. Liejuputkimadot ovat hentoja, mutta niitä saattaa elää hyvin runsaasti pohjilla, joilta muut pohjaeläimet puuttuvat. Vieraslajit ovat menestyneet erinomaisesti uudessa elinympäristössään (Zettler ym. 2002; Ezhova ym. 2005; Villnäs ja Norkko 2011; Kauppi ym. 2015). Eri liejuputkimatolajit suosivat erilaisia elinympäristöjä ja esimerkiksi osa liejuputkimadoista kykenee elämään myös happiköyhissä olosuhteissa (Kube ym. 1996; Quintana ym. 2007, Blank ym. 2008, Koivisto 2011, Maximov ym. 2015).

Valkokatka- ja merivalkokatkapohjat ovat yleisimpiä syvillä pehmeillä pohjilla, mutta niitä esiintyy myös matalilla lieju- ja hiekkapohjilla. Valkokatka on yksi Itämeren yleisimmistä syvien pohjien lajeista, mutta se elää myös matalammilla pohjilla, kunhan vesi on tarpeeksi happipitoista ja ravintoa on runsaasti tarjolla. Merivalkokatkan elinympäristövaatimukset ovat hyvin samanlaiset, mutta laji esiintyy ainoastaan suolaisissa ja kylmissä vesissä, yleensä yli 10 metrin syvyydessä. Suotuisissa oloissa molempia katkoja voi olla hyvinkin runsaasti, jopa 10 000 yksilöä neliometrillä (Donner ym. 1987; Bonsdorff ym. 2003; Leinikki ym. 2004). Valkokatkapohjien pohjaeläinyhteisöt ovat yleensä lajirikkaita, mutta joillakin avomeren syvillä alueilla lajimäärä on selvästi vähäisempi (HELCOM 2012). Varsinkin näillä pohjilla valkokatka on merkittävä ravinnonlähde esimerkiksi kilille, liejusukasjalkaisille ja okamakkaramadoille, sekä useille kalalajeille kuten turska, silakka, kuore ja härkäsimppu (Donner ym. 1987; Englund ym. 2008).

Rannikon **meiofaunayhteisö** muodostuu useista osittain pohja-aineksen sisällä elävistä ryhmistä, joista yleisimpiä ovat sukkulamadot, harvasukasmadot, raakkuäyriäiset, hankajalkaiset, värysmadot ja rataseläimet (Elmgren 1984; Aarnio & Bonsdorff 1992; Coull 1999). Meiofaunaan määritellään kuuluvaksi yksilöt, jotka ovat alle yhden millimetrin mittaisia (Nascimento 2010), mutta suurin osa meiofaunasta sijoittuu kooltaan välille 0,040–0,5 mm. Kuten makrofaunallakin, myös meiofaunalla suolaisuus ja lämpötila säätelevät yhteisön lajikoostumusta ja runsautta (Elmgren 1978; Widbom ja Elmgren 1988). Meiofaunan eliöt, etenkin sukkulamadot, sietävät sekä hapettomuutta että rehevöityneitä oloja hyvin ja muodostavat siksi usein vallitsevia yhteisöjä alueilla, joilta makrofauna on jo hävinnyt (Elmgren 1975; Van Colen ym. 2009). Pohjanlahdella, jossa makrofaunayhteisöt ovat niukkoja, meiofaunayhteisöjen rooli on suurempi (Elmgren 1978; 1984). Luontotyyppiä esiintyy kaikissa syvyyksissä, mutta se yleistyy siirryttäessä matalista vesistä syviin. Itämeren meiofaunayhteisöt tunnetaan selvästi huonommin kuin

makrofaunayhteisöt; meiofauna on usein vain sivumaininta osana koko eliöyhteisöä. Lisäksi meiofaunanäytteitä määritetään lajitasolle asti vain harvoin, ja meiofaunaan liittyvien prosessien tuntemus on jäänyt hyvin yleiselle tasolle.

Rautamangaanisaostumapohjia muodostavat mineraalisaostumat ovat tyyppisiä valtamerissä, mutta myös matalissa merissä, kuten Itämeressä. Saostumat muodostuvat hapekkaissa oloissa meren pohjaan ja pohja-aineksen päälle mikro-organismien ylläpitämässä biogeokemiallisissa prosesseissa (mm. Zhang ym. 2002; Yli-Hemminki ym. 2014). Luontotyyppimääritelmän täyttääkseen rauta-mangaanisaostuman pitää peittää vähintään 90 % pohja-aineksesta. Suomen rannikolla rauta-mangaanisaostumia löytyy kaikilta syvyyksiltä. Saostumien muoto ja koko vaihtelevat suuresti: pienimmät saostumat ovat läpimitaltaan vain muutamia millimetrejä laajimpien peittäessä useita neliömetrejä. Muoto ja koko määrittyvät merenpohjan rakenteen ja pohja-aineksen perusteella (Zhamoida ym. 2004). Saostumat lisäävät sekä geologista että biologista monimuotoisuutta pehmeillä pohjilla muodostamalla kolmiulotteisia ja kovia rakenteita, jotka tarjoavat suojaa ja kiinnittymisalustoja pehmeää pohjaa eroosiolta ja pohjaa pitkin liikkuvilta virtauksilta. Rauta-mangaanisaostumat yhdistetään usein suhteellisen rikkaaseen pohjaeläinyhteisöön, jota hallitsevat simpukat, kotilot, harvasukasmadot, raakkuäyriäiset ja surviaissäskien toukat. Saostumat sitovat ympäristömyrkkujen lisäksi myös fosforia, joka on merkittävä ravinne eläville eliöille. Koska saostumiin sitoutuneen fosforin määrä on ympäröivää vesialuetta korkeampi, saattaa rauta-mangaanisaostumilla olla merkittävä rooli Itämeren sisäisen kuormituksen hallinnassa.

6.3. Kalat

Hiekka- ja sorapohjia hyödyntävät kalalajit

Matalassa vedessä sijaitsevilla merenalaisilla hiekkasärkillä ja sorapohjilla on tärkeä merkitys kalojen kutualueina, mutta myös elinympäristöinä useille kalalajeille. Hiekka- ja sorapohjia kutualueinaan käyttävät mm. silakka, muikku, merikutuisen siika (karisiika) ja meriharjus. Eteläisillä merialueilla myös mm. tokot, tuulenkalat ja kampelat käyttävät hiekka- ja sorapohjia elinympäristöinä (Kuva 25).

Silakalla on suuri merkitys Suomen merkittävimpänä kaupallisen kalastuksen saalislajeina, sekä saaliin määrällä että arvolla mitattuna. Selkämeri on tällä hetkellä tärkein silakan pyyntialue. Suurin osa Suomen rannikon silakoista kutee touko-kesäkuussa. Ennen kutua ja kudun aikana silakat muodostavat suuria ja tiheitä parvia. Silakka kutee rannikon tuntumassa tavallisimmin 1-5 metrin syvyydessä, syvimmillään jopa 10 m syvyydessä. Kutualueet ovat laaja-alaisia, sillä silakat hyödyntävät hiekan, soran sekä kasvillisuuden peittämiä pohjia.

Merikutuisen siian saaliit ovat heikentyneet Pohjanlahdella. Kannat ovat vielä vahvoja Perämerellä, mutta Merenkurkusta etelään tilanne on huonontunut. Poikastuotanto on heikkoa minkä takia kannat ovat monin paikoin taantuneet tai lähes hävinneet, ja eteläiset kannat ovat käytännössä istutusten varassa. Merikutuinen siika on luokiteltu Suomen lajien uhanalaisuuden arvioinnissa vaarantuneeksi (Hyvärinen ym. 2019). Vaellussiasta poiketen, merikutuinen siika kutee rannikkoalueella. Kutupaikat ovat matalassa vedessä usein muutamien metrien syvyyteen ulottuvilla sora- ja hiekkapohjilla. Kutuaika on tavallisimmin lokakuun tienoilla. Poikaset kuoriutuvat vasta keväällä jäiden lähdön aikoihin. Siika vaatii viileää ja hapekasta vettä. Lisääntymisen tärkein edellytys on kutualueiksi sopivien hiekka- ja sorapohjin pysyminen puhtaina sedimentistä ja rihmaleivistä. Rehevöityminen ja ilmaston lämpeneminen vaikuttavat haitallisesti siikakantojen tilaan. Rehevöityminen heikentää happitilannetta ja lisää sedimentaatiota sekä rihmalevien määrää tärkeillä hiekka- ja sorapohjille. Ilmaston lämpeneminen nostaa meriveden lämpötilaa sekä lyhentää jäätälvien pituutta, jotka molemmat ovat haitallisia muutoksia siialle.

Meriharjukselle puhtaina pysyvät hiekka- ja sorapohjat ovat tärkeitä kutualueita. Kutu tapahtuu hiekka-, sora- tai kivipohjilla parinkymmenen sentin syvyydestä aina neljään metriin asti. Riittävä veden virtaus ja hapekkaat olosuhteet ovat tärkeitä edellytyksiä mädin kehitykselle. Meriharjus reagoi helposti veden laadussa tapahtuviin muutoksiin ja on taantunut voimakkaasti. Tällä hetkellä ainoat tunnetut Meriharjuksen lisääntymisalueet ovat Perämerellä. Meriharjus on luokiteltu Suomen lajien uhanalaisuuden arvioinnissa äärimmäisen uhanalaiseksi (Hyvärinen ym. 2019).

LUONNOS 19.6.2019

Muikun levinneisyyttä merialueella rajoittaa suolapitoisuus ja sitä tavataan Itämeressä lähinnä pohjoisella Perämerellä ja Suomenlahden itäosissa. Muikku kutee parvissa loka-marraskuussa tavallisimmin alle 5 metrin syvyyteen, mutta syvimmillään jopa 10 m syvyyteen. Hedelmöittynyt mäti laskeutuu pohjalle. Poikaset kuoriutuvat jäiden lähden aikoihin ja levittäytyvät aluksi matalaan rantaveteen, usein hiekka- ja sorapohjille. Samoin kuin merikutuinen siika ja meriharjus, myös muikku kärsii pohjan laadun heikentymisestä.

Suomen merialueella esiintyy ainakin kolmea eri kampelalajia, eurooppalaista ja Itämeren kampelaa, sekä piikkikampelaa. Näistä ulappavesillä korkeassa suolapitoisuudessa (yli 10 promillea) lisääntyvä eurooppalainen kampela ei käytännössä onnistu lisääntymään Suomen rannikkovesissä. Sen sijaan vastikään omaksi lajikseen erotettu Itämerenkampela lisääntyy myös Suomen lounaisrannikon matalammassa suolapitoisuudessa, mutta alle kuuden promillen suolapitoisuudessa ei Itämerenkään kampelan lisääntyminen onnistu. Itämerenkampelan kutu tapahtuu maaliskuuhuhtikuussa rannikon tuntumassa matalassa rantavedessä. Alhaisen suolapitoisuuden takia mätimunat eivät enää kellu, vaan ne painuvat pohjaan. Piikkikampela lisääntyy onnistuneesti Itämeren pääaltaan pohjoisosissa. Se kutee alkukesällä noin 2–8 metrin syvyisillä alueilla vapaassa vedessä. Pienikokoiset mätimunat ovat leijuvia vähintään 8 promillen suolapitoisuudessa, mutta lisääntymisen ainakin joinain vuosina onnistuessa Suomen aluevesillä ne vajoavat löyhästi pohjalle. Poikaset elävät ensimmäiset viikot pintavedessä ja hakeutuvat virtausten mukana hiekkapohjille. Kun Suomen rannikolla suolapitoisuus on korkeimmillaan 5-7 promillea, suolapitoisuuden vaihtelut vaikuttavat varsin paljon kampeloiden ja piikkikampelan lisääntymistulokseen, ja lajeille ovat tyyppisiä suuret vuosiluokkavaihtelut. Myös rehevöityminen haittaa lajien lisääntymismenestystä. Kaikki kolme kampelalajia elävät lisääntymisvaiheen jälkeen hiekka- ja sorapohjilla.



Kuva 25. Kampelat ja piikkikampelat saalistavat selkärangattomia vedenalaisilla hiekkasärkillä. Niiden poikaset viihtyvät hyvin hienolla hiekkapohjalla, johon ne kaivautuvat tehokkaasti suojautuakseen saalistukselta. Metsähallitus 2012/Heidi Arponen

6.4. Linnut

Alle 20 metrin syvyiset hiekka- ja sorapohjat ovat tärkeitä pohjaeläimiä ja kaloja ravintonaan käyttävien vesilintujen ruokailualueita. Haahka, allit, mustalintu ja pilkkasiipi etsivät ruokansa sukeltamalla tavallisesti 2-10 metrin, jopa 20 metrin syvyydestä. Ne käyttävät ravintonaan pääasiassa simpukoita, kotiloita ja äyriäisiä.

Etelänkiisla, ruokki ja riskilä syövät lähes yksinomaan kalaa. Etelänkiisla ja ruokki pääasiassa silakkaa ja kilohailia. Riskilä syö usein pohjan tuntumassa eläviä lajeja kuten kivinilkkoja. Riskilä voi sukeltaa jopa 50 metrin syvyyteen. Etelänkiislat ja ruokki ruokailevat avomerellä ja niiden ruokailualueet voivat sijaita kymmenien kilometrien etäisyydellä pesimäyhdyskunnasta. Ne kykenevät sukeltamaan yli 100 metrin syvyyteen.

LUONNOS 19.6.2019

Kaakkuri ja kuikka syövät myös pelkästään kalaa ja ne esiintyvät merialueella muutto- ja talvehtimisaikana. Lokeista selkälokin pääravintona ovat kalanperkeet ja kalat, joita ne pyydystävät viistosti veteen syöksyen. Laji saalistaa myös silakoita kutuaikana ulkomerellä.



Kuva 26. Harjusaaret muodostavat monille lintulajeille tärkeän pesimisympäristön. Räyskänpoikasen odottelee emoaan Astekarilla Perämerellä. Metsähallitus 2009/Essi Keskinen

6.5. Merinisäkkäät

Suomen merialueella tavataan kolme merinisäkäslajia: harmaahylje, itämerennorppa ja pyöriäinen. Harmaahyljettä eli hallia voi tavata Perämeren pohjukasta aina Suomenlahdelle saakka. Harmaahyljekanta on kasvanut viime vuosina tasaisesti ja on runsain Lounais-Suomen rannikolla. Itämerellä tehdyissä laskennoissa on viime vuosina havaittu noin 30 000 harmaahyljettä, kokonaiskanta on todennäköisesti 40 000 - 54 000 yksilöä. Itämeren norppakanta on runsain Perämeren alueella, mutta lajia esiintyy vähälukuisena myös Saaristomerellä ja Suomenlahdella. Vuonna 2017 Perämerellä tehdyissä norppalaskennoissa havaittiin noin 13 600 norppaa, Suomenlahdella kanta koostuu vain joistain kymmenistä yksilöistä ja on taantuva. Hylkeiden kannalta on ratkaisevan tärkeää, että niillä on sopivia makoilupaikkoja, joilla ne saavat olla rauhassa erityisesti karvanvaihdon aikaan. Suomen merialueilla näille keskeisille lepäilyalueille on perustettu hylkeidensuojelualueita, joilla liikumista on rajoitettu. Vedessä hylkeiden esiintymistiheys riippuu luonnollisesti käytettävissä olevan ravinnon määrästä. Hylkeet hyödyntävät tehokkaasti eri syvyysiajoja ja koko vesipatsasta saalistuksessaan.

Pyöriäinen on ainoa Itämeressä sekä Suomen vesillä säännöllisesti esiintyvä valaslaji. Laji oli vielä 1900-luvun alussa yleinen, mutta nykyisin sitä tavataan Suomen merialueilta hyvin harvoin. Syitä pyöriäisen taantumiseen ei tunneta, mutta ilmeisesti ainakin metsästys, menehtyminen kalastusverkkoihin ja ympäristömyrkyjen haitalliset vaikutukset lisääntymiseen ovat vaikuttaneet lajin harvinaistumiseen. Pyöriäisen esiintymisestä on saatu tietoa mm. 2000-luvun alussa alkaneen havainnointikampanjan tuloksena. Vuosien 2010-2015 aikana Itämeren laajuudessa pyöriäisten esiintymisen selvityksessä voitiin todeta, että Itämeren pyöriäisiä on arvioitu mukaan noin 500, joka tekee tästä populaatiosta äärimmäisen uhanalaisen. Äänihavaintoja on tehty tämän jälkeen seurantatutkimuksissa säännöllisesti, mutta painottuen kesäajan ulkopuolelle, kun taas kansalaisten havaintoja tehdään kesäaikaan lähellä rantaa ja saaristossa, painottuen Suomen eteläiselle ja lounaiselle merialueelle.

6.6. Ekosysteemipalvelut

Ekosysteemipalveluilla tarkoitetaan ekosysteemien tuottamia ilmaisia, aineellisia ja aineettomia hyötyjä ihmiselle. Ekosysteemipalvelut jaottelevat ekosysteemien toimintoja ihmisen näkökulmasta. Ne jaetaan neljään luokkaan: tuotanto-, ylläpito-, sääntely- ja kulttuuripalveluihin. Luonnon tarjoamia tuotantopalveluja ovat esimerkiksi ravinto ja vesi, sekä lääke- ja rakennusaineet. Ylläpitopalveluihin kuuluvat esimerkiksi yhteyttäminen, ravinteiden kierto sekä maaperän muodostus. Lisäksi luonto vaikuttaa ilmastonsäätelyyn ja puhdistaa ilmaa ja vettä (sääntelypalvelut), sekä tarjoaa kulttuuripalveluina mahdollisuuden esimerkiksi virkistykseen ja esteettisyyden kokemuksiin. Ekosysteemipalvelu-konseptia voidaan hyödyntää esimerkiksi silloin, kun halutaan määrittää

luonnon monimuotoisuuden arvo suhteessa ihmisen taloudelliseen toimintaan (Lai ym. 2018) tai osana merialuesuunnitteluprosessia (Veidemann ym. 2017).

Merenpohjan hiekka-, sora- ja mineraalivarantojen sijoittuminen vaikuttaa paljon niiden tuottamien ekosysteemipalveluiden määrään ja laatuun. Esimerkiksi valoisille hiekka- ja sorapohjille sijoittuvat kasvi- ja eläinyhteisöt voivat tuottaa paljon erilaisia ekosysteemipalveluita, joiden määrä ja laatu riippuvat merenpohjalle muodostuvan eliöyhteisöstä ja sen tilasta. Myös syvemmät hiekka- ja sorapohjat voivat tuottaa ekosysteemipalveluita, riippuen niille muodostuvasta eliöyhteisöstä. Syvien hiekka- ja sorapohjien tuottamat ekosysteemipalvelut ovat kuitenkin määrältään todennäköisemmin vähäisempiä kuin valoisien merenpohjien.

Rautamanganisaostumapohjien tuottamista ekosysteemipalveluista on vielä vähän tietoa. Saostumapohjien kyky sitoa fosforia ja haitallisia aineita, kyky hajottaa raakaöljyä, sekä mahdollinen merkitys pohjayhteisöjen muodostumisessa voi merkitä, että ne tuottavat ihmisen kannalta merkittäviä ekosysteemipalveluita.

7. Ottotoiminnan ympäristövaikutukset merellä

7.1. Fysikaaliset muutokset

Pohjatopografian muutos

Maa-ainesten ruoppaaminen pohjasta jättää pohjaan jälkiä, joiden koko ja muoto riippuu käytetystä ruoppaustekniikasta ja –kalustosta. Pääasiallisesti käytetään joko liikkuvasta aluksesta tehtävää imuruoppausta tai paikallaan pysyvistä aluksesta tehtävää imuruoppausta. Pienemmän mittakaavan toiminnassa myös erilaisilla kauhoilla voidaan nostaa pohja-ainesta alukselle. Liikkuvasta aluksesta tehty imuruoppaus jättää pohjalle tavallisesti 1-5 metriä leveitä ja noin 0,3-0,5 metriä syviä uria. Paikallaan tapahtuva ruoppaus taas synnyttää painanteita, jotka voivat olla jopa kymmeniä metrejä syviä ja satoja metrejä halkaisijaltaan.

Ruoppausjälkien tasoittumiseen niin, ettei niitä voida enää havaita voi kulua muutamista kuukausista jopa vuosikymmeniin. Aikaskaalaan vaikuttavat merenpohjan laatu ja alueen hydrodynaamiset olosuhteet eli pohjanläheiset virtaukset ja aallokko. Matalassa vedessä avoimella paikalla aallokko ja virtaukset voivat tasoittaa ottotoiminnan seurauksena syntyneet kuopat nopeasti, kun taas suojaosilla paikoilla kuoppien täyttyminen vie kauemmin. Yleisesti voidaan todeta, että mitä karkeampaa pohjamateriaali on ja mitä syvemmällä ottotoiminta tapahtuu, sitä kauemmin pohjatopografian palautumiseen ennalleen kuluu aikaa. Joissakin tapauksissa pohjatopografian muutokset voivat olla käytännössä ”ikuisia”. Jos esimerkiksi ruopataan harjujaksoon kuuluva soraharjanne, uutta harjannetta ei muodostu entisen paikalle.

Pohjatopografian muutoksilla on vaikutusta meriympäristön palautumiselle ottotoiminnan päätyttyä. Syvät kuopat voivat myös aiheuttaa paikallisesti hapettomuutta ja siten vaikuttaa haitallisesti ympäristöön.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminta tulee sijoittaa alueelle, jossa aallokko tai veden virtaukset tasoittavat toiminnasta syntyneitä jälkiä merenpohjassa. Vedenalaisia maisemointitoimenpiteitä ei yleensä ole edellytetty, mikäli aallokko tai veden virtaukset liikuttavat suunnitellulla ottoalueella pohjamateriaalia ja tasoittavat pohjalle muodostuneita kuoppia.

Pohjanlaadun muutos

Aineksen poistaminen merenpohjasta voi muuttaa sen koostumusta. Esimerkiksi hiekan imeminen pohjalta voi paljastaa syvemmällä olevaa karkeampaa pohja-ainesta. Vastaavasti karkeampi pohja-aines saattaa muuttua myös hienojakoisemmaksi hiekaksi tai siltiksi esimerkiksi imuruoppaajan ylivuotovesien mukana vesipatsaaseen palautuvan hienojakoisen aineksen laskeutuessa pohjalle. Ottotoiminnan seurauksena tapahtuvat virtausolosuhteiden muutokset voivat myös johtaa pohjasedimentin tyyppin muuttumiseen. Jos esimerkiksi maa-ainesten ottoalue syvenee oleellisesti, voivat paikalliset virtaukset heiketä ja siten edesauttaa hienoaineksen kerrostumista ruopatulle alueelle. Tällöin merenpohja liettyy ja seurauksena voi olla esimerkiksi hapettomuutta.

Pohjasedimentin raekoostumuksen muutokset voivat oleellisesti vaikuttaa pohjaeliöstön palautumiseen ottotoiminnan jälkeen. Kansainvälisten tutkimusten mukaan eliöstön palautuminen hiekkavaltaisilla alueilla

tapahtuu yleensä nopeammin kuin soravaltaisilla alueilla. Yleisesti ottaen palautuminen on nopeampaa, jos hyödyntämisen kohteena olevan alueen pohjasedimentti on ottotoiminnan jälkeen mahdollisimman lähellä alkuperäistä tilannetta. Esimerkiksi Saksassa ja Iso-Britanniassa merihiekan ottotoiminnan lupaehdot edellyttävät, että pohjasedimentin on oltava samanlaista toiminnan päätyttyä.

Vaikutusten lieventäminen

Luvituksessa tulee edellyttää, että pohjasedimentin tyyppi ei muutu ottotoiminnan seurauksena. Tämä edellyttää, että pohjalle jätetään riittävä kerros alkuperäistä pohjasedimenttiä vastaavaa materiaalia.

Pohjan hapettomuuden lisääntyminen

Veden vaihtuminen ottotoiminnan seurauksena syntyneissä kuopissa voi heikentyä, jolloin niiden olosuhteet voivat muuttua hapettomiksi (Merihiekkatyöryhmä 1987). Hapettomissa olosuhteissa orgaanisen aineksen hajoamisen seurauksena syntyy myrkyllistä rikkivetyä. Erityisesti syvillä pohjilla happikadon syntymistä edesauttaa veden kerrostuminen suolaisuuden ja lämpötilan perusteella, mikä estää vesipatsaan sekoittumisen ja happirikkaan pintaveden pääsyn pohjanläheisiin vesikerroksiin. Hapettomilta pohjilta voi myös vapautua esimerkiksi ravinteita, kuten fosforia veteen.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminnan seurauksena syntyvien kuoppien tulee olla riittävän loivia veden vaihtumisen takaamiseksi. Ottotoiminta tulee sijoittaa alueille, joilla veden virtaukset ja aallokko voivat tasoittaa pohjalle syntyneitä jälkiä ottotoiminnasta.

Muutokset hydrodynamiikassa

Ruoppauksen aiheuttamat muutokset veden syvyydessä ja pohjan topografiassa voivat aiheuttaa muutoksia aallonmuodostukseen ja paikallisiin virtausolosuhteisiin. Merien virtaukset johtuvat monista eri tekijöistä. Itämerellä tärkein on tuulen vaikutus, sekä ilmanpaine-erot ja paikallisesti vedenkorkeuden vaihtelut. Itämerellä vuorovesien vaikutus virtauksiin on vähäinen, kun taas valtameriskaalassa tarkasteltuna vuoroveden aiheuttamat virtaukset ovat merkittävä tekijä.

Hydrodynaamisten muutosten (muutokset meren pohjassa) aiheuttamia vaikutuksia virtauksiin voidaan ennustaa tietokonemallien avulla, jossa erityisen tärkeää on meren pohjan ja virtausten välisen vuorovaikutuksen kuvaus, eli ns. vesi-sedimentti –vuorovaikutuksen kuvaus.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminnasta koituvia merkittäviä vaikutuksia paikallisiin hydrodynaamisiin olosuhteisiin tulee välttää, sillä muutosten merkitystä meriekosysteemin rakenteelle ja toiminnalle on vaikea arvioida luotettavasti.

Rantaeroosio

Muutokset merenpohjan topografiassa ja sen myötä paikallisissa hydrodynaamisissa olosuhteissa voivat vaikuttaa läheisiin rannikkoalueisiin ja rantaviivaan. Suomessa rantaeroosiota on epäilty esimerkiksi Eckerössä v. 1976-1978 tehdyn merihiekanoton seurauksena tapahtuneissa muutoksissa rantojen rakenteessa, kun hiekkaa valui hitaasti rannoilta mereen ja samalla rantojen hiekan raekoko muuttui suuremmaksi. Vastaavia havaintoja on tehty myös Kotkan ja Helsingin Vuosaaren edustalta (Merihiekkatyöryhmä 1987). Kansainvälisten tutkimusten mukaan suurin syy rantaeroosioon on yleensä muutos luonnollisissa prosesseissa, kuten myrskyjen aiheuttamassa tilapäisesti voimistuneessa aallokossa ja veden virtauksessa. Yli 25 metrin syvyydessä tehdyn ruoppauksen ei ole havaittu enää lisäävän rantaviivan eroosiota. Merkittävä tekijä on luonnollisesti myös ruoppauskohteen etäisyys rantaviivasta: mikäli ottotoimintaa tapahtuu aktiivisen rantavyöhykkeen alueella, sillä voi olla vaikutusta rantojen eroosioon.

Ottotoiminnan vaikutuksia aktiivisen rantavyöhykkeen prosesseihin ja mahdolliseen rantaeroosion lisääntymiseen voidaan ennustaa numeerisen mallintamisen avulla.

Vaikutusten lieventäminen

LUONNOS 19.6.2019

Rantaeroosion lisääntymistä ottotoiminnan seurauksena tulee välttää, sillä rantaeroosion vaikutukset ovat pitkäkestoisia ja vaikeita hallita. Käytännössä tämä edellyttää arviota geologisen muodostuman sijainnista suhteessa mahdollisiin rantakohteisiin, joiden rantavyöhykkeiden prosesseihin ottotoiminta voi vaikuttaa.

Sameusmuutokset

Merenpohjan kiviaineksen ottotoiminta voi aiheuttaa veden samentumista. Samentumiseen on pääasiassa kolme syytä:

- hienojakoista pohjasedimenttiä nousee vesipatsaaseen ottotoiminnan vaikutuksesta
- aluksen ylivuotovesien sisältämä hienoaines samentaa veden
- aluksella tapahtuvan kiviaineksen seulonnan yhteydessä ei-toivottu pohja-aines palautetaan mereen ja hienoaines samentaa veden

Suurin vaikutus samentuman muodostumiseen on sedimentin sisältämällä hienoainemäärällä, mutta vaikutusta on myös ruoppausmenetelmällä ja hydrodynaamisilla olosuhteilla. Ottopaikalla vallitsevat ympäristöolosuhteet vaikuttavat paljon samentumisen leviämiseen. Vuosaaren sataman rakentamisen yhteydessä havaittiin, että merihiekanoton vaikutukset veden kirkkauteen olivat valtaosan ajasta suhteellisen vähäisiä. Samentunutta vettä levisi pohjan läheisyydessä ajoittain 1,5-2 kilometrin etäisyydelle, mutta sameusarvot laskivat kuitenkin nopeasti lähelle tausta-arvoja, kun ottotoimintaa ei ollut. Poikkeuksena tästä oli tilanne, jossa ylijouksetettiin poikkeuksellisen paljon hienoainesta sisältävää vettä alukselta mereen noin viikon ajan. Tällöin vaikutukset ulottuivat pohjan läheisissä kerroksissa aina 10 kilometrin etäisyydelle ja laskennallisesti jopa 15-25 kilometrin etäisyydelle ottopaikalta. Myös v. 1985 suoritetuissa merihiekan koenostoissa ottotoiminnan pitkäaikaisvaikutukset vedenlaatuun todettiin vähäisiksi (Pitkänen & Kettunen 1988).

Veden sameus vaikuttaa merenpohjalla eläviin makroleviin ja vesikasveihin (Erftemeijer & Lewis 2006). Sameassa vedessä levät ja kasvit eivät kykene elämään yhtä syvällä kuin kirkkaassa vedessä, joten voimakkaat muutokset kasvukaudenaikaisessa veden kirkkaudessa voivat vaikuttaa esimerkiksi merenpohjan eliöyhteisöjen rakenteeseen, lajistoon ja tuotantoon. Toisaalta vesipatsaaseen vapautuvat ravinteet voivat mahdollistaa kasviplanktonin perustuotannon lisääntymisen.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminta tulee suunnata muodostumiin, joiden pintamateriaali on hiekka tai soraa. Tällöin voidaan välttää hienojakoisen aineksen leviäminen vesipatsaassa virtausten mukana.

Melu

Melua aiheuttavat sekä ottotoimintaan käytetyt alukset, että pohjan mekaaninen kaivaminen, joskin vain joitain esimerkkejä ruoppaustoimintaan liittyvästä melusta on saatavilla (Robinson ym. 2011, McKenna ym. 2012). Ruoppausalusten tuottamaa vedenalaista ääntä voidaan verrata rahtialuksiin (Robinson ym. 2011). Toiminnan äänen intensiteetin on eräissä tutkimuksissa arvioitu olevan 168-186 dB frekvenssitason vaihdellessa 20Hz->1kHz ja sijaitessa pääosin 500Hz tasolla. Ääni on pääosin tasaista ja ei-impulssimaista (Richardson ym. 1995, OSPAR, 2009, Thomsen ym. 2009).

Vedenalainen ääni voi kulkeutua veden alla pitkiä matkoja riippuen äänilähteestä ja vallitsevista ympäristöolosuhteista. Äänen voimakkuutta voidaan mitata veden alla mutta sen vaikutuksia merieliöstöön ei vielä tunneta kovinkaan hyvin. Melu voi vaikuttaa ainakin nisäkkäiden, mutta myös joidenkin kalalajien käyttäytymiseen. Sillä voi olla vaikutusta esim. saalistustoimintaan tai kumppanin löytämiseen, jota melu voi siis haitata.

Vaikutusten lieventäminen

Toiminta tulee sijoittaa paikallisesti ja ajallisesti siten, ettei merkittäviä haittoja aiheudu kaloille, linnuille tai merinisäkkäille.

7.2. Kemialliset vaikutukset

Ottotoiminnan seurauksena pohjasedimenttiin sitoutuneet ravinteet ja esimerkiksi haitalliset aineet, kuten raskasmetallit ja ympäristömyrkyt, voivat vapautua vesipatsaaseen (Latimer ym. 1999, Eggleton ja Thomas 2004,

Roberts 2012). Haitalliset aineet voivat vapautua merenpohjaan kohdistuvan mekaanisen toiminnan vaikutuksesta kun merenpohjan rakenne rikotaan ja sen eri kerrostumiin sitoutuneet yhdisteet vapautuvat veteen. Mikäli ottotoiminnan seurauksena pohjalle syntyy hapettomia painanteita, voi veteen liueta pohjasedimentistä ravinteita, kuten fosforia. Hienojakoisin aines, johon on sitoutunut suhteessa eniten haitallisia aineita, kulkeutuu virtausten myötä pisimmälle (Grimwood ja McGhee 1979).

Haitallisten aineiden vapautuminen vesipatsaaseen merihiekan ja –soran hyödyntämisen seurauksena on todennäköisesti vähäistä. Haitalliset aineet kertyvät pääsääntöisesti löyhästä ja orgaanista ainesta paljon sisältäville kerrostumispohjille. Hyödyntämiskelpoiset hiekka- ja soramuodostumat esiintyvät useimmiten eroosiopohjilla, joille sedimenttiä kertyy vähemmän.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminta tulee kohdentaa muodostumiin, joiden pintamateriaali on hiekkaa ja soraa. Tällöin hienojakoiseen pohja-ainekseen sitoutuneiden ravinteiden ja haitta-aineiden pitoisuudet eivät nouse merkittävästi vesipatsaassa.

7.3. Vaikutukset meriluontoon

Merenpohjan mineraali- ja kiviaineksen hyödyntäminen aiheuttaa fysikaalisia muutoksia merenpohjaan. Merenpohjan hydrodynaamiset ja morfologiset tekijät, sekä pohjasedimenttien ominaisuudet vaikuttavat paljon merieliöiden ja niiden muodostamien yhteisöjen levinneisyyteen. Merenpohjan rakenteessa tapahtuvat muutokset mutta myös muut ottotoiminnan aiheuttamat ympäristömuutokset voivat heijastua eliöyhteisöjen rakenteeseen ja laatuun. Tämä puolestaan voi vaikuttaa vedenalaisia elinympäristöjä hyödyntäviin kaloihin, lintuihin ja nisäkkäisiin. Merenpohjan hyödyntämisessä käytetty tekniikka ja kalusto, sekä paikalliset ympäristöolosuhteet vaikuttavat meriekosysteemissä tapahtuvan muutoksen määrään. Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarojen kokonaisvaikutuksia meriekosysteemiin tulisikin arvioida perustuen syysuhteiden mallintamiseen perustuviin tarkasteluihin (Kaikkonen ym. 2018). Tällöin arvioidaan toiminnan vaikutukset meriekosysteemille, ekosysteemille koituneen haitan määrä, sekä palautumiseen tarvittava aika, mikäli palautuminen on mahdollista.

Pohjaeliöstö

Suorat vaikutukset

Merenpohjan hyödyntämisen yhteydessä tapahtuva sedimenttipohjien häiriintyminen ja/tai fyysinen merenpohjan häviäminen johtaa eliöstön lajirunsauden ja biomassan muutoksiin. Ottotoiminnan vaikutukset voivat ulottua vain pienistä lajirunsaudesta ja biomassoissa tapahtuvista muutoksista lähes täydelliseen merenpohjan eliöyhteisöjen tuhoutumiseen (Kenny ja Rees 1994, Newell ym. 1998). Vaikutuksen suuruus riippuu useista eri tekijöistä, kuten ruoppauksen intensiteetistä ja käytetystä tekniikasta, paikallisista ympäristöolosuhteista sekä pohjasedimentin laadusta (Graca ym. 2004).

Merihiekan ja –soranottoalueilla makrofaunan herkkyys muutoksille on suurempi soravaltaisemmillä, syvemmillä ja luonnostan häiriintymättömillä alueilla. Monet merenpohjan selkärangattomista leviävät vesipatsaassa uivilla toukkavaiheilla, joten tuhoutuneet pohjaeläinyhteisöt korvautuvat uusilla 2-3 vuoden aikana. Vesikasvillisuuden kohdalla tilanne on monimutkaisempi, sillä vaikka osa lajeista leviää siemenillä tai itiöillä, osa lajeista leviää vain paloittumalla syntyneillä versokappaleilla. Passiivinen leviäminen veden virtausten mukana voi estää kasvillisuuden palautumisen, jolloin ottotoiminnan vaikutukset ainakin paikallisesti voivat olla merkittäviä.

Epäsuorat vaikutukset

Pohjaeläinten tukautuminen liettymisen seurauksena voi muuttaa merenpohjan eliöyhteisöjen rakennetta ja esimerkiksi ravinteiden kiertoa vesi-sedimentti-rajapinnassa. Liettymisen johtuu vesipatsaaseen ottotoiminnan seurauksena vapautuvan hienojakoisen aineksen vajoamisesta merenpohjalle, jossa se muodostaa liikkuvan lietekerroksen, joka voi häiritä tai jopa tukahduttaa merenpohjan päällä tai sisällä eläviä eliöitä.

Veden samentuminen ottotoiminnan ja kiviaineksen huuhtomisen seurauksena vähentää valon määrää ja muuttaa sen laatua vesipatsaassa, mikä puolestaan voi heikentää makrolevien ja vesikasvien elinympäristön laatua. Muuttuneet valaistuuolosuhteet yhdessä esimerkiksi liettymisen kanssa voivat vaikuttaa kasvi-, sammal- ja levälajien muodostamien kasvillisuusyhteisöjen levinneisyyteen ja laatuun muiden eliöiden elinympäristönä.

Ottotoiminnan seurauksena merenpohjasta vesipatsaaseen vapautuvat yhdisteet voivat myös vaikuttaa ekosysteemin toimintaan. Ravinteiden lisääntyminen vedessä voi lisätä kasviplanktonin perustuotantoa ja vähentää korkeampien kasvien käytettävissä olevaa valon määrää. Haitta-aineet kertyvät erityisesti ravintonsa vedestä suodattaviin pohjaeläimiin, joiden elinkykyä korkeat haitta-ainepitoisuudet voivat alentaa. Tämän lisäksi on mahdollista, että haitallisia aineita kertyy ravintoverkon ylemmille tasoille erityisesti kala- ja lintulajeihin, jotka hyödyntävät pohjaeläimiä ravintonaan.

Vaikutusten lieventäminen

Meriluonnon monimuotoisuuden kannalta keskeiset alueet tulee määrittää osana YVA-prosessia ja toiminta tulee sijoittaa alueille, joilla vaikutukset monimuotoisuuteen eivät ole alueellisesti merkittäviä.

Ottotoiminta tulee sijoittaa valoisan vyöhykkeen alapuolelle, mikäli mahdollista. Tällöin kyetään välttämään vesikasvillisuuteen kohdentuvia vaikutuksia esimerkiksi veden samentumisen ja/tai pohjien liettymisen seurauksena.

Pohjasedimentin rakenteen tulisi olla ottotoiminnan jälkeen samankaltaista kuin ennen ottotoimintaa, jotta merenpohjalle voi muodostua samankaltainen eliöyhteisö kuin ennen merihiekan ottoa.

Kalat

Suorat vaikutukset

Merihiekan ja soran otto merenpohjasta vaikuttavat kalojen kannalta ympäristöön melko samalla tavalla kuin ruoppaus. Hiekan ja soran nostolla on haitallisia suoria vaikutuksia kalastoon nostoalueella. Noston aikana aiheutuva veden samentuminen syntyy suoraan merenpohjassa tapahtuvasta pohjamateriaalin nostosta sekä alukseen nostetun pohjamateriaalin ja veden erotuksessa syntyvästä ylivuodosta. Pohjan hienoainekseen on saattanut vuosien aikana sitoutua raskasmetalleja, jotka pohjamateriaalin noston aikana pääsevät levittäytymään veteen ollen haitallisia kaloille. Merenpohjan muotojen voimakas muuttaminen voi vaikuttaa myös kalojen kutuparvien liikkeisiin ja suunnistamiseen kutupaikoille. Suurin osa kalalajeista välttää voimakkaan ihmisvaikutuksen alaisia alueita, joten myös itse ottotoiminta voi vaikuttaa kalojen liikkumiseen alueella.

Samentuminen ja hienoaineksen leviäminen ympäröivään veteen vaikuttavat kaloihin ensisijaisesti vedenlaadun heikkenemisen kautta. Samentuminen, liettyminen ja muutokset veden happipitoisuudessa heikentävät mm. merikutuisen siian ja meriharjuksen mädin kehitystä. Hiekan ja soran nostolla voidaan vahingoittaa tai jopa täysin hävittää tärkeitä kutupaikkoja. Myös epäsuoria vaikutuksia kaloihin on odotettavissa mm. ravintolajien ja kasvillisuuden muutosten kautta. Veden samentuminen voi heikentää näköaistinsa varassa saalistavien kalalajien ravinnonsaantia.

Epäsuorat vaikutukset

Pohjaeliöstö muodostaa pääasiallisen ravinnonlähteen joillekin kalalajeille. Tällöin kaikki muutokset pohjaeliöstön määrässä ja laadussa voivat vaikuttaa näihin kalalajeihin ravinnonsaannin kautta. Pohjaeliöstössä tapahtuneet muutokset voivat myös heikentää kalojen elinympäristöjen laatua. Elinympäristöjen heikkeneminen ja ravintotilanteen muutokset voivat heijastua esimerkiksi alentuneina saalismäärinä ammattikalastuksessa.

Vaikutusten lieventäminen

Hiekan ja soran noston haitallisia vaikutuksia voidaan pyrkiä lieventämään sekä nostoalueen tarkalla valinnalla ja rajaamisella että ajankohdan valinnalla. Esimerkiksi silakan kutualueiden lähistöllä toimenpiteitä tulisi välttää kevät aikaan, jolloin kutua tapahtuu. Vastaavasti merikutuisen siian kutuajan suojelemiseksi kannattaa välttää loppusyksyn toimenpiteitä lähellä kutualueita. Tällöin tulee huomioida toiminnasta aiheutuvan hienoaineksen kulkeutumisen välttäminen kutualueille varovaisuusperiaatetta noudattaen. Mahdollisimman tarkkaan tutkittuun tietoon pohjautuvalla merialuesuunnittelulla voidaan myös tunnistaa merialueet, joilla merihiekan tai –soran nostolla on mahdollisimman pienet haitalliset vaikutukset.



Kuva 27. Veden samentuminen ja pohjien liettyminen voivat heikentää kalojen, kuten kuvan härkäsimpun, elinolosuhteita. Metsähallitus 2011/Ari Laine (rajataan etuosaa kuvasta pois)

Linnut

Suorat vaikutukset

Aktiivinen ihmistoiminta ja melu voivat karkottaa lintuja tärkeiltä lisääntymis- ja ruokailupaikoilta häiriten lintujen pesintää ja ravinnonhankintaa. Lisääntynyt sameus voi haitata joidenkin vesilintujen kykyä saalistaa veden alla, jolloin lintujen ravinnonsaanti voi heikentyä ja yksilöiden selviytymiskyky alentua.

Epäsuorat vaikutukset

Pohjaeliöstö muodostaa pääasiallisen ravinnonlähteen joillekin lintulajeille. Muutokset ravintokohteiden määrässä ja laadussa voivat vaikuttaa näihin lintulajeihin heikentyneen ravinnonsaannin kautta ja heikentää populaatioiden selviytymiskykyä. Myös ravintoon kertyvät haitalliset aineet ja ympäristömyrkyt voivat alentaa yksilöiden selviytymiskykyä ja lajien lisääntyminen voi heikentyä.

Vaikutusten lieventäminen

Merenpohjan kiviainestuotannon sijoituspaikat tulee valita siten, että vältetään keskeisiä lintujen ruokailualueita paikallisesti ja ajallisesti. Myös pesimäaikaisia häiriöitä tulee välttää sekä ajallisesti että paikallisesti.

Merinisäkkäät

Suorat vaikutukset

Aktiivinen ihmistoiminta ja melu voivat karkottaa hylkeitä lepäily- ja ravinnonhankinta-alueilta. Hollannissa tehdyissä tutkimuksissa havaittiin, että ruoppaajien tullessa 700 metriä lähemmäs, rannalla lepäilevillä hylkeillä havaittiin yhä lisääntyvä pakoreaktio veteen. Suurimman häiriön hylkeille toiminta voi aiheuttaa kevättalvella lisääntymisaikaan (helmi-huhtikuu) ja loppukevällä karvanvaihtoaikaan (huhti-toukokuu). Myös muutokset hylkeiden saalinaan käyttämissä kalakannoissa voivat vaikuttaa hylkeisiin. Tämän lisäksi veden samentuminen voi heikentää hylkeiden saalistustehoa, mikä osaltaan heikentää yksilöiden selviytymistä. Vaikutukset pyöriäiselle ovat samansuuntaisia, tosin pyöriäisen kannalta veden samentuminen ei ole niin olennaista kuin ottotoiminnasta syntyä melu, joka voi häiritä pyöriäisen kaikuluotaukseen perustuvaa saalistusta.

Epäsuorat vaikutukset

Merenpohjan muokkaaminen voi nostaa vesipatsaaseen sedimenttiin varastoituneita haitta-aineita, jotka kertyessään ravintoverkon ylemmille tasoille voivat aiheuttaa haittoja kaloille, linnuille ja nisäkkäille.

Vaikutusten lieventäminen

Ottotoiminta tulee sijoittaa ajallisesti ja paikallisesti siten, ettei siitä koidu kohtuutonta haittaa merinisäkkäille esimerkiksi lisääntyneen ihmistoiminnan tai melun häiritessä nisäkkäitä.

Ottotoiminta tulee kohdentaa alueille, joilla nostettavan aineksen päällä ei ole pehmeää sedimenttiä, minkä lisäksi merenpohjan haitta-ainepitoisuudet tulee selvittää ennen ottotoiminnan aloittamista. Tällöin voidaan merinisäkkäille haitallisten aineiden määrän lisääntyminen vesipatsaassa ja kertyminen korkeammille ravintoverkon tasoille.

7.4. Ympäristövaikutukset maalla

Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen voi aiheuttaa ympäristövaikutuksia myös maalla, mikäli materiaalia esimerkiksi jatkojalostetaan. Tällöin tulee huomioida, samoin kuin maalla sijaitsevien kiviainesvarantojen hyödyntämisen yhteydessä, toiminnasta aiheutuvat ympäristövaikutukset, kuten ympäristön viihtyisyyttä heikentävät melu-, pöly- ja liikennevaikutukset, sekä märkien massojen käsittelystä syntyvät hulevedet (Kuva 28).

Pinnan päällisen melun leviämistä ja vaikutuksia ottotoiminnan ja kiviaineksen jatkojalostuksen yhteydessä voidaan ennustaa melumallinnuksen avulla. Pinnan päällä syntyvään melun torjuntaan sovelletaan ympäristönsuojelulaissa 527/2014, ympäristönsuojeluasetuksessa 713/2014 ja valtioneuvoston periaatepäätöstä melun ohjearvoista 993/1992. Ympäristölle mahdollisesti haittaa aiheuttavan melun leviämistä päästölähteestä mallinnetaan yleensä YVA-prosessissa numeerisilla malleilla.

Märän kiviaineksen kuivuessa sen käsittely ja jatkojalostus saattaa aiheuttaa hiukkaspäästöjä, jotka saattavat sisältää myös haitallisia aineita. Pölyn määrää, laatua ja leviämistä päästölähteestä tulee arvioida osana YVA-prosessia.

Merenpohjalta nostetun kiviaineksen kasaaminen maalle edellyttää niistä valuvien hulevesien hallintaa. Hulevedet voivat sisältää kiviaineksen mukana nostettua orgaanista sedimenttiä, sekä sedimenttiin sitoutuneita haitta-aineita, joten hulevesien käsittelyratkaisut tulee sisällyttää osaksi ympäristövaikutusten hallintasuunnitelmaa.



Kuva 28. Merihiekan kuivapurku imuruoppaajalta Vlissingen-Oost:ssa Hollannissa. kuva: <https://www.demegroup.com/expertises/processing-sand-gravel>

7.5. Yhteisvaikutukset

Meriekosysteemin toimintaan vaikuttavat eniten ihmistoiminnan yhteisvaikutukset. Useiden eri hankkeiden yhteisvaikutukset voivat olla suuremmat kuin yksittäisistä hankkeista aiheutuvat haitat meriympäristöön. Yhteisvaikutusten arvioinnissa huomioidaan menneet, nykyiset ja tulevat hankkeet ja suunnitelmat. Tulevan toiminnan osalta on huomioitava lähinnä ne hankkeet, jotka on jo hyväksytty tai joille on jo myönnetty lupa.

Suomen olosuhteissa on epätodennäköistä, että merenpohjan maa-ainesten hyödyntämishankkeita olisi yhtäaikaisesti käynnissä kovin lähellä toisiaan. Sen sijaan muita ruoppauskohteita ja merenpohjaa muokkaavia

LUONNOS 19.6.2019

hankkeita voi sijaita merikiviaineksen ottopaikan läheisyydessä. Lisäksi on huomioitava muut merenkäytön muodot, kuten kalastus, kalankasvatus, läjitys ja merenpohjaan kohdistuva rakennustoiminta, jotka voivat yhdessä suunniteluun merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisen kanssa aiheuttaa merkittäviä ympäristövaikutuksia. Myös esimerkiksi ottotoiminnan vaikutukset kalankasvatukseen tulee huomioida, mikäli YVA:n perusteella on odotettavissa, että virtaukset kuljettavat ottotoiminnan seurauksena vesipatsaaseen nousevaa hienoaainesta kalankasvatuksessa käytössä oleville alueille. Siksi onkin tärkeää varmistaa merellisten resurssien kestävä käyttö edellytykset merialuesuunnittelun ja yhdennetyn hallinnoinnin keinoin.

Käytännössä ihmistoiminnan yhteisvaikutuksia voidaan arvioida numeerisella mallinnuksella osana YVA-prosessia. Mikäli merkittäviä yhteisvaikutuksia havaitaan, tulee toiminnan suunnittelussa hyödyntää erilaisia haittojen lieventämiseen ja kompensointiin liittyviä toimenpiteitä.

8. Ottopaikan valinta

Tiedot merenpohjan kiviainesten hyödyntämisestä Suomen merialueilta ovat puutteellisia. Ennen 1980-lukua aineksia hyödynnettiin ainakin rannikon suurimpien kaupunkien edustoilla ja Ahvenanmaalla. Valtaosa nostetusta aineksesta käytettiin erilaisiin täyttökohteisiin. Ainakin 1960-luvulle asti merihiekkaa pidettiin usein ruopattavana ainekseksi, joka oli kenen tahansa vapaasti hyödynnettävissä ilman järjestelmällistä sopimus- ja lupakäytäntöä. Vanhassa Vesilaissa (264/1961) oli niin sanottu ”matalikon poistopykälä”, minkä nojalla suurin osa nostohankkeista toteutettiin. On arvioitu, että Tie- ja vesihallinnon vuosina 1968-1982 toteuttamista 84 ruoppaus-hankkeesta vain yhdeksässä oli haettu ja saatu vesioikeuden lupa toiminnalle. On kuitenkin huomattava, että vain osassa ruoppauskohteista toteutettiin maa-ainesten hyödyntämistarkoituksessa. Ilmeistä kuitenkin on, että myös maa-ainesten ottoa on tapahtunut runsaasti ilman varsinaista lupakäsittelyä.

8.1. Kiviaines- tai mineraaliottopaikan sijoittaminen

Sekä EU:n yhteisölaainsäädäntö että kansallinen lainsäädäntö edellyttävät tarkkaa harkintaa ympäristövaikutuksiltaan mahdollisesti merkittävän hankkeen sijoittamiselle Suomessa. Käytännössä tämä tarkoittaa, että vesi- ja/tai ympäristölupaa hakeva toiminnanharjoittaja esittää osana YVA-prosessia vaihtoehtoisia sijoituspaikkoja kehittämälleen toiminnalle ja arvioi näihin liittyvät sosio-ekonomiset ja ympäristövaikutukset. Tässä yhteydessä arvioidaan suunnitellun toiminnan vaikutuksia esimerkiksi muihin jo olemassa oleviin hankkeisiin, meriluonnonsuojeluun, mereisiin kulttuuriarvioihin ja maanpuolustukseen.

Ottotoimintaa ei tule suunnitella puolustusvoimien suoja-alueille, vedenalaisilta kulttuuriarvoiltaan merkittävillä alueilla, luonnonsuojelualueille tai suojeluohjelmiin kuuluvilla alueilla, mikäli suojeluohjelman tavoitteet vaarantuvat toiminnan seurauksena. Suojeluohjelmiin kuuluvilla alueilla ja Natura 2000-alueilla voi olla rajoituksia toiminnan suunnittelulle ja toteuttamiselle, mutta esimerkiksi merihiekan ottotoiminta voi olla mahdollista mikäli suojelun tavoitteet eivät vaarannu. Myös toiminnan sijoittaminen maakunta- ja kuntakaavoituksessa jo varatuille alueille voi edellyttää harkintaa ja yhteensovittamista, sillä mikäli ottotoiminnasta katsotaan olevan merkittävää haittaa jo kaavoitetulle toiminnalle, se ei todennäköisesti tule saamaan lupaa.

Merenpohjan omistusoikeus

Vesialueen omistussuhteet tulee selvittää ennen toiminnan suunnittelun käynnistämistä ja hakijalla tulee olla käyttöoikeus hankkeen edellyttämiin alueisiin. Valtion vesialueilla sijaitsevia kiviainesvarantoja hallinnoi Metsähallitus, joten näille alueille sijoittuva merenpohjan kiviaineksen hyödyntäminen tapahtuu tällä hetkellä Metsähallituksen tytäryhtiön MH-Kivi Oy:n kautta. Merenpohjan geologisia varantoja voi sijaita myös yksityisessä omistuksessa, kuten vesiosuuskuntien, kuntien tai kaupunkien, hallinnassa olevilla vesialueilla. Parhaillaan voimassa olevat merihiekan ottoluvat sijaitsevat valtion hallinnoimilla vesialueilla lukuun ottamatta lijkisuus-alueella olevaa lupa-aluetta, joka on Etelä-lin jakokunnan omistuksessa.

Ottotoiminnan vaikutukset muuhun ihmistoimintaan

Merellä ja rannikolla jo käynnissä olevan toiminnan seurauksena valtaosa Suomen merialueista on jo käytössä. Käyttö kuitenkin vaihtelee merenpohjalle sijoitetuista rakenteista aktiiviseen, koko vesipatsaaseen vaikuttavaan käyttöön. Merenpohjalle on sijoitettu runsaasti kiinteitä rakenteita, kuten kaapeleita ja putkia, joiden määrä lisääntyy jatkuvasti. Kaapelit pyritään usein sijoittamaan pehmeille lieju- ja savipohjille, joten niiden sijoituspaikat

LUONNOS 19.6.2019

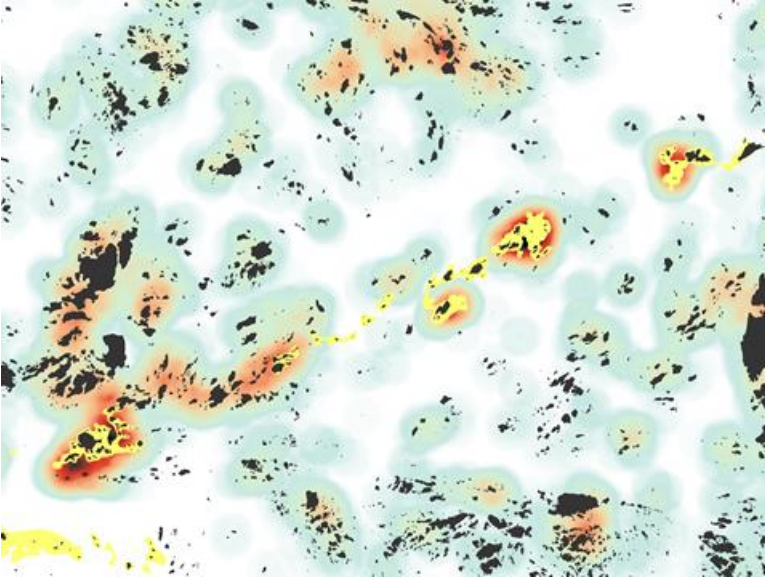
eivät yleensä ole ristiriidassa merenpohjan kiviainesten hyödyntämisen kanssa. Kaasuputkien reitille saatetaan määritellä suoja-alue, jonka sisällä pohjaa muokkaavat toimenpiteet ovat kiellettyjä. Tämän lisäksi esimerkiksi maanpuolustus, kalankasvatus, kalastus, merenkulku, turismi edellyttävät myös aluevarauksia merellä. Niinpä uuden, merenpohjaa voimakkaasti muokkaavan ihmistoiminnan sijoittuminen jo käytössä olevalle merialueelle voi edellyttää harkintaa ja yhteensovittamista, jotta jo olemassa olevalle toiminnalle ei aiheuteta kohtuutonta haittaa. Merenpohjan voimakas muokkaaminen voi aiheuttaa merkittävää haittaa esimerkiksi kalankasvatukselle ja kalastukselle ainakin hetkellisesti, joten YVA-prosessissa tulee tarkastella mahdollisia haittavaikutuksia varovaisuusperiaatetta noudattaen. Tietoa merenpohjalle sijoitetuista rakenteista ja muusta ihmisen toiminnasta merellä löytyy esimerkiksi maakunta- ja kuntakaavoista, ympäristöhallinnon tietojärjestelmistä, energiayhtiöiltä, sekä talvella 2019/2020 avattavasta Meritietoportaalista.

Meriluonnonsuojelu

Sopivan sijoituspaikan valinnassa tulee arvioida ottotoiminnan vaikutuksia sekä toiminnan kohteena olevan alueen meriluontoon, että toiminnasta aiheutuvien haittojen vaikutusalueelle. Tällöin on tärkeää arvioida meriluonnolle syntyviä haittoja huomioiden paikalliset ja alueelliset erityispiirteet: hiekka- ja sorapohjien eliöyhteisöjen lajisto ja yksilölukumäärät voivat vaihdella paljon Suomen rannikon eri osissa johtuen vallitsevista ympäristöolosuhteista (Kuva 29). Myös yhteisöjen merkitys meriekosysteemille voi vaihdella riippuen siitä, missä osassa Suomen rannikkoa alue sijaitsee. Vähälajinen pohjaeläinyhteisö Perämerellä voi siis olla meriekosysteemille yhtä merkittävä kuin monilajinen yhteisö Suomenlahdella. Toiminnan sijoittumispaikan suunnittelussa voidaan hyödyntää erilaisia luontotietoa hyödyntäviä työkaluja, joihin pohjautuen voidaan arvottaa alueellisesti meriluonnon ominaisuuksia suunnittelualueella (Virtanen ym. 2018) (Kuva 30).



Kuva 29. Perämerellä hiekka- ja sorapohjien lajisto muodostuu suurelta osin makeanveden lajistosta. Paikalliset erityispiirteet sekä ympäristöolosuhteissa että eliöstössä tuleekin huomioida merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisen suunnittelussa. Pikkujärvisimpukka on kaivautumassa hiekkaan Kuivaniemessä Perämerellä. Metsähallitus 2015/Suvi Saarnio.



Kuva 30. Analyysi lajeihin ja luontotyyppeihin perustuvasta meriluonnon monimuotoisuuden sijoittumisesta hiekkasärkillä Nötössä, Saaristomerellä kuvaa luontoarvoiltaan arvokkaiden alueiden sijaintia (punaisella värillä merkityt alueet). Virtanen ym. 2018.

Suomen merialueilla on runsaasti erilaisia suojelualueita, kuten kansallispuistoja, Natura2000-alueita, linnuston- ja hylkeidensuojelualueita ym. Suojelualan olemassaolo ei automaattisesti estä esimerkiksi merenpohjan kiviainesvarantojen hyödyntämistä suojelualueella tai niiden läheisyydessä, paitsi kansallispuistoissa joissa maa-ainesten ottaminen ja kaivostoiminta on kielletty. Käytännössä kuitenkin laajamittaiset hankkeet todennäköisesti aiheuttavat merellä sellaisia ympäristövaikutuksia, jotka heikentävät suojelualan suojeluperusteita. Vaikutusharkinta tehdään tapauskohtaisesti ja esimerkiksi Natura2000-alueen kyseessä ollessa on suoritettava erillinen luonnonsuojelulakiin perustuva Natura-arviointi. Tietoa meriluonnonsuojelualueista ja meriluonnosta löytyy esimerkiksi Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman (VELMU) Internet-sivustolta ja karttapalvelusta, sekä talvella 2020 avattavasta Meritietoportaalista www.itämeri.fi.

Mereiset kulttuuriarvot

Vedenalaiset muinaisjäännökset, hylt ja muut vedenalaiset kulttuuriarvot tulee huomioida osana ottotoiminnan sijoittamista. Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisellä voi olla vaikutuksia kulttuurihistoriallisiin jäännöksiin kuten laivanhylkyihin, joten kulttuuriarvojen sijoittuminen pitää selvittää osana YVA-prosessia. Kulttuuriarvoihin on kiinnitettävä huomiota lupaprosessissa, ja rakentamista on mukautettava siten, että mahdollisiin kiinteisiin jäännöksiin vaikutetaan mahdollisimman vähän.

Maanpuolustus

Maanpuolustuksen kannalta merkittävillä alueet on voitu varata maanpuolustukseen liittyvälle toiminnalle ja/tai alueille on voitu sijoittaa erilaisia puolustusvoimien hallinnoimia rakennelmia. Suomen merialueille sijoitetut 18 suoja-alueita ovat valtakunnan turvallisuuden ja aluevalvonnan järjestämisen kannalta keskeisiä ja rajoiltaan tarkkaan määritellyjä Suomen aluevesien osia, joilla muu kuin normaaliin merenkulkuun liittyvä vedenalainen toiminta on luvanvaraista. Myös maa-ainesten ottotoimintaa suoja-alueilla on rajoitettu. Ottotoiminnan sijoittaminen esimerkiksi harjoitus- ja ampuma-alueille tai niiden vaikutusalueille voi olla haastavaa.

8.2. Muu merenpohjan geologisten varantojen hyödyntämiseen tarvittava alueresursointi

Merenpohjan kiviaineksen ja mineraalien jatkojalostus edellyttää alueresursointia satamien yhteyteen. Merenpohjalta nostetun määrän materiaalin siirtäminen rannalle, varastointi ja jatkojalostus edellyttää maankäytön varauksia sopivalta etäisyydeltä ottopaikasta ja suunnitellusta markkina-alueesta, jotta toiminta olisi taloudellisesti kannattavaa. Käytännössä tämä edellyttää maankäyttöön liittyviä varauksia ainakin kuntakaavoituksessa. Toiminnan sijoittaminen jo olemassa olevien satamien tai teollisuusalueiden yhteyteen mahdollistaa jo olemassa olevan infran hyödyntämisen.

8.3. Ottopaikan sijoittamisen yleisiä periaatteita

Yksiselitteistä suositusta kiviaineksen ja mineraalien ottotoiminnan edellyttämistä vähimmäisetäisyyksistä suhteessa muuhun ihmistoimintaan ja luontoarvoihin on mahdoton antaa johtuen Suomen merialueen monimuotoisesta fysikaalisesta, kemiallisesta ja geologisesta rakenteesta ja meriluonnon vaihtumisesta suhteessa vallitseviin ympäristöolosuhteisiin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että toiminnan vaikutukset ja näin ollen myös vähimmäisetäisyydet on arvioitava aina tapauskohtaisesti perustuen sekä koottuun kartoitustietoon suunnitellulta alueelta että numeeriseen mallintamiseen. Riittävän tarkkojen mallien rakentaminen voi kuitenkin olla haastavaa esimerkiksi merialueen saaristoissa osissa, joissa jo virtauskenttien kuvaaminen voi olla hyvin työlästä. Vähimmäisetäisyyksien määrittämisessä tuleekin noudattaa varovaisuusperiaatetta erityisesti tilanteissa, joissa toiminnan vaikutukset voivat aiheuttaa suurta haittaa meriluonnolle.

Ottoalueen tulisi sijaita ensisijaisesti valoisan vyöhykkeen alapuolella, jotta ekosysteemille aiheutuvia haittoja voidaan välttää. Kuitenkin esimerkiksi Perämerellä vesisyvytydet voivat olla niin matalia, ettei tätä suositusta välttämättä voida noudattaa. Tällöin tulee noudattaa erityistä huolellisuutta ympäristövaikutuksien arvioinnissa ja tarkkailuohjelman suunnittelussa.

Ottotoiminnan kohteeksi valittavien kiviainesmuodostumien tulee olla paksuja ja laajoja. Tämän lisäksi muodostumien pintasedimentin tulisi olla hiekkaa ja soraa, jolloin vältetään laajamittainen hienojakoisen aineksen leviäminen virtausten mukana ottoalueen ulkopuolelle.

Hyödynnettävät kohteet tulisi valita siten, että pohjan läheiset virtaukset pystyvät liikuttamaan hiekkaa ja soraa. Tällöin ottotoiminnan seurauksena syntyvät kuopat tasoittuvat veden virtausten vaikutuksesta vähitellen, jolloin myös ottotoiminnan haittavaikutukset jäävät vähäisemmiksi.

Kohteiden tulisi sijaita niin kaukana rantavyöhykkeestä, ettei ottoalueen lähirannoille synny eroosioriskiä. Eroosioriskin arvioimisessa voidaan hyödyntää merenpohjan kartoituksiin perustuvia aineistoja ja numeerista mallintamista.

9. Yhteenveto ja suositukset

Kestävä merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen edellyttää koko toimintasektorin läpäisevää tarkastelua merenpohjan varantojen kansallisesta merkityksestä kiviaineshuollossa ja mineraalitaloudessa, sekä toiminnasta aiheutuvien vaikutuksien kattavaa arviointia.



Kuva 31. kestävä merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntäminen edellyttää yhteisiä askelia. Metsähallitus 2015/Alejandra Parra

Lainsäädäntö ja kansainvälinen yhteistyö

Selvitetään ja tarvittaessa kehitetään merenpohjan mineraalivarantojen hyödyntämiseen liittyvää lainsäädäntöä.

Osallistutaan HELCOMin Itämeren toimintaohjelman päivitykseen liittyen merikiviainesten ja merenpohjan mineraalivarantojen kestävään hyödyntämiseen.

Tietotarpeet

Tuotetaan tietoa merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarojen hyödyntämiseen liittyvistä kysymyksistä, kuten geologisista varannoista, luontoarvoista ja hyödyntämiseen liittyvästä lupaprosessista. Viestinnässä hyödynnetään esimerkiksi kansallista Meritietoportaalia www.itämeri.fi

Tehdään kansallinen taustaselvitys meriluontoarvojen sijoittumisesta suhteessa merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantoihin, jotta ottotoiminta voidaan sijoittaa meriympäristön kannalta kestävästi. Tarkastelussa huomioidaan sekä meriluontoarvot että merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämiseen liittyvät taloudelliset arvot.

Laaditaan laatu- ja varantoarvio Suomen merialueen hiekka- ja soravarannoista ja niiden hyödyntämismahdollisuuksista eri käyttökohteissa Suomen rannikolla suhteutettuna maalla sijaitseviin kiviainesvarantoihin ja arvioituun kiviainestarpeeseen.

Selvitetään merenpohjan mineraalivarantojen, kuten rautamanganisaostumakenttien ja merenpohjan sedimenttiin sitoutuneen fosforin, hyödyntämismahdollisuuksia suhteessa tulevaisuuden resurssitarpeisiin. Samalla selvitetään näiden varantojen taloudellisen hyödyntämisen vaikutuksia meriekosysteemiin.

Merikiviainesvarantojen käyttömahdollisuudet

Tutkitaan merikiviaineksen jatkojalostukseen liittyvien logistiikkaketjujen kehittymisen edellytyksiä ja kartoitetaan rannikolta soveltuvia lastaus-, varastointi- ja jatkojalostusalueiden mahdollisia sijoituspaikkoja.

Tunnistetaan ja tehdään tarvittavat varaukset alueidenkäytön suunnittelussa merenpohjan geologisten varantojen hyödyntämisen mahdollistamiseksi.

Toiminnan vaikutusten arviointi YVA-prosessissa

Yhdenmukaistetaan kansallisesti ottotoiminnan edellyttämää YVA-prosessia, lupapäätöksiä ja –määräyksiä esimerkiksi lupaprosessin edellyttämien luontoselvitysten osalta.

Tehdään kansallinen selvitys eri geologisten varantojen käytön ympäristövaikutuksista.

Ympäristövaikutusten arvioinnissa tulee hyödyntää koko lievennyshierarkian asteikkoa haittojen välttämiseksi kompensatioihin. Ympäristölle aiheutuvien haittojen välttämisen ja lieventämisen lisäksi erilaisilla kompensatioilla on tulevaisuudessa ehkä mahdollista lieventää meriluonnolle aiheutuvia haittoja siten, että hanketoiminta voi mahdollistua alueilla, joille sitä ilman kompensatioita ei olisi mahdollista sijoittaa.

Lait vesienhoidosta ja merienhoidosta, sekä niissä esitetyt tavoitteet vesien hyvästä tilasta tulee huomioida hankkeiden toteutuksessa. Merenpohjan geologisten varantojen hyödyntäminen ei saa vaarantaa meren hyvän tilan saavuttamista ja säilymistä.

Ottotoiminnan suunnittelussa ja toteutuksessa tulee hyödyntää teknisiä ratkaisuja, joilla voidaan vähentää toiminnan sosioekonomisia ja ympäristövaikutuksia. Esimerkiksi toiminnan ajoittaminen kalojen ja lintujen lisääntymiskauden ulkopuolelle vähentää rannikolla kalastolle ja linnustolle aiheutuvia haittoja.

Merenpohjan kiviaines- ja mineraalivarantojen hyödyntämisen ympäristövaikutukset liittyen meriekosysteemin rakenteen ja toiminnan kannalta tärkeisiin sekä lakiperusteisesti suojeltuihin lajeihin tai luontotyyppeihin, tulee

kuvata riittävän laajoihin ja kattaviin kartoitus- ja seuranta-aineistoihin, sekä numeeriseen mallintamiseen perustuen.

Ottomäärien seuranta

Oton seurantaa on pyrittävä kehittämään siten, että luvan mukaisten ottomäärien ja oton sijoittumista ottoalueille voidaan seurata reaaliaikaisesti (ns. black box data).

Jo käytössä olevia ympäristöhallinnon rekistereitä tulee hyödyntää ottomäärien ja ottotoiminnan ympäristövaikutusten seurantatiedon tallentamiseen, jotta aineistot ovat julkisesti saatavilla.

Toiminnan vaikutusten tarkkailu

Tarkkailuohjelmien suunnittelussa ja toteutuksessa tulee huomioida paikalliset olosuhteet ja toiminnan arvioidut vaikutukset. Ottotoiminnan ympäristövaikutusten tarkkailuohjelmien tulee lisäksi olla perusperiaatteiltaan yhdenmukaisia. Kansallisen ohjeistuksen laatimista tarkkailuohjelmien laatimiseksi tulee harkita huomioiden hankkeen arvioidut vaikutukset meriekosysteemiin ja sen toimintaan, sekä lainsäädännön velvoitteet.

Ympäristövaikutuksia arvioidaan vain niihin ympäristötekijöihin liittyen, joihin ottotoiminnan on arvioitu vaikuttavan. Toiminnanharjoittajat voivat koota tietoa myös muista hankkeen toimintaympäristöön liittyvistä tekijöistä joko osana tarkkailuohjelmaa tai vapaaehtoisesti.

Ottotoiminnalle asetettavat rajoitukset

Ottoalueen tulisi sijaita ensisijaisesti valoisan vyöhykkeen alapuolella. Kuitenkin esimerkiksi Perämerellä vesisyvytydet voivat olla niin matalia, ettei tätä suositusta välttämättä voida noudattaa ottotoiminnassa. Tällöin tulee noudattaa erityistä huolellisuutta ympäristövaikutusten arvioinnissa ja tarkkailuohjelman suunnittelussa.

Ottotoiminnan kannalta on suositeltavaa, että kiviainesmuodostumat ovat paksuja ja laajoja. Tämän lisäksi muodostumien pintasedimentin tulisi olla hiekkaa ja soraa, jolloin vältetään laajamittainen hienojakoisen aineksen leviäminen virtausten mukana ottoalueen ulkopuolelle.

Hyödynnettävät kohteet tulisi valita siten, että pohjan läheiset virtaukset pystyvät liikuttamaan hiekkaa ja soraa. Tällöin ottotoiminnan seurauksena syntyvät kuopat tasoittuvat veden virtausten vaikutuksesta vähitellen, jolloin myös ottotoiminnan haittavaikutukset jäävät vähäisemmiksi.

Kohteiden tulisi sijaita niin kaukana rantavyöhykkeestä, ettei ottoalueen lähirannoille synny eroosioriskiä.

Ottotoimintaa ei tule suunnitella puolustusvoimien suoja-alueille, luonnonsuojelualueille tai vedenalaisilta kulttuuriarvoiltaan merkittävillä alueilla, sekä suojeleuhjelmiin kuuluvilla alueilla, mikäli suojeleuhjelman tavoitteet vaarantuvat. Suojeleuhjelmiin tai Natura 2000-verkoston kuuluvilla alueilla voi olla toimenpiderajoituksia, mutta ottotoiminta voi olla mahdollista mikäli suojeleutavoitteet eivät toiminnan seurauksena vaarannu.

Toiminnan sijoittaminen maakunta- ja kuntakaavoituksessa jo varatuille alueille edellyttää harkintaa ja yhteensovittamista, sillä mikäli ottotoiminnasta katsotaan olevan merkittävää haittaa jo kaavoitetulle toiminnalle, se ei tule saamaan lupaa.

10. Lähteet

Aarnio, K. & Bonsdorff, E. 1992. Colonization rates and community structure of benthic meiofauna in shallow Baltic archipelago water. *Aqua Fennica* 22: 71–80.

Aarnio, K., Bonsdorff, E. & Rosenback, N. 1996. Food and feeding habits of juvenile flounder *Platichthys flesus* (L.), and turbot *Scophthalmus maximus* L. in the Åland Archipelago, northern Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 36: 311–320.

Appelqvist, S., Lindholm, A., Nenonen, N., ym. 2015. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen Pirkanmaalla 2012 - 2015: Pirkanmaan POSKI-Hanke. Pirkanmaan liitto.

Backman, T. & Barilotti, D. 1979. Irradiance reduction: Effects on standing crops of the eelgrass *Zostera marina* in a coastal lagoon. *Marine Biology* 34: 33–40.

Betonin kiviainekset, BY43, 2008. Bet oniyhdistys/ Suomen Rakennusmedia Oy.

LUONNOS 19.6.2019

- Blank, M., Laine, A.O., Jürss, K. & Bastrop, R. 2008. Molecular identification key based on PCR/RFLP for three polychaete sibling species of the genus *Marenzelleria*, and the species' current distribution in the Baltic Sea. *Helgoland Marine Research* 62: 129–141.
- Bonsdorff, E., Laine, A., Hänninen, J., Vuorinen, I. & Norkko, A. 2003. Zoobenthos of the outer archipelago waters (N. Baltic Sea) – the importance of local conditions for spatial distribution patterns. *Boreal Environment Research* 8: 135–145.
- Bonsdorff, E. 2006. Zoobenthic diversity-gradients in the Baltic Sea: Continuous post-glacial succession in a stressed ecosystem. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 330: 383–391.
- Borg, J., Westerbom, M. & Lehtonen, H. 2014. Sex-specific distribution and diet of *Platichthys flesus* at the end of spawning in the northern Baltic Sea. *Journal of Fish Biology* 84: 937–951.
- Boström, C. 2001. Ecology of seagrass meadows in the Baltic Sea. PhD thesis. Åbo Akademi University, Department of Biology, Environmental and Marine Biology. 47 s.
- Boström, C. & Bonsdorff, E. 1997. Community structure and spatial variation of benthic invertebrates associated with *Zostera marina* (L.) beds in the northern Baltic Sea. *Journal of Sea Research* 37: 153–166.
- Boström, C. & Bonsdorff, E. 2000. Zoobenthic community establishment and habitat complexity—the importance of seagrass shoot-density, morphology and physical disturbance for faunal recruitment. *Marine Ecology Progress Series* 205: 123–138.
- Boström, C., Bonsdorff, E., Kangas, P. & Norkko, A. 2002. Long-term Changes of a Brackish-water Eelgrass (*Zostera marina* L.) Community Indicate Effects of Coastal Eutrophication. *Estuarine Coastal Shelf Science* 55: 795–804.
- Boström, C., Roos, C. & Rönnerberg, O. 2004. Shoot morphometry and production dynamics of eelgrass in the northern Baltic Sea *Aquatic Botany* 79(2): 145–161.
- Coull, B. C. 1999. Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats. *Australian Journal of Ecology* 24: 327–343.
- Dahl, E. 1944. Smärre undersökningar över Öresund. 10. The Swedish Brackish Water Malacostraca. *Kungliga Fysiografiska Sällskapets i Lund Förhandlingar* 14: 1–17.
- Donner, K., Lindström, A. & Lindström, M. 1987. Seasonal variation in the vertical migration of *Pontoporeia affinis* (Crustacea, Amphipoda). *Annales Zoology Fennica* 24: 305–313.
- Eggleton, J. & Thomas, K. 2004. A review of factors affecting the release and bioavailability of contaminants during sediment disturbance events. *Environ. Int.* 30: 973–980.
- Ejdung, G. & Bonsdorff, E. 1992. Predation on the bivalve *Macoma balthica* by the isopod *Saduria entomon*: laboratory and field experiments. *Marine Ecology Progress Series* 88: 207–214.
- Elmgren, R. 1975. Benthic meiofauna as indicator of oxygen conditions in the Northern Baltic proper. *Merentutkimuslaitoksen Julkaisu No. 239*: 265–271.
- Elmgren, R. 1978. Structure and dynamics of Balthic benthos communities, with particular reference to the relationship between macro- and meiofauna. *Kieler Meeresforsch, Sonderheft* 4: 1–22.
- Elmgren, R. 1984. Trophic dynamics in the enclosed, brackish Baltic sea. *Rapports et procès-verbaux des réunions. Conseil International pour l'Exploration de la Mer* 183: 152–169.
- Englund, G., Rydberg, C. & Leonardsson, K. 2008. Long-term variation of link strength in a simple benthic food web. *Journal of Animal Ecology* 77: 883–890.
- Ertemeijer, P. & Lewis, R. 2006. Environmental impacts of dredging on seagrasses: A review. *Marine Pollution Bulletin* 52: 1553–1572.
- Ezhova, E., Zmudzinski, L. & Maciejewska, K. 2005. Long-term trends in the macrozoobenthos of the Vistula Lagoon, southern Baltic Sea. Species composition and biomass distribution. *Bulletin of Sea Fisheries Institute* 1: 55–73.
- Franks, D. 2012: Social Impact Assessment of Resource Projects. 16 s. Australian Aid, Australia.
<https://www.csr.uq.edu.au/publications/social-impact-assessment-of-resource-projects>
- Graca, B., Burska, D. & Matuszewska, K., 2004. The impact of dredging deep pits on organic matter decomposition in sediments. *Water Air Soil Pollut.* 158: 237–259.
- Granlund, A.-L. 1999. Bandtång i samarbetsområdet för Skärgårdshavets nationalpark. *Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A* 104. 73 s.
- Grimwood, C. & McGhee, T. 1979. Prediction of pollutant release resulting from dredging. *J. Water Pollut. Control Fed.* s. 1811–1815.
- Government of Western Australia, Department of State Development 2014: Social impact assessment.
<http://www.dsd.wa.gov.au/8627.aspx>
- Hansen, J., Wikström, S. & Kautsky, L. 2008. Effects of water exchange and vegetation on the macroinvertebrate fauna composition of shallow land-uplift bays in the Baltic Sea. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 77: 535–547.
- Hansen, J. 2010. Effects of Morphometric Isolation and Vegetation on the Macroinvertebrate Community in Shallow Baltic Sea Land-Uplift Bays. PhD thesis. Department of Botany, Stockholm University. 53 s.
- Den Hartog, C. 1970. The sea-grasses of the world. North Holland Publishing Company. Amsterdam. 275 s.

LUONNOS 19.6.2019

- HELCOM, 2013. HELCOM HUB – Technical Report on the HELCOM Underwater Biotope and habitat classification. Baltic Sea Environmental Proceedings No. 139.
- HELCOM Red List Benthic Invertebrate Expert Group. 2013. Species information sheet: *Monoporeia affinis*. <http://www.helcom.fi/baltic-sea-trends/biodiversity/red-list-of-species/red-list-of-benthic-invertebrates/>
- Hyvärinen, E., Juslén, A., Kempainen, E., Uddström, A. & Liukko, U.-M. (toim.) 2019. Suomen lajien uhanalaisuus – Punainen kirja 2019. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki. 704 s.
- Häkkinen, A. 1990. Saaristomeren Vedenalaisten maa-ainesvarojen kartoitus Gullkronan selällä 1989. Varsinais-Suomen Seutukaavaliitto.
- Häkkinen, A. & Åker, K. 1991. Kotkan, Pyhtään Ja Vehkalahten merenpohjan maalajikerrostumat. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti Nro 109.
- ICES Report of the Working Group on the Effects of Extraction of Marine Sediments on the Marine Ecosystem (WGEXT), 2016. ICES WGEXT, 2016. Cooperative Research Report 330.
- Kaikkonen, L., Venesjärvi, R., Nygård, H. & Kuikka, S. 2018. Assessing the impacts of seabed mineral extraction in the deep sea and coastal marine environments; Current methods and recommendations for environmental risk assessment. Mar. Pollut. Bull. <https://doi.org/10.1016/j.marpollbul.2018.08.055>
- Kauppi, L., Norkko, A. & Norkko, J. 2015. Large-scale species invasion into a low-diversity system: spatial and temporal distribution of the invasive polychaetes *Marenzelleria* spp. in the Baltic Sea. Biological Invasions 17: 2055–2074. DOI:10.1007/s10530-015-0860-0
- Kenny, A. & Rees, H. 1994. The effects of marine gravel extraction on the macrobenthos: early post-dredging recolonization. Mar. Pollut. Bull. 28: 442-447.
- Kinnunen, T., Valpola, S., Autiola, M., ym. 2006. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen: Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan loppuraportti. Uudenmaan ympäristökeskus, Alueelliset ympäristöjulkaisut, Nro 400. 265 s.
- Koivisto, M. 2011. Blue mussel beds as a biodiversity hotspots on the rocky shores of the northern Baltic Sea. PhD thesis. Faculty of Biological and Environmental Sciences. University of Helsinki. Finland. 48 s.
- Kontula, T. & Raunio, A. (toim.). 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja – Osa 2: luontotyyppien kuvaukset. Suomen ympäristökeskus ja ympäristöministeriö, Helsinki. Suomen ympäristö 5/2018. 925 s.
- Korpinen, S., Laamanen, M., Suomela, J., ym. (toim.) 2018. Suomen meriympäristön tila 2018. Suomen ympäristökeskus, SYKE:n julkaisuja 4, 252 s.
- Kube, J., Zettler, M., Gosselck, F., Ossig, S. & Powilleit, M. 1996. Distribution of *Marenzelleria viridis* (Polychaeta: Spionidae) in the Southwestern Baltic Sea in 1993/94 – ten years after introduction. Sarsia 81: 131–142.
- Laakso, J., Uusitalo, R. & Yli-Halla, M. 2016. Phosphorus speciation in agricultural catchment soils and in fresh and dried sediments of five constructed wetlands. Geoderma 271: 18-26.
- Laakso, J., Uusitalo, R., Heikkinen, J. & Yli-Halla, M. 2017a. Phosphorus in agricultural constructed wetland sediment is sparingly plant-available. Journal of Plant Nutrition and Soil Science, DOI: 10.1002/jpln.201700062
- Laakso, J., Uusitalo, R., Leppänen, J. & Yli-Halla, M. 2017b. Sediment from agricultural constructed wetland immobilizes soil phosphorus. Journal of Environmental Quality 46: 356-363.
- Lai, T., Salminen, J., Jäppinen, J.-P., Koljonen, S., Mononen, L., Nieminen, E., Vihervaara, P. & Oinonen, S. 2018. Bridging the gap between ecosystem service indicators and ecosystem accounting in Finland. Ecological Modelling 377: 51-65.
- Laine, A. 2003. Distribution of soft-bottom macrofauna in the deep open Baltic Sea in relation to environmental variability. Estuarine, Coastal and Shelf Science 57: 87–97.
- Lappalainen, A., Westerbom, M. & Vesala, S. 2004. Blue mussels (*Mytilus edulis*) in the diet of roach (*Rutilus rutilus*) in outer archipelago areas of the western Gulf of Finland, Baltic Sea. Hydrobiologia 514: 87–92.
- Latimer, J., Davis, W. & Keith, D. 1999. Mobilization of PAHs and PCBs from in-place contaminated marine sediments during simulated resuspension events. Estuarine and Coastal Shelf Science 49: 577-595.
- Laurila, J. & Hakala, I. 2010. Paras käyttökelpoinen tekniikka (BAT) – Ympäristöasioiden hallinta kiviainestuotannossa. Suomen ympäristö 25/2010, 90 s.
- Leinikki, J., Backer, H., Oulasvirta, P., Leinikki, S. (toim.). 2004. Aaltojen alla – Itämeren vedenalaisen luonnon opas. Like, Helsinki. 144 s.
- Maximov, A., Bonsdorff, E., Eremina, T., Kauppi, L., Norkko, A. & Norkko, J. 2015. Context-dependent consequences of *Marenzelleria* spp. (Spionidae: Polychaeta) invasion for nutrient cycling in the Northern Baltic Sea. Oceanologia 57: 342–348.
- McKenna, M., Ross, D., Wiggins, S. & Hildebrand, J. 2012. Underwater radiated noise from modern commercial ships. J. Acoust. Soc. Am. 131: 92-103.
- Merihiekkatyöryhmä, 1987. Merihiekkatyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, Vol. 23.
- Mäkinen, A., Tallberg, P., Anttila, S., ym. 2008. Itämeren vedenalaiset luontotyypit. Julk.: Raunio, A., Schulman, A. & Kontula T. (toim.). Suomen luontotyyppien uhanalaisuus – Osa 2: Luontotyyppien kuvaukset. Suomen Ympäristökeskus, Helsinki. Suomen ympäristö 8/2008. S. 19–34.

LUONNOS 19.6.2019

- Nascimento, F. 2010. Trophic ecology of meiofauna: Response to sedimentation of phytoplankton blooms in the Baltic Sea. PhD thesis. Stockholm University, Department of Systems Ecology. 30 s.
- Newell, R., Seiderer, L. & Hitchcock, D. 1998. The impact of dredging works in coastal waters: a review of the sensitivity to disturbance and subsequent recovery of biological resources on the sea bed. *Oceanogr. Mar. Biol. Annu. Rev.* 36:127-178.
- Nordström, M., Lindblad, P., Aarnio, K. & Bonsdorff, E. 2010. A neighbour is a neighbour? Consumer diversity, trophic function, and spatial variability in benthic food webs. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 391: 101–111.
- Nyberg, J., ym., 2017. Förutsättningar för utvinning av marin sand och grus i Sverige. Sveriges geologiska undersökning, Rapport: 2017:05.
- OSPAR. 2009. Overview of the impacts of anthropogenic underwater sound in the marine environment. OSPAR Commission: Publication number 441/2009.
- Oulasvirta, P. & Leinikki, J. 1995. Tammissaaren saariston kansallispuiston vedenalaisen luonnon kartoitus. Osa II. Metsähallituksen luonnonsuojelujulkaisuja. Sarja A 41. 84 s.
- Palacios, R., Armstrong, D. & Orensanz, J. 2000. Fate and legacy of an invasion: extinct and extant populations of the soft-shell clam (*Mya arenaria*) in Grays Harbor (Washington). *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* 10: 279–303.
- Petkova, V., Lockie, S., Rolfe, J. & Ivanova, G. 2009: Mining Developments and Social Impacts on Communities: Bowen Basin case study. *Rural Society* 19: 211-228.
- Pitkänen, H. & Kettunen, I. 1988. Sorannoston vaikutukset rannikkovesialueen tilaan: itäisen Suomenlahden, erityisesti Pyhtään edustan vedenlaatu ja siihen vaikuttavat tekijät. *Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja* 26. s. 101-136.
- Planning Institute of Australia. 2014: Social impact assessment. <http://www.planning.org.au/policy/social-impact-assessment-1010>
- POHJE. 2017. Valtakunnallinen pohjaeläintietojärjestelmä. Suomen ympäristökeskus. http://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Ymparistotietojarjestelmat.
- Quintana, C., Tang, M. & Kristensen, E. 2007. Simultaneous study of particle reworking, irrigation transport and reaction rates in sediment bioturbated by the polychaetes *Heteromastus* and *Marenzelleria*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 352: 392–406.
- Rantataro, J. 1992. Pääkaupunkiseudun edustan vedenalaisten maa-ainesvarojen kartoitus. Helsingin seutukaavaliiton julkaisuja, C 31.
- Reunamo, A., Yli-Hemminki, P., Nuutinen, J., Lehtoranta, J. & Jörgensen, K. 2014. Iron–Manganese Concretions Sustaining Microbial Life in the Baltic Sea: The Structure of the Bacterial Community and Enrichments in Metal-Oxidizing Conditions. *Geomicrobiology Journal* 31.
- Richardson, W., Greene, C., Malme, C. & Thomson, D. 1995. Marine mammals and noise. New York, Academic Press. 576 s.
- Roberts, D. 2012. Causes and ecological effects of resuspended contaminated sediments (RCS) in marine environments. *Environ. Int.*, 40: 230-243.
- Robinson, S., Theobald, P., Hayman, G., ym. 2011. Measurement of Underwater Noise Arising from Marine Aggregate Dredging Operations. MALSF Report 09/P108.
- Rogov, V., Frolov, V., Nikolskaya, N. & Titov, A. 2012. Experience of extraction and industrial processing of ferromanganese concretions. *Mineral Journal* 3: 50-55.
- Segerstråle, S. 1960. Investigations on Baltic populations of the bivalve *Macoma baltica* (L.). Part I. Introduction. Studies on recruitment and its relation to depth in Finnish coastal waters during the period 1922–1959. Age and growth. *Societas Scientiarum Fennica. Commentationes biologicae* 23: 1–72.
- Segerstråle, S. 1962. Investigations on Baltic populations of the bivalve *Macoma balthica* (L.). Part II. What are the reasons for periodic failure of recruitment and the scarcity of *Macoma* in deeper waters of the inner Baltic? *Societas Scientiarum Fennica. Commentationes biologicae* 24: 1–26.
- Strasser, M. 1999. *Mya arenaria* – an ancient invader of the North Sea coast. *Helgoländer Meeresuntersuchungen* 52: 309–324.
- Thomsen, F., McCully, S., Wood, D., White, P. & Page, F., 2009. A Generic Investigation Into Noise Profiles of Marine Dredging in Relation to the Acoustic Sensitivity of the Marine Fauna in UK Waters: PHASE 1 Scoping and Review of Key Issues. Aggregates Levy Sustainability Fund/Marine Environmental Protection Fund (ALSF/MEPF), Lowestoft, UK (61 pp., Aggreg. Levy Sustain. Fund Marine Environ. Prot. Fund ALSFMEPF Lowestoft UK)
- Tolstoy, A. & Österlund, K. 2003. Alger vid Sveriges östersjökust en fotoflora. Artdatabanken, SLU, Uppsala. 282 s.
- Törnroos, A., Bonsdorff, E., Bremner, J., ym. 2015. Marine benthic ecological functioning over decreasing taxonomic richness. *Journal of Sea Research* 98: 49–56.
- Vader, W. 1965. Intertidal distribution of haustoriid amphipods in The Netherlands. *Proceedings of the Fifth Marine Biological Symposium, Göteborg 1965. Botanica Gothoburgensia* 3: 233–246.
- Vanclay, F. 2003: SIA Principles – International Principles For Social Impact Assessment. *Impact Assessment and Project Appraisal* 21: 5 – 11.

LUONNOS 19.6.2019

- Van Colen, C., Montserrat, F., Verbist, K., ym. 2009. Tidal flat nematode responses to hypoxia and subsequent macrofauna-mediated alterations of sediment properties. *Marine Ecology Progress Series* 381: 189–197.
- Vatanen, S., Haikonen, A. & Piispanen, A. (toim.) 2012. Vuosaaren sataman rakentamisen aikaisen (2003-2008) vesistö- ja kalataloustarkkailun yhteenvetoraportti. Kala- ja vesimonisteita nro 57.
- Veidemane, K., Ruskule, A., Strake, S., Purina, I., Aigars, J., Sprukta, S., Ustups, D., Putnis, I. & Klepers, A. 2017. Application of the marine ecosystem services approach in the development of the maritime spatial plan of Latvia. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management* 13:1, 398-411.
- Velmu-aineisto. 2017. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelman (Velmu) tietoaaineistot. Suomen ympäristökeskus, Merikeskus.
- Vikstedt, H., Partala, E., Paalijärvi, M., ym. 2014. Pohjavesien suojelun ja kiviaineshuollon yhteensovittaminen Pohjois-Pohjanmaalla (POSKI) – Vaihe 1 Loppuraportti.
- Villnäs, A. & Norkko, A. 2011. Benthic diversity gradients and shifting baselines: implications for assessing environmental status. *Ecological Applications* 21: 2172–2186.
- Virtanen, E., Viitasalo, M., Lappalainen, J. & Moilanen, A. 2018. Evaluation, Gap Analysis, and Potential Expansion of the Finnish Marine Protected Area Network. *Front. Mar. Sci.* <https://doi.org/10.3389/fmars.2018.00402>
- Widbom, B. & Elmgren, R. 1988. Response of benthic meiofauna to nutrient enrichment of experimental marine ecosystems. *Marine Ecology Progress Series* 42: 257–268.
- Winterhalter, B. & Siivola, J. 1967. An electron microprobe study of the distribution of iron, manganese, and phosphorus in concretions of the Gulf of Bothnia, Northern Baltic Sea. *Comptes Rendus Societas Geologique Finlande.* 39: 161–172.
- Ympäristöministeriö 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015. 76. s.
- Winterhalter, B. 2004. Ferromanganese concretions in the Gulf of Bothnia. *Mineral Resources of the Baltic Sea, Zeitschrift für Angewandte Geologie* 2: 199–212.
- Zettler, M., Daunys, D., Kotta, J. & Bick, A. 2002. History and success of invasion into the Baltic Sea: the polychaete *Marenzelleria cf. viridis*, development and strategies. Julkaisussa: Leppäkoski, E., Gollasch, S. & Olenin, S. (toim.). *Invasive Aquatic Species of Europe*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht. s. 66–75.
- Zhamoida, V., Grogoriev, A., Ryabchuk, D., ym. 2017. Ferromanganese Concretions of the Eastern Gulf of Finland: Environmental Role and Effects of Submarine Mining. *Journal of Marine Systems* 172: 178-187.



Kuva L. Hiekkapohja Kaunissaarella, Itäisellä Suomenlahdella. Metsähallitus 2012/Lappalainen



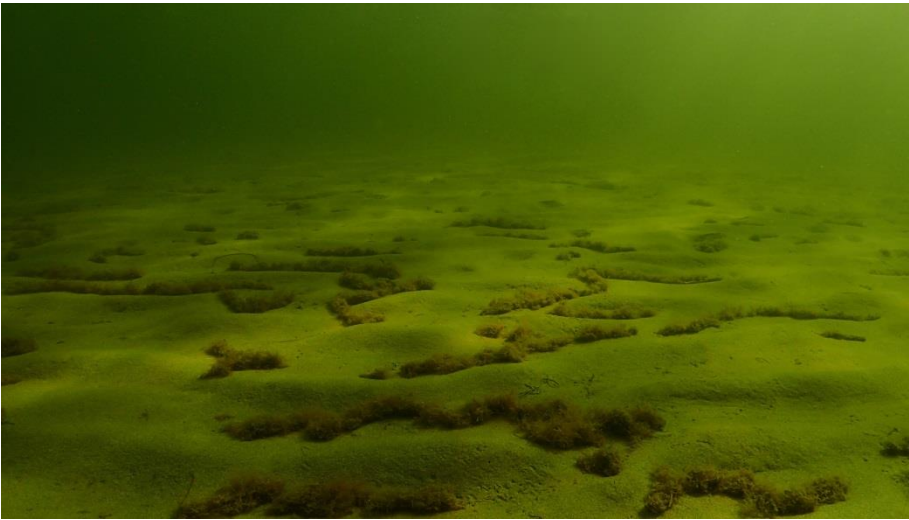
Kuva M. Santapankki, Perämeri. Metsähallitus 2009/Essi Keskinen



Kuva O. Hailuoto on monien muiden alueiden tavoin Perämerellä muodostunut hiekasta. Metsähallitus 2006/Essi Keskinen



Kuva . Ahvenvidan hienolle hiekkapohjalle muodostama vedenalainen niitty Itäisellä Suomenlahdella. Metsähallitus 2011 /Ari Laine.



Kuva Stordanden, Perämeri Metsähallitus 2018/Jon Ögård



Kuva Fårö, Saaristomeri, Kivinen matalikko. Metsähallitus 2017/Joonas Hoikkala