

Tahkoluodon merituulipuiston laajennus,  
Gummandooran saariston Natura-arvioinnin päivitys

16.12.2021

Suomen Hyötytuuli Oy

10103470-006

## Sisältö

1	Johdanto.....	3
2	Natura-arviointiin liittyvä lainsäädäntö.....	4
3	Hankkeen kuvaus.....	5
3.1	Merituulipuiston rakentaminen.....	7
3.2	Tuulivoimalat .....	7
3.3	Tuulivoimaloiden sijoittelu merituulipuiston alueella .....	9
3.4	Meriperustus .....	9
3.5	Sähkönsiirto.....	12
3.6	Merituulipuiston rakentaminen.....	14
3.6.1	Rakentamisen vaiheet .....	14
3.6.2	Pohjaolosuhteet ja pohjan rakentaminen.....	16
3.6.3	Tuulivoimaloiden asentaminen sekä kaapelointi .....	23
3.7	Merituulipuiston turvallisuus.....	25
3.8	Tuulivoimaloiden huolto ja käytöstä poisto .....	28
4	Vaikutusarvioinnin toteutustapa.....	30
4.1	Aineisto .....	30
4.2	Vaikutusarvioinnin kohteet ja menetelmät .....	30
4.3	Vaikutusten määrittäminen ja vaikutusalue.....	32
5	Gummandooran saaristo (FI0200075, SAC/SPA).....	34
6	Hankkeen vaikutukset Natura-alueen suojeluperusteisiin .....	36
6.1	Vaikutukset vedenlattuun ja samentumiseen .....	36
6.2	Vaikutukset luontodirektiivin luontotyyppisiin .....	44
6.2.1	Riutat (1170) .....	44
6.2.2	Muut suojeluperusteina olevat luontotyypit.....	51
6.2.3	Tiivistelmä hankkeen vaikutuksista suojeluperusteina oleviin luontotyyppisiin .....	53
6.3	Vaikutukset Natura-alueen suojeluperusteina oleviin lintulajeihin ..	55
6.3.1	Vaikutukset lintudirektiivin liitteen I lajeihin .....	57
6.3.2	Vaikutukset lintudirektiivissä mainitsemattomiin, alueella säännöllisesti tavattavat lintulajeihin .....	61
7	Vaikutukset Natura-alueen eheyteen .....	67
8	Yhteisvaikutukset.....	69

9	Vaikutusten lieventämismahdollisuudet.....	70
10	Vaikutusarvioinnin epävarmuustekijät.....	71
11	Vaikutusten seuranta.....	72
12	Yhteenveto ja johtopäätökset .....	73
13	Lähteet.....	76

## **Liitteet**

Liite 1	Tahkoluodon laajennuksen läjityssuunnitelma
Liite 2	Sedimenttien haitta-aineselvitys 2021
Liite 3	Virtaus- ja vedenlaatumallinnuksen raportti 2021
Liite 4	Vedenalaisen luonnon kartoitus Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2021
Liite 5	Tahkoluodon merituulipuiston linnustovaikutuksista lintututkaprojektin ja Kallioholman muutosseuranta-aineiston perusteella. Suomen Hyötytuuli 2021

AFRY Finland Oy  
 Jaakonkatu 3  
 PL 4, 01621 Vantaa  
 01620 Vantaa  
 Finland

Phone 010 3311  
 Y-tunnus 0625905-6

[afry.com](http://afry.com)

## 1 Johdanto

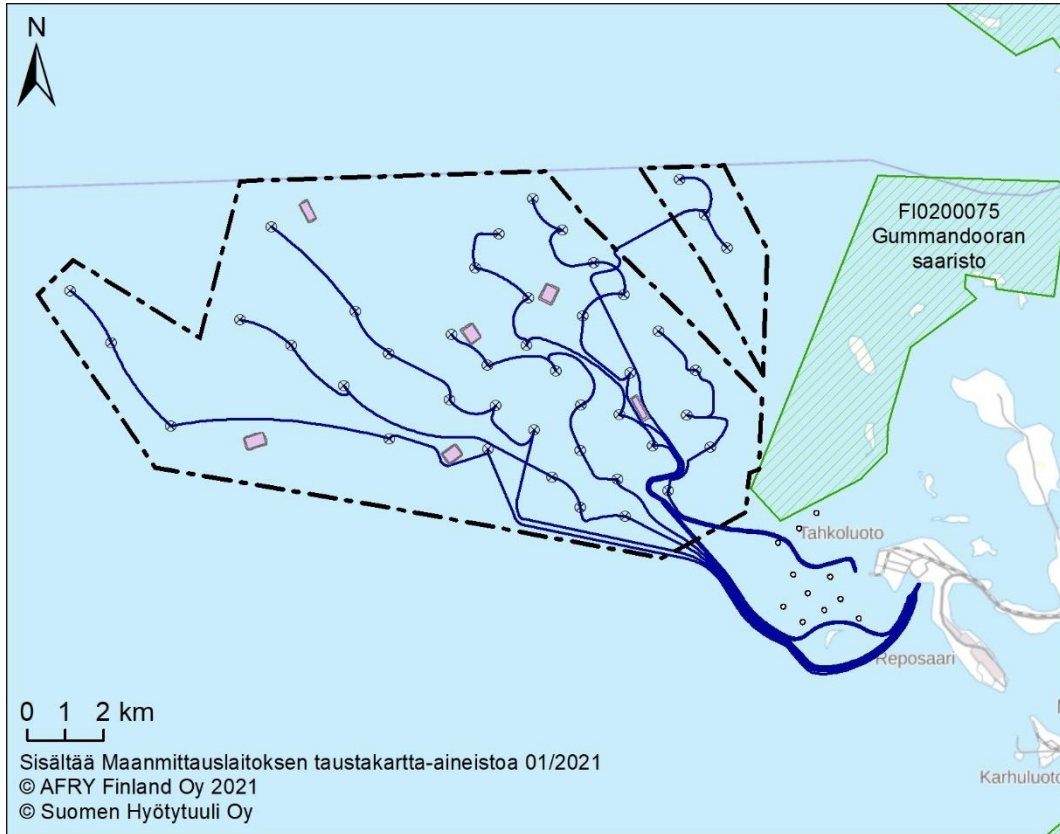
Suomen Hyötytuuli Oy suunnittelee Tahkoluodon merituulipuiston laajentamista Porissa. Hankealue sijaitsee Porin edustalla merialueella, lähimmillään noin 4 kilometrin etäisyydellä Tahkoluodosta ja 30 kilometriä Porin keskustasta luoteeseen. Alue rajautuu pohjoisessa Merikarvian kunnanrajaan. Hankkeelle on laadittu ympäristövaikutusten arviointimenettely vuosien 2020-2021 aikana ja perusteltu päätelmä on saatu 21.6.2021.

Välittömästi hankealueen itäpuolelle sijoittuu Natura-alue Gummandooran saaristo (FI0200075, SAC/SPA), jonka suojeluperusteena on 13 luontotyyppiä ja 25 lintulajia. Natura-alueen osalta on laadittu luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen Natura-arviointi alkuvuonna 2021. Hankealue ja Natura-alueen raja on esitetty kuvassa 1-1. Tahkoluotoon jo rakennettu merituulipuisto sijoittuu laajennushankkeen kaakkoispuolelle.

Natura-arvioinnista on saatu lausunnot Varsinais-Suomen ELY-keskukselta (28.4.2021) ja Metsähallitukselta (30.4.2021). Lausuntojen keskeiset asiat:

- Vaikutuksia on vaikea arvioida koska voimaloiden, läjitysalueiden ja infran tarkkoja paikkoja ei ole Natura-arvioinnissa esitetty ja luontotyyppien esiintyminen perustuu suurelta osin mallinnuksiin.
- Suunnitellusta ruoppausmassojen läjittämisestä mereen tulee luopua kokonaan. Ottaen huomioon Natura-alueen läheisyydessä läjitettävien massojen suuren määrän sekä tiedot eroosiopohjista ja vaikutuksesta alueen riuttaekosysteemiin ei voida varmistaa, että hanke ei merkittävästi heikentäisi niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi Gummandooran Natura-alue on otettu Natura-verkostoon, vaikutukset erityisesti linnustoon sekä luontotyyppeihin "hiekkasärkät" ja "riutat".
- Merikaapelin rakentaminen Gummandooran Natura-alueen läpi ei ole mahdollinen.
- Muuttolintujen vapaan muuttoreitin turvaamiseksi nykyisen Tahkoluodon tuulivoimapuiston ja selvityksen alla olevan hankkeen väliin jätettävä tarpeeksi leveä (3 km) vapaa lentokäytävä, jotta voidaan varmistaa lintujen turvallinen kulkureitti.
- Tärkeimmät matalikot on säilytettävä rakentamattomina, koska ne voivat olla Natura-alueella pesivien lintujen ruokailualueita.
- Hanke voitaisiin toteuttaa vain vaihtoehdon VE1 mukaan lausunnossa esitettyin lieventävin toimenpitein.
- Vedenalaisluonnon arvoalueiden huomiointi, seurannat ja lintujen tutkaseuranta ovat oleelliset.
- Natura-arvioinnin kartoissa olisi ollut hyvä esittää vanha Tahkoluodon voimala-alue uuden tuulipuiston kanssa sekä Velmu-mallinnuksiin perustuvat luontotyytit hankealueella samassa kartassa voimaloiden ohjeellisten paikkojen kanssa.

Lausuntojen ja perustellun päätelmän jälkeen hankkeen suunnitelmat ovat tarkentuneet ja hankkeeseen liittyen on tehty lisäselvityksiä. Tässä raportissa esitetään päivitetty Natura-arviointi Gummandooran saariston Natura-alueella liittyen Tahkoluodon merituulipuiston laajennukseen.



- ⊗ Tuulivoimala
- ⌚ Hankealue
- Läjityspaikat
- Tahkoluodon merituulipuisto
- Merikaapeli
- ▨ Natura 2000 -alueet

*Kuva 1-1 Gummandooran saariston Natura-alue ja hankealue voimaloiheen merikaapeleihin ja läjityspaikkoiheen. Kuvassa esitetään myös olemassa olevat Tahkoluodon tuulivoimalat.*

## 2 Natura-arviointiin liittyvä lainsäädäntö

Natura 2000 -alueverkosto on Euroopan yhteisön kattava ekologinen verkosto. Natura-arvioinnista säädetään luonnonsuojelulaisissa (1996/1096, § 65 ja § 66). Luonnonsuojelulain 65 §:ssä säädetään, että jos hanke tai suunnitelma yksistään tai yhdessä muiden hankkeiden tai suunnitelmien kanssa todennäköisesti merkittävästi heikentää Natura 2000 -verkostoon sisällytetyn alueen niitä

luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on verkostoon sisällytetty, on hankkeen toteuttajan tai suunnitelman laatijan arvioitava nämä vaikutukset asianmukaisella tavalla.

Luonnonsuojelulain mukainen vaikutusten arviointivelvollisuus syntyy, mikäli hankkeen vaikutukset:

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

Kynnys Natura-arvioinnin suorittamiseksi voi ylittyä myös eri hankkeiden ja suunnitelmien yhteisvaikutusten vuoksi (Söderman 2003). Tämä velvoite koskee myös Natura-alueen ulkopuolella toteutettavaa hanketta, jos sillä on todennäköisesti alueelle ulottuvia merkittäviä haitallisia vaikutuksia.

Toinen mainittu säännös (66 §) koskee heikentämiskieltoa. Viranomaisen ei saa myöntää lupaa hankkeen toteuttamiseksi taikka hyväksyä tai vahvistaa suunnitelmaa, jos arviointimenettely osoittaa hankkeen tai suunnitelman merkittävästi heikentävän niitä luonnonarvoja, joiden suojelemiseksi alue on sisällytetty Natura 2000 -verkostoon. Lupa voidaan kuitenkin myöntää taikka suunnitelma hyväksyä tai vahvistaa, jos valtioneuvosto yleisistunnossa päättää, että hanke tai suunnitelma on toteutettava erittäin tärkeän yleisen edun kannalta pakottavasta syystä eikä vaihtoehtoista ratkaisua ole.

Jos Natura-alueella esiintyy luontodirektiivin liitteessä I tarkoitettuja ensisijaisesti suojeltavia luontotyyppejä (*ns. priorisoitu luontotyyppi*) tai liitteessä II tarkoitettuja ensisijaisesti suojeltavia lajeja (*ns. priorisoitu laji*), noudatetaan tavanomaista tiukempia lupaedellytyksiä, lisäksi asiasta on hankittava komission lausunto. Lupaviranomaisen on ennen lupapäätöstä varmistettava, että arvioinnit ovat asianmukaisia ja niissä esitetyt johtopäätökset ovat perusteltuja.

Mikäli suojeluperusteina olevia luontoarvoja joudutaan merkittävästi heikentämään, on heikennykset kompensoitava.

### 3 Hankkeen kuvaus

Tahkoluotoon suunnitteilla oleva merituulipuisto koostuu enintään 43 meriperustuksille asennettavasta tuulivoimalasta, jotka yhdistetään mantereella sijaitsevaan sähköverkkoon merikaapelein, tarvittaessa merisähköaseman kautta. Voimalat sijoittuvat YVA-selostuksen hankealueelle VE2. Tuulivoimaloiden kokonaiskorkeus on enintään 310 metriä merenpinnasta ja etäisyys toisistaan on vähintään 1 km. Merituulipuiston arvioitu sähköntuotanto on 1 000–1 900 GWh vuodessa.

Voimalat perustetaan gravitaatioperustukselle tai paaluperustukselle 15–45 metrin vesisyvyyteen, mutta parhaat rakennuspaikat löytyvät 15–30 metrin syvyydestä. Voimaloiden sijoitussuunnitelmaa on päivitetty YVA-menettelystä ja kaava-luonnoksesta saatujen lausuntojen ja kesällä 2021 laadittujen selvitysten ja

pohjatutkimusten perusteella. Voimalat on nyt sijoitettu kauemmas olemassa olevasta merituulipuistosta lintujen muuton sekä alueen itäosan matalikoiden vedenalaisen meriluonnon turvaamiseksi. Rakennetun merituulipuiston ja suunniteltujen voimaloiden välinen etäisyys on minimissään 3 kilometriä ja voimaloita ei ole sijoitettu 15 metriä matalampaan veteen. Hylkiriutan edustan matalikon välittömään läheisyyteen ei myöskään ole sijoitettu voimaloita. Voimaloiden sijoittamiseen soveltuvan alueen supistuminen itäosasta tarkoittaa kuitenkin, että YVA-selostuksen hankealue VE2:n mukainen pieni alue syväväylän koillispuolella on pidetty suunnittelussa mukana. Alueen voimalamäärä on kuitenkin rajoitettu enintään kolmeen (aiemmin viisi).

Merikaapelit reititetään merituulipuistosta Tahkoluotoon. Suunnitellut reitit eivät kulje Natura-alueen tai Selkämeren kansallispuiston halki. Kaapelit suojataan fyysisiä vaurioita vastaan painottamalla tai sijoittamalla ne kaivettaviin kaapeliojiin. Tarvittaessa kaapeliojat myös peitetään kivimurskeella.

Voimalapaikkojen löyhät maakerrokset ruopataan kantavaan maakerrokseen saakka, joten voimalat on pyritty sijoittamaan kantavalle moreenipohjalle ruoppaustarpeen minimoimiseksi. Syvässä vedessä voimaloiden ruoppaustarve on suurempi ja ruopattavat massat ovat matalien alueiden hiekkamoreenipohjia hienojakoisempia ja koheesiomaalajeja esiintyy enemmän.

Ruoppausmäärät ja ruopattavat maalajit on määritelty jokaiselle voimalapaikalle erikseen sekä kaapeliojille kokonaisuutena. Ruoppausmassoja on enintään 700 000 m<sup>3</sup> ktr. Noin 55–75 % ruoppausmassoista on hiekkamoreenia ja siltti- ja hiekkamoreenit muodostavat massoista lähes 90 %. Maalajeista silttiä ja savea ruopataan enintään 85 000 m<sup>3</sup>, ja tunnistetut siltti- ja savikerrokset sijoittuvat kaikki yli 30 m syvyisille voimalapaikoille. Alueen moreenit sisältävät maalajinäytteiden perusteella noin 5 % savea ja 20–25 % silttiä. Ruoppausmassojen määrä on arvioitu gravitaatioperustuksille. Paaluperustusta käytettäessä ruoppaustarve on pienempi, mutta perustaminen edellyttää noin 1000–4000 m<sup>3</sup> louhintaa voimalaa kohden. Ruoppaus toteutetaan ensisijaisesti kauharuoppauksena noin 30 metrin syvyyteen asti, ja syvyyden ollessa menetelmälle liian suuri käytetään leikkurimuruoppausta tai kahmarikauharuoppausta. Täyttöihin ja peittoihin käytettävä materiaali on pääasiassa puhdasta kalliomursketta.

Ruoppausmassat läjitetään läjityssuunnitelman (liite 1) mukaisesti kuudelle läjitysalueelle, jotka on arvioitu Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö 2015) mukaisesti hyväksi läjityspaikoiksi. Kitkamaalajeja sisältäviä ruoppausmassoja läjitetään kaikille suunnitelluille läjityspaikoille. Siltti, savi ja sekasedimenttikerrokset läjitetään puolestaan koheesio- ja kitkamaalajien läjitykseen osoitetuille läjitysalueille, ja koheesiomaalajien päälle läjitetään moreenikerros eroosiosuojaksi. Näytteenoton perusteella (liitteet 1 ja 2) orgaanisen aineen pitoisuus hankealueen syvien osien pintamaalajeissa on hyvin pieni (hehikutushäviö 0,7–2,2 %) ja läjityskelpoisuuteen vaikuttavia haitta-aineita ei sedimenteissä ole.

### 3.1 Merituulipuiston rakentaminen

### 3.2 Tuulivoimalat

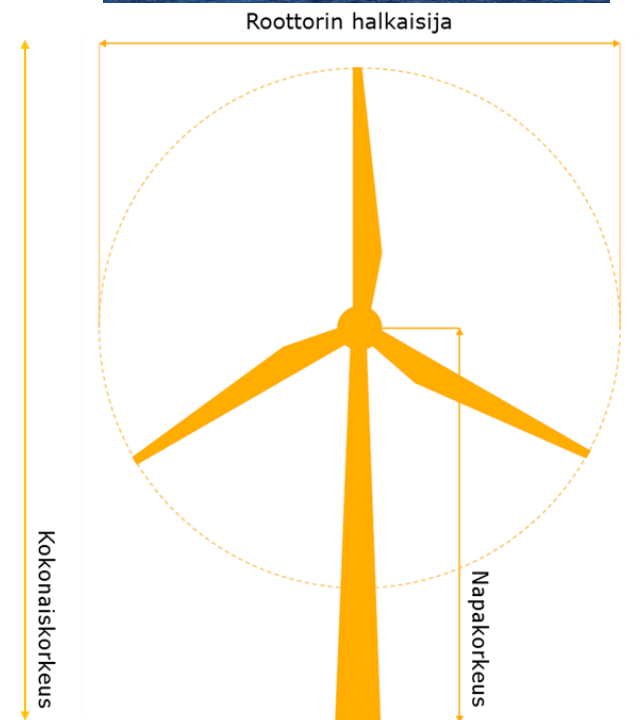
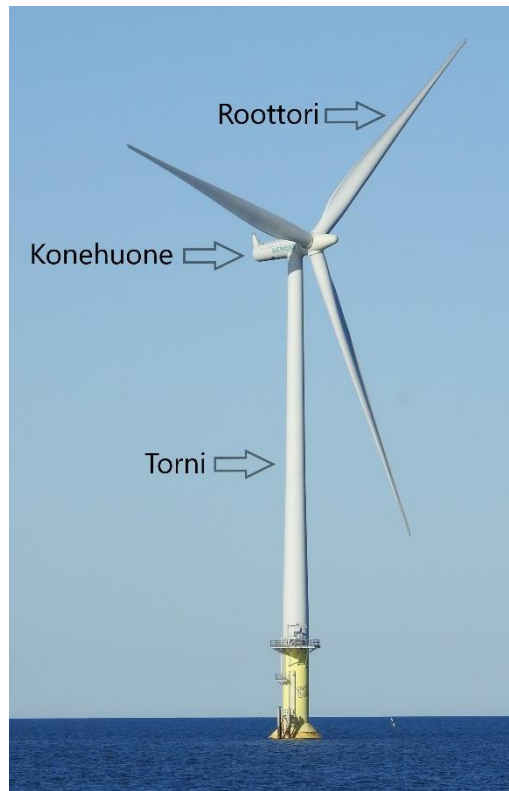
Tuulivoimalat koostuvat tornista, konehuoneesta ja roottorista (Kuva 3-1). Tuulivoimala asennetaan meriperustukselle, joka voi olla pohjan ominaisuuksista riippuen teräsrakenteinen gravitaatio- eli kasuuniperustus, betonirakenteinen tai hybridigravitaatiooperustus tai paaluperustus (monopile) (ks. luku 3.4).

Tuulivoimalat ovat merituulipuiston oleellisin yksittäinen komponentti, jonka tyyppi valitaan hankkeen myöhemmässä vaiheessa.

Syksyllä 2021 markkinoilla on merituulivoimaloita, joiden nimellisteho on 10–15 MW ja kokonaiskorkeus noin 260 m, roottorin halkaisija noin 220-240 m ja napakorkeus noin 150 m (esim. Vestas V236-15.0 MW, Siemens Gamesa DD-222 ja DD-236 14/15 MW). On oletettavissa, että tuulivoimaloiden tekninen kehitys jatkuu nopeana ja markkinoille tulee suurempia ja tehokkaampia tuulivoimaloita. Tämän vuoksi hankkeen ympäristövaikutusten arviointi tehtiin sellaisen tuulivoimalan tiedoilla, jotka voidaan olettaa olevan markkinoilla hankkeen voimalaa valittaessa. Tällaisten voimaloiden kokonaiskorkeuden voidaan olettaa olevan noin 310 m, napakorkeuden noin 175 m ja roottorin halkaisijan noin 275 m.

Tuulivoimaloiden tornit valmistetaan joko kokonaan teräsrakenteisina, betonin ja teräksen yhdistelmänä (hybriditornit) tai kokonaan betonista. Merituulivoimaloiden tornit ovat pääsääntöisesti olleet terästoneja. Tässä hankkeessa tornityyppi valikoituu käytettävän voimalamallin perusteella.





Kuva 3-1. Kuvissa esitetty tuulivoimalan rakenteet. Vasemmanpuoleinen kuva (© Suomen Hyötytuuli Oy) on Tahkoluodon sataman edustalla sijaitseva hankevastaavan pilottivoimala.

### 3.3 Tuulivoimaloiden sijoittelu merituulipuiston alueella

Tuulivoimalat sijoitetaan merituulipuiston alueelle teknistaloudellisesti soveltuviin paikkoihin. Sijoitteluun vaikuttavat mm. veden syvyys ja merenpohjan geologinen laatu ja läheisten voimaloiden aiheuttamat vanahäviöt. Tuotantohäviöiden minimoimiseksi tuulivoimalat sijoitetaan vähintään 1 km etäisyydelle toisistaan. Natura-arvioinnissa arvioitavan suunnitelman mukaisesti voimalat sijoittuvat 15–45 metrin vesisyvyyteen. Arvioitavaa sijoitussuunnitelmaa on päivitetty YVA-menettelyn ja kaavaluonnosvaiheen jälkeen menettelyistä saatujen lausuntojen ja kesän 2021 aikana laadittujen selvitysten perusteella. Suunnitelma on myös tarkentunut entistä tarkempien merenpohjan kartoitustietojen perusteella.

Voimalat on pyritty sijoittamaan suunnitelmassa mahdollisimman kantavalle ja taiseille merenpohjalle, jonka vallitsevana maalajina on hiekkamoreeni. Tällöin merenpohjaan kohdistuvat rakentamistoimenpiteet ovat pienimmillään. Mikäli voimala joudutaan sijoittamaan rinteeseen, rakennetaan voimalan ympärille tukipenkere.

### 3.4 Meriperustus

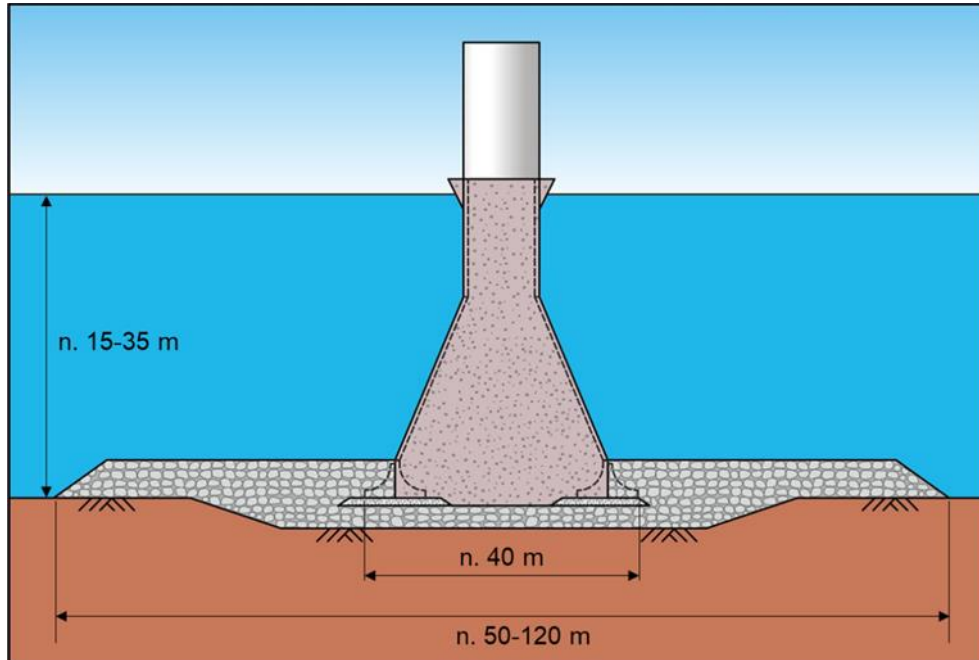
Hankkeen suunnittelun edetessä tuulivoimaloiden sijoituspaikoilla tehdään tarkempia tutkimuksia, joiden perusteella, sekä huomioiden veden syvyys, valitaan tuulivoimaloiden perustustyyppit tarkempaan suunnitteluun ja vesilain mukaisessa lupamenettelyssä käsiteltäväksi. Mahdollisia perustamistapoja on useita ja on mahdollista, ettei kaikkia alueen voimaloita rakenneta vain yhtä perustustyyppiä käyttäen. Seuraavia perustusvaihtoehtoja tarkastellaan päivitetystä Natura-arvioinnista: teräskuori- tai betonirakenteiset gravitaatioperustukset, hybridigravitaatioperustus ja paaluperustus. Natura-arvioinnissa ruoppaamisesta ja läjityksestä aiheutuvat vaikutukset on arvioitu gravitaatioperustuksille, sillä gravitaatioperustukset edellyttävät paaluperustusta enemmän samentumaa aiheuttavia työvaiheita rakentamisen aikana. Näin on arvioitu vesirakentamisen maksimivaikutukset. Erilaisten gravitaatioperustusten välillä puolestaan ei ole eroja ruoppausmäärissä.

#### **Teräskuorirakenteinen gravitaatioperustus**

Suomen Hyötytuulen vuonna 2010 Tahkoluodon edustalle rakentaman pilottivoimalan ja Tahkoluodon 2017 rakennetun merituulipuiston selvitysten, suunnittelun, rakentamisen ja kertyneen käyttökokemuksen pohjalta on osoitettu, että rakennetun kaltainen teräskuoriteknologiaan perustuva gravitaatioperustus on hyvä perustamiskonsepti Tahkoluodon merituulipuiston laajennuksen kaltaisissa pohjaolosuhteissa ja alueen veden syvyyksillä. Perustustyyppi on erityisesti suunniteltu toimimaan myös jäätyvän meren olosuhteissa.

Teräskuorirakenteinen gravitaatioperustus on maanvarainen, oman massan ja sisäpuolisen kiviainestäytön sekä ulkopuolisen rengasanturan päälle asennetun lisämäärän muodostama suurikokoinen massiiviperustus (Kuva 3-2). Perustuksen

teräksinen kuoriossa rakennetaan maalla konepajatyönä. Näin ollen olennaiset vaikutukset perustamisesta liittyvät merikuljetuksiin, pohjanmuokkauksiin ja varsinaiseen perustuksen asentamiseen eri vaiheineen.



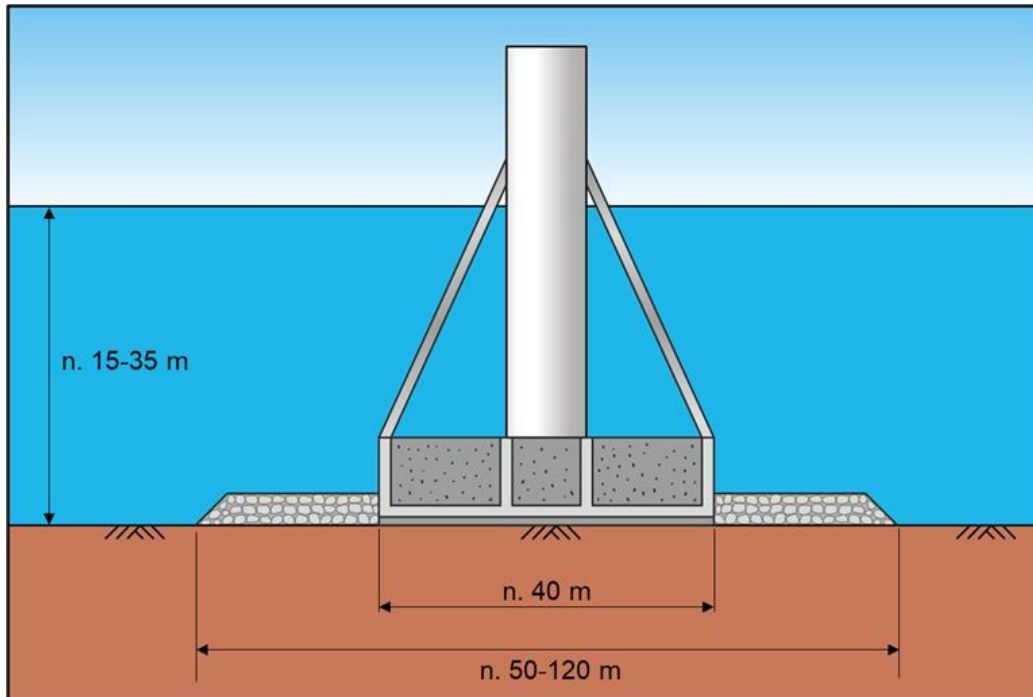
Kuva 3-2 Kuvassa esitetty teräskuorirakenteinen gravitaatioperustus. Perustusrakenne on lieriön ja katkaistun kartion yhdistelmä, jäykistetty teräsrakenne, jonka pohjassa on rengasmäinen antura. Perustus on täytetty kiviaineksella. Ulkopuolella anturan päällä on mursketta ja eroosiosuojaus sekä mahdollisesti tukipenger (esitetty kuvassa). Perustusrakenteen mitat riippuvat paitsi turbiinin kokoluokasta ja vesisyvyydestä, niin myös tuuli-, aalto- ja jääkuormista sekä pohjan maalajeista ja kantavuudesta. Rakenteen vesirajassa on kartio, jonka avulla pienennetään jään rakenteelle aiheuttamaa kuormitusta verrattuna suoraan lieriörakenteeseen. Kuva © Suomen Hyötytuuli Oy.

Kyseistä perustustyyppiä on käytetty 8–15 metrin vesisyvyyksille Tahkoluodon jo rakennetun puiston alueella 2 MW ja 4 MW turbiinien kokoluokassa. Tahkoluodon tulevalle, pääsääntöisesti rakennettua puistoa syvemmillä, laajennusalueella rakennetta ja rakentamista suunnitellaan 11–20 MW turbiinikokoluokille. Syvemmälle asennettavan teräsrakenteen suurin halkaisija on tällöin noin 30 metriä, ja teräsanturan ulkohalkaisija noin 40 metriä.

### **Betonirakenteinen ja/tai hybridigravitaatioperustus**

Betonirakenteisen gravitaatioperustuksen toimintaperiaate vastaa teräsrakenteisen gravitaatioperustuksen toimintaperiaatetta. Myös ns. hybridiperustusta, joka on massiiviosaltaan betonia ja varsiosaltaan muuttuu teräsrakenteiseksi, on mahdollista käyttää (Kuva 3-3). Erityyppiset sovellukset gravitaatioperustuksesta soveltuvat käytettäväksi hyvin.

Betonisen tai hybridiperustuksen kokoluokka ei olennaisesti poikkea teräsrakenteen ulkomitoista. Myös pohjanmuokkausten ja täyttöjen vaiheet ovat yhtenevät teräsrakenteisen gravitaatioperustuksen kanssa.

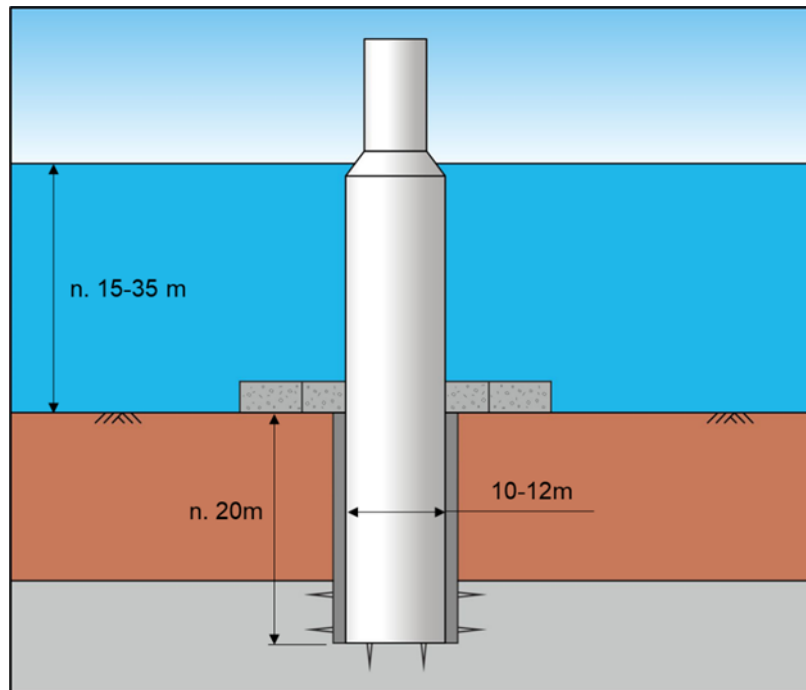


Kuva 3-3 Kuvassa esitetty hybridigravitaatioperustus. Kuva © Suomen Hyötytuuli Oy.

### Paaluperustus eli monopile

Paaluperustus (engl. monopile) on merenpohjaan asennettava suurikokoinen teräslieriö (Kuva 3-4). Paaluperustukset ovat eniten käytetty meriperustamistapa maailmalla, ja perustus on suhteellisen yksinkertainen ja edullinen valmistaa. Sen sijaan asentaminen Tahkoluodon laajennusalueelle poikkeaa olennaisesti perustustyyppin normaalikäyttöoloista, joita ovat hiekkaiset ja dyynimäiset merenpohjat. Tahkoluodon alueen merenpohjan moreenikerrostumat ovat suhteellisen lohkareisia ja myös suhteellisen ohuita. Juntaamalla tai kiertämällä asennettava paaluperustus ei ole siitä syystä sopiva alueelle. Paaluperustuksen asennus louhittuun kuoppaan injektoimalla (maapohjaa vahvistaen) tai porapaaluna on kuitenkin mahdollista. Paaluperustuksen halkaisija on n. 10–12 metriä, ja perustustapa vaatii n. 20 metriä syvän louhitun kuopan tai kairautumisen maaperään. Veden syvyydestä ja voimalan koosta ja maaperän laadusta riippuu, kuinka syvälle paalu tulee ulottaa maaperään. Vaihtoehtoon käytettävyys ja taloudellisuus ovat tarkemman teknisen ja taloudellisen selvityksen alla teknisen suunnittelun edetessä.

Paaluperustusta käytettäessä voimalapaikalla ruopattavia maamassoja on vähemmän kuin gravitaatioperustuksella, mutta jokainen paaluperustus edellyttää louhintaa noin 1 000–4 000 m<sup>3</sup>.



Kuva 3-4 Kuvassa esitetty paaluperustus eli monopile. Kuva © Suomen Hyötytuuli Oy.

## 3.5 Sähkönsiirto

### Merikaapeli

Sähkönsiirto merituulipuistosta mantereelle Tahkoluotoon toteutetaan merikaapelein. Hankkeen teknisessä suunnittelussa tarkastellaan erilaisia sähkönsiirron vaihtoehtoja. Merituulipuiston sisäinen sähkönsiirto toteutetaan merenpohjaan asennettavilla merikaapeleilla. Tarkasteltavina sähkönsiirron toteutustapoina on joko siirtää tuotettu sähkö Tahkoluotoon useilla merikaapeleilla tai rakentaa merituulipuiston alueelle merisähköasema, johon voimalat yhdistetään merikaapeleilla. Merisähköasemalta sähkö siirretään Tahkoluotoon korkeajännitteisillä merikaapeleilla.

Merikaapelin rantautumispaikat sijaitsevat Tahkoluodon länsipuolella (Kuva 1-1). Maalla kaapelit reititetään uudelle sähköasemalle, joka muuntaa jännitteen voimajohdon jännitetasolle ja yhdistää tuulipuiston valtakunnan verkkoon.

Kaapeloinnissa käytetään painavaa pohjalle laskeutuvaa merikaapelia. Merikaapelit pyritään sijoittamaan syväälle pohjalle tai matalikoiden taakse suojaan murtuvilta myrskyaalloilta ja liikkuvien jäävallien köleiltä. Näillä alueilla vaurioitumisen riski on pieni mahdollinen ja kaapelit voidaan pääsääntöisesti laskea suoraan pohjaan. Tarvittaessa kaapelin paikallaan pysymisen varmistamiseen käytetään lisäpainoja tai esim. kaapelin päälle muutaman kymmenen metrin välein laskettavia murskekasoja, jotka sitovat kaapelin paikalleen. Matalassa vedessä, väyliä alitettaessa ja ahtojääalueilla, kun kaapelin painotus pohjaan ei ole riittävä

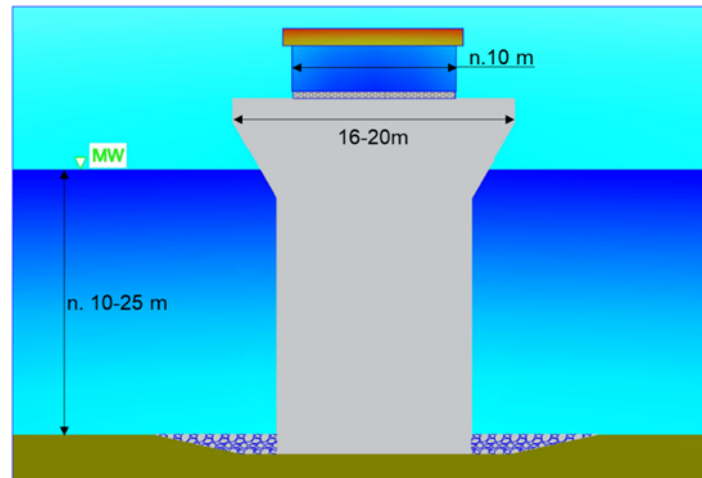
suojaustoimenpide, kaapeli voidaan sijoittaa kaapeliojaan ja/tai peittää kivimurskeella. Voimaloiden ja rannan lähellä kaapelit suojataan esimerkiksi suojaputkeen. Rinnakkaiset, samansuuntaiset kaapelit kulkevat lähtökohtaisesti erillä toisistaan riskien minimoimiseksi ja korjaustoimenpiteiden helpottamiseksi. Kaapelikäytävissä kaapelien väliset etäisyydet riippuvat teknisestä toteutuksesta ja riskinarvioinnista. Kaapeliojaan kaivettuna ja peitettynä kaapelien väliset etäisyydet voivat olla suojaamatonta kaapelia lyhyempiä. Teknisessä suunnittelussa tarkastellaan myös leveän kaapeliojan käyttämistä usealle kaapelille.

Matalikot pyritään kiertämään merikaapeleita reititettäessä suojaustarpeen vähentämiseksi ja meriympäristölle koituvien haittojen minimoimiseksi. Kaapeleita ei sijoiteta alle 15 metrin syvyyteen kuin niillä alueilla, joilla se on välttämätöntä esim. voimalan saavuttamiseksi tai kaapelireitin merkittäväksi lyhentämiseksi esim. reitittämällä kaapeli kannaksen yli laajan matalan alueen kiertämisen sijaan. Kaapelien reititys ja suojaustarve riippuvat vallitsevien ympäristöolosuhteiden lisäksi myös sähköteknisistä reunaehdoista ja käytettävien kaapelien ominaisuuksista. Merikaapelien suunnitellut reitit on esitetty kuvassa 1-1. Suunnittelussa on myös tarkennettu ne alueet, joilla kaapelit sijoitetaan kaapeliojiin. Kaapeliojat kaivetaan todennäköisesti kauharuoppaajalla, mutta myös muita ojitusmenetelmiä voidaan käyttää. Erityisesti auraamisen avulla voitaisiin välttää ruoppausta, mutta menetelmän käyttöä hankaloittaa hankealueen lohkaraisuus.

### **Merisähköasema**

Tarvittaessa rakennettava merisähköasema perustetaan tuulipuiston alueelle suhteellisen matalaan paikkaan (10–25 m). Lähtökohtaisesti merisähköaseman perustus koostuu tasoitetulle merenpohjalle asennetusta teräslieriörakenteesta, joka täytetään kiviaineksella (Kuva 3-5). Lieriön halkaisija on noin 16–20 m ja sen päälle asennettavan sähköasemarakennuksen noin 10 m. Rakennukseen sijoitetaan muuntajat ja muut sähkötekniset komponentit. Tuulipuiston sisäverkon merikaapelit tuodaan merisähköasemalle, josta sähkö siirretään merikaapelein Tahkoluotoon.

Merisähköaseman perustus sijoitetaan kantavalle hiekkamoreenille ja perustuksen vaatima ruoppaus on enintään muutamia tuhansia kuutiometrejä (ktr). Merisähköasemaa käytettäessä asennettavien kaapelien yhteispituus pienenee merkittävästi, jolloin myös kaapeliojan tarve vähenee. Kokonaisuutena kaapeliojien ruoppausmäärät vähenevät enemmän kuin mitä merisähköaseman perustaminen edellyttää ruoppausta.



Kuva 3-5 Kuvassa esitetty merisähköaseman periaatekuva. Kuva © Suomen Hyötytuuli Oy.

### Liityntävaihtoehdot

Tahkoluodosta lähtee maanpäällisiä voimajohtoja, joita tarkastellaan hankkeen liityntävaihtoehtoina. Pori Energia Sähköverkot Oy hallinnoi 110 kV voimajohtoa, jonka reitti kulkee Kaanaan kautta Poriin ja edelleen Ulvilaan. Sähköaseman laajentamista ja voimajohdon kapasiteetin kasvattamista mahdollisen peruskorjauksen yhteydessä tarkastellaan osana liityntävaihtoehtojen teknistä suunnittelua. Fortum Power and Heat Oy hallinnoi 400 kV voimajohtoa Meri-Porin hiilivoimalaitokselta Fingrid Oyj:n Ulvilan sähköasemalle, jossa voimajohto liittyy Fingridin hallinnoimaan 400 kV kantaverkkoon. 400 kV voimajohtoon on tällä hetkellä liitettynä Meri-Porin hiilivoimalaitos. Liittymisestä olemassa oleviin voimajohtoihin on käyty alustavia neuvotteluja.

Fortum Power and Heat Oy:n 400 kV voimajohdon kuormitettavuus on noin 1550 MVA ja siitä käytössä on ollut reilu puolet. Vuonna 2021 vapaata kapasiteettia on yli 350 MW. Kapasiteettia on vapautumassa lisää tulevana vuosina, minkä lisäksi loistehon kompensoinnilla voidaan lisätä siirtotehoa. Pori Energia Sähköverkot Oy:n 110 kV voimajohtoon voidaan ensivaiheessa liittää noin 200 MW sähköntuotantoa ja tulevaisuudessa tehtävin parannuksin kapasiteetti on nostettavissa hankkeen tarpeisiin.

## 3.6 Merituulipuiston rakentaminen

### 3.6.1 Rakentamisen vaiheet

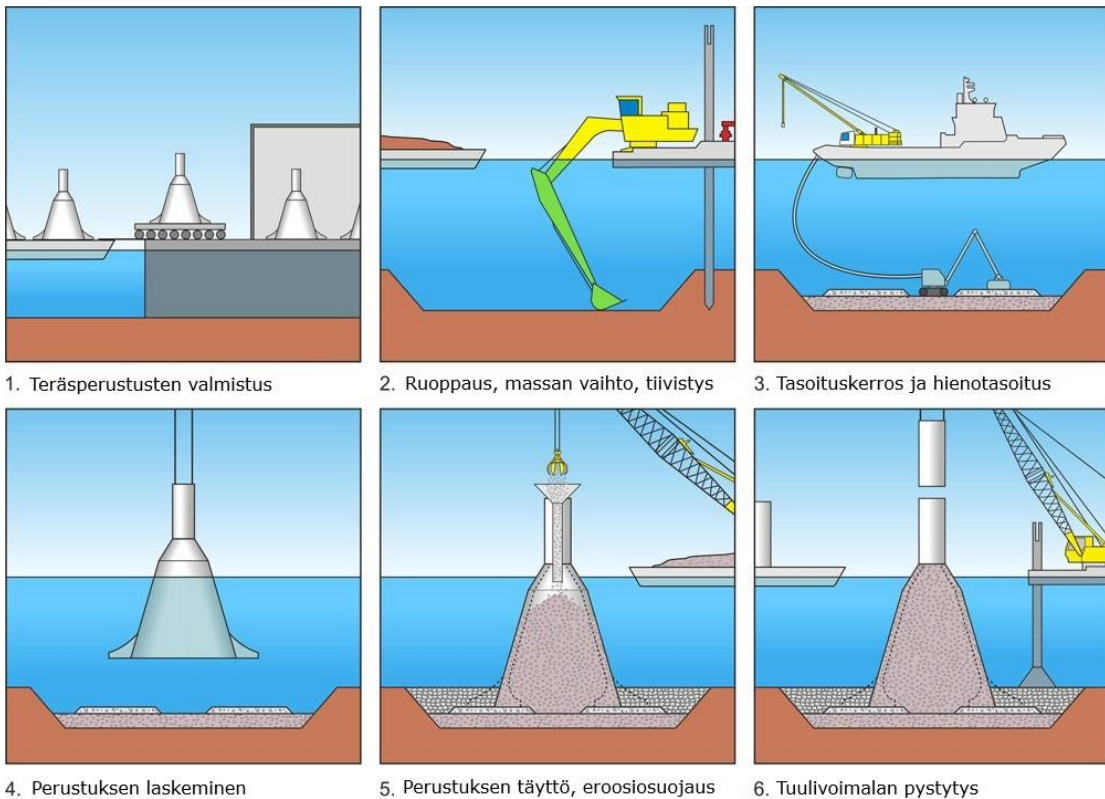
Merituulipuisto rakentuu vaiheittain usean eri vuoden aikana. Tärkeimmät komponentit, tuulivoimalat ja perustukset, valmistetaan tehdas- ja konepajaoloissa.

Työvaiheet merellä käynnistyvät perustuspaikkojen ruoppauksilla ja pohjan valmistelulla perustuksia varten. Gravitaatioperustuksille pohjaan esivalmistellaan mursketäyttö, paaluperustukselle kalliokuoppa.

Perustukset valmistetaan konepajatyönä ja myös betoniperustukset valetaan maissa. Perustukset lastataan kuljetusproumulle tai suoraan asennusalukselle ja kuljetetaan asennuspaikalle, mutta myös hinaus asennuspaikalle kelluttamalla on mahdollista. Perustus nostetaan paikalleen tyypillisesti raskasnostoaluksen avulla. Perustus asennetaan valmistellulle pohjalle riittävän suoraan. Perustus täytetään kiviaineksella riittävän massan saavuttamiseksi ja sen ympärille asennetaan eroosiosuojaus suojaamaan ja tukemaan rakennetta. Rakentamisessa käytetään pääasiassa puhtaita ja louhittuja kiviaineksia, mutta myös ruoppaustöiden yhteydessä siirrettäviä merenpohjan maa-aineksia, lähinnä hiekkamoreenia, voidaan hyödyntää.

Voimaloiden esiasennus tapahtuu maissa, mahdollisesti voimalatoimittajan lähtösatamassa, tai esiasennukseen voidaan käyttää alueita lähellä tuulipuistoa. Voimalakomponentit kuljetetaan merelle asennusaluksella, joka nostaa voimalan komponentit paikalleen meriperustuksen päälle.

Kuvassa 3-6 on esitetty periaatekuva tuulivoimalan rakentamisvaiheista kaluston ja rakennusvaiheiden osalta. Kuvasarja pohjautuu gravitaatioperustuksen asentamiseen, mutta myös paaluperustuksen käyttö on mahdollista, etenkin puiston matalimmilla alueilla. Kuvasarjasta poiketen paaluperustuksen asennus esivalmisteltuun kuoppaan tehdään nostamalla paalu kuoppaan ja täyttämällä kuoppa betonilla. Myös paaluperustuksen ympärille asennetaan eroosiosuojaus (Kuva 3-4).



*Kuva 3-6 Kuvissa esitetty tuulivoimalan rakentamisvaiheet, pierustustyyppinä gravitaatiopierustus. Kuva © Suomen Hyötytuuli Oy.*



### 3.6.2 Pohjaolosuhteet ja pohjan rakentaminen

Hankealueella on tehty merenpohjan luotauksia, näytteenottoa ja kairauksia, joiden perusteella on laadittu arvio alueen merenpohjan koostumuksesta. Merituulipuiston alle 25 metriä syvillä alueilla merenpohjan vallitsevana maalajina on kivinen hiekkamoreeni, jonka alla on kallio. Syvemmillä alueilla kallion peittää moreenikerros, jonka päällä on paikoittain ohuita savi-, siltti-, hiekka- tai sekasedimenttikerroksia. Syvemmillä voimalapaikoilla sijaitseva moreeni on hiekkamoreenin lisäksi paikoittain myös silttistä hiekkamoreenia ja hiekkaista silttimoreenia. Paikallisten kohoumien alueella moreeni on lähellä sedimentin pintaa, ja siltti- ja savi-kerrokset ovat ohuempia ympäröivien alueiden vastaaviin kerroksiin verrattaessa. Hankealueen länsiosan syvänteissä, joihin ei kohdistu rakentamistoimenpiteitä mutta joilta on tunnistettu hyviä läjityspaikkoja, pintamaalajit ovat tyypillisesti silttiä, sekasedimenttiä tai glasiaalisavea, ja kerrokset voivat olla useiden metrien paksuisia. Hienojakoisia maalajeja saattaa peittää ohut eroosiohiekkakerros.

Kalliopaljastumia alueella on lähinnä alle 10 metrin syvyisillä matalikoilla, ja niihin ei kohdistu rakentamistoimenpiteitä. Merenpohjasta nousevat kohoumat ovat luotausaineistojen perusteella kuitenkin erittäin kivisiä. Suuria kiviä ja 3–4 metriä halkaisijaltaan olevia lohkarkeitä esiintyy merenpohjalla yleisesti. Rinteitä alaspäin siirryttäessä kivet vähenevät ja merenpohjan pintamaalaji vaihettuu moreenista hiekaksi ja siltiksi.

Merituulipuiston rakentaminen vaatii kattavat pohjatutkimukset voimalapaikoille ja kaapelireiteille. Lopulliset pohjatutkimukset tehdään tarkoille voimalapaikoille ennen rakentamisen aloittamista.

Gravitaatioperustuksen alle tehdään tasauskerros ja tasauskerroksen alle tarvittaessa massanvaihto ja tiivistys. Pohjan pintamaakerrosta on myös mahdollisesti leikattava. Pohjan leikkauksen tarve riippuu paitsi kuormituksista, niin myös pohjan geologisista ominaisuuksista. Rakentaminen pyritään kohdistamaan alueille, joissa merenpohjan pintamaalaji on moreeni. Mikäli moreenin päällä on pehmeämpi maalaji, se poistetaan rakenteiden alta riittävän stabiliteetin tarjoavaan maakerrokseen saakka.

Merenpohjan ruopattavat maamassat läjitetään rakennettavan puiston alueelle erikseen osoitettaville läjitysalueille (Kuva 3-6, läjityssuunnitelma) tai mahdollisuuksien mukaan maamassat siirretään rakennuspaikan välittömään läheisyyteen, jolloin niitä voidaan hyödyntää rakentamisessa.

Kallion ollessa lähellä merenpohjan pintakerrosta, voi yksittäisillä gravitaatioperustamispaikoillakin tulla tarvetta louhinnalle, jotta pohja saadaan tasattua. Louhinnan määrä on kuitenkin vähäistä, ja sitä pyritään minimoimaan voimalasijoittelun avulla.

## Perustaminen

Gravitaatioperustuksiin (ks. kuvat 3-2 ja 3-3) liittyviä pohjan rakentamisen, lastauksen, kuljetuksen ja asennuksen vaiheita merellä ovat:

- Mahdollinen pohjan ruoppaus (pehmeä pintamaalaji poistetaan ja läjitetään). Maa-ainekset kuljetetaan läjityspaikoille tai siirretään väliaikaisesti rakennuspaikan läheisyyteen, mikäli maa-ainesta voidaan käyttää rakentamisessa.
- Pohjan leikkaus, mikäli perustuksen asennussyvyys on olemassa olevan merenpohjan alapuolella.
- Kantavan louhekerroksen asennus ja tiivistys perustuspaikalla tarvittaessa.
- Tasauskerroksen asennus perustuspaikalle.
- Perustuksen lastaus ja merikuljetus perustuspaikalle.
- Perustuksen nosto paikalleen. Kuljetus voidaan suorittaa kelluttamalla, proomulla tai raskasnostoaluksella, jota tyypillisimmin käytetään asennukseen.
- Perustuksen sisäpuolinen täyttö ja ulkopuolelle asennettavan painolastin asennus.
- Tukipenkereen asennus tarvittaessa.
- Eroosiosuojauksen asennus perustuksen ympärille.

Paaluperustukseen (ks. Kuva 3-4) liittyviä pohjan rakentamisen, lastauksen, kuljetuksen ja asennuksen vaiheita merellä ovat:

- Mahdollinen kallion päällä olevan irtomaa-aineksen ruoppaus ja läjitys.
- Perustuskuopan louhiminen kallioon.
- Paaluperustuksen lastaus, merikuljetus perustuspaikalle ja nosto paikalleen.
- Paaluperustuksen injektoiminen paikalleen betonoimalla. Betoni kuljetetaan maalla sijaitsevalta betoniasemalta.
- Tarvittaessa eroosiosuojauksen asennus perustuksen ympärille.

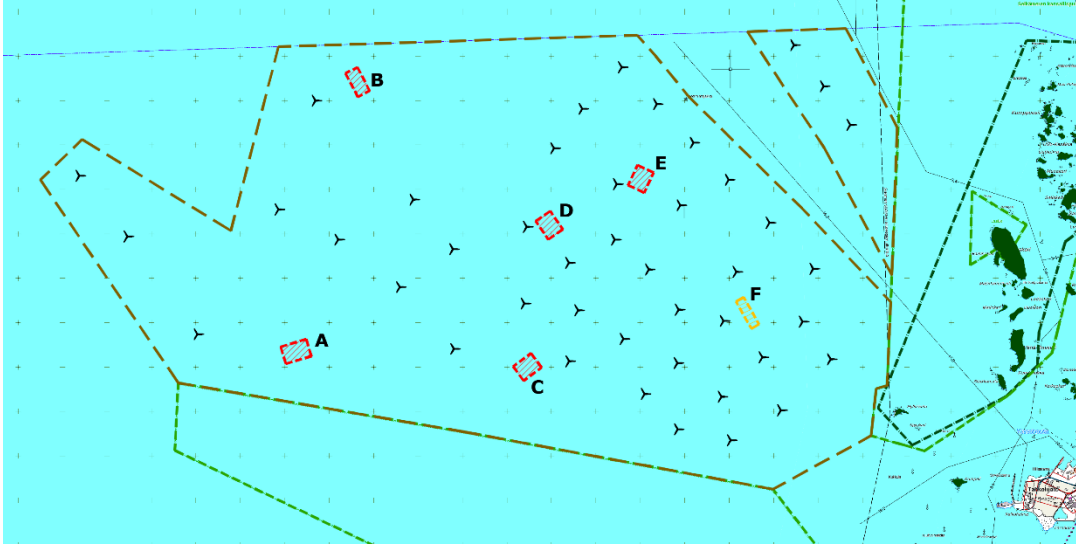
Sekä gravitaatioperustusteisen että paaluperusteisen perustuksen vaatimat eri työvaiheet ja vaiheiden vaatima kalusto ovat osa teknistaloudellista suunnittelua ja optimointia. Yksinkertaistaen pohja tulee muokata perustukselle sopivaksi ja perustus pohjalle sopivaksi.

Eri työvaiheisiin, etenkin täyttöihin liittyen, on mahdollista käyttää eri kokoluokan aluksia. Pienemmillä aluksilla työ on hitaampaa ja sääolosuhteille alttiimpaa. Mitä syvemmälle rakentamisessa tulee pästä, sitä mittavampaa kalustoa tarvitaan. Kaluston ja menetelmien valinta tapahtuukin lopulta siinä yhteydessä, kun sopivinta perustamistapaa ratkaistaan tarkemman suunnittelun pohjalta. Aikataulujen tarkastelu ja optimointi on myöskin yksi keskeinen suunnittelun elementti.

## Ruoppaus ja läjitys

Gravitaatioperustusten ja merikaapelien vaatiman pohjanmuokkaamisen ja rakentamisen arvioidaan kohdistuvan maksimissaan 0,5 % koko puiston pinta-alasta.

Lisäksi läjitysalueilla merenpohjaan kohdistuu muutoksia. Ruopattavia maamassoja hankkeessa on arviolta 700 000 m<sup>3</sup> ktr.



*Kuva 3-6 Hankkeen ruoppausmassojen meriläjitykseen suunnitellut kuusi aluetta. Läjitysalueille A-E voidaan läjittää sekä koheesio- että kitkamaalajeja. Alueelle F läjitetään ainoastaan kitkamaalajeja. Kaikkien alueiden on arvioitu täyttävän ympäristöministeriön Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen mukaisen hyvän läjityspaikan kriteerit.*

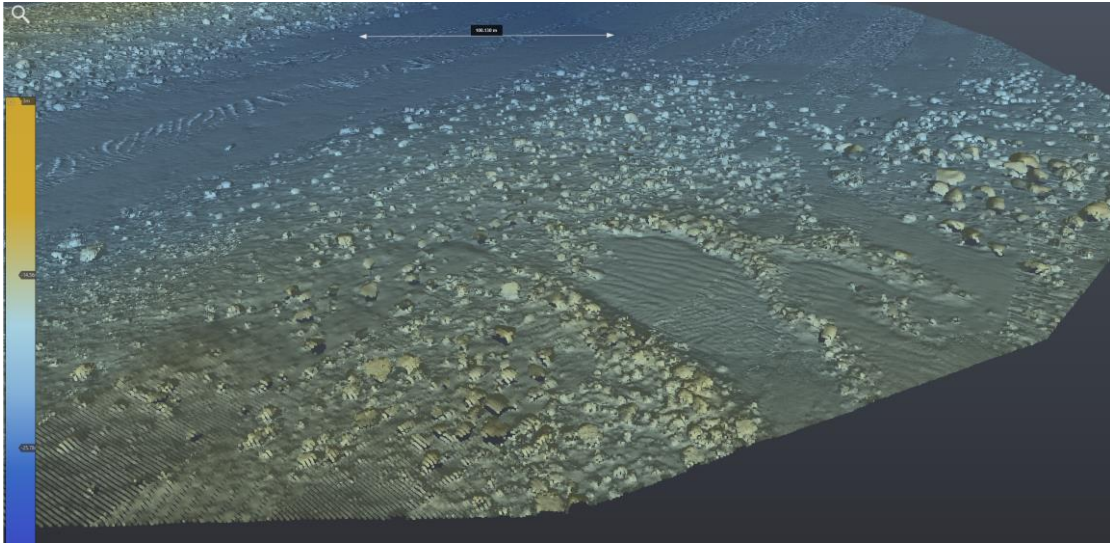
Ruoppaus tapahtuu noin 30 metrin syvyyteen asti kauharuoppauksena kuokalla tai kahmarikauhalla ja tätä syvemällä leikkuri-imuruoppauksena tai kahmarilla. Läjitys toteutetaan pudottamalla ruoppausmassat proomusta tarkoitukseen varatuille läjitysalueille.

Ruopattava materiaali on valtaosin karkeita kitkamaalajeja, ja koheesiomaalajeja esiintyy lähinnä yli 30 m syvyisillä voimalapaikoilla. Noin 55–75 % ruoppausmassoista on hiekkamoreeneja ja siltti- ja hiekkamoreenit muodostavat yhdessä massoista lähes 90 %. Maalajeista silttiä, savea ja sekasedimenttiä ruopataan enintään 85 000 m<sup>3</sup>, ja siltti- ja savikerrokset sijoittuvat kaikki 30–45 m syvyisille voimalapaikoille, joiden teknistaloudellinen toteutettavuus on vielä epävarma. Ruoppaus- ja läjitysmäärät, ruopattavat maalajit ja toimenpiteiden sijainnit on tarkennettu Natura-arvioinnin päivitykseen YVA-menettelyn jälkeen. Hankkeen ruoppausmassojen meriläjityksestä on laadittu erillinen suunnitelma (liite 1).

Kaikki suunnitellut kuusi läjitysalueita (A, B, C, D, E ja F) on arvioitu Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohjeen (Ympäristöministeriö 2015) mukaisiksi hyväksi läjityspaikoiksi ja ne soveltuvat hyvin hankkeen ruoppausmassojen läjitykseen (liite 1). Muista suunnitelluista läjitysalueista poiketen läjitysalue F on suunniteltu ainoastaan sen läheltä ruopattavien kitkamaalajien läjittämiseen siten, että hankkeessa ruopattavia koheesiomaalajeja ei läjitetä alueelle. Läjitysalue F sijaitsee lähellä herkiksi kohteiksi tunnistettuja matalikkoja ja läjitysalueista lähimpänä Natura-alueita.

Läjitettävien koheesiomaalajien päälle on suunniteltu läjitettävän kerros kitkamaalajeja maamassojen paikalla pysymisen varmistamiseksi ja eroosion minimoimiseksi.

Täyttöihin ja peittoihin käytettävä materiaali on pääasiassa puhdasta kalliomursketta, mutta myös merenpohjasta ruopattavia maa-aineksia, eritoten hiekkamoreenia, voidaan hyödyntää rakentamisessa esimerkiksi tukipenkereissä. Mursketta arvioidaan tarvittavan enintään miljoona kuutiota.



Kuva 3-6 Hankealueelta oleva monikeilaluotauskuva esittää alueelle tyypillistä merenpohjaa. Hankealueella merenpohjan kohoumat ovat kivikkoista ja lohkkareista hiekkamoreenia. Paikoit-  
 tain saattaa esiintyä hiekkalaikkuja. Kohoumien alarinteessä kivikkoinen moreeni vaihtuu hie-  
 nompiin ja löyhempiin kitkamaalajeihin. Syvänteissä esiintyy myös koheesiomaalajeja.

Hankealueella kairauksen yhteydessä tehdyn maalajien raekokoanalyysin perusteella määritettiin eri ruopattaville maalajeille samentumaa aiheuttavien siltti- ja savifraktioiden osuudet (Taulukko 3-1). Hankealueen moreeneissa siltin osuus on noin 25 % ja saven 5 % tai vähemmän. Rakennuspaikoilla puhtaita savia ei arvioida olevan merkittäviä määriä, vaan yleensä saven seassa on näytteiden perusteella noin 60 % silttiä. Sedimenttien haitta-ainenyttönoton perusteella (liite 2) orgaanisen aineen pitoisuus hankealueen syvien osien pintamaalajeissa on hyvin pieni (hehikutushäviö 0,7–2,2 %). Läjityskelpoisuuteen vaikuttavia haitta-aineita ei myöskään sedimenteistä tutkimuksessa löytynyt.

Taulukko 3-1 Samentumaa aiheuttavat fraktiot hankealueelta ruopattavissa maalajeissa maala-  
 jinäytteiden perusteella.

	HkMr	siHkMr	SiMr	hkSiMr	Moreeni	Siltti/Savi/Se- kasedimentti
Silttifraktio	20 %	25 %	25 %	25 %	25 %	60 %
Savifraktio	5 %	5 %	5 %	5 %	5 %	40 %

Ruoppausmäärät on arvioitu voimalapaikoittain perustuen kairaustuloksiin ja alueella tehtyihin matalataajuusluotauksiin (Taulukko 3-2). Ruopattavat massat on luokiteltu käytettävissä olevan tiedon perusteella eri maalajeihin, joiden samentumaa aiheuttavat siltti- ja savifraktiot tunnetaan.

Ruopattavien massojen määrän arviointi perustuu gravitaatioperustukseen vaatimaan pohjanmuokkaukseen. Paaluperustusta tutkitaan erityisesti alueen matalammille rakennuspaikoille soveltuvana vaihtoehtona. Paaluperustuksen tapauksessa ruopattavia maamassoja on vähemmän kuin gravitaatioperustuksella, mutta jokainen paaluperustus edellyttää louhintaa noin 1 000–4 000 m<sup>3</sup>.

Ruoppauskohteiden ruoppausmenetelmät on arvioitu kohteiden sijainnin ja syvyyden perusteella. Ruoppauksessa käytetään kauharuoppaajaa aina kun se syvyyden puolesta on vain mahdollista. Syvien voimalapaikkojen ruoppauksessa joudutaan käyttämään leikkuri-imuruoppaajaa. Imuruoppauksessa ruopattava materiaali pumpataan putkia pitkin proomuun kuljetusta varten, minkä yhteydessä tapahtuu hallittua ylijuoikutusta. Ruoppausnopeus ohjelmoidaan proomun ja ruopattavan maalajin mukaan, jotta vältetään hallitsemattomalta ruoppausmassojen kulkeutumiselta ylijuoikutuksen mukana mereen. Imuruoppauksen yhteydessä lieventävänä toimenpiteenä voidaan mahdollisesti käyttää esimerkiksi polymeereistä koostuvaa flokkulanttia vauhdittamaan ruopatussa vesimassassa olevan kiintoaineksen laskeutumista proomun pohjalle ja näin vähentää ruoppauskohteella päällysveteen aiheutuvaa samentumaa.

Vaihtoehtona joissain tapauksissa leikkuri-imuruoppaukselle on kahmarikauhalla ruoppaaminen. Menetelmä soveltuu kuitenkin ainoastaan hyvin löyhien maakerrosten ruoppaamiseen. Moreenin ruoppaamiseen menetelmä ei ole tehokas, minkä vuoksi ruopattavaa maakerrosta voidaan joutua löyhdyttämään räjähtein louhimalla tai repijällä, jotta maa olisi helpommin ruopattavissa kahmarikauhalla. Löyhdyttämiseen käytetty louhinta vastaa menetelmällisesti kallion louhimista. Repijänä voidaan käyttää esimerkiksi aluksen perässä vedettävää kuokkaa, auraa tai kelkkaa, jossa voi olla painevesisuihku työtä tehostamaan.

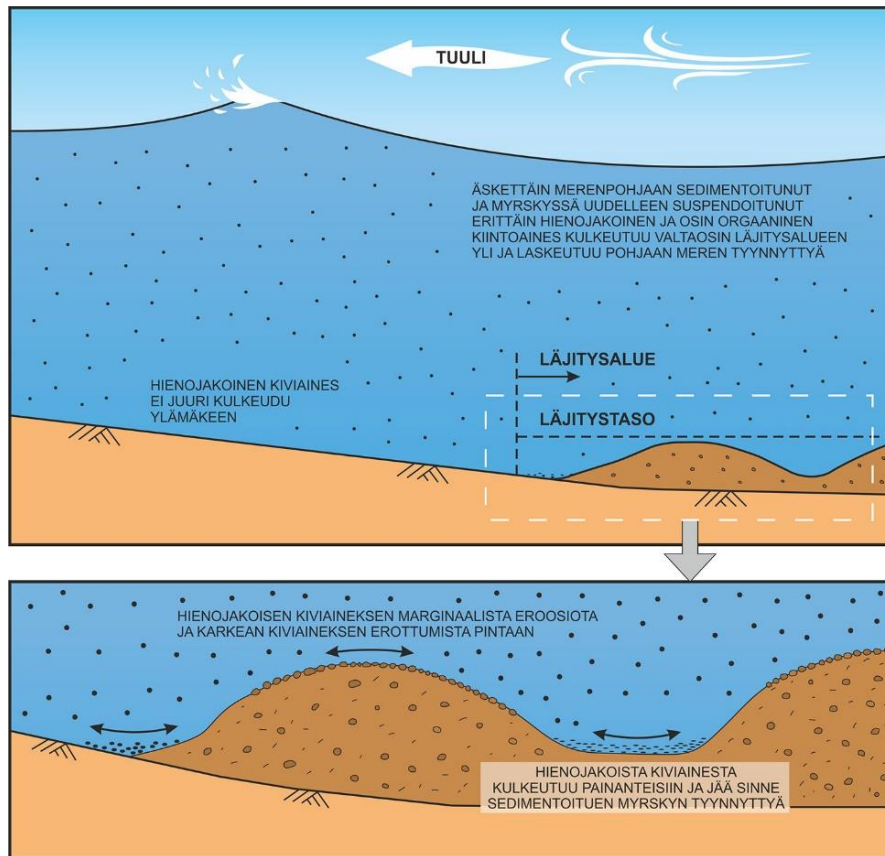
Ruoppaustehoksi kaikille menetelmille arvioidaan noin 2500 m<sup>3</sup> ktr ruoppaajaa kohden päivässä. Ruoppaustyön arvioidaan jakautuvan todennäköisesti 1–2 vuodelle ja enintään 3 vuodelle. Ruoppaustyön kesto on noin 12 kuukautta. Työn kestoon vaikuttavat oleellisesti sääolosuhteet, käytettävät menetelmät ja kalusto sekä ruoppaus- ja läjityskohteiden ominaisuudet.

Maalajit on luokiteltu seuraaviin luokkiin: hiekkamoreeni (HkMr), silttinen hiekkamoreeni (siHkMr), hiekkainen silttimoreeni (hkSiMr), moreeni (Mr), siltti (Si) ja savi (Sa). Etenkin siltti ja savi voivat myös esiintyä sekasedimenteissä, joissa mukana on myös hiekkaa ja soraa. Ruoppausmassojen määrä on esitetty kiinto-teoreettisena tilavuutena.

Taulukko 3-2 Ruoppausmassat, arvioidut työmenetelmät ja vesisyvytydet työkohteittain. Arvio on tehty kaapeliojille kokonaisuutena. Hiekkamoreeni (HkMr), silttinen hiekkamoreeni (siHkMr), hiekkainen silttimoreeni (hkSiMr), moreeni (Mr), siltti (Si) ja savi (Sa).

Voimala	Vesisyvyys [m]	Ruoppausmassan tilavuus [m <sup>3</sup> ktr]	Maalajit	Ruoppausmenetelmä
Voimala 1	23	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 2	21	8000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 3	37	18000	Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 4	16	8000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 5	24	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 6	20	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 7	18	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 8	17	18000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 9	18	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 10	16	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 11	18	8000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 12	15	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 13	16	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 14	24	18000	HkMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 15	19	18000	siHkMr	Kauharuoppaus
Voimala 16	18	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 17	20	10000	siHkMr	Kauharuoppaus
Voimala 18	16	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 19	24	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 20	27	18000	HkMr, siHkMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 21	18	8000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 22	15	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 23	17	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 24	31	18000	HkMr, Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 25	32	18000	HkMr, Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 26	31	18000	siHkMr, SiMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 27	29	18000	HkMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 28	32	18000	siHkMr, hkSiMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 29	34	18000	siHkMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 30	33	18000	siHkMr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 31	45	18000	Mr, Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 32	38	18000	Mr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 33	35	18000	Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 34	43	18000	Mr, Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 35	43	17000	Mr	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 36	41	17000	Mr	Leikkuri-imuruoppaus

Voimala	Vesisyvyys [m]	Ruoppausmassan tilavuus [m <sup>3</sup> ktr]	Maalajit	Ruoppausmenetelmä
Voimala 37	40	18000	HkMr, Si, Sa	Leikkuri-imuruoppaus
Voimala 38	19	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 39	17	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 40	18	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 41	19	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 42	21	18000	HkMr	Kauharuoppaus
Voimala 43	17	10000	HkMr	Kauharuoppaus
Kaapeliojat	Vaihtelee	120000	HkMr, Mr	Kauharuoppaus



Kuva 3-8 Kuvissa esitetty ankaran myrskyn tilanne läjitysalueella. Karkeaa kiviainesta erottuu pintaan läjitysalueen harjanteilla. Vähäinen määrä hienojakoista kiviainesta kulkeutuu läjitysalueen painanteisiin jääden sinne.

### 3.6.3 Tuulivoimaloiden asentaminen sekä kaapelointi

Perustuksen vaatimien töiden lisäksi merellä tehtäviä rakennusvaiheita ovat puiston kaapelointi ja voimaloiden asennus.

#### **Voimaloiden esiasennukset**

Voimaloiden esiasennukset voidaan tehdä jo voimalatoimittajan lähtösatamassa, mutta mikäli esiasennukset tehdään tuulipuiston lähellä, niin tällöin esiasennukseen pyritään mahdollisuuksien mukaan käyttämään olemassa olevaa satama- ja telakkainfrastruktuuria. Tällöin noudatetaan sataman ja telakka-alueen ohjeita ja lupamenettelyjä, jotka liittyvät mm. laatuun, ympäristöön ja työturvallisuuteen.

#### **Voimaloiden kuljetukset ja nostot merellä**

Voimalat kuljetetaan asennuspaikalle ja nostetaan perustuksen päälle nostoaluksella. Käytettävä alus on tyypillisesti pohjaan tukeutuva ns. jack-up-alus, jonka merenpohjaan tukeutuvien jalkojen alle rakennetaan Tahkoluodon oloissa kivimurskeesta ”jalansijat”; jalan alle jääväältä alueelta poistetaan isot lohkarit ja jalansijaksi asennetaan kivimurskepatja.

#### **Merikaapelien asentaminen**

Merikaapelit asennetaan merenpohjaan asennusaluksen avulla ja ennen kaapelin laskua joudutaan mahdollisesti muokkaamaan merenpohjaa kaapeliojan tekemiseksi (Kuvat 3-9 ja 3-10).

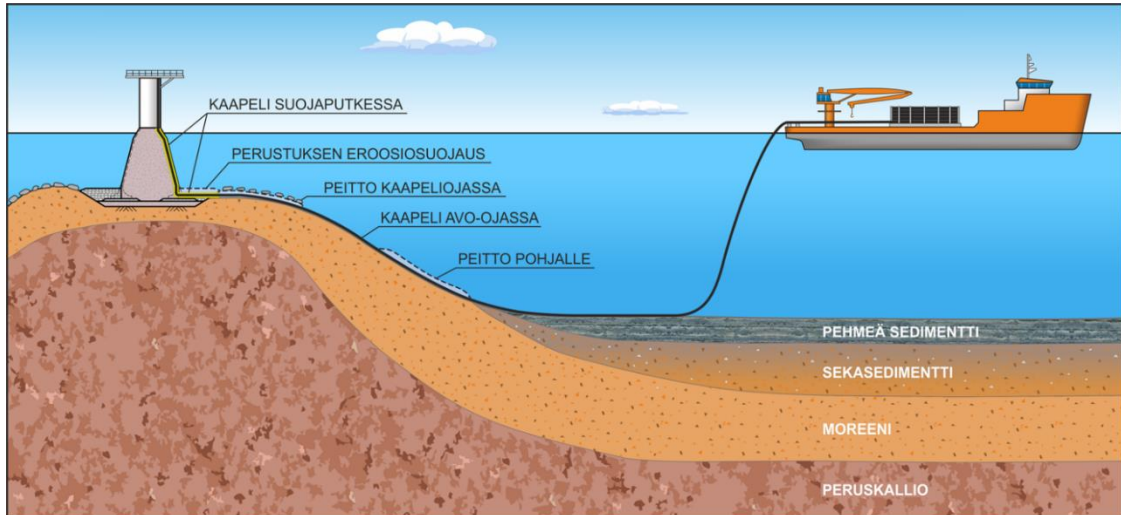
Kaapeliojat voidaan kaivaa kauharuoppaajalla tai muita ruoppaustekniikoita hyödyntäen. Joissain tapauksissa riittävän pehmeällä pohjalla (esim. hiekka) myös vesisuihkun käyttäminen kaapelin upottamiseksi voi olla mahdollista. Kallioisilla ja kivikkaisilla alueilla merikaapelien suojaaminen voi vaatia myös pienimuotoista louhintaa. Kaapeliojan tyypillinen leveys on noin kolme metriä ja syvyys vajaan metrin. Kaapeliojia pyritään hyödyntämään useille samaa reittiä kulkeville kaapeleille rinnakkaisten kaapeliojien välttämiseksi. Tarvittaessa kaapeliojia kaivetaan tällöin leveämmäksi.

Merikaapelit tuodaan rantaan vierekkäin sijoitettuna kaapelikäytävässä. Kaapelit kaivetaan kaapeliojaan muutaman sadan metrin matkalta ennen rantautumista ja rannan lähellä kaapelit sijoitetaan suojaputkiin. Kaapelit ja suojaputket suojataan rantavyöhykkeessä aallokolta ja jään kulutukselta esim. betonilla, louheella tai laatoilla. Tarkempi kaapelien suunnittelu lähellä rantautumispaikkaa tehdään yhteistyössä eri sidosryhmien kanssa huomioiden tulevaisuuden alueidenkäyttötarpeet esim. sataman laajentumisessa ja väyläverkoston kehittämisessä.

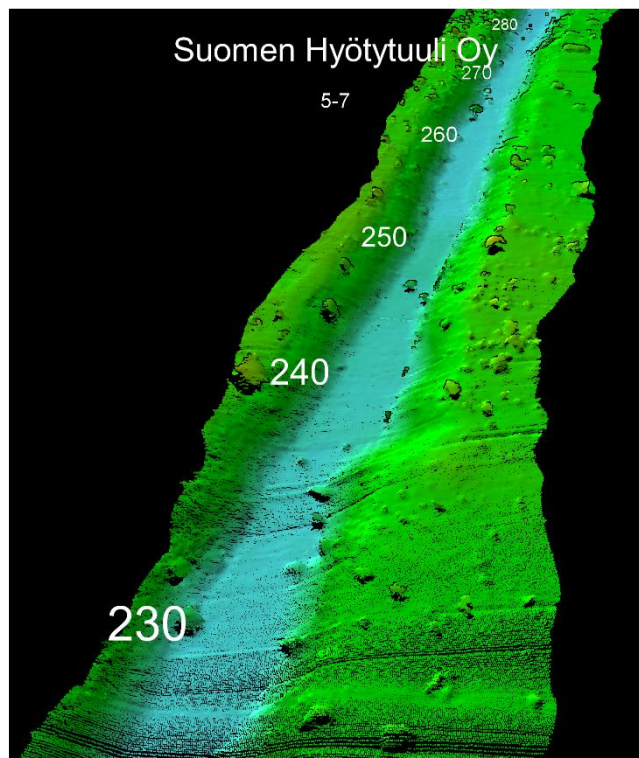
Merenkulun väyliä alitettaessa merikaapeli suojataan riskinarvioiden edellyttämällä tavalla esim. kaapeliojaan upottamalla ja kasaamalla kaapelin päälle sora-peite. Häätänkuroinnin riskin vuoksi kaapelit joudutaan sijoittamaan kaapeliojaan Tahkoluodon läheisellä Kupeli-Tahkoluoto -meriväylän (10 m) alueella ja myös



Tahkoluodon syväsataman väylän (15,3 m) alueella, mikäli nämä väylät alitetaan (asia varmistuu hankkeen jatkosuunnittelussa). Luvia-Merikarvia -rannikkoväylän (3,4 m) alueella riittää lähtökohtaisesti kaapeloinnin merkitseminen, koska kaapelit sijaitsevat syvällä väylän kulkusyvytyteen verrattuna.



Kuva 3-9 Kuvassa esitetty merikaapelin asentamisen periaate.



Kuva 3-10 Viistokaikuluotauskuva olemassa olevan Tahkoluodon merituulipuiston kaapelointia varten kaivetusta kaapeliojasta. Kuva havainnollistaa myös Tahkoluodon alueen merenpohjan lohkaraisuutta.

### 3.7 Merituulipuiston turvallisuus

#### **Merituulivoimaloiden merkinnät**

Tuulivoimaloiden ulkoasu ja merkinnät toteutetaan asetusten ja viranomais määräysten perusteella.

Merenkulkua varten voimat merkitään Väyläviraston (ent. Liikennevirasto: Tuulivoimaohje 8/2012) ja IALAn (International Association of Marine Aids to Navigation and Lighthouse Authorities) ohjeistusten mukaisesti. Muun muassa voimaloiden väri, voimalakohtaiset tunnukset ja navigointivalot perustuvat edellä mainittuihin ohjeisiin.

Perustus ja tarvittaessa myös tornin alaosa maalataan määräysten mukaisesti keltaiseksi minimissään 15 m korkeuteen ylimmästä vedenkorkeudesta. Muuten voimala on sävyltään vaalea, jos viranomais määräyksistä ei muuta johdu. Navigointivalot sijoitetaan perustuksen yhteyteen niin, että myös ne näkyvät kaikkiin ilmansuuntiin. Tarkempi valotunnusten suunnittelu tehdään yhdessä merenkulun viranomaisten kanssa. Valosaasteen minimoimiseksi selvitetään mahdollisuuksia asettaa osa navigointivaloista kaukohallittaviksi, jolloin niiden valotehoa voidaan kasvattaa tarpeen tullen esim. luotsaustehtävän yhteydessä ja pitää muutoin tätä himmeämmällä perustasolla.

Lentoliikenteen turvallisuuden takaamiseksi voimat varustetaan asetusten ja määräysten sekä lentoesteluvan tai -lausunnon mukaisilla lentoestevaloilla. Taulukossa Taulukko 3-3 on esitetty Liikenne- ja viestintävirasto Traficomien ohjeen mukaiset vaatimukset lentoestevaloista tuulivoimaloissa, joiden lavan korkein kohta on yli 150 metrin korkeudessa. Ohjeessa huomioidaan puistomaiset, useista tuulivoimaloista muodostuvat tuulivoimahankkeet siten, että alueen keskiosassa sijaitsevien voimaloiden valaistus voi olla reuna-alueen voimaloiden valaistusta pienitehoisempi. Tällä lievennetään lentoestevalaistuksen vaikutuksia lähiympäristöön. (Liikenne- ja viestintävirasto Traficom 2020)

Taulukko 3-3 Tuulivoimalan lentoestevalot, kun tuulivoimalan lavan korkein kohta on yli 150 metrin korkeudessa. (Liikenteen turvallisuusvirasto Traficom 2020).

<b>Päivällä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>B-tyyppin suuritehoinen (100000 cd) vilkkuva valkoinen valo, konehuoneen päällä</li> </ul>
<b>Hämärällä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>B-tyyppin suuritehoinen (20000 cd) vilkkuva valkoinen valo, konehuoneen päällä</li> </ul>
<b>Yöllä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>B-tyyppin suuritehoinen vilkkuva valkoinen, tai</li> <li>keskitehoinen B-tyyppin vilkkuva punainen, tai</li> <li>keskitehoinen C-tyyppin kiinteä punainen valo, konehuoneen päällä</li> <li>Mikäli voimalan tornin korkeus on 105 metriä tai enemmän maanpinnasta, tulee maston välikorkeuksiin sijoittaa B-tyyppin pienitehoiset lentoestevalot tasaisin, enintään 52 metrin, välein. Alimman valotason tulee jäädä ympäröivän puuston yläpuolelle.</li> </ul>

### Tuulivoimalan ja merisähkösäseman kemikaalit

Tuulipuiston toimintaan liittyvät merkittävimmät kemikaalit ovat voimaloissa olevat öljyt ja jäähdytysnesteet. Tuulivoimaloissa on kemikaaleja noin 2–6 tonnia/voimala. Tuulivoimaloissa on keruualtaat, joilla estetään kemikaalien pääsy ympäristöön mahdollisen, mutta epätodennäköisen vuodon sattuessa.

Merisähkösäseman muuntajat sisältävät arviolta 60–80 tonnia muuntajaeristeenä toimivaa öljyä. Öljyn pääsy meriympäristöön vikaantumistilanteessa estetään öljyvuodot keräävillä kaukaloilla. Turbiinien ja sähkösäseman kojeistot ja katkaisijat voivat sisältää rikkiheksafluoridia (SF<sub>6</sub>), joka on hajuton, myrkytön ja palamaton kaasu.

Merisähkösäseman ja tuulivoimaloiden muuntajien öljyjen aiheuttamaa haittaa vuototilanteessa pyritään välttämään myös öljyvalinnalla. Muuntajan mallista riippuen voi olla mahdollista käyttää tavallisimmin käytettyjä mineraaliöljyjä ympäristöystävällisempää synteettistä estereistä valmistettua öljyä tai biohajoavaa öljyä.

Voimaloiden perustuksiin käytetään meriteollisuuden käyttöön suunniteltuja korroosionestomaaleja, joita käytetään myös esim. jäänmurtajien ja muiden alusten vedenalaisten osien maalaamiseen. Esimerkiksi polyamiinikovetteiset epoksimaalit kestävät kovaa kulutusta ja naarmuuntumista, ja niitä käytetään yleisesti meriteollisuudessa. Antifouling-maaleja tai esim. kuparia sisältäviä ns. myrkkymaaleja ei käytetä voimaloiden tai perustusten maalaamiseen. Voimaloiden tornit ja konehuoneet maalataan tehtaalla tyyppillisesti voimalavalmistajan valitsemilla maaleilla. Roottorin lavat valmistetaan yleisimmin komposiittimateriaaleista ja lavat pinnoitetaan kulutusta kestäviksi.

Suomen Hyötytuulen vuonna 2010 Tahkoluodon edustalle rakentamasta testivoimalasta saatujen kokemusten perusteella maalipinnat eivät ole kuluneet merkittävästi, mikä viittaa siihen, että myös maalin irtoamisen aiheuttama roskaantuminen on vähäistä. Maalipintojen kulumista on havainnointu voimaloissa visuaalisesti.

### **Varautuminen onnettomuustilanteisiin**

Tuulivoimaloille laaditaan turvallisuussuunnitelma, jossa kuvataan toiminta poikkeus- ja onnettomuustilanteissa. Turvallisuussuunnitelmassa huomioidaan erilaiset tuulivoimaloihin ja huoltotoimintaan liittyvät onnettomuusskenaariot ja se sisältää tuulivoimalakohtaiset voimaloiden pelastussuunnitelmat. Turvallisuussuunnitelmassa huomioidaan myös tiedonvälityksen sujuvuus, yhtiön turvallisuussuunnitelma sekä esim. henkilöstön kouluttautuminen ja säännölliset pelastautumisharjoitukset.

Tuulipuistolle laaditaan rakennustyön suunnittelua ja valmistelua varten turvallisuusasiakirja, jossa esitetään turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet. Turvallisuusasiakirjassa selvitetään ja esitetään rakennushankkeen keskeiset vaarat hankkeen etenemisen mukaisesti. Turvallisuusasiakirja perustuu suunnittelun yhteydessä tehtyyn riskien arviointiin.

Valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009) asettaa rakennushankkeen osapuolille yleiset velvollisuudet, joiden mukaan rakennuttajan, suunnittelijan, urakoitsijan ja itsenäisen työsuorittajan on yhdessä ja kunkin osaltaan huolehdittava siitä, ettei työstä aiheudu vaaraa työmaalla työskenteleville eikä muille työn vaikutuspiirissä oleville henkilöille.

Viranomaisen ja tärkeimpien sidosryhmien kanssa järjestetään riskityöpaja, jonka tarkoituksena on tunnistaa hankkeen aiheuttamia riskejä ja niiden lieventämiskeinoja sekä auttaa onnettomuustilanteisiin varautumisessa. Aiemmissä riskinarvioissa merituulipuiston rakentamisvaiheen merkittävimmiksi riskeiksi on arvioitu nosto- ja pystytystyöt, hukkumisvaaralliset työt sekä korkealla työskentely, jotka kuuluvan VNa 205/2009 määrittämiin vaarallisiin töihin. Edellä mainitut asiat huomioidaan pelastussuunnitelmassa. Lisäksi henkilöonnettomuuksiin varaudutaan henkilöstöä kouluttamalla ja ohjeistamalla, laatimalla riskiarviointeja sekä varaamalla pelastus- ja ensiapuvälineistöä työkohteille.

Tuulivoimalat ja perustukset mitoitetaan kestäämään merkittäviä myrskytuulia (50 m/s) ja alueella vallitsevat jääkuormat. Myrskytuulten aiheuttamat tuulivoimaloiden osien rikkoutumiset ovat hyvin harvinaisia eivätkä ne aiheuta erityistä vaaraa alueella.

Tuulivoimalat varustetaan ukkosenjohdattimilla salaman iskujen varalta. Voimalan automatiikka havaitsee mahdollisista salamaniskuista aiheutuneet viat. Tuulivoimalat ja niiden maadoitukset tarkistetaan sekä huolletaan säännöllisin väliajoin.

Tulipalot tuulivoimaloissa ovat harvinaisia. Voimala-automatiikka, huolto-ohjelmien noudattaminen, salamasuojaukset ja palokuorman hallinta ovat tärkeitä keinoja tulipalojen torjuntaan. Voimalat varustetaan hälytysjärjestelmillä, jotka ovat yhteydessä valvomoihin. Voimaloiden varustukseen kuuluu aina käsisammutuskalusto siltä varalta, että palo syttyy työskentelyn yhteydessä. Automaattinen sammutusjärjestelmä voi olla voimalamallista riippuen mahdollinen.

Rakentamisen aikana meriliikenneonnettomuuksia pyritään välttämään viranomaisten kanssa suunniteltavilla liikenne rajoituksilla ja aktiivisella työmaavalvonnalla. Tuulivoimalat merkitään merikarttaan. Merituulipuiston vaikutus VTS-keskuksen tutkajärjestelmiin pyritään minimoimaan tarkemmassa suunnittelussa. Merituulipuiston haitallisia vaikutuksia merenkulun navigointiin pyritään välttämään merenkulun simulaation laatimisella ja meriliikenteen ohjaukseen käytettävän infrastruktuurin päivittämisellä, mikäli siihen on viranomaisten mielestä tarvetta. Myös pelastusviranomaiset ja luotsit voivat harjoitella alueella toimimista ja navigointia erilaisissa olosuhteissa simulaattorilla laivan komentosillalta käsin.

Meriliikenneonnettomuuksia pyritään välttämään merkitsemällä voimalat selkeästi. Voimalat maalataan ja merkitään tunnuksin IALA:n ja viranomaisten ohjeituksen mukaisesti niin, että voimalat voidaan erottaa visuaalisesti toisistaan niin päivällä kuin yölläkin. Voimaloihin asennetaan merenkulkua varten navigointivalot ja lentotoimintaa varten lentoestevalot viranomaisten vaatimusten mukaisesti.

Satamassa tapahtuvia onnettomuuksia pyritään välttämään noudattamalla sataman ohjeita sekä voimassa olevaa lainsäädäntöä.

Onnettomuustilanteessa käyttökeskus pystyy pysäyttämään voimalan etäkäyttöjärjestelmillä. Mikäli voimalassa tapahtuu onnettomuus, tuulivoimaloiden rakenteet tarkistetaan ennen voimalan uudelleen käynnistämistä voimalan laitevalmistajan tai huoltohenkilön laatiman huolto-/tarkistusluettelon mukaisesti.

### 3.8 Tuulivoimaloiden huolto ja käytöstä poisto

Tuulivoimaloille laaditaan huolto-ohjelma, jonka mukaisia suunniteltuja huoltokäyntejä tehdään kullekin tuulivoimalalle noin kaksi kertaa vuodessa. Lisäksi voimaloille tehdään ennakoimattomia huoltokäyntejä tarpeen mukaan noin kaksi kertaa vuodessa. Tuulivoimaloiden huoltokäynnit tehdään siihen suunnitelluilla aluksilla.

Tällä hetkellä tuotannossa olevien tuulivoimaloiden tekninen käyttöikä on 20–25 vuotta, mutta koneistoja ja komponentteja uusimalla käyttöikä on mahdollista jatkaa pidempäänkin, mikäli muiden rakenteiden kuten tornien ja perustuksien kunto sen sallivat. Tällä hetkellä markkinoilla olevien uusien tuulivoimaloiden elinikä on 25–30 vuotta, tulevaisuudessa jopa 35–40 vuotta. Merituulipuiston elinkaaren on suunniteltu olevan 70 vuotta.

Tuulivoimapuiston elinkaaren viimeinen vaihe on sen käytöstä poisto sekä tuulipuistosta syntyvien laitteiden kierrättäminen ja jätteiden käsittely. Purkamisen työvaiheet ja kalusto ovat periaatteessa vastaavan tyyppisiä kuin rakennusvaiheessa. Tuulivoimaloiden perustukset poistetaan tarvittaessa kokonaan tai osittain. Myös merikaapelit voidaan tarvittaessa käyttövaiheen päätyttyä poistaa. Käytöstä poiston toimenpiteistä vastaa tuulivoimatoimija.

### **Roskaantumisen**

Rakentamisessa pyritään ensisijaisesti käyttämään menetelmiä, joista ei aiheudu roskaantumista. Vedenalaisessa louhinnassa käytettävät työmenetelmät voivat kuitenkin aiheuttaa pienimuotoista muoviroskan leviämistä ympäristöön esim. impulssisytytysjärjestelmää käytettäessä. Vesirakentamisen eri toimialoille tehdyn kyselyn mukaan roskien leviämisen mahdollisuudet ovat kuitenkin kokonaisuudessaan vähäisiä (Setälä & Suikkanen 2019). Roskaantumista seurataan tuulipuiston alueella ja lähimmissä saarissa rakentamisen aikana, ja havaitut roskat kerätään pois.

### **Purun yhteydessä syntyvä jäte**

Tällä hetkellä tuulivoimalan materiaaleista arviolta yli 80–90 % on helposti kierrätettävissä. Metallien (teräs, kupari, alumiini, lyijy) kierrätysaste on lähes 100 %. Suurimman haasteen kierrätykselle aiheuttavat lasi- tai hiilikuitukomposiiteista tehdyt roottorin lavat. Komposiittimateriaalien kierrätystekniikat kehittyvät jatkuvasti, ja on odotettavissa, että käytöstä poistamisen aikaan tuulivoimalat ovat kokonaisuudessaan kierrätettävissä ja nykyisin hankalasti kierrätettävissä olevat materiaalit voidaan hyödyntää tehokkaasti.

Betoniosat voidaan murskata ja käyttää esim. maanrakennuksen täyteaineena. Kemikaalit käsitellään ja hävitetään asianmukaisesti kemikaalilainsäädännön edellyttämällä tavalla. Esimerkiksi vaihteistoöljyt vaihdetaan muutaman kerran voimalan elinaikana, ja käytetty öljy voidaan kierrättää kirkkaana jäteöljynä.

Tuulivoimaloiden lavat ja konehuoneen rakennus ovat yleensä lasi- ja hiilikuituja sisältävää komposiittia. Yhden voimalan lapoljen voidaan arvioida painavan noin 123–259 tonnia. Konehuoneen massasta itse konehuoneen kuoren massa on noin lapoljen massan verran, ja muilta osin massa muodostuu generaattorista ja muista komponenteista.

Purkamisessa otetaan huomioon maankäyttö- ja rakennuslain 154 §:ssä ja jätelainsäädännössä esitetyt vaatimukset tai purkuhetkellä vallitsevat vastaavat vaatimukset. Hankekehittäjä huolehtii purkamisessa syntyvän jätteen asianmukaisesta käsittelystä ja hyödyntämisestä.

## 4 Vaikutusarvioinnin toteutustapa

### 4.1 Aineisto

Tämän Natura-arvioinnin lähtötietoina ovat olleet muun muassa:

- Tarkentunut hankesuunnitelma, sis. mm. läjityssuunnitelman (liite 1)
- Sedimenttiselvitys (Arctia Meritaito 2021) (liite 2)
- Virtaus- ja vedenlaatumallinnus (AFRY 2021) (liite 3)
- Vedenalaisen luonnon selvitys hankealueella ja Natura-alueella (Leinikki 2021) (liite 4)
- Suomen Hyötytuuli Oy:n YVA-menettelyä varten teettämät luontoselvitykset (mm. Monivesi 2018), linnustoseurannat (mm. Ahlman 2020, 2021) ja yhtiön keräämä lintututka-aineisto (Mäkelä /Suomen Hyötytuuli 2021) (liite 5)
- Tahkoluodon laajennushankkeen YVA-menettelyn sisältämät aineistot
- Gummandooran saariston Natura-alueen tietolomake (Ympäristöministeriö 2018)
- Aiempi Gummandooran saariston Natura-alueen Natura-arviointi (AFRY 2021) ja sen viranomaislausunnot
- Tahkoluodon merituulipuistohankkeeseen v. 2014 laadittu Natura-arviointi ja Natura-arvioinnin täydennys (Pöyry Finland Oy 2014a ja 2014b) ja niiden viranomaislausunnot
- Kartta- ja ilmakehäu-aineistot
- Viranomaistahojen ylläpitämät karttapalvelut ja avoimet tietoaineistot (Metsähallitus 2021, Suomen ympäristökeskus 2021, Ympäristöhallinto 2021).

Natura-arviointi on laadittu hankkeen YVA-prosessin aikana ja sen jälkeen laadittujen uusien aineistojen, analyysien sekä viranomaisilta saatujen kommenttien perusteella. Muun muassa melun osalta vaikutusarviointi tukeutuu YVA-selostuksen yhteydessä laadittuihin asiantuntijoiden tekemiin vaikutusarviointeihin.

### 4.2 Vaikutusarvioinnin kohteet ja menetelmät

Vaikutusarvioinnin lähtökohtana on käytetty Natura-vaikutusten arviointia koskevaa ohjeistusta (mm. Söderman 2003; Euroopan komissio 2018). Hankkeen vaikutukset on arvioitu asiantuntija-arviona perustuen virtaus- ja vedenlaatumallinnukseen, maastoaineistoon ja muuhun käytettävissä olevaan aineistoon (kappale 4.1.). Natura-arvioinnin ovat laatineet FT Petri Lampila (linnusto), biologit FM Taru Suninen (linnusto), FM Anna Väisänen (vedenalainen luonto ja luontotyypit) sekä limnologi MMM Lotta Lehtinen (vedenlaatuvaikutukset).

Natura-arvioinnissa käsitellään hankkeen tai suunnitelman vaikutuksia ainoastaan niihin luontotyypeihin ja lajeihin, jotka on mainittu Natura-alueen suojeluperusteina. Tässä arvioinnissa tarkasteltuja Natura 2000 -alueen luontoarvoja ovat:

- SAC-alueilla luontodirektiivin liitteen I luontotyypit
- SPA-alueella lintudirektiivin liitteen I lintulajit
- SPA-alueella alueella säännöllisesti esiintyvät muuttolinnut

Luontotyyppi- ja lajikohtaisen arvioinnin lisäksi tarkastellaan hankkeen vaikutuksia Natura-alueen koskemattomuuteen. Koskemattomuudella tarkoitetaan koko Natura-alueen ekologisen rakenteen ja toiminnan säilymistä elinkelpoisena ja niiden luontotyyppien ja lajien kantojen säilymistä elinvoimaisina, joiden vuoksi alue on valittu Natura-verkostoon.

Natura-alueiden suojeluperusteina oleville luontotyypeille ja/tai lintulajeille aiheutuvan haitan merkittävyyden arvioinnissa lähtökohtana on pidetty Neuvoston direktiivin 92/43/ETY ([http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L004\\_3:FI:NOT](http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:31992L004_3:FI:NOT)) määrittelemää luontotyyppin ja lajin suotuisaa suojelutasoa.

Määritelmän mukaan luontotyyppien osalta suotuisa suojelutaso edellyttää, että:

- luontotyyppin luontainen levinneisyys sekä alueet, joilla sitä esiintyy tällä alueella, ovat vakaita tai laajenemassa,
- alueelle luonteenomaisten lajien suojelun taso on suotuisa,
- erityinen rakenne ja erityiset toiminnot, jotka ovat tarpeen luontotyyppin säilyttämiseksi pitkällä aikavälillä, ovat olemassa ja säilyvät todennäköisesti ennakoitavissa olevassa tulevaisuudessa.

Vastaavasti lajien osalta suotuisa suojelutaso edellyttää, että:

- lajin kannan kehittymistä koskevat tiedot osoittavat, että laji pysyy pitkällä aikavälillä selviytymään luonnollisten elinympäristöjensä elinkelpoisena osana,
- lajin kantojen pitkäaikaiseksi säilymiseksi on ja tulee todennäköisesti olemaan riittävän laaja elinympäristö,
- lajin luontainen levinneisyysalue ei pienene eikä ole vaarassa pienentyä ennakoitavissa olevassa tulevaisuudessa.

Vaikutusarvioinnin laatimisessa on sovellettu ns. varovaisuusperiaatetta, jonka mukaisesti epäselvissä tapauksissa vaikutukset arvioidaan vakavimman mahdollisesti aiheutuvan haitan mukaan.

Natura-arvioinnissa on peilattu hankkeen merkitystä ja vaikutuksia koko Natura-alueen ja sen eheyden kannalta. Lisäksi on arvioitu vaikutusten lieventämismahdollisuuksia.



### 4.3 Vaikutusten määrittely ja vaikutusalue

Tahkoluodon merituulipuiston laajennushanke sijoittuu Selkämeren avomerialueelle ja rajoittuu osin itäreunaltaan Gummandooran saariston Natura -alueeseen. Hankkeeseen liittyviä rakenteita ei ole suunniteltu Natura-alueelle. Natura-alueen ulkopuolisten luontotyyppien eli hankealueen sisällä sijaitsevien vedenalaisten luontotyyppien (riutat) osalta arvioitiin myös mahdolliset vaikutukset osana Natura-verkoston tilaa sekä osana Gummandooran Natura-alueen alueellista tilaa. Vaikutusten arviointi on laadittu koko Natura-alueeseen kohdistuvaksi.

Hankkeen mahdolliset vaikutuskanavat Gummandooran saariston Natura-alueelle ja sen suojeluperusteille liittyvät pääosin tuulipuiston rakentamisen ja toiminnan aikaisiin välillisiin vaikutuksiin. Tyypillisesti vesirakentaminen, ruoppaaminen ja läjittäminen voivat aiheuttaa samentumista, ravinnepitoisuuden nousua ja haitta-aineiden vapautumista veteen. Hienoaineksen kulkeutumisen aiheuttama samentuminen voi tällöin vaikuttaa haitallisesti erityisesti vedenalaisiin ja rantavyöhykkeen luontotyyppeihin sekä vesieliöstöön. Tahkoluodon merituulipuiston laajennusalueen merenpohjan ominaisuuksien vuoksi vesirakentamisesta aiheutuva samentuminen on merkittävin näistä vaikutusmekanismeista, sillä eroosiolle alttiiden pohjien orgaanisen aineksen ja haitta-aineiden pitoisuudet ovat erittäin matalia.

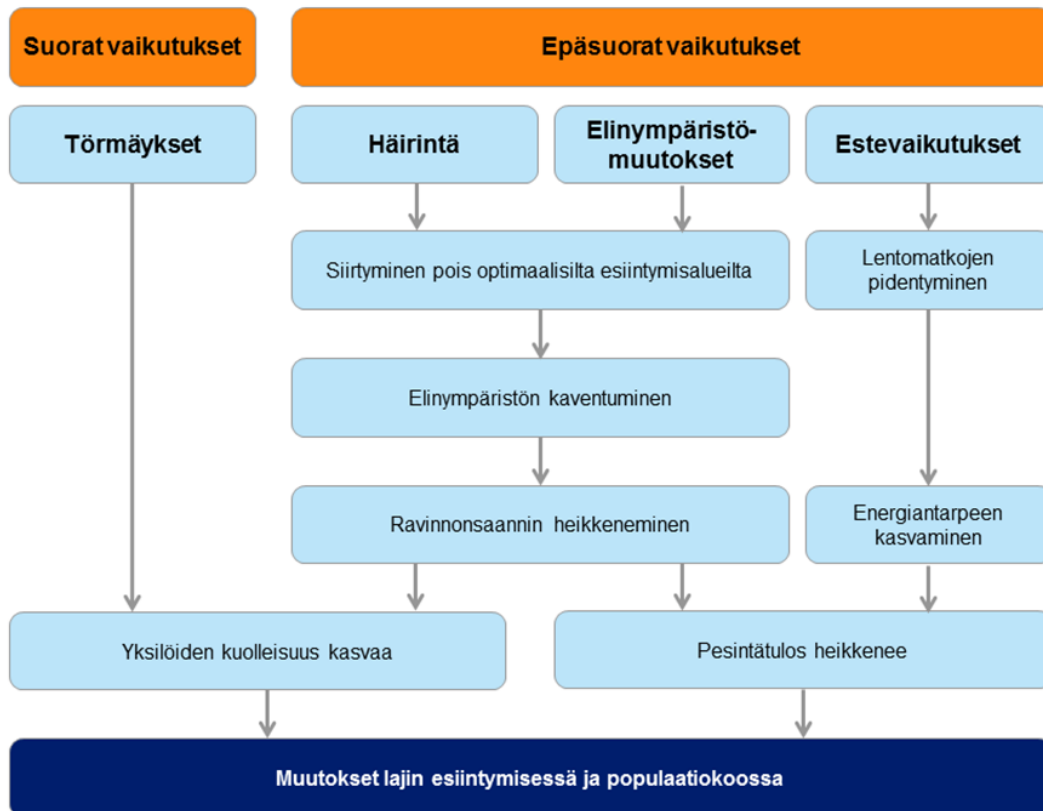
Tahkoluodon nykyisen merituulipuiston vedenalaisen luonnon seurannoissa (Monivesi Oy 2018) havaittiin joitain muutoksia monivuotisen vesikasvilajiston runsaudessa ja pohjaeläinyhteisössä verrattuna tilanteeseen ennen rakentamista. Muutosta ei voitu kuitenkaan varmuudella erottaa luontaisista kannanvaihteluista. Siten rakentamisen veden alaiseen luontoon kohdistuneiden vaikutusten voidaan arvioida jääneen nykyisen tuulipuiston alueella kokonaisuutena vähäisiksi.

Natura-alueen suojeluperusteena olevien lintulajien osalta merituulivoimapuiston aiheuttamat linnustovaikutukset voidaan jakaa karkeasti kolmeen osaan: törmäysvaikutuksiin, häiriö- ja estevaikutuksiin sekä elinympäristömuutoksista aiheutuviin vaikutuksiin (Kuva 4-1).

Suomessa merituulipuistoja on ollut toiminnassa vasta lyhyen ajan, joten tutkittua tietoa niiden mahdollisista vaikutuksista linnustoon on melko vähän. Toisaalta maailmalla on tehty useita tutkimuksia etenkin merituulipuistojen linnustovaikutuksista. Tahkoluodon hankkeessa on saatavilla poikkeuksellisen paljon tutkimus- ja seurantatietoa linnustosta jo olemassa olevan, sekä suunnitteilla olevan tuulipuiston alueella, sekä Gummandooran saariston Natura-alueen hankkeita lähimiltä saarilta ja luodoilta.

Linnustoon kohdistuvia vaikutuksia on arvioitu huomioiden vaikutuksen kohteena olevien lajien suojelullinen arvo ja niiden herkkyys eri vaikutusmekanismeihin sekä toiminnan aiheuttaman haitan voimakkuus. Lisäksi on tarkasteltu linnustolle arvokkaiden kohteiden kuten matalikoiden ja pesimäluotojen sijaintia suhteessa

voimalapaikkojen ja muiden rakenteiden suunniteltuun sijoittumiseen. Hankkeen vaikutukset kaikkiin Natura-alueen suojeluperusteiksi luettuihin läpimuuttaviin ja pesiviin lintuihin on arvioitu lajikohtaisesti. Törmäysvaikutuksia arvioitaessa on tarkasteltu merituulivoimapuiston sijoittumista suhteessa tuulivoiman vaikutuksille herkkien lajien (petolinnut, vesilinnut, lokki- ja ruokkilinnut) muuttoreitteihin (Toivanen ym. 2014).



Kuva 4-1 Yleistetty kaavio tuulivoimatuotannon linnustovaikutuksista.

Tuulivoimapuistojen aiheuttamien linnustovaikutusten arvioimiseksi keskeisessä asemassa on lintujen muuttoreittien ja lentokorkeuksien selvittäminen sekä törmäysvaikutusten arvioiminen niillä alueilla, joiden kautta liikkuvien lintujen määrä on korkea.

Meriveden samentumat voivat heikentää linnuston pesimämenestystä ravinnonsaannin vaikeutuessa. Koska muutokset meriluontoon kokonaisuutena arvioidaan melko vähäisiksi, vaikutusten linnuille arvioidaan niin ikään olevan vähäisiä.

Melumallinnusten perusteella Natura-alueen saarille ja luodoille ei kohdistu melusta aiheutuvia merkittäviä häiriöitä. 40 dB:n meluvyöhyke ei ulotu Gummandöörin saariston Natura-alueeseen sisältyvään Iso-Enskerin saareen asti. Nykytilassa

40 dB:n meluvyöhyke käsittää jo Tahkoluodon Hylkiriutan. Olemassa olevan Tahkoluodon tuulipuiston ja laajennuksen mallinnettu yhteismelualue ulottuu osittain Silakkariutalle asti. Luonnonsuojelualueisiin sovellettava melutason ohjearvo 45 dB ylittyy suojelualueilla Tahkoluodon satama-alueen, meriliikenteen ja tuulivoimamelun vuoksi tälläkin hetkellä. Natura-alueen eteläosa ei siten ole erityisen hiltainen alue, jonka olosuhteisiin melu aiheuttaisi olennaisia muutoksia, mutta Natura-alueen läntisiin merialueisiin meluvaikutus ulottuu.

## 5 Gummandooran saaristo (FI0200075, SAC/SPA)

Gummandooran saariston Natura 2000 -alue sijaitsee välittömästi suunnitellun tuulipuiston itäpuolella. Alue on suojeltu erityisten suojelutoimien alueena (SAC) sekä lintudirektiivin mukaisena erityisenä suojelualueena (SPA-alue). Natura-alue on kooltaan 3 294 hehtaaria ja se sijaitsee Porin ja Merikarvian kuntien alueella. Natura-alueesta on meripinta-alaa 94,4 %.

Lähes koko Gummandooran saariston Natura-alueen rajaus kuuluu rantojensuojeluohjelmaan (RSO020022 Gummandooran ja Pooskerin saaristo). Natura-alue on suojeltu luonnonsuojelu- ja vesilain nojalla. Natura-alueen länsipuolisko kuuluu Selkämeren kansallispuistoon (KPU020037), lisäksi Natura-alueen keski-osissa on kolme pienempää yksityismaan suojelualuetta (YSA201566, YSA201567 ja YSA201568 Badstuskärin luonnonsuojelualue).

Seuraavissa taulukoissa 5-1 ja 5-2 on esitetty Natura-alueen tietolomakkeessa suojeluperusteina esitetyt luontodirektiivin liitteen I luontotyypit ja suojeluperusteina olevat lintulajit.

*Taulukko 5-1 Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteina olevat luontotyypit. Priorisoidut eli erityisen tärkeät luontotyypit merkitty tähdellä.*

luontotyyppi	pinta-ala (ha)
1150 Rannikon laguunit*	0,42
1170 Riutat	123,2
1210 Rantavallit	0,12
1220 Kivikkorannat	27
1230 Kasvipeitteiset rantakalliot	1
1610 Harjusaaret	2,3
1620 Ulkosaariston luodot ja saaret	42,2
1630 Merenrantaniityt*	3,1
1640 Itämeren hiekkarannat	0,43
9010 Luonnonmetsät*	3,38
9030 Maankohoamisrannikon primäärisuknessiovaiheiden luonnontilaiset metsät*	60
9050 Lehdot	6,38
9080 Metsäluhdat*	0,07

Taulukko 5-2 Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteina esitetyt lintulajit.

Suojeluperusteena olevat lintulajit			
ruokki	<i>Alca torda</i>	naurulokki	<i>Larus ridibundus</i>
lapasorsa	<i>Anas clypeata</i>	piikkasiipi	<i>Melanitta fusca</i>
harmaasorsa	<i>Anas strepera</i>	mustalintu	<i>Melanitta nigra</i>
karikukko	<i>Arenaria interpres</i>	uivelo	<i>Mergus albellus</i>
tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>	kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>
lapasotka	<i>Aythya marila</i>	haahka	<i>Somateria mollissima</i>
valkuposkihanhi	<i>Branta leucopsis</i>	räyskä	<i>Sterna caspia</i>
palokärki	<i>Dryocopus martius</i>	kalatiira	<i>Sterna hirundo</i>
merikotka	<i>Haliaeetus albicilla</i>	lapintiira	<i>Sterna paradisaea</i>
tuulihaukka	<i>Falco tinnunculus</i>	ristisorsa	<i>Tadorna tadorna</i>
kuikka	<i>Gavia arctica</i>	teeri	<i>Tetrao tetrix</i>
kaakkuri	<i>Gavia stellata</i>	punajalkaviklo	<i>Tringa totanus</i>
selkälokki	<i>Larus fuscus fuscus</i>		

Vedenalaiset hiekkasärkät (1110) eivät kuulu Gummandooran saariston Natura-alueen luontotyyppeihin. Alueella tehtyjen vedenalaisen selvitysten (Leinikki 2021) mukaisesti selvitettiin myös hiekkasärkkien mahdollista esiintymistä. Selvityksen mukaan Natura-alueella esiintyy yhdessä kohdassa vedenalaisten hiekkasärkkien luontotyyppiin sopivaa pohjatyyppeä, mutta varsinaista luontotyyppiä alueella ei kuitenkaan esiinny.

Natura-alueen tietolomakkeen mukaan Gummandooran saariston Natura-alue on moreeni- tai hiekkakerrosten peittämää ulkosaaristoa. Louhikot ovat maisemakuvassa hallitsevia, mutta kalliopaljastumat ja kalliorannat ovat harvinaisia. Kivilajeina ovat kiilleliuskeet ja dioriitit.

Natura-alueen pesimälinnustoon kuuluu vesilintuja ja ulkosaariston lajeja, mutta alueella pesii myös vanhojen metsien lajistoa. Suojeluperusteisiin kuuluu myös joitain alueella muuttomatallaan levähtäviä lintulajeja.

Gummandooran saariston Natura-alueen suurilla saarilla kasvaa havumetsää. Kompassikarien alue sekä saariston pohjoisosa ovat puuttomia tai vähäpuustoisia ulkoluotoja, suuremmat saaret, kuten Iso-Enskeri, Vähä-Enskeri, Seliskeri ja Gummandooran lähisaaret ovat vankkapuustoisempia ulkosaaria, joiden linnustoon kuuluu myös metsäisiä lajeja.

Porin edustalla merialueen vedenlaatuun vaikuttavat merkittävästi Kokemäenjoen kautta tulevat vedet. Kokemäenjoen vedet virtaavat pääasiassa pohjoiseen sekä länteen sekoittuen meriveteen saaristovyöhykkeen reunalla. Joen kokonaisravinnepitoisuudet ovat keski- tai runsasravinteisille vesille tyypillistä tasoa ja vedessä esiintyy savisameutta valuma-alueen maaperästä johtuen. Joen vedenlaatu oli heikoimmillaan 1970-luvulla, mutta pistekuormituksen vähentymisen seurauksena vedenlaatu on parantunut merkittävästi viime vuosikymmenten aikana (KVY Tutkimus Oy 2020). Kauempana rannikosta Kokemäenjoen vesien vaikutus

on keskimäärin vähäistä ja avomerialueella ei ole havaittavissa näkyvää sameutta, happitilanne on hyvä ja ravinne sekä klorofylli-a pitoisuudet ilmentävät niukka-tuottoista vettä. Rannikolla esiintyy ajoittain kumpuamista eli virtausten aiheutta-maa viileän veden kohoamista pintaan syvemmistä vesikerroksista.

## 6 Hankkeen vaikutukset Natura-alueen suoje-lu- rusteisiin

### 6.1 Vaikutukset vedenlaatuun ja samentumiseen

Tahkoluodon merituulipuiston laajennuksen rakentamisvaiheen ruoppausten ja lä-jitysten vaikutuksia vedenlaatuun arvioitiin virtaus- ja vedenlaatumallilla. Mallin-nusraportti on liitteenä 3.

Mallihilan tarkkuus oli kohdealueella tarkimmillaan vaakatasossa 100 m ja syvyys-suunnassa matalammilla alueilla (0-50 m) 2 m. Mallinnuksessa on oletettu, että ruoppauksen ja läjityksen aiheuttama kuormitus on suoraan verrannollinen läjitys-ja ruoppaustehoon. Mallinnus on tehty olettamalla, että käytetään tehokasta ka-lustoa täydellä kapasiteetilla, jolloin mallinnustulos edustaa kiintoainepitoisuuden nousun ylärajaa suhteessa käytettyyn ruoppauskalustoon. Käytännössä toteutuva samentuminen riippuu töiden jaksotuksesta ja käytetystä kalustosta. Samentu-man määrään vaikuttaa myös ruopattava materiaali, tässä käytetyt pohjan maa-lajin ominaisuudet perustuvat kohdealueelta otettuihin näytteisiin perustuviin maalajitietoihin. Meren pohja hankealueella on pääosin moreenia ja 12 % ruopat-tavasta materiaalista on arvioitu olevan silttiä, savea tai sekasedimenttiä. Mallin-nuksessa on huomioitu ainoastaan em. hienoaineksen leviäminen ja eri sediment-tifraktioille on käytetty eri laskeutumisnopeuksia.

Sääolosuhteina on tarkasteltu eri tuulitilanteita, läjityksen osalta on esitetty vähä-tuulinen ja keskimääräinen tuulitilanne. Heinäkuu edustaa vähätuulista jaksoa, jolloin virtausnopeudet ovat pienimmillään ja samentuma sekoittuu vähiten ja pi-toisuusvaikutus on suurimmillaan. Elo- ja lokakuu edustavat lähinnä keskimää-räistä tuulitilannetta. Kovemmalla tuulella kiintoaines kulkeutuu kauemmas, mutta pitoisuusnousut jäävät lievemiksi. Yleisesti samentuma on suurempi poh-jakerroksessa kuin pinnalla ja suurempi matalammilla alueilla kuin syvemmillä alueilla.

Samentumia on tarkasteltu laskentajakson kiintoaineen pitoisuusnousun kuukau-sikeskiarvona ja päiväkeskiarvojen enimmäisarvona. Päiväkeskiarvojen enim-mäisarvo tarkoittaa, että tarkastelujakson kaikkien päivien keskipitoisuusnou-suista on esitetty korkein laskettu päivä-keskiarvo.

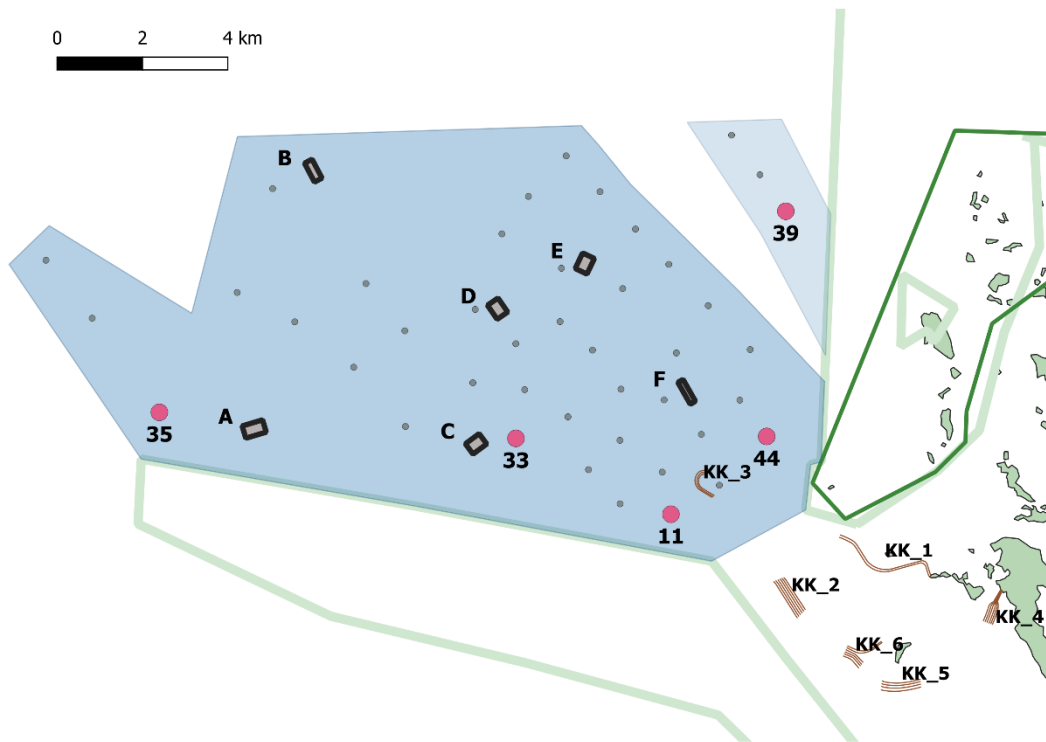
Kiintoaineen pitoisuusnousu 10 mg/l valittiin mallitulosten tarkastelussa vaikutuk-sen raja-arvoksi. Se on alueen normaalia taustavaihtelua (noin 2–4 mg/l) korke-ampi ja kuvaa silminnähtävää samentumaa. Alle päivän kestävä 10 mg/l pitoi-suusnousu arvioidaan sen tasoiseksi, että siitä ei aiheudu vahinkoa esimerkiksi

silakalle poikastuotannon, elinympäristön häiriintymisen tai karkottumisen näkökulmasta. Makrolevät on sopeutuneet valon määrän vaihteluun ja kestävät useamman viikonkin pimeitä jaksoja.

Ruoppauksen aiheuttamaa samentumaa mallinnettiin viidelle eri tuulivoimalapaikalle ja kuudelle kaapelikaivannon paikalle, jotka sijaitsevat lähinnä hankealueen reunaa ja suojelualueita (Kuva 6-1). Mallinnetuista voimalapaikoista 33 ja 35 on savi/silttipohja ja paikoilla 11, 44 ja 39 moreenipohja. Osalla paikoista ruoppaus tehdäänkin imuruoppauksen ja osalla kauharuoppauksena. Yksittäisen tuulivoimalapaikan ruoppausmassa vaihtelee 5 000–20 000 m<sup>3</sup> (kiintokuutiota) välillä ja ruoppaus kestää tällöin mallinnetulla maksimiteholla 5 000 m<sup>3</sup>/d yhdestä neljään vuorokautta. Kaapelikaivantojen laskennassa on käytetty täyttä teoreettista ruoppaustehoa (5 000 m<sup>3</sup>/d) 1–2 km vuorokaudessa, joka on todennäköisesti yliarvio.

Läjitysalueista mallinnettiin kaikki kuusi A-F (Kuva 6-1). Hienoainesta läjitetään vain paikoille A ja B. Mallinnuksen perusteella, yhtä lukuun ottamatta, keskimääräiset lasketut virtausnopeudet olivat tasolla 5 cm/s tai alle ja sen perusteella ne sopivat läjitykseen hyvin eikä pohjan virtausnopeus aiheuta läjitettyjen massojen merkittävää resuspendoitumista takaisin veteen ja leviämistä läjitysalueen ulkopuolelle.

Samentuma jää mallinnuksen perusteella kaikissa ruoppauskohteissa vähäiseksi eikä tason 10 mg/l ylittäviä pitoisuusnousuja esiinny pinnassa lainkaan. Pohjan läheisyydessä vaikutuksia esiintyy ruoppauskohteiden lähialueella (kuvat 6-2 ja 6-3).



Kuva 6-1 Mallinnetut voimalapaikat kaapelikaivannot ja läjitysalueet Tahkoluodon edustalla.

Mallinnuksen tulokset ovat linjassa Tahkoluodon nykyisen tuulipuiston rakentamisaikaisessa tarkkailussa 2016–2017 havaittujen vedenlaatuvaikutusten kanssa. Vuonna 2016 perustusten rakentamisaikaisessa työkohteiden lähellä havaittiin hieman korkeampia sameusarvoja ja kiintoainepitoisuuksia kuin vertailupisteellä samaan aikaan. Mitatut kiintoainepitoisuudet vaihtelivat välillä <math>< 1-17 \text{ mg/l}</math> ja sameusarvot välillä 0,7–4,8 FNU (KVVY ry 2016). Laajimmillaan havaittiin pohjan läheisyydessä noin 500–1000 metrin etäisyydellä voimalasta lievää samentumaa (5–10 NTU). Vuoden 2017 tarkkailukierroilla vedessä ei ollut havaittavissa sameutta mittauksilla tai silmämääräisesti (KVVY ry 2017).

Ruoppauksin verrattuna läjitysten samentumavaikutus on suurempi. Keskipitoisuuden nousu pinnalla jää kuitenkin pieneksi kaikilla läjitysalueilla (Taulukko 6-1). Pohjakerroksessa suurimmat kiintoaineen keskipitoisuuden yli 10 mg/l nousun alueet esiintyvät heinäkuun vähätuulisella jaksolla ollen läjitysalueiden E ja F kohdalla noin 1 km<sup>2</sup> luokkaa (Kuva 6-4, Taulukko 6-1). Muilla läjitysalueilla vastaavan tasoisen pitoisuusnousun alue jää alle 0,5 km<sup>2</sup> kokoiseksi. Pidempiaikaiset samentumiset jäävät siten hankealueen sisäpuolelle. Kokonaisuutena läjityksen vaikutukset hajaantuvat hankealueen sisällä eri läjitysalueille.

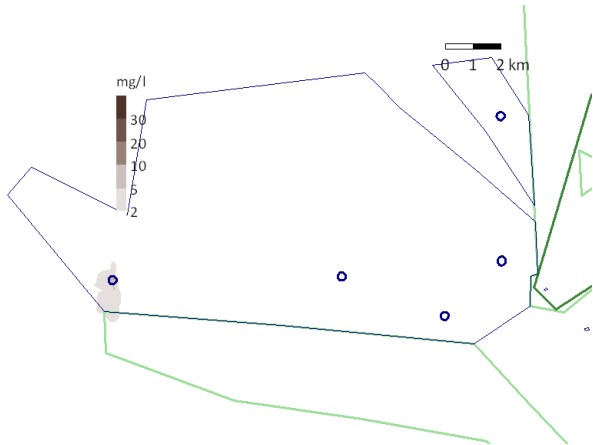
Päiväkeskiarvona rajan 10 mg/l ylittävät samentumapilvet voivat ulottua lyhytaikaisesti useamman kilometrin päähän läjityspaikasta (Kuva 6-5). Valittujen läjitysalueiden sijainnista johtuen lyhytaikainen samentumavaikutus ei ulotu kuitenkaan Gummandooran Natura-alueelle saakka. Hankealueen eteläpuoliselle kansallispuiston alueelle voi ulottua lyhytaikaista samentumavaikutusta.

Sedimenttitutkimuksen (liite 2) perusteella sedimentit eivät sisällä merkittävässä määrin haitta-aineita, jotka voisivat levitä ruoppauksen yhteydessä vesiympäristöön, eikä havaituilla haitta-ainepitoisuuksilla siten myöskään ole vaikutusta ruoppausmassojen läjityskelpoisuuteen.

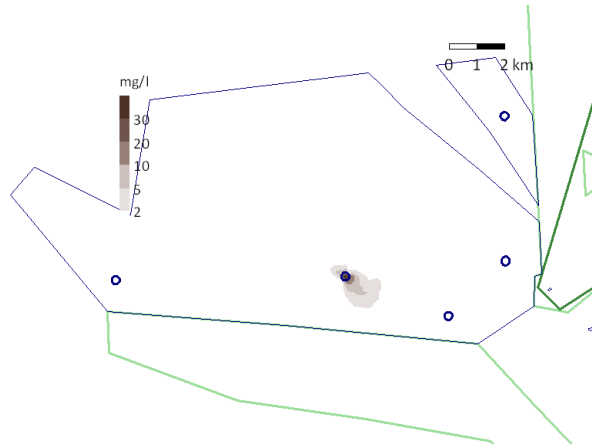
*Taulukko 6-1 5 mg/l, 10 mg/l ja 20 mg/l keskipitoisuuden ylittävän alueen koot eri läjitys-paikoille ja kuukausille pinta- ja pohjakerroksessa.*

Rajapit.	Pintakerros			Pohjakerros		
	>5	>10	>20	>5	>10	>20
Alue/kk	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>	km <sup>2</sup>
A/07	0	0	0	0.97	0.36	0.09
A/08	0	0	0	0.78	0.27	0.06
A/10	0	0	0	0.29	0.08	0.01
B/07	0	0	0	1.18	0.48	0.2
B/08	0	0	0	0.56	0.18	0.08
B/10	0	0	0	0.52	0.21	0.09
C/07	0	0	0	1.22	0.42	0.14
C/08	0	0	0	0.58	0.29	0.1
C/10	0.01	0	0	0.52	0.22	0.08
D/07	0	0	0	1.29	0.4	0.16
D/08	0	0	0	0.69	0.25	0.08
D/10	0.01	0	0	0.63	0.2	0.06
E/07	0.01	0	0	1.36	0.85	0.39
E/08	0.01	0	0	0.85	0.26	0.06
E/10	0.01	0.01	0	0.67	0.15	0.06
F/07	0.01	0	0	2.02	1	0.57
F/08	0.01	0	0	1.16	0.52	0.26
F/10	0.01	0	0	0.84	0.33	0.16

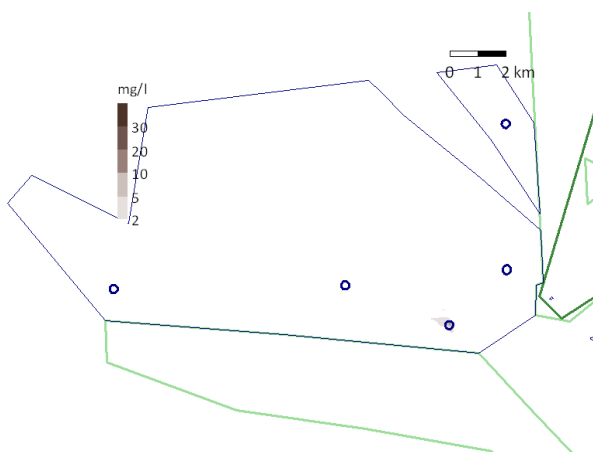




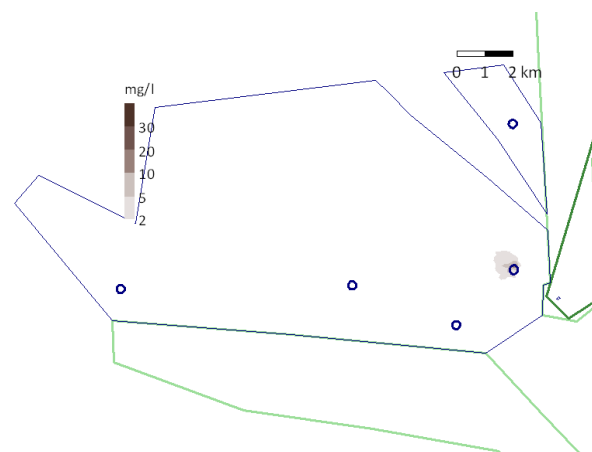
*TV35 Jakso1 pohja*



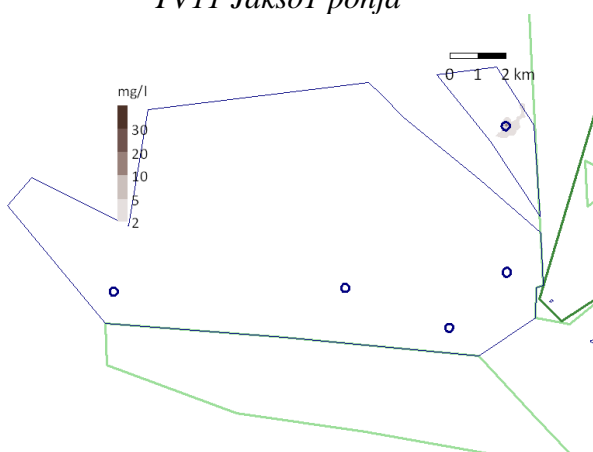
*TV33 Jakso1 pohja*



*TV11 Jakso1 pohja*

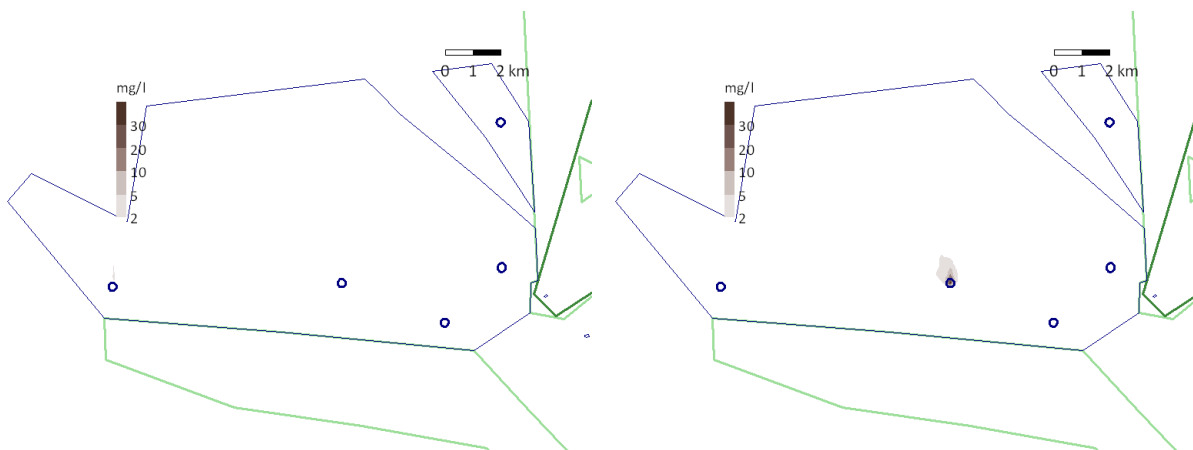


*TV44 Jakso1 pohja*

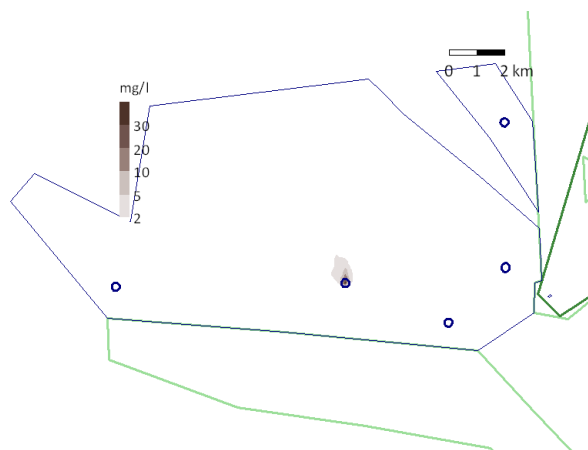


*TV39 Jakso1 pohja*

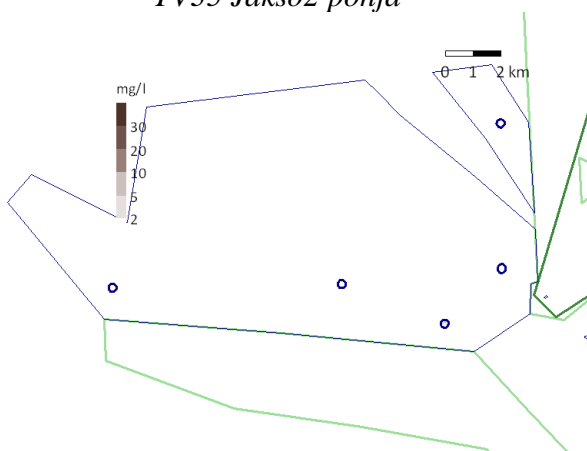
*Kuva 6-2 Tuulivoimalapaikkojen ruoppauksen aiheuttama samentuma jaksolla 1, 24-26.7.2019, päiväkeskiarvojen enimmäispitoisuus.*



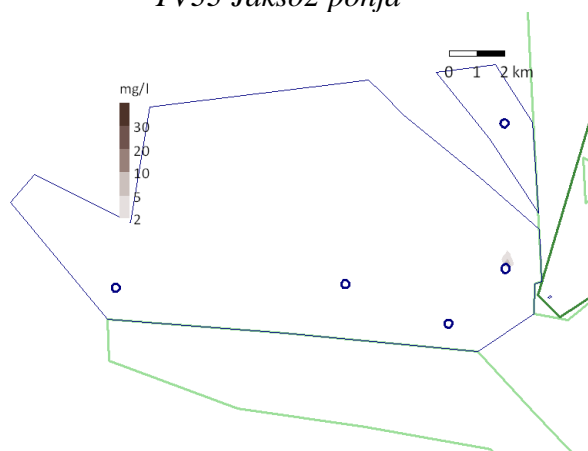
*TV35 Jakso2 pohja*



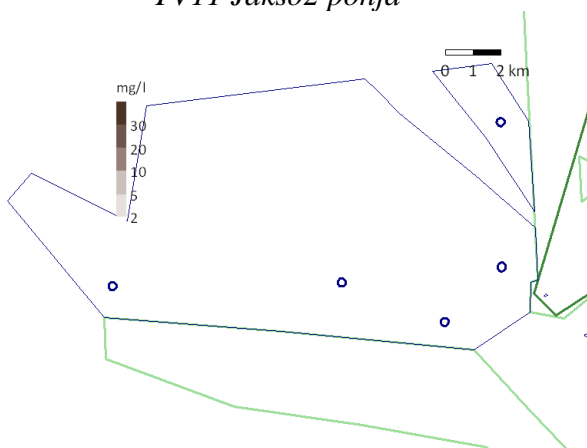
*TV33 Jakso2 pohja*



*TV11 Jakso2 pohja*

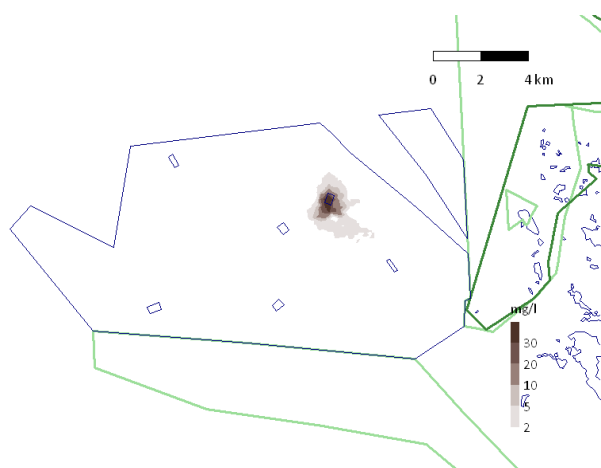


*TV44 Jakso2 pohja*

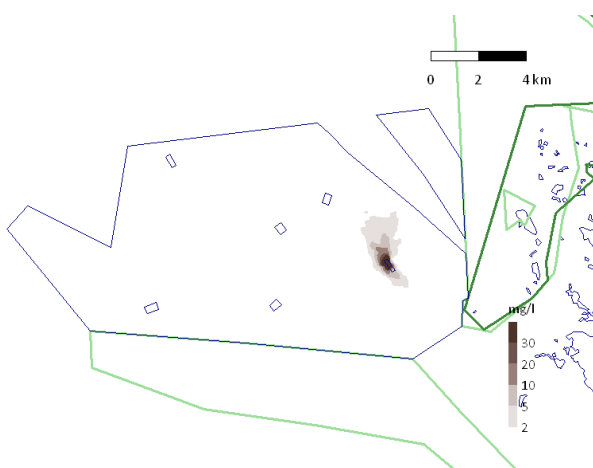


*TV39 Jakso2 pohja*

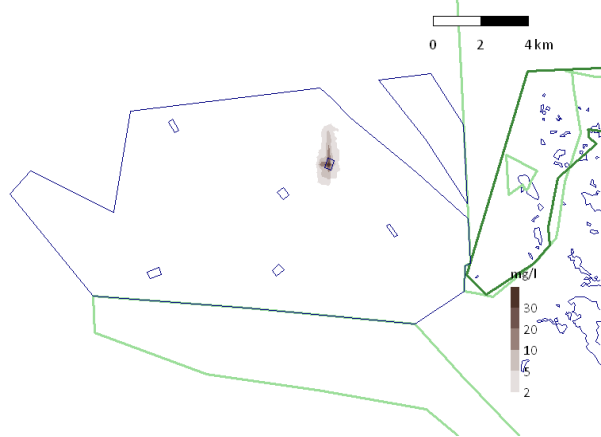
*Kuva 6-3 Tuulivoimalapaikkojen ruoppauksen aiheuttama samentuma jaksolla 2, 6-8.9.2019, jakson päiväkeskiarvojen enimmäispitoisuus.*



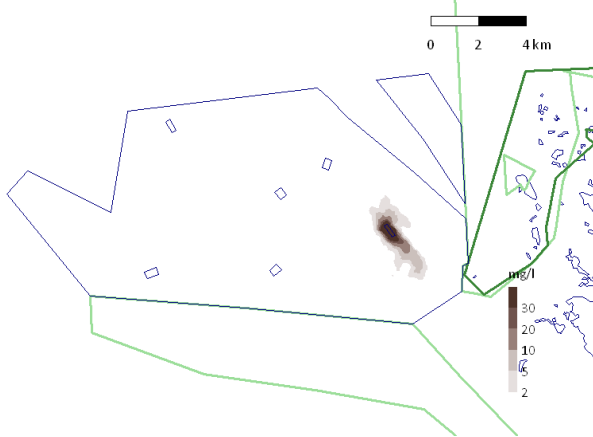
*Alue\_E 07/2019 pohja*



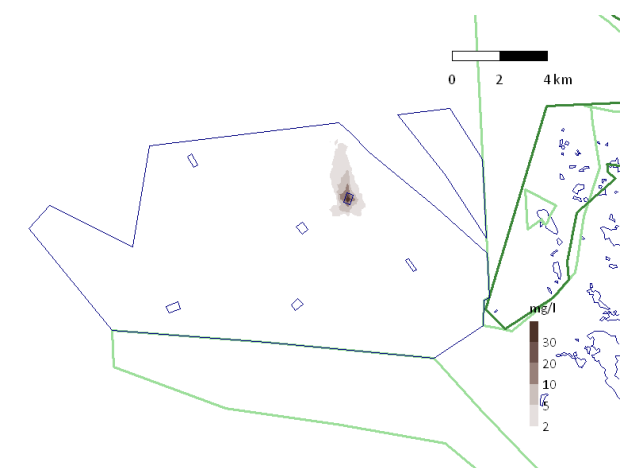
*Alue\_F 07/2019 pohja*



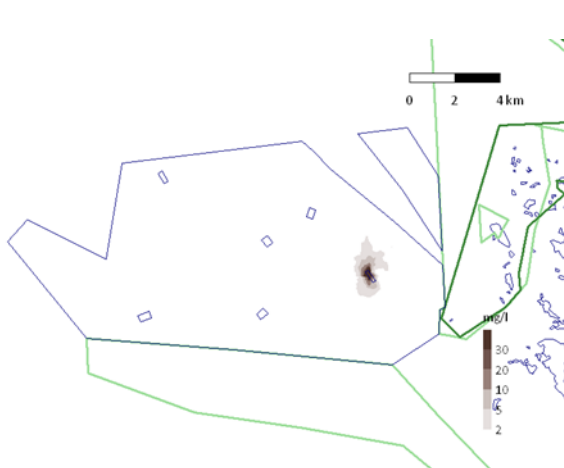
*Alue\_E 08/2019 pohja*



*Alue\_F 08/2019 pohja*

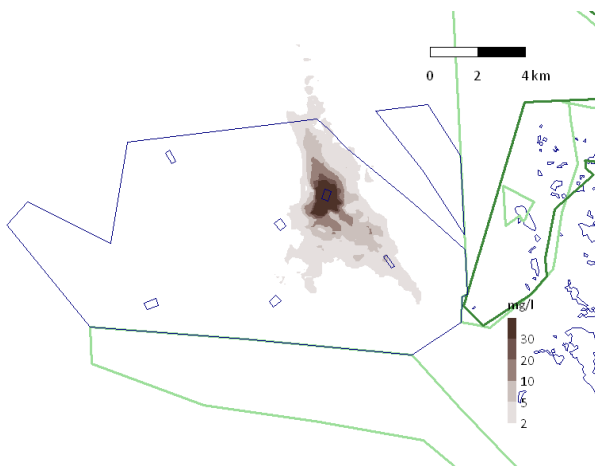


*Alue\_E 10/2019 pohja*

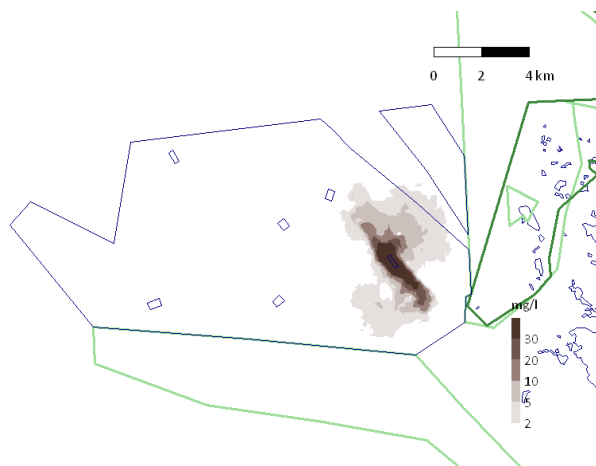


*Alue\_F 10/2019 pohja*

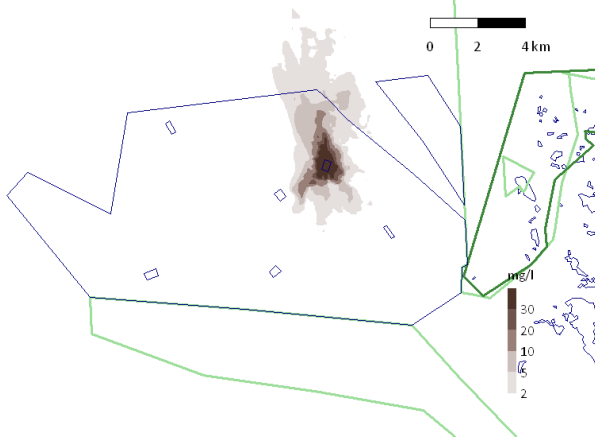
*Kuva 6-4 Läjityksen aiheuttamat keskipitoisuudet 1 kk jaksolla, Natura-alueita lähimpänä sijaitsevat läjitysalueet E ja F, moreeniläjitys.*



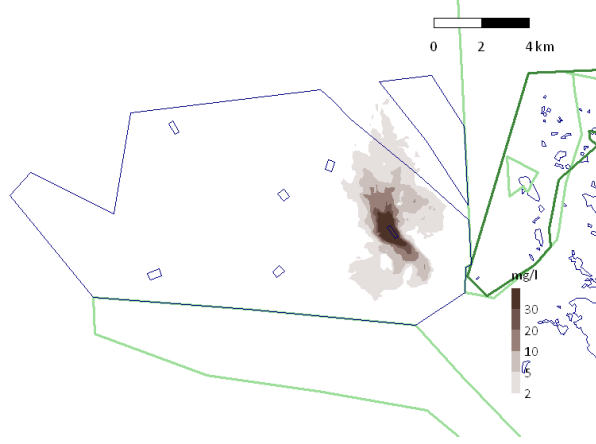
*Alue\_E 07/2019 pohja*



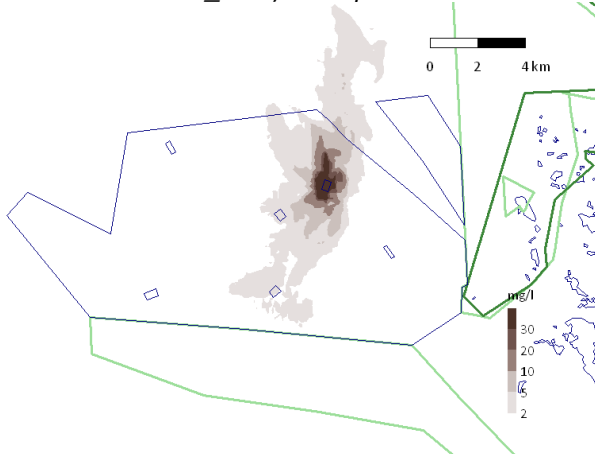
*Alue\_F 07/2019 pohja*



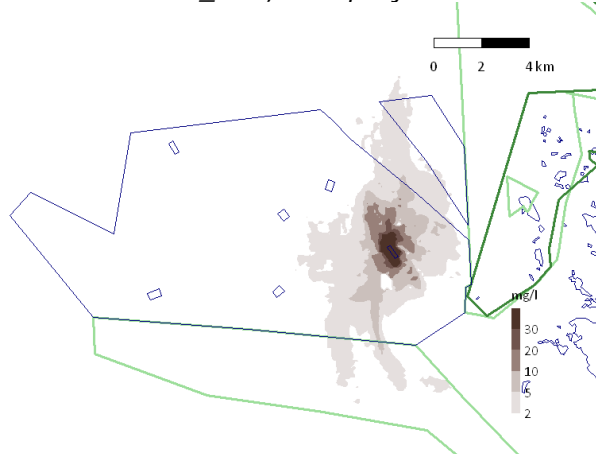
*Alue\_E 08/2019 pinta*



*Alue\_F 08/2019 pohja*



*Alue\_E 10/2019 pinta*



*Alue\_F 10/2019 pohja*

*Kuva 6-5 Läjityksen aiheuttamat päiväkeskiarvojen enimmäispitoisuudet 1 kk jaksolla, Natura-alueelta lähimpänä sijaitsevat läjitysalueet E ja F, moreeniläjitys. Kyseessä on tarkastelujakson kaikkien päivien keskipitoisuuksista poimitut korkeimmat päiväkeskiarvot.*

## 6.2 Vaikutukset luontodirektiivin luontotyyppeihin

Kaikki merituulipuistoon suunnitellut rakenteet sijoittuvat Natura-alueen ulkopuolelle. Tuulivoimaloiden sijoituspaikat sijoittuvat lähimmillään noin 1 kilometrin etäisyydelle Gummandooran saariston Natura-alueesta. Natura-alueelle ei sijoiteta merikaapeleita. Lähin läjitysalue (F) puolestaan sijoittuu noin 3 kilometrin etäisyydelle Natura-alueesta. Vaikutusarvioinnissa keskitytään alueella esiintyvään tärkeimpään ja ainoaan kokonaan vedenalaiseen luontotyyppiin (riutat). Vaikutukset arvioidaan myös muille luontotyypeille.

### 6.2.1 Riutat (1170)

Riutat ovat Selkämerellä hyvin tyypillisiä vedenalaisia luontotyyppejä. Riuttoja luonnehtii runsas kovien pohjien viher-, rusko- ja punaleväkasvillisuus, joka on jakautunut syvyyssvyöhykkeisiin ennen kaikkea valon määrän perusteella. Lähellä pintaa tavataan runsaasti valoa vaativia rihmaleviä. Rihmalevävyöhykkeen lajisto koostuu lähinnä yksivuotisista rihmamaisista viher-, rusko- tai punalevistä. Jäät ja aallot kuluttavat leväkasvustot etenkin avoimilta rannoilta kokonaan pois ja pinnoille asettuu keväällä kasvamaan uusi lajisto. Rihmalevien alapuolella alkaa rakkohauruvyöhyke. Leväkasvustojen pinnoilla kasvaa muita leviä ja lisäksi hauruvyöhyke ylläpitää laajaa erilaisista selkärangattomista muodostuvaa eläinyhteisöä. Syvimmässä punalevävyöhykkeessä kasvaa sekä yksi- että monivuotisia puna- ja ruskoleviä (Kotilainen ym. 2018).

Natura-luontotyyppioppaan (Airaksinen ja Karttunen 2001) mukaisen riuttojen määritelmän mukaan riutat ovat vedenalaisia tai laskuveden aikana paljaana olevia kallioita tai eloperäisiä kivennäistymiä vedenalaisessa vyöhykkeessä. Kasvi- ja eläinyhteisöjen jatkuessa yhtenäisenä luontotyyppi voi ulottua myös rantavyöhykkeelle. Riutoilla on yleensä pohjalevä- ja pohjaeläinyhteisöitä vyöhykkeinä, kuten myös kivennäistymiä ja koralliperäisiä muodostumia.

Natura-luontotyyppioppaan (Airaksinen & Karttunen 2001) mukaan Suomessa ei varsinaisia eloperäisiä riuttoja ole, sen sijaan kalliorannat ja kallioiset karit, joissa on levävyöhykkeitä, ovat ulkosaaristossa yleisiä ja luetaan tähän luontotyyppiin. Pohjoisen Itämeren kalliorannoilla leväkasvillisuudessa on yleensä erotettavissa kolme vyöhykettä: rihmalevä-, rakkolevä- ja syvänveden punalevävyöhyke. Ylimpänä on rihmalevävyöhyke, joka on yleensä hyvin kehittynyt loivilla rannoilla. Kasvillisuudessa on suurta vuotuista sukkessiovaihtelua ja kevätjäiden hankausvaikutus tuhoaa matalalla olevan vesikasvillisuuden. Rihmalevävyöhykkeen jälkeen seuraa rakkolevävyöhyke. Rakkolevä (rakkohauru) on Itämeren kovapohjaisten rantojen vedenalaisen rantavyöhykkeen (sublitoraalin) suurikokoisin levä. Se kasvaa aina upoksissa, 0,5 metristä yleensä 5–6 metrin syvyyteen veden kirkkaudesta riippuen. Tiheät ja elinvoimaiset rakkohaurukasvustot ovat keskeinen osa rantavyöhykkeen perustuotantoa ja tärkeitä niiden yhteydessä elävän eläimistön kannalta. Rakkohaurun ylläpitämä rantavyöhykkeen eliöyhteisö on Itämeren

eliöyhteisöistä monimuotoisimpia. Rakkohauruvyöhykkeen alapuolella on punalevävyöhyke 5–10 metrin syvyydessä tai rihmalevävyöhyke niillä merialueilla, jossa punalevät eivät esiinny yleisenä lähinnä meriveden vähäsuolaisuuden johdosta (esimerkiksi Perämeri). Pääasiallinen uhka punaleville ja rakkohaurulle on Itämeren rannikkovesien rehevöityminen. Rakkohauru kärsii epifyyttisten levien voimakkaasta kasvusta. Suojaisten rantojen rakkohaurukasvustot ovat paikoin kadonneet Suomesta (Airaksinen & Karttunen 2001).

Natura-luontotyyppioppaan mukaisesti riuttojen lajistoon kuuluvat erityisesti seuraavat lajit: *Ceramium tenuicorne* (punahelmilevä), *Cladophora glomerata* (viherahdinparta), *Cladophora rupestris*, (meriahdinparta) *Fucus vesiculosus* (rakkohauru), *Furcellaria fastigiata* (haarukkalevä), *Pilayella littoralis* (rihmatupsu), sekä luppoleviä (*Dictyosiphon* spp.), suolileviä (*Enteromorpha* spp.), liuskapunaleviä (*Phyllophora* spp.) sekä punahapsuleviä (*Polysiphonia nigrescens* spp.) (Airaksinen ja Karttunen 2001).

Eläimistöissä esiintyy sinisimpukkaa (joskus tiheinä mattona), halkojalkaisäyriäisiä, leväkatkoja, leväsiroja, kotiloita. Luontotyyppille tyypillisiin kalalajeihin kuuluvat mm. kiviniilikka (*Zoarces viviparus*), kampela (*Platichthys flesus*), piikkikampela (*Psetta maxima*), seitsenruototokko (*Gobiusculus flavescens*), teisti (*Pholis gunellus*), isosimppu (*Myoxocephalus scorpius*), piikkisimppu (*Taurulus bubalis*) sekä vaskikala (*Spinachia spinachia*) (Airaksinen ja Karttunen 2001).

Luontotyyppin edustavuutta kuvastavat leväkasvillisuuden selväpiirteinen vyöhykeisyys sekä laajat ja hyväkuntoiset rakkohaurukasvustot (Airaksinen ja Karttunen 2001).

Aiemmasta Natura-arviosta (AFRY 2021) poiketen, VELMU-hankkeessa mallinnettuja riuttoja ei enää voida esittää karttakuvissa, sillä aineisto on otettu pois julkisesta jaosta ja käytöstä. Täten riuttojen nykytilan esiintymisen arviointi Gummandooran Natura-alueella perustuu tehtyihin vedenalaisen luonnon selvityksiin (Leinikki 2021) sekä VELMU-hankkeesta vuosilta 2004–2019 peräisin olevaan kartoitussaineistoon (Ympäristöhallinto 2021) punalevien ja haurujen osalta. Sukelluslinjoihin sekä videokuvauksen perustuva punalevä- ja hauruhavaintojen VELMU-aineisto luokiteltiin arviointia varten seuraavasti perustuen uhanalaisten ja silmälläpidettävien luontotyyppien, ns. lutu-luontotyyppien luokittelukriteereihin:

- Punaleväpohjat-luontotyyppissä kasvillisuuden peittävyys on vähintään 10 % ja punalevien osuus kasvillisuudesta on vähintään 50 % (Kontula & Raunio 2018).
- Haurupohjat-luontotyyppissä monivuotisen kasvillisuuden tulee olla vähintään 10 % ja haurujen osuus yli 50 % kasvillisuudesta (Kontula & Raunio 2018)

Alleco Oy:n hanke- ja Natura-alueella tekemän vedenalaisen luonnon selvityksen (Leinikki 2021, liite 4) aineiston riuttapohjat luokiteltiin GTK:n mallinnoissa käytettyjen merenpohjan vallitsevia pintamaalajeja kuvaavien raja-arvojen (Kaskela

ja Rinne 2018) mukaisesti. Mallinnuksessa riutoiksi luokiteltiin pohjan kohoumat, joissa kallion ja halkaisijaltaan yli 64 mm kokoisten kivien ja lohkkareiden peittävyys oli vähintään 50 % (Leinikki 2021). Riutta-luontotyyppi arvioitiin edustavaksi, kun kartoituspisteessä esiintyi myös punaleväpohjaa. Natura-luontotyyppi ohjeen (Airaksinen & Karttunen 2001) mukaisesti eliöstön puute tai vähälajisuus ei poista kohteen riuttamääritelmää, mutta pohjalevien muodostamien vyöhykkeiden selväpiirteisyyttä käytetään kriteerinä arvioitaessa riuttojen edustavuutta. Natura-alueen riuttoja ei täten voida arvioida erityisen edustaviksi, koska niissä ei esiintynyt tärkeintä edustavuuden ilmentäjää, rakkohauruvyöhykettä ja vyöhykkeisuus oli ylipäänsä vähäistä (Leinikki 2021). Edustavimmaksi arvioidut riutat sijaitsivat Iso-Enskerin saaren lounaispuolella (Kuva 6-6).

Haurupohjat eivät siis Alleco Oy:n tekemän selvityksen mukaisesti muodostaneet missään varsinaista riuttojen edustavuutta kuvaavaa vyöhykettä (Leinikki 2021). Haurupohjaa esiintyy Natura-alueella VELMU-kartoitusten perusteella vain muutamassa paikassa (Kuva 6-6). Allecon selvityksen mukaiset hauruhavainnot eivät täyttäneet haurupohjan kriteereitä (katso edeltä), yksi hauruhavainto tehtiin Iso-Enskerin saaren pohjoispuolelta (Leinikki 2021). Hauruille suotuisaa elinympäristöä kaventavat Natura-alueella syvällä veden sameudesta johtuva valon niukkuus ja matalalla avoimuudesta johtuva voimakas aallokon vaikutus (Leinikki 2021) ja todennäköisesti myös sopivan kasvualustan puute.

Natura-alueen punaleväpohjat (lutu-luontotyyppi) sijaitsevat pääasiassa Iso-Enskerin saaren pohjoispuolella (Kuva 6-6). Alleco Oy:n selvityksessä punaleväpohjat arvioitiin ainoastaan sukelluslinjojen perusteella edustaviksi, mutta kuvassa 6-1 esitetään myös videopisteiltä peräisin olevat havainnot. VELMU-aineistossa ns.lutu-luontotyyppien kriteerien (Kontula & Raunio 2018) mukaisesti arvioituna Natura-alueen eteläosassa ei esiinny punaleväpohjia, vaan esiintymät sijoittuvat lähinnä alueen itäosiin sekä samoille alueille kuin Allecon selvityksen mukaiset punaleväpohjat, jotka esiintyivät 1,5–11,9 metrin syvyyalueella. Yleisimmät punalevälajit alueella ovat punahelmilevä ja mustaluulevä.

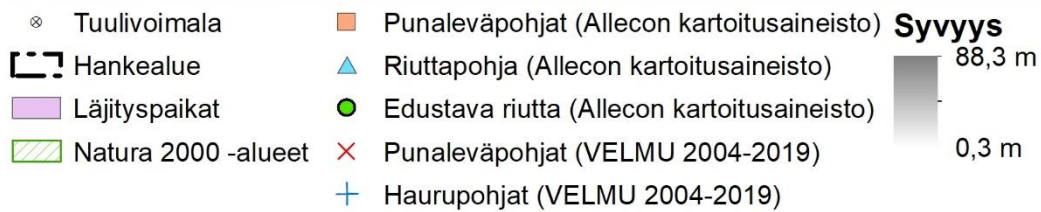
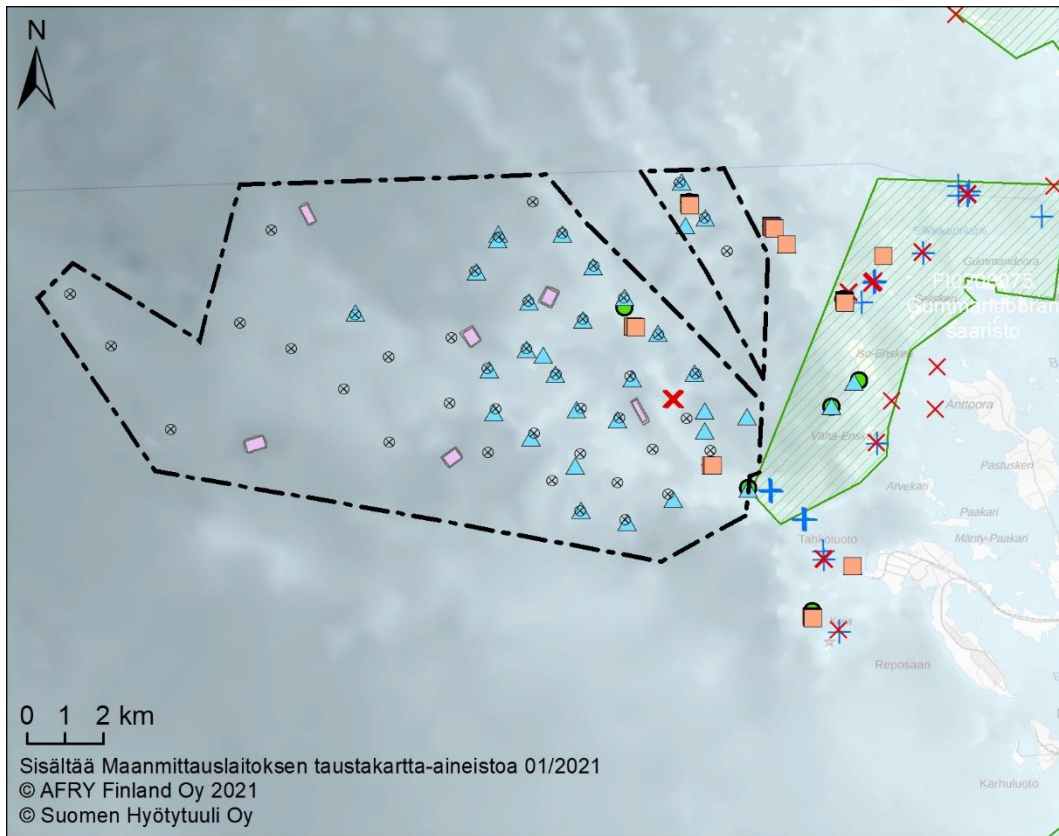
Riuttojen luontotyyppiä edustavista eläimistä havaittiin lähinnä sinisimpukoita sekä harvakseltaan muita selkärangattomia lajeja kuten kilkkiä sekä luontotyyppille tyypillisistä kalalajeista mm. kiviinilkkää (Leinikki 2021). Edustavaa uhanalaisen luontotyyppin (Kontula & Raunio 2018) mukaista vyöhykkeellistä sinisimpukkapohjaa esiintyy Natura-alueella vain vähän (Leinikki 2021). Sinisimpukkapohjat ei ole luontodirektiivin luontotyyppi, mutta riutan lajistoon kuuluvana sinisimpukka voi esiintyä tiheinä yhdyskuntina kivi- ja kalliopinnoilla ja osaltaan ilmentää riutan tilaa. Joillain alueilla laji voi myös muodostaa esimerkiksi sorapohjille riuttamaisia rakenteita ja paakkuja, joiden katsotaan kansallisen tulkinnan mukaisesti kuuluvan myös riutat-luontotyyppiin (SYKE ja Metsähallitus 2020). Gummandooran Natura-alueelta tai merituulipuiston laajennusalueelta tällaisia ei kuitenkaan havaittu (Leinikki 2021). Sinisimpukat eivät tarvitse auringonvaloa ja ne pystyvät

kiinnittymään lujasti alustaansa, joten niiden esiintymistä eivät rajoita samat tekijät kuin haurujen tai muiden makrolevien (Leinikki 2021).

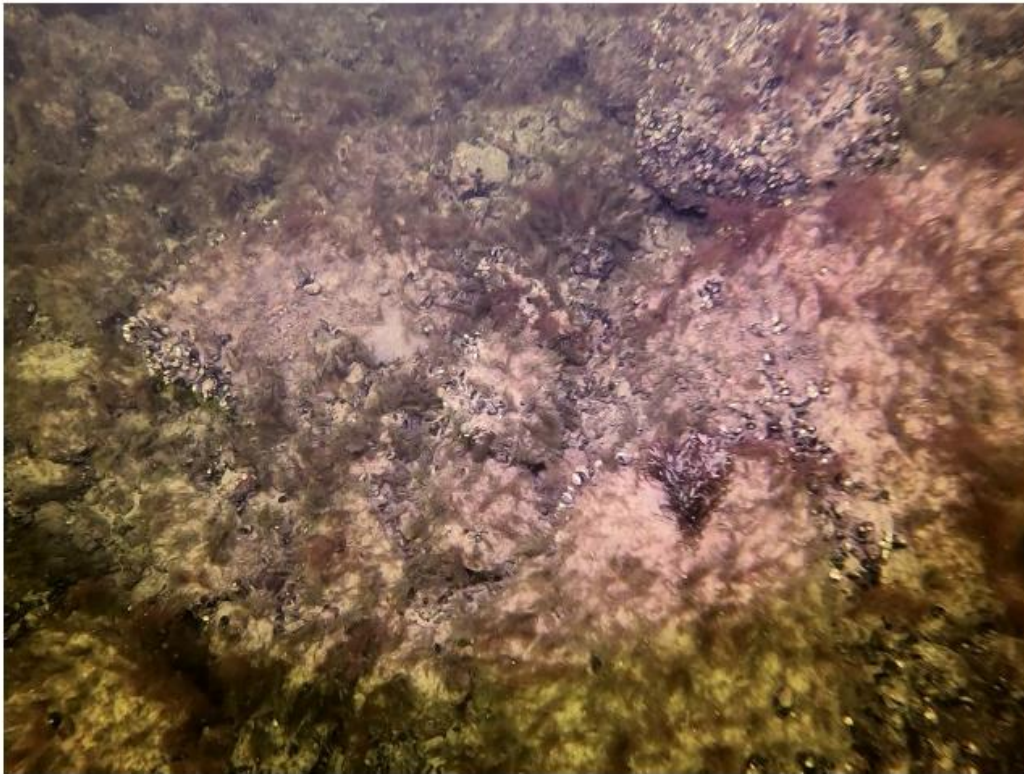
Natura-tietolomakkeen mukaan Gummandooran saariston Natura-alueen riutat on luokiteltu edustavuudeltaan luokkaan B (hyvä). Natura-alue on luokiteltu riuttojen luontotyyppin suojelun kannalta tärkeäksi alueeksi (yleisarviointi, luokka B). Natura-lomakkeen mukaisesti riutat-luontotyyppiä esiintyy alueella yhteensä 123,2 hehtaaria, mikä on noin 3,7 % koko Natura-alueen pinta-alasta.

Hankealueella ja Natura-alueella tehtyjen vedenalaisen luonnon selvitysten (Leinikki 2021) ja VELMU-hankkeen aineiston mukaisesti Natura-alueella esiintyy edustavia riuttoja ja/tai riutan luontotyyppiin olennaisena osana kuuluvia punalevä- ja haurupohjia sekä sinisimpukkapohjia kokonaisuudessaan vain melko vähän. Vedenalaisia kalliopaljastumia tai kalliorantoja alueella on myös vähän, joskin matalien alueiden kivikko luo kasvualaa riuttalajistolle. Edustaviksi arvioitavia riuttoja havaittiin ainoastaan kahdessa paikassa Natura-alueella Iso-Enskerin saaren eteläpuolella, mikä johtunee siitä, että merenpohja on kivikkoista moreenia eikä alueella esiinny yleisesti yhtenäisiä laajoja kalliopintoja (Kuva 6-6).





Kuva 6-6 Gummandooran saariston Natura 2000 -alueen sijainti, merituulipuiston laajennuksen voimaloiden ja läjityspaikkojen sijainnit, sekä Alleco Oy:n kartoitusaineiston sekä VELMU-aineiston perusteella arvioitujen luontotyyppien (aineistot: Leinikki 2021 ja Ympäristöhallinnon VELMU-aineisto 2021).



*Kuva 6-7 Natura-alueella sijaitsevan videopisteen V34 lohkariekkoa 10 metrin syvyydessä. Kuvassa haarukkalevää, mustaluulevää, sinisimpukoita ja merirokkoja. Kuva: Leinikki 2021.*

Merituulipuistohankkeen mahdolliset vaikutukset luontodirektiivin luontotyypeille voivat liittyä pääosin rakentamisesta aiheutuviin vedenlaatuvaikutuksiin. Tuulivoimaloiden perustusten rakentaminen ja sähkönsiirtokaapeleiden asentaminen vaativat pohjan muokkausta, ruoppausta ja läjityksiä, jotka aiheuttavat sedimentin sekoittumista veteen ja kiintoainepitoisuuden nousua, mikä näkyy veden samentumisena. Samennusvaikutus on meren pinnassa vähäisempi kuin syvemmissä vesikerroksissa. Töiden yhteydessä myös sedimentin mahdollisia haitta-aineita voi vapautua veteen, mutta tehtyjen sedimenttitutkimusten perusteella haitta-ainepitoisuudet ovat hankealueella hyvin pieniä, eikä niillä ole vaikutusta ruoppausmassojen läjityskelpoisuuteen (Arctia Meritaito 2021 liite 2). Alueella erityisesti kovilla myrskyillä esiintyvä luontainen samentuma on ajoittain selvästi korkeampi kuin hankkeen ruoppauksesta ja läjityksestä aiheutuva samentuma. Aiemmin sedimentoitunut hienoaines suspendoituu myrskyillä ja ainesta irtoaa pohjasta. Myös karkeampaa ainesta erodoituu erityisesti matalassa jossain määrin, mutta suuresta laskeutumisenopeudesta johtuen se pysyy pohjan tuntumassa. Suspendoitunut hienoaines kulkeutuu alueella ja sedimentoituu uudelleen myrskyn laantuessa.

Yleisesti ottaen samennusten vaikutusalue vaihtelee riippuen mm. työkohteesta, työmenetelmästä, pohjanlaadusta sekä kulloisistakin sää- ja virtausolosuhteista. Tehdyn mallinnuksen (liite 3, kappale 6.1.) perusteella merkittävimmät

vaikutukset kohdistuvat vain rajalliselle alueelle hankealueen sisällä. Merkittävät vaikutukset eivät kohdistu Gummandooran Natura-alueelle.

Vedenalaisista suojeluperusteluontotyypeistä Gummandooran saariston Natura-alueella esiintyy vain melko vähän riuttojen luontotyyppiä suhteessa koko Natura-alueeseen. Riutat jakaantuvat laajalti kivikkoisten rantojen vedenalaisille osille ja alueen harvoille matalikoille. Samentuminen ei itsessään aiheuta haittaa riutoille. Samentuminen ja kiintoaineen kertyminen voi kuitenkin heikentää vesikasvien ja levien yhteyttämistä, mikäli valon määrä vähenee pitkäksi aikaa. Samentuminen voi myös aiheuttaa kalojen karkottumista. Ruoppausten, läjitysten sekä merikaapelien asentamisen vaikutus ei ole kuitenkaan luontodirektiivin luontotyyppin (riutat) ja sillä elävän eliöstön kannalta pysyvää. Koska tuulivoimaloiden perustustyöt, merikaapelit ja läjitysalueet sijoittuvat etäälle Natura-alueesta, eikä mallinnuksen perusteella arvioidun merkittävän pitoisuusnousun katsota ulottuvan Natura-alueelle, arvioidaan rakennustöistä aiheutuvan samentuman riuttojen luontotyyppiin kohdistuvat vaikutukset lieviksi (Taulukko 6-2).

Hankealueen matalimmissa osissa sijaitseviin riuttoihin kohdistuva lyhytaikainen samennusvaikutus ei vaikuta heikentävästi Natura-alueen verkoston tilaan eikä sillä ole vaikutusta Gummandooran Natura-alueen alueelliseen tilaan. Merkittäviä rakentamisaikaisia vedenlaatuvaikutuksia on lievennetty läjitysalueiden sekä voimaloiden sijoittelulla.

Perustustöistä sekä tuulivoimaloiden käytöstä aiheutuu melua sekä yleistä häiriövaikutusta ja korkeintaan hyvin vähäistä roskaantumista, mutta riuttojen luontotyyppiin kohdistuvia haittavaikutuksia ei niistä aiheudu.

Merituulipuiston käytön aikaiset vaikutukset liittyvät lähinnä paikallisiin muutoksiin pohjassa, virtauksissa ja aallonmuodostuksessa hankealueella. Tuulivoimaloiden aiheuttamat virtausmuutokset ovat kuitenkin hyvin paikallisia, eikä niillä ole vaikutusta merialueen päävirtauksiin ja siten Natura-alueelle saakka riuttojen luontotyyppiin. Pohjan muutokset ja vaikutukset pohjaeliöstöön jäävät myös paikalliseksi hankealueella eivätkä kohdistu Natura-alueelle, eikä tästä aiheudu välillisiä vaikutuksia Natura-alueen riutat-luontotyyppiin tai sen lajeihin.

Tuulivoimaloiden purkamisen ja merikaapeleiden mahdollisen poiston vaikutukset vedenlaatuun ovat pitkälti vastaavia kuin hankkeen rakentamisen aikaiset vaikutukset. Purkamistöistä aiheutuvat samentumat riippuvat osittain siitä, kuinka pitkälle rakenteita puretaan. Purkamistöistä ei aiheudu merkittäviä haittoja Natura-alueen riutat-luontotyypeille.

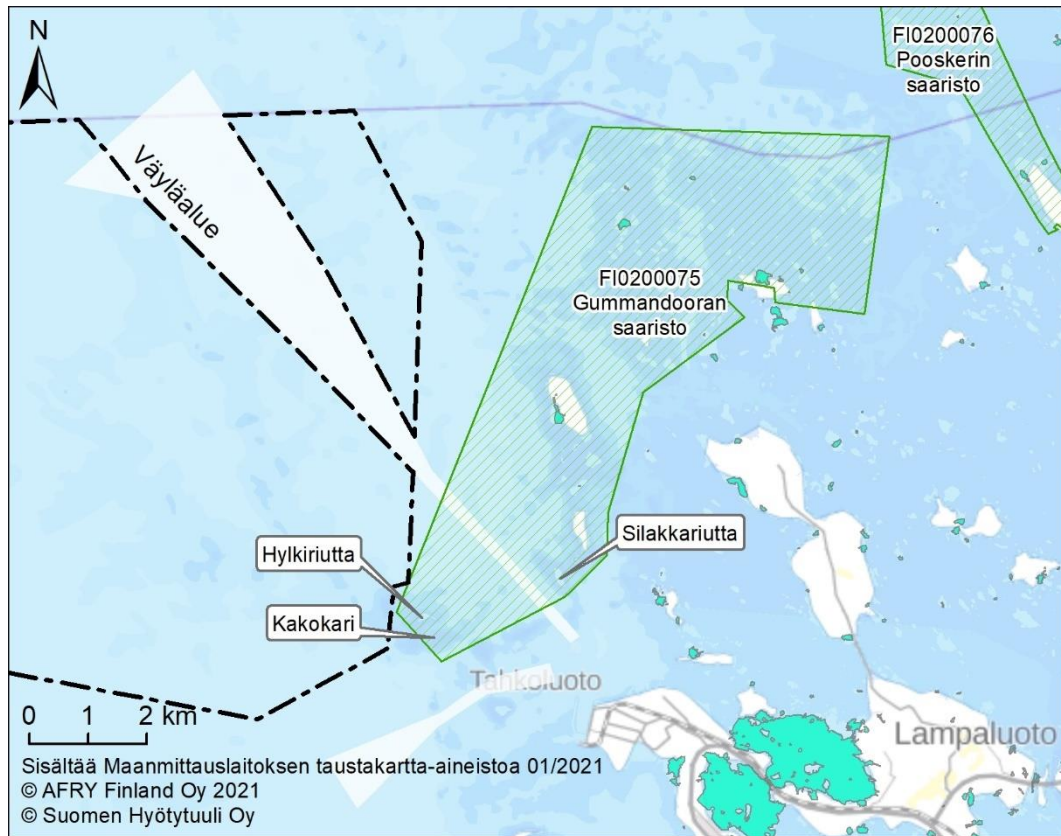
Vaikutusarvioinnissa käytetty asteikko esitetään kappaleessa 6.2.3. Merituulipuiston rakentamisen samentumavaikutusten on arvioitu olevan paikallisia ja pysyvän hankealueen sisällä. Merituulipuiston alueen samentumalla ei arvioida olevan välillistä vaikutusta Natura-alueen riuttoihin tai niiden tilaan. **Kokonaisuudessaan riuttojen luontotyyppiin kohdistuvat vaikutukset ovat lieviä ja palautuvia.**




## 6.2.2 Muut suojeluperusteina olevat luontotyytit

Gummandooran Natura-alueen suojeluperusteena olevia muita välittömästi tai välillisesti veteen liittyviä luontotyyttejä ovat: rannikon laguunit (1150), rantavallit (1210), kivikkorannat (1220), harjusaaret (1610), ulkosaariston luodot ja saaret (1620), merenrantaniityt (1630) ja Itämeren hiekkarannat (1640). Kokonaan tai lähes kokonaan maanpäällisiin osiin sijoittuvia luontotyyttejä ovat luonnonmetsät (9010), maankohoamisrannikon primäärisukessiovaiheiden luonnontilaiset metsät (9030), lehdot (9050), metsäluhdat (9080) ja kasvipeitteiset rantakalliot (1230). Viimeksi mainittuihin luontotyytteihin ei tule kohdistumaan vaikutuksia lainkaan.

Natura-alueella tehdyissä vedenalaisen luonnon selvityksissä (Leinikki 2021) todettiin, ettei alueella esiinny vedenalaisten hiekkasärkkien luontodirektiivin luontotyyppiä, joka ei myöskään kuulu alueen suojeluperusteisiin. Vaikutuksia ei ole täten tarpeen arvioida ko. luontotyytille.

Lähimpänä hankealuetta sijaitsevaan osaan Natura-aluetta Hylkiriutan saarelle on Metsähallituksen karttapalvelun mukaisesti (Metsähallitus 2021) kuvioitu kolmea Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteluontotyyppiä: kivikkorannat (1220), harjusaaret (1610) ja ulkosaariston saaret ja luodot (1620). Silakariutalle on kuvioitu suojeluperusteluontotyyppiä kivikkorannat (1220) ja ulkosaariston saaret ja luodot (1620). Matalalle Kakokarille ei ole kuvioitu suojeluperusteluontotyyppiä. Ko. luontotyyppiä sijaitsee myös Natura-alueen keski- ja pohjoisosissa sijaitsevissa saarissa, kuten myös rantavalleja, merenrantaniittyjä sekä hiekkarantoja. Kauempana hankealueesta sijaitsee pienialaisena luontotyyppiä (0,42 ha) rannikon laguunit (1150) (Kuva 6-8).



-  Hankealue
-  Natura 2000 -alueet
-  Laguunit

Kuva 6-8. Rannikon laguunit-luontotyyppien (aineisto: VELMU-karttapalvelu 2021) esiintymisen Gummandooran saariston Natura-alueella sekä sen lähialueilla.

Ulkosaariston luotojen ja saarten luontotyyppistä (1620) ja harjusaarten luontotyyppistä (1610) pääosa sijoittuu veden pinnan yläpuolelle. Vedenalaisissa osissa pohjien kivien ja lohcareiden eliöstö on vähälajista ja samanlaista kuin riuttojen luontotyyppissä. Hiekkaisilla rannoilla ei esiinny merkittäviä määriä putkilokasveja alueen avoimuudesta ja aallokkovaikutuksesta johtuen. Natura-luontotyyppioppaan (Airaksinen ja Karttunen 2001) mukaan luontotyyppien arvo on lähinnä geomorfologisessa ja biologisessa kokonaisuudessa, eikä pelkästään kasvillisuudessa. Rakentamisaikaisista samentumista johtuvia vaikutuksia saaria ympäröiville vedenalaisille pohjille ei aiheudu tehdyn mallinnuksen pohjalta arvioituna. Vaikutuksia ei kohdistu myöskään rannikon laguunit-luontotyyppiin.

Maarannan puolella samentumiin liittyvät rehevöittävät vaikutukset olisivat hyvin epätodennäköisiä, ja voisivat kohdistua lähinnä merenrantaniittyjen tai kivikkorantojen luontotyyppiin, jotka mahdollisesti voisivat kärsiä lisääntyvästä umpeenkasvusta. Samentumamallinnusten perusteella tämä ei kuitenkaan ole todennäköistä luontotyyppien sijaitessa kaukana samentuman leviämisalueesta. Muille

maarannan puoleisille luontotyypeille (kasvipeitteiset rantavallit, Itämeren hiekkarannat) havaittavia vaikutuksia ei arvioida aiheutuvan.

Merituulipuiston käytönaikaiset vaikutukset liittyvät lähinnä paikallisiin muutoksiin pohjassa, virtauksissa ja aallonmuodostuksessa. Tuulivoimaloiden aiheuttamat virtausmuutokset ovat kuitenkin hyvin paikallisia, eikä niillä ole vaikutusta merialueen päävirtauksiin ja siten Natura-alueelle saakka tai sen luontotyyppisiin. Pohjan muutokset ja vaikutukset pohjaeliöstöön jäävät hankealueella myös paikallisiksi eivätkä kohdistu Natura-alueelle eikä niillä ole myöskään heikentävää vaikutusta Natura-alueen luontotyyppisiin tai siellä eläviin lajeihin.

Tuulivoimaloiden purkamisen ja merikaapeleiden mahdollisen poiston vaikutukset vedenlaatuun ovat pitkälti vastaavia kuin hankkeen rakentamisaikaiset vaikutukset. Purkamistöistä aiheutuvat samentumat riippuvat osittain siitä, kuinka pitkälle rakenteita puretaan. Purkamistöistä ei aiheudu merkittäviä haittoja Natura-alueen luontotyypeille.

Vaikutusarvioinnissa käytetty asteikko esitetään kappaleessa 6.2.3. **Kokonaisuudessaan luontotyyppisiin harjusaaret ja ulkosaariston luodot ja saaret kohdistuvat vaikutukset ovat lieviä ja palautuvia. Muihin luontotyyppisiin hankkeella ei ole vaikutusta.**

### 6.2.3 Tiivistelmä hankkeen vaikutuksista suojeluperusteina oleviin luontotyyppisiin

Hankkeen vaikutukset Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteina esitetyille veteen välittömästi tai välillisesti liittyväsille luontotyypeille on tiivistetty taulukkoon 6–2. Vaikutusten merkittävyyden arvioinnissa käytetty asteikko esitetään taulukon alaosassa.

Kokonaisuudessaan hankkeesta arvioidaan aiheutuvan korkeintaan lieviä, rakennusaikaan ajoittuvia väliaikaisia heikentäviä vaikutuksia Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteina oleville luontotyypeille. Vaikutukset ovat palautuvia.

*Taulukko 6-2 Hankkeen vaikutukset Gummandooran saariston Natura-alueella esiintyviin, suojeluperusteina oleviin välittömästi tai välillisesti veteen liittyväisiin luontotyyppeihin.*

luontotyyppi	pinta-ala ha	luontotyypin kuvaus	esiintyminen tarkastelualueella	vaikutuksen merkittävyys
1170 Riutat edustavuus B yleisarviointi B	123,2	Vedenalaisia kallioita ja lohkkareita, sekä levävyöhykkeisiä kalliorantoja ja kallioisia kareja.	Natura-alueen keski-osassa.	Rakennusvaiheen samentumisesta mahdollisesti aiheutuvat vaikutukset vähäisiä ja palautuvia. Lievä vaikutus
1220 Kivikkorannat edustavuus C yleisarviointi B	27	Itämeren rannikon ja saariston keskivedenkorkeuden yläpuolella olevia puuttomia, kivikkoisia, soraisia ja somerikkoisia rantoja.	Hylkiriutalla ja Silakkariutalla ja muilla alueen saarilla	Ei vaikutuksia
1610 Harjusaaret edustavuus B yleisarviointi B	2,3	Useiden luontotyyppien muodostamia Itämeren hiekka- ja sorasaaria, luontotyyppiin kuuluvat myös saaria ympäröivät vedenalaiset hiekkapohjat.	Hylkiriutta ja muut alueen saaret keski- ja pohjoisosissa	Rakennusvaiheen samentumisesta mahdollisesti luontotyyppien vedenalaisille osille aiheutuvat vaikutukset hyvin vähäisiä ja palautuvia. Lievä vaikutus.
1620 Ulkosaariston luodot ja saaret edustavuus B yleisarviointi A	42,2	Itämeren pienehköjä, usein puuttomia kallioita tai moreenisaaria ja -luotoja. Usean luontotyypin kokonaisuus, johon kuuluvat myös saaria ympäröivät vedenalaiset pohjat.	Hylkiriutta Silakkariutta ja muut alueen saaret keski- ja pohjoisosissa	Rakennusvaiheen samentumisesta mahdollisesti luontotyyppien vedenalaisille osille aiheutuvat vaikutukset hyvin vähäisiä ja palautuvia. Lievä vaikutus.
1150 Rannikon laguunit, edustavuus C, yleisarviointi B	0,42	Monimuotoisia suolaisen veden täyttämiä suojaista lahtia	Pienialaisia laguuneita saarissa alueen keski-osissa	Ei vaikutusta
1210 Rantavallit, edustavuus C, yleisarviointi B	0,12	Eloperäiset vallit koostuvat monenlaisesta meren kuljettamasta ja aallokon rantaan kasaamasta orgaanisesta materiaalista.	Saarien rannoilla hyvin pienialaisena	Ei vaikutusta
1630 Merenrantaniityt, edustavuus B, yleisarviointi B	3,1	Matalan kasvillisuuden muodostamaa merenrantaniittyä	Saarien rannoilla	Ei vaikutusta
1640 Itämeren hiekkarannat, edustavuus C, yleisarviointi B	0,43	Itämeren hiekkarannat, jolla monivuotista ruohovartista kasvillisuutta	Saarien rannoilla	Ei vaikutusta
<b>edustavuus:</b> A = erinomainen, B = hyvä, C = merkittävä, D = ei merkittävä				
<b>yleisarviointi (kokonaisarvio alueen merkityksestä luontotyypin suojelulle):</b> A = alue on erittäin tärkeä, B = alue on tärkeä, C = alueella on merkitystä				
<b>Arviointiasteikko:</b> erittäin merkittävät vaikutukset, merkittävät vaikutukset, kohtalaiset vaikutukset, lievät vaikutukset, ei vaikutusta				

### 6.3 Vaikutukset Natura-alueen suojeluperusteina oleviin lintulajeihin

Tahkoluotoon suunnitellun merituulipuiston laajennushankkeen linnustovaikutukset voidaan jakaa este-, törmäys- ja häirintävaikutuksiin. Lokkilintujen sekä tiirujen saalistusreviirien arvioidaan ulottuvan hankealueelle. Lisäksi joidenkin Natura-alueen suojeluperusteina mainittujen lintujen muutto saattaa kulkea hankealueen kautta. Estevaikutus syntyy, jos linnut välttävät tuulipuistoaluetta, eivätkä lennä sen läpi vaan kiertävät sen. Lintujen tiedetään pääsääntöisesti väistävän joko yksittäisiä tuulivoimaloita tai kokonaisia puistoja (esim. Desholm 2006; Pettersson ym. 2005; Nilsson & Green 2011). Osa linnuista kuitenkin muuttaa myös tuulipuistoalueen läpi ja yli, kuten Tahkoluodossa syksyisin tietyissä olosuhteissa kurki, laulujoutsen, *Anser*-suvun hanhet, kihut ja kuikkalinnut. Näiden edellä mainittujen tekijöiden johdosta on mahdollista, että joihinkin Natura-alueen suojeluperusteina mainittuihin lintulajeihin kohdistuu vähäinen este- ja törmäysvaikutus.

Häirintävaikutuksia voi kohdistua Natura-alueella pesiviin ja muuttoaikoina alueella lepäileviin lintuihin tuulipuiston toiminnan ja rakentamisen aikana etenkin Natura-alueen eteläosissa, missä voimalat ovat lähimpänä Natura-aluetta. Häirintävaikutuksia arvioidaan koituvan tuulipuiston rakentamisen ja merikaapeleiden asennuksen aikana, kun liikkuminen ja melu lähialueella lisääntyy. Toiminnan aikana häirintävaikutus voi joidenkin tutkimusten mukaan ulottua merituulipuiston toiminnan aikana pahimmillaan jopa kymmenien kilometrien etäisyydelle lähimmistä voimaloista (Peschko ym. 2020) lintulajista riippuen. Tässä tutkimuksessa esitetyt päätelmät ovat tosin osittain ristiriidassa esimerkiksi pikkukajavan osalta BirdLife Internationalin (2021) esittämän kanssa (pikkukajavalle esitetään hyvin matala häiriöherkkyyttä). Ilmeisesti vaikutukset voivat vaihdella lajin sisälläkin alueesta ja vuodenaikasta riippuen.

Tuulipuiston meluvaikutusten arvioidaan olevan nykytiedon valossa vähäinen. Tuulivoimaloiden aiheuttaman melun on mallinnettu ulottuvan alle 40 dB voimakkuudella lintujen pesimäsaariin, Iso-Enskerin saareen ja pienille luodoille, kuten Hylki- ja Silakkariutalle asti. Natura-alueen läntisellä ja eteläisellä merialueella meluvaikutus on suurempi, mutta alueella ei pesi lintuja, ja melun vaikutusta Natura-alueella levähtäviin lintuihin on vaikea todentaa.

Natura-alueen suojeluperusteena olevien lintulajien elinympäristöjen laatuun ei arvioida aiheutuvan vaikutuksia hankkeeseen liittyen. Tehdyn samentumamallituksen perusteella (liite 3) merkittävimmät samentumavaikutukset eivät kohdistu Gummandooran Natura-alueelle. Merituulipuiston rakentamistöihin liittyvien samentumien ja veden ravinnepitoisuuden nousun vaikutukset luontotyyppeihin ja vesieliöstöön arvioidaan lieviksi ja tilapäisiksi, eikä niistä arvioida aiheutuvan vaikutuksia linnuston ravinnonsaannille.

Merituulipuistohankkeen vaikutukset on esitetty lajikohtaisesti seuraavissa kapaleissa. Tiivistetty vaikutustenarviointi on esitetty alla taulukossa 6-3.



Taulukko 6-3 Hankkeen vaikutukset ja niiden merkittävyys Gummandooran saariston suojeluperusteina oleviin lintulajeihin.

Suojeluperusteena olevat direktiivin liitteen I lintulajit					
Laji	Tieteellinen nimi	Hankkeen vaikutukset	Vaikutuksen merkittävyys	Huomautukset	
kuikka	<i>Gavia arctica</i>	Este- ja törmäysvaikutus, häirintävaikutus	Kohtalainen	Estevaikutus muutolle, arvioissa huomioitu huomattava epävarmuus	
kaakkuri	<i>Gavia stellata</i>				
valkoposkihanhi	<i>Branta leucopsis</i>		Ei vaikutusta		
uivelo	<i>Mergus albellus</i>		Lievä		
merikotka	<i>Haliaetus albicilla</i>				
räyskä	<i>Sterna caspia</i>				
lapintiira	<i>Sterna paradisaea</i>				
kalatiira	<i>Sterna hirundo</i>				
palokärki	<i>Dryocopus martius</i>			Ei vaikutusta	Ei vaikutusta
teeri	<i>Tetrao tetrix</i>				
allihaahka	<i>Polysticta stelleri</i>	Este- ja törmäys, häirintä	Lievä		
Lintudirektiivin liitteessä I mainitsemattomat suojeluperusteena olevat lajit					
Laji	Tieteellinen nimi	Hankkeen vaikutukset	Vaikutuksen merkittävyys	Huomautukset	
ristisorsa	<i>Tadorna tadorna</i>	Este- ja törmäysvaikutus, häirintävaikutus	Lievä		
harmaasorsa	<i>Anas strepera</i>				
lapasorsa	<i>Anas clypeata</i>				
tukkasotka	<i>Aythya fuligula</i>				
lapasotka	<i>Aythya marila</i>		Kohtalainen	Erityisesti sulkevat	
haahka	<i>Somateria mollissima</i>		Lievä		
mustalintu	<i>Melanitta nigra</i>		Kohtalainen	Huomioitu huomattava epävarmuus	
pilkkasiipi	<i>Melanitta fusca</i>		Ei vaikutusta	Ei vaikutusta	
tuulihaukka	<i>Falco tinnunculus</i>		Este- ja törmäysvaikutus, häirintävaikutus	Lievä	
karikukko	<i>Arenaria interpres</i>			Ei vaikutusta	
punajalkaviklo	<i>Tringa totanus</i>	Lievä			
naurulokki	<i>Larus ridibundus</i>	Kohtalainen		Erityisesti kohonnut törmäysriski	
selkälokki	<i>Larus fuscus fuscus</i>	Lievä			
ruokki	<i>Alca torda</i>	Ei vaikutusta		Ei vaikutusta	
kivitasku	<i>Oenanthe oenanthe</i>				

### 6.3.1 Vaikutukset lintudirektiivin liitteen I lajeihin

#### **Kuikka ja kaakkuri** *Gavia arctica* ja *G. stellata*

Tietolomakkeen yksilömäärä: -

Natura-alueella: levähtävä

Lajit ovat muuttolintuja, joita esiintyy alueella säännöllisesti muuttoaikoina. Lajien päämuuttoreitit kulkevat myös hankealueen kautta (Ahlman & Luoma 2013; Toivanen ym. 2014) aiheuttaen törmäysriskin. Kuitenkin kuikan kevätmuuttoreitti on siirtynyt Natura-alueelta ilmeisesti länemmäs, ja muuttajamäärät ovat vähentyneet Natura-alueen läpi kulkevalla muuttoreitillä (Suomen Hyötytuuli Oy 2020). Loppukevään, kesän ja syksyn lepäilijälaskennoissa 2020 havaittiin kaikkiaan 372 kuikkaa ja kevään ja kesän 2021 laskennoissa puolestaan 58 kuikkaa (Ahlman 2020, 2021). Kaikki yksilöt havaittiin lennossa, lepäilijöitä tai ruokailijoita ei havaittu lainkaan, joskin pitkiä aikoja sukelluksissa viettävien kuikkalintujen havaitseminen veneestä on varsin hankalaa. Voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Toisaalta kaakkuri tiedetään tutkimusten perusteella erityisen araksi merituulivoimaloiden aiheuttamalle häiriölle (Dorsch ym. 2021). Talvehtimisalueella tuulivoimalat karkottavat kaakkurit lähes kokonaan viiden kilometrin säteellä tuulivoimaloista ja merkittäviä heikentäviä vaikutuksia nähdään 10-15 kilometrin etäisyydelle. Näitä vaikutuksia ei voi kuitenkaan suoraan rinnastaa muuttaviin yksilöihin. Tahkoluodon tuulivoimapuiston tutka-aineiston perusteella kuikat ovat siirtäneet jossain määrin muuttoreittiään ulommas tuulivoimaloiden rakentamisen jälkeen, mutta osa on lentänyt myös voimaloiden välistä. Kaakkurin lentoja kyseisessä aineistossa on voimaloiden rakentamisen jälkeen ainoastaan yksi, se tosin voimaloiden välistä. Ennen voimaloiden rakentamista lentoja oli kuitenkin useita (Mäkelä 2021).

Kuikkalintujen muuttoreittien muutoksia merituulivoimapuiston laajennukseen on vaikea ennakoida. Lajien arkuus tuulivoimaan tiedetään talvehtimisalueilta, toisaalta Tahkoluodossa osa linnuista on lentänyt olemassa olevan tuulivoimapuiston läpi. Lajeja pidetään herkkinä tuulivoiman negatiivisille vaikutuksille nimenomaan karkotusvaikutuksen takia, törmäysriski arvioidaan vähäiseksi (BirdLife International 2021). Ulkomerellä voimalat tulevat kuitenkin olemaan huomattavasti suurempia (korkeus 310 vs. 130m). Mikäli puiston rakentamisen johdosta kuikkalinnut joutuvat muuttamaan muuttoreittiään niin, että ne kiertävät puiston ulkomeren puolelta, kasvaa muuttomatka arviolta 20-30 kilometrillä, riippuen valitusta kiertoreitistä. Lisäys ei ole suuri verrattuna lajien jopa tuhansien kilometrien vuosittaisiin muuttomatkoihin. Gummandooran Natura-alueen kannalta on kuitenkin mahdollista, että lajien muutto alueen halki vähenee huomattavasti. Havaintojen perusteella lajien lepäily hankealueella on todennäköisesti vähäistä. Tuulivoimapuiston laajennuksesta arvioidaan lajeille koituvan **kohtalainen kielteinen vaikutus**, mutta arviossa on huomattava epävarmuus.

### **Valkoposkihanhi** *Branta leucopsis*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5 /vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Valkoposkihanhi on runsastunut alueella viime vuosina. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Lajin pesimäaikainen liikkuminen hankealueella arvioidaan vähäiseksi (Nuotio & Luoma 2009, Nuotio & Sillanpää 2020), jolloin törmäysriski on myös vähäinen. Valkoposkihanhia ei havaittu lainkaan alueen levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 & 2021), myös Tahkoluodon muuttaja-aineistossa laji on ollut suhteellisen vähälukuinen (Mäkelä 2021). Sitä ei myöskään pidetä merituulivoimalle erityisen häiriöalttiina lajina (BirdLife 2021). Häiriövaikutusten ei arvioida heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella **ei ole lainkaan vaikutuksia** lajille.

### **Uivelo** *Mergellus albellus*

Tietolomakkeen yksilömäärä: -

Natura-alueella: levähtävä

Laji on muuttolintu, jota esiintyy alueella säännöllisesti muuttoaikoina. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Uivelon herkkyyttä merituulivoimapuistoille ei tunneta (BirdLife International 2021). Lajia ei havaittu lainkaan alueen levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 & 2021). Tahkoluodon aineistossa laji on lähinnä satunnainen (Mäkelä 2021). Häiriövaikutusten ei arvioida heikentävän Natura-alueella lajin muutonaikaisena levähdys- ja ruokailualueena, sillä laji suosii meren lahtia ja sisävesiä enemmän kuin ulkomerta. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella **on lieviä vaikutuksia** Natura-alueella esiintyvälle populaatiolle.

### **Merikotka**

Laji on alueella osittain paikkalintu, jolla on laaja reviiri. Natura-alueella sijaitsevat pesät sijaitsevat yli viiden kilometrin päässä lähimmistä suunnitelluista voimaloista. Suositusten mukaan minimietäisyys voimaloihin ei saisi olla kahta kilometriä pienempi. Merikotkan tuulivoimavaikutuksia on tutkittu varsin runsaasti, ja lajin tiedetään olevan erityisen altis törmäyksille (esim. May ym. 2020, BirdLife International 2021). Sen sijaan häirintävaikutuksille laji ei ole erityisen altis, mitä

osoittaa esimerkiksi lajin pesintä Tahkoluodossa toimivan tuulivoimapuiston keskellä (Mäkelä 2021). On mahdollista, että Natura-alueella pesivät yksilöt voivat kuitenkin saalistaa myös hankealueella, jolloin törmäysriski on ilmeinen. Tiedossa ei kuitenkaan ole sellaista ravintoresurssia, joka erityisesti vetäisi lajia saalistamaan hankealueelle, koska yleisesti ottaen esimerkiksi lepäilevien vesilintujen määrät hankealueella ovat varsin vähäisiä. Lepäilijälaskennoissa lajia ei havaittu kertaakaan laskentalinjoilta (Ahlman 2020, 2021). Myöskään useista Porin seudulla liikkuneista satelliittiseurannassa olleista merikotkista yksikään ei ollut liikkunut merellä hankealueella (Suomen lajitietokeskus 2021). Toisaalta kyseessä on pitkäikäinen ja hitaasti lisääntyvä laji, jolla harvoin tapahtuvat kohtalokkaat törmäykset voivat vaikuttaa suuresti kantaan. Tämän perusteella tuulivoimahankkeella arvioidaan olevan **lieviä kielteisiä vaikutuksia** lajin Natura-alueella esiintyvälle populaatiolle.

### **Räyskä** *Sterna caspia*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivänä

Laji on muuttolintu, joka pesii lähinnä Natura-alueen pohjoisosissa. Lajin muutto pesimisalueelleen saattaa kulkea hankealueen kautta. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Lajin nykyinen pesimäkolonia ei sijaitse Natura-alueella, ja lajille onkin tyypillistä pesimäkolonioiden äkkinäinen vaihtuminen. Yksittäisiä räyskiä on viime vuosina pesinyt Natura-alueen eteläosissa, jolloin pesivien parien saalistuslennot suuntautuvat todennäköisesti myös jossain määrin hankealueelle (Nuotio & Sillanpää 2020). On kuitenkin ilmeistä, että Natura-alueen räyskäpopulaation keskeisimmät saalistusalueet ovat muualla, kuin suunnitellulla hankealueella, sillä kerääntymiä ei ole havaittu suuntautuvan hankealueelle Suomen Hyötytuuli Oy:n maastohavainnoinnissa tai levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020, 2021). Lajin herkkyyttä merituulivoimalle ei tunneta hyvin ja sitä pidetään yhtenä lisätutkimuksen prioriteettilajeista. On mahdollista, että vähäiset samentumisvaikutukset saattavat hiukan hankaloittaa lajin ravinnonhankintaa.

Kokonaisuutena tuulivoimahankkeella arvioidaan olevan **lieviä kielteisiä vaikutuksia** lajin Natura-alueella esiintyvälle populaatiolle.

### **Lapintiira** ja **kalatiira** *Sterna paradisaea* ja *S. hirundo*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 11-50 ja 101-250/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Lajit ovat muuttolintuja, jotka pesivät Natura-alueella. Lajien saalistuslennot saattavat ulottua ja suuntautua aina hankealueelle asti. Levähtäjälaskennoissa

tavattiin varsin runsaasti lapintiiroja sekä määrittämättömiä tiiroja, kaikkiaan yhteensä 254 yksilöä, joista lajitasolle määritettiin lapintiiroja 50 yksilöä, kalatiiroja ei lainkaan (Ahlman 2020, 2021). Tiirujen saalistuslennot tapahtuvat useimmiten törmäyskorkeuden alapuolella, mutta siirtyessään saalistusalueiden välillä ne saattavat nousta myös törmäyskorkeudelle. Kala- ja lapintiiraa ei pidetä erityisen herkkinä lajeina merituulivoiman törmäys- tai häiriövaikutuksille (BirdLife International 2021). Lajeille voi koitua lieviä vaikutuksia veden samenenemisen suorista tai epäsuorista vaikutuksista kalastukseen, mutta vaikutus on tilapäinen. Kokonaisuuksena arvioidaan hankkeella olevan **lievä kielteinen vaikutus** lajien esiintymiselle Natura-alueella.

### **Palokärki** *Dryocopus martius*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on paikkalintu, joka pesii Natura-alueella. Lajin elinympäristöihin (metsät) ei kohdistu haitallisia vaikutuksia. Hankkeella **ei arvioida olevan vaikutuksia lajiin** tai lajin elinympäristöön.

### **Teeri** *Tetrao tetrix*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on paikkalintu, joka pesii Natura-alueella. Lajin elinympäristöihin (metsät) ei kohdistu haitallisia vaikutuksia. Hankkeella **ei arvioida olevan vaikutuksia lajiin** tai lajin elinympäristöön.

### **Allihaahka** *Polysticta stelleri*

Tietolomakkeen yksilömäärä: -

Natura-alueella: levähtävä

Laji on harvalukuinen muuttolintu, jota esiintyy alueella muuttoaikoina. Lajin kokonaispopulaatio on vähentynyt ja se on arvioitu maailmanlaajuisesti vaarantuneeksi (Fredrickson 2020). Taantuminen heijastuu myös Suomen havaintoihin, eikä lajia tavata koko Satakunnassa enää edes vuosittain. Allihaahkoja ei tavattu levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 ja 2021), eikä sitä ole tavattu Tahkoluodon aineistossa (Mäkelä 2021). On kuitenkin pantava merkille, että huomattava osa Suomen allihaahkahavainnoista tehdään hyvin myöhään syksyllä tai talvikuukausina, jolloin levähtäjälaskentaa ei tehty. Lajin häiriö- tai törmäysherkkyydestä ei ole tarkkaa tietoa (BirdLife International 2021), mutta yleisesti ottaen mereisiä ympäristöjä suosivia vesilintuja pidetään riskilajeina. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista

maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän Natura-aluetta lajin muutonaikaisena levähdys- ja ruokailualueena. Kokonaisuutena arvioidaan, että hankkeella on **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

### 6.3.2 Vaikutukset lintudirektiivissä mainitsemattomiin, alueella säännöllisesti tavattavat lintulajeihin

#### **Ristisorsa** *Tadorna tadorna*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Ristiorsia ei havaittu levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 ja 2021), Tahkoluodon muuttaja-aineistossa laji on harvalukuinen (Mäkelä 2021). Sen ei arvioida olevan erityisen herkkä merituulivoiman aiheuttamille häiriö- tai törmäysvaikutuksille (BirdLife International 2021). Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin, joskin tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella on **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

#### **Harmaasorsa** *Anas strepera*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii harvalukuisena Natura-alueella. Harmaasorsia ei havaittu levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 ja 2021), Tahkoluodon muuttaja-aineistossa laji on harvalukuinen (Mäkelä 2021). Lajin herkkyyttä merituulivoiman häiriö- ja törmäysvaikutuksille ei tunneta (BirdLife International 2021). On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella on **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

### **Lapasorsa** *Anas clypeata*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Lapasorsia ei havaittu levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 ja 2021), Tahkoluodon muuttaja-aineistossa laji on harvalukuinen (Mäkelä 2021). Lajin herkkyyttä merituulivoiman häiriö- ja törmäysvaikutuksille ei tunneta (BirdLife International 2021). On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella on **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

### **Tukkasotka** *Aythya fuligula*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 11-50/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Tukkasotka on Suomessa vähentynyt voimakkaasti ja on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (Hyvärinen ym. 2019). Lajin herkkyyttä merituulivoiman häiriö- ja törmäysvaikutuksille ei tunneta (BirdLife International 2021). Levähtäjälaskennoissa nähtiin ainoastaan kaksi tukkasotkaa (Ahlman 2020 ja 2021). On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Tällä perusteella arvioidaan, että hankkeella on **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

### **Lapasotka** *Aythya marila*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5 paria

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Laji lienee kuitenkin todellisuudessa kadonnut Satakunnan pesimälinnustosta (Mäkelä 2021). Lapasotka on Suomessa vähentynyt voimakkaasti ja se on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (Hyvärinen ym. 2019). Lapasotkia ei havaittu levähtäjälaskennoissa (Ahlman 2020 ja 2021); Tahkoluodon muuttaja-aineistossa laji on melko säännöllisesti esiintyvä, mutta melko vähälukuinen muuttaja. Lapasotkat muuttavat pääasiassa

vedenpintaa pitkin (Mäkelä 2021). Lajilla arvioidaan olevan vähäinen törmäysriski merituulivoimaloihin, mutta häiriövaikutusta lajiin pidetään korkeana (BirdLife International 2021). On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella on korkeintaan vähäisiä heikentäviä **lievä kielteinen vaikutus** lajille.

### **Haahka** *Somateria mollissima*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 600-1000 paria

Natura-alueella: pesivä

Haahka on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Haahkan kanta on Suomessa pienentynyt huomattavasti ja laji on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi (Hyvärinen ym. 2019). Haahkan osalta merituulivoiman häiriövaikutus arvioidaan kohtalaiseksi, mutta törmäysvaikutukset vähäisiksi (BirdLife International 2021). Tahkoluodon alueen pesimälintuselvityksissä (kattaa osan Gummandooran alueesta) lajin pesimäkanta oli pienentynyt vuoteen 2012 verrattuna 360 parista 270 pariin, toisaalta vertailualueena olleessa Preiviikinlahden ulkosaaristossa muutos samalla jaksolla oli vielä jyrkempi (702 -> 356 paria) (Nuotio & Sillanpää 2020b). Näyttää siis ilmeiseltä, että merelle sijoitettavilla tuulivoimaloilla on tuskin merkitystä rannikolla pesivään haahkakantaan.

Gummandooran saaristo on myös merkittävä kesäaikainen haahkan sulkimisalue (Ijäs ym. 2014). Lajia tavattiinkin tuulivoimapuiston laajennuksen levähtäjälaskennoissa runsaasti (Ahlman 2020 & 2021). Eniten haahkoja laskettiin kesäkuun alussa (4.6.2020 1087 yks. ja 5.6.2021 1333 yks.). Kyseessä ovat tuolloin nimenomaan enimmäkseen sulkivat koirashaahkat. Haahkojen esiintyminen painottui voimakkaasti alueen itäosiin, eli lähelle Gummandooran Natura-aluetta.

Myös merkittävä haahkan muuttoreitti kulkee myös hankealueen lähistöltä ja kautta aiheuttaen törmäysriskin. Haahkoja on tavattu jonkin verran myös muuttoaikoina hankealueella levähtäjälaskennoissa. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää. Voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Tahkoluodon aineiston perusteella tuulivoimapuiston rakennuksen jälkeen haahkan muuttoreitti on siirtynyt hiukan lännemmäksi (Mäkelä 2021). Toisaalta merituulipuiston alueella ruokailee ja lepäilee päivittäin maaliskuun vaihteesta syyskuulle satoja haahkoja. Ruokailualueissa ei ole havaittu muutosta merituulipuiston rakentamisen jälkeen ja haahkat viihtyvät usein aivan merituulivoimaloiden juurella (Mäkelä 2021).



Haahkan osalle suurin vaikutus koitunee lajin huomattavan sulkimispaikan mahdollisesta supistumisesta tai kokonaan muuttumisesta. Pesimiseen ja muuttoon kohdistuvat vaikutukset arvioidaan lieviksi. Lieviä kielteisiä vaikutuksia tulla myös samentumisen (oletettavasti kuitenkin vähäisistä) vaikutuksista haahkan ravinnonhankintaan (saalistuksen vaikeutuminen, pääravintokohteen sinisimpukoiden mahdollinen väheneminen). Kokonaisuutena haahkan osalta **kielteinen vaikutus arvioidaan kohtalaiseksi.**

#### **Mustalintu** *Melanitta nigra*

Tietolomakkeen yksilömäärä: -

Natura-alueella: levähtävä

Laji on muuttolintu, jota esiintyy alueella muuttoaikoina. Lajilla arvioidaan olevan alhainen törmäysriski, mutta korkea häiriövaikutusten todennäköisyys (BirdLife International 2021). Mustalinnut lentävät muuttolennessä hyvin leimallisesti vedenpinnassa, mikä osaltaan selittää vähäistä törmäysriskiä. Tämä näkyy hyvin esimerkiksi Tahkoluodon aineistossa (Mäkelä 2021). Levähtäjälaskennoissa havaittiin yhteensä noin tuhat mustalintua, joista lähes kaikki (muutto)lennossa (Ahlman 2020, 2021). Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää, sillä voimaloiden etäisyydet toisistaan on pääsääntöisesti yli kilometrin. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Lähtökohtaisesti mustalintujen on todettu välttävän tuulipuistoalueita muuttomatkoillaan, ja kiertävän ne jo kaukaa (Dierschke ym. 2016), joten mustalinnut saattaisivat tuulipuiston toiminnan aikana kiertää tuulipuiston. Toisaalta Tahkoluodossa näin ei ole tapahtunut, toisin kuin esimerkiksi haahkalla (Mäkelä 2021). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän Natura-aluetta lajin muutonaikaisena levähdys- ja ruokailualueena. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella on **lieviä heikentäviä vaikutuksia** lajille.

#### **Pilkkasiipi** *Melanitta fusca*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 6-10/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii vähälukuisena Natura-alueella. Tahkoluodon pesimälinnustolaskennoissa ei ole tapahtunut lajin pesimäkannassa muutosta tuulivoimapuiston rakentamisen jälkeen, mutta parimäärät ovat pieniä (Nuotio & Sillanpää 2020b). Levähtäjälaskennoissa havaittiin pesimäkantaan verraten huomattavan suurii määriä pilkkasiipiä pitkin kesää, esimerkiksi 68 yks. 6.7.2021 ja 41 yks. 23.6.2020 (Ahlman 2020, 2021). Valtaosa yksilöistä havaittiin lennessä. Kesikesäiset pilkkasiivet saattavat olla suurelta osin muualta tulleita muuttajia tai sulkijoita.

Lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin, mitä kuvaa lepäilijälaskentojen yksilömäärissä esimerkiksi 124 yks. 28.4.2021. Valtaosa lajin muutosta kuitenkin kulkenee idempänä ja usein myös hyvin korkealla. Muuttajien osalta tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei vaikuta muodostavan lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää, sillä voimaloiden etäisyydet toisistaan ovat vähintään ja pääsääntöisesti yli kilometrin. Lisäksi voimaloiden suhteellinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007).

Pilkkasiipi arvioidaan lajiksi, jolla tiedot merituulivoimapuistojen vaikutukset tunnetaan vielä hyvin puutteellisesti. Muihin vesilintuihin verraten häiriövaikutusten ei arvioida kuitenkaan merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Sen sijaan kesäaikaiseen lepäilyyn/sulkimiseen tuulivoimapuiston merkitys saattaa olla huomattava, mutta vaikutuksen arviointi on hyvin vaikeaa ja epävarmaa. On esimerkiksi epäselvää, ovatko tuulivoima-alueella kesällä tavattavat yksilöt muualta tulleita sulkijoita vai Natura-alueen pesijöitä. Epävarmuustekijät ja varovaisuusperiaate huomioiden tuulivoimapuiston **kielteinen vaikutus lajille arvioidaan kohtalaiseksi.**

#### **Tuulihaukka** *Falco tinnunculus*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 1-5/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Lajin muutto ei todennäköisesti kulje hankealueen kautta, eikä laji liiku hankealueella pesimäaikaan. Häiriövaikutusten ei arvioida heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Hankkeella **ei arvioida olevan vaikutuksia** lajiin tai lajin elinympäristöön.

#### **Punajalkaviklo** *Tringa totanus*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 11-50/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta aiheuttaen törmäysriskin. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää, sillä voimaloiden etäisyydet toisistaan on pääsääntöisesti yli kilometrin. Lisäksi voimaloiden suhteellisen vähäinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Punajalkaviklojen tiedetään myös muuttavan enimmäkseen hyvin korkealla, jopa useiden kilometrien korkeudessa (Li ym. 2020). Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Näiden perusteella arvioidaan, että hankkeella **ei ole lainkaan kielteisiä vaikutuksia lajille.**

### **Karikukko** *Arenaria interpres*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 11-50/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. On mahdollista, että lajin muutto kulkee myös hankealueen kautta, jolloin aiheutuu yksilöille törmäysriski. Tässä tarkasteltava tuulivoimapuisto ei kuitenkaan muodosta lajin muuttoreitille sellaista maantieteellistä estettä, jota yksilöt eivät voisi väistää, sillä voimaloiden etäisyydet toisistaan on pääsääntöisesti yli kilometrin. Lisäksi voimaloiden suhteellisen vähäinen määrä ei aiheuta merkittävää törmäysriskiä suhteutettuna lintujen käyttämään lentotilaan (Band ym. 2007). Karikukon muuttokorkeudesta ei ole tietoja, mutta oletettavasti muutto tapahtuu enimmäkseen hyvin korkealla monien kahlaajien tapaan. Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Lähinnä epävarmuustekijöistä johtuen arvioidaan, että hankkeella on **lieviä heikentäviä vaikutuksia lajille**.

### **Naurulokki** *Larus ridibundus*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 11-50/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Lajin ruokailulennot saattavat ulottua aina hankealueelle asti. Naurulokin ruokailulennot tapahtuvat useimmiten törmäyskorkeuden alapuolella, mutta siirtyessään saalistusalueiden välillä ne saattavat nousta myös törmäyskorkeudelle. Levähtäjälaskennoissa lajia havaittiin vain hyvin niukasti (yhteensä 22 yks. vuonna 2021, mutta ei lainkaan vuonna 2020 [Ahlman 2020, 2021]). Naurulokin törmäysalttius arvioidaan korkeaksi, mutta häiriövaikutusten suhteen riski arvioidaan hyvin matalaksi (BirdLife International 2021). Törmäysriskin vuoksi hankkeella arvioidaan siksi olevan **lievä kielteinen vaikutus** lajin esiintymiselle Natura-alueella.

### **Selkälokki** *Larus fuscus fuscus*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 101-250 paria

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Tahkoluodon tuulivoimapuiston alueella pesii kaikkiaan hiukan toista sataa selkälökkiparia, mutta lajin poikastuotto on ollut keskimäärin hyvin heikko, kuten monella muullakin alueella Suomessa (Nuotio & Sillanpää 2020b). Selkälökkeja ruokailee jossain määrin suunnitellun tuulivoimapuiston laajennuksen alueella, esimerkiksi 31 yks. 4.6.2021 (Nuotio & Sillanpää 2018; Nuotio & Sillanpää 2019; Ahlman 2020; 2021). Havaintojen perusteella Tahkoluodon selkälökkipopulaation pääasiallinen ruokailualue on hankealueen eteläpuolella. Lajin tiedetään lähetinseurantojen perusteella ruokailevan usein myös öisin (esim. Thaxter ym. 2018), mitä normaaleilla

tarkkailumenetelmillä on mahdotonta todeta ainakin keskikesän ulkopuolella. Selkälokkia pidetään törmäyksille erittäin alttiina lajina (BirdLife International 2021), sen sijaan häiriövaikutukset eivät lajin suhteen ole todennäköisiä. Selkälokki on koko Suomessa erittäin voimakkaasti vähentynyt laji, uhanalaisluokitukseltaan erittäin uhanalainen (Hyvärinen ym. 2019). Laji on myös pitkäikäinen, joten pienelläkin aikuiskuolleisuuden lisäyksellä voisi olla huomattava negatiivinen vaikutus populaatioon. Vähäisellä samentumisella voi myös olla vaikutusta selkälokin kalastustehokkuuteen. Edellä mainittujen seikkojen vuoksi arvioidaan, että **kasvaneen törmäysriskin vuoksi vaikutus lajin esiintymiselle Natura-alueella arvioidaan kohtalaiseksi.**

#### **Ruokki** *Alca torda*

Tietolomakkeen yksilömäärä: -

Natura-alueella: levähtävä

Laji on muuttolintu, jota levähtää Natura-alueella muuttoaikoina ja lisäksi muualla pesivät yksilöt kalastavat alueella. Levähtäjälaskennoissa lajia tavattiin varsin tasaisesti niin ajallisestikin kuin paikallisestikin pitkin hankealuetta. Lajin lajityyppilinen lentokorkeus on niin alhainen, että lajin ei arvioida kärsivän törmäyskuolleisuudesta. Häiriövaikutusten ei arvioida merkittävästi heikentävän Natura-alueella lajin muutonaikaisena levähdys- ja ruokailualueena, mutta ruokkilintujen on osoitettu viimeaikaisten tutkimusten perusteella välttävän tuulipuistoalueita (Peschko ym. 2020). Kuitenkin BirdLife International (2021) pitää lajin häiriöalttiutta alhaisena (törmäysriskiä erittäin alhaisena). Vähäisellä samentumisella voi myös olla vaikutusta lajin kalastustehokkuuteen Varovaisuusperiaatteen mukaan hankkeella arvioidaan siksi olevan **lievä haitallinen vaikutus** lajin esiintymiselle Natura-alueella.

#### **Kivitasku** *Oenanthe oenanthe*

Tietolomakkeen yksilömäärä: 5-15/vuosi

Natura-alueella: pesivä

Laji on muuttolintu, joka pesii Natura-alueella. Lajin muutto ei todennäköisesti juuri kulje hankealueen kautta ja pienikokoisena lajina sen törmäysriski on vähäinen. Kivitasku ei myöskään liiku hankealueella pesimäaikaan. Häiriövaikutusten ei arvioida heikentävän lajin pesintäolosuhteita Natura-alueella. Hankkeella **ei arvioida olevan vaikutuksia lajiin** tai lajin elinympäristöön.

## 7 Vaikutukset Natura-alueen eheyteen

Toimivaltainen viranomainen voi antaa hyväksyntänsä hankkeen tai suunnitelman toteuttamiselle vasta siinä vaiheessa, kun on varmistuttu siitä, ettei hanke tai suunnitelma vaikuta Natura-alueen koskemattomuuteen. Koskemattomuudella ei kuitenkaan tarkoiteta alueen täydellistä koskemattomuutta tai luonnontilaisuutta vaan sillä tarkoitetaan Natura-alueen *eheyttä*, jossa koko alueen ekologisen

rakenteen ja toiminnan tulee säilyä elinkelpoisena. Arvioitaessa hankkeen tai suunnitelman kokonaisvaikutuksen merkittävyyttä Natura-alueeseen tulee lopullisena kriteerinä käyttää mahdollisesti aiheutuvaa negatiivista vaikutusta alueen eheyteen (Söderman 2003).

Natura-alueen eheyden yhteydessä on huomioitavaa, että vaikka hankkeen tai suunnitelman vaikutukset eivät olisi mihinkään suojeluperusteena olevaan luontotyyppiin tai lajiin yksinään merkittäviä, vähäiset tai kohtalaiset vaikutukset moneen luontotyyppiin tai lajiin saattavat vaikuttaa alueen ekologiseen rakenteeseen ja toimintaan kokonaisuutena. Vaikutusten ei myöskään tarvitse kohdistua suoraan alueen arvokkaisiin luontotyypeihin tai lajeihin ollakseen merkittäviä, sillä ne voivat kohdistua esim. alueen hydrologiaan tai tavanomaisiin lajeihin ja vaikuttaa tätä kautta välillisesti suojeluperusteina oleviin luontotyypeihin ja/tai lajeihin. (Söderman 2003)

Södermanin (2003) mukaan varsinaisen lajin tai luontotyypin suotuisan suojelutason arviointi ei enää kuulu Natura-arviointiin, koska alue on liitetty Natura 2000 -verkostoon kriteerilajien ja avainluontotyyppien suotuisan suojelutason varmistamiseksi eli suotuisan suojelutason arviointi on tehty jo alueita valittaessa. Lajien ja luontotyyppien suotuisan suojelutason säilyttämiseksi tai saavuttamiseksi tarvitaan kaikki valitut Natura 2000 -alueet. Jotta tavoite saavutetaan, alueita ei saa *merkittävästi* heikentää. Keskeistä on näin ollen vaikutusten merkittävyyden aluekohtainen arviointi. Mikäli luonnonarvojen todetaan heikentyvän merkittävästi, tulee valtioneuvoston harkita luvan mahdollista myöntämistä tai suunnitelman vahvistamista. Tällöin on tarpeen tietää, miten merkittävästä muutoksesta on kysymys koko maan Natura-alueverkostoa ajatellen.

Vaikutusten merkittävyyden arviointi alueen eheyden kannalta on koottu taulukoon 7-1.

*Taulukko 7-1 Vaikutusten merkittävyyden arviointi alueen eheyden kannalta (Byron 2000; Department of Environment, Transport of Regions, mukailten Södermanin 2003 mukaan).*

Vaikutuksen merkittävyys	Kriteerit
Merkittävä kielteinen vaikutus	Hanke tai suunnitelma vaikuttaa haitallisesti alueen eheyteen, sen yhtenäiseen ekologiseen rakenteeseen ja toimintaan, joka ylläpitää elinympäristöjä ja populaatioita, joita varten alue on luokiteltu.
Kohtalaisen kielteinen vaikutus	Hanke tai suunnitelma ei vaikuta haitallisesti alueen eheyteen, mutta vaikutus on todennäköisesti merkittävä alueen yksittäisiin elinympäristöihin tai lajeihin.
Vähäinen kielteinen vaikutus	Kumpikaan yllä olevista tapauksista ei toteudu, mutta vähäiset kielteiset vaikutukset ovat ilmeisiä.

Myönteinen vaikutus	Hanke tai suunnitelma lisää luonnon monimuotoisuutta, esimerkiksi luodaan käytäviä eristyneiden alueiden välillä tai aluetta kunnostetaan tai ennallistetaan.
Ei vaikutuksia	Vaikutuksia ei ole huomattavissa kielteiseen tai positiiviseen suuntaan.

Tässä tarkasteltavan tuulipuistohankkeen kielteiset vaikutukset Gummandooran saariston Natura 2000 -alueen *ehyteen* arvioidaan vähäisen kielteisiksi. Hankkeen vaikutukset Natura-alueen suojeluperusteena oleville luontotyypeille arvioidaan korkeintaan lieviksi ja tilapäisiksi. Hankkeesta aiheutuu korkeintaan lieviä tai olemattomia vaikutuksia usealle suojeluperusteina olevalle lintulajille. Joillekin lintulajeille voi kuitenkin koitua kohtalaiseksi arvioituja kielteisiä vaikutuksia. Luonnonarvojen ei kokonaisuudessaan arvioida kuitenkaan heikentyvän merkittävästi.

## 8 Yhteisvaikutukset

Merkittävin yhteisvaikutus voi kohdistua Natura-alueella levähtävään linnustoon Tahkoluodossa jo olemassa olevan merituulipuiston, ja Tahkoluodossa, Mäntyluodossa ja Reposaaressa sijaitsevien tuulivoimaloiden kanssa. Suunniteltu Tahkoluodon merituulipuiston laajennus voi muodostaa olemassa olevan tuulipuiston ja pienempien voimalakokonaisuuksien kanssa muuttolinnuille esteen, jolloin linnut saattavat kiertää sekä olemassa olevan että suunnitellun tuulipuiston joko itä- tai länsipuolelta muuttomatallaan. Estevaikutuksen esiintyminen ja voimakkuus riippuu sekä tuulipuiston sijainnista suuressa mittakaavassa että tuulivoimaloiden sijoittelusta tuulipuiston sisällä. Suunnitellussa laajennushankkeessa tuulivoimalat sijoitetaan vähintään yhden kilometrin etäisyydelle toisistaan, ja olemassa olevan ja suunnitellun tuulipuistohankkeen lähimpien voimaloiden välinen etäisyys on minimissään 3 km. Linnuille aiheutuva törmäysriski kuitenkin kasvaa hieman alueen tuulivoimaloiden määrän kasvaessa.

Yhdessä Siipyyhyn suunnitellun merituulipuiston kanssa hankkeilla ei ole nykytiedon valossa merkittäviä yhteisvaikutuksia linnustoon suuren etäisyyden (noin 30 km) vuoksi. Siipyyhyn suunniteltu tuulipuisto sijaitsee yli viiden kilometrin päässä rantaviivasta, ja lintujen päämuutto kulkee siellä lähempänä rantaa kuin Tahkoluodossa, jolloin puistot eivät yhdessä muodosta merkittävää estettä useimmille muuttaville linnuille. Tästä poikkeuksen muodostavat kuitenkin kuikkalinnut, jotka muuttavat Kristiinankaupungin alueella osittain kaukana merellä. Mikäli estevaikutukset osoittautuvat merkittäviksi kuikkalinnuille, saattaa muuttoreitteihin tulla huomattavia, kymmenien kilometrien kiertomatkoja. Tämän hankkeen osalta Vaasan hallinto-oikeus on päätöksellään 8.12. (pätösnumero 21/0150/2) hyväksynyt

Suupohjan Lintutieteellisen yhdistyksen valituksen maakuntakaavasta, joten sen eteneminen on epävarmaa.

Itä-länsisuuntainen muutto on linnuilla epätavallista Satakunnan alueella, eivätkä alueella pesivien lintujen elinpiirit ulotu rannikon ja suunnitellun puiston alueelle. Poikkeuksen muodostavat laulujoutsen ja metsähanhi, joilla muutto tapahtuu lounas-koillis tai länsi-itä suunnassa. Näiden muutto kulkee kuitenkin laajana rintaman Merenkurkun eteläpuoleisen Pohjanlahden yli. Hankkeen sijainnin vuoksi sillä ei katsota olevan yhteisvaikutuksia manterelle suunniteltujen/sijaitsevien tuulipuistojen kanssa.

Gummandooran saariston Natura-alueella ja sen ympäristössä on meriliikennettä, Natura-alueen eteläosan lävitse kulkee myös vilkas laivaväylä. Natura-alueelle voi kulkeutua samentumia myös mahdollisesta muusta ympäristössä tapahtuvasta toiminnasta, kuten Porin sataman taholta tehtävistä ruoppauksista sekä laivaväylien huoltoruoppauksista.

Hankealueen itäpuolelle laskevan Kokemäenjoen vedet ovat sameita ja runsasravinteisia johtuen peltoalueilta tulevasta hajakuormituksesta. Kokemäenjoen vedet virtaavat merialueella pääosin pohjoiseen ja osin myös länteen hankealueelle. Kokemäenjoen vedet vaikuttavat siten veden sameuteen, ravinteisuuteen ja muuhun laatuun Natura-alueella sekä ajoittain myös hankealueen itäosassa. Jokivesien vaikutus on voimakkainta ylivalumakausina. Yhteisvaikutuksilla on vain lievä vaikutus Natura-alueen luontotyyppeihin.

## 9 Vaikutusten lieventämismahdollisuudet

Hankealueelta ruopattavaksi ja läjitettäväksi massamääräksi on arvioitu kaikkiaan noin 700 000 m<sup>3</sup>krt. Massat muodostuvat pääasiallisesti moreenista ja vain 12 % ruopattavasta materiaalista on arvioitu olevan silttiä, savea tai sekasedimenttiä. Massojen läjittäminen maalle ei ole teknis-taloudellisesti mahdollista. Sameuden ja vedenlaadun osalta vaikutuksia pyritään lieventämään huolellisella suunnittelulla. Läjityssuunnitelmassa on huomioitu hienoainesta sisältävien sedimenttien läjitys soveltuville läjitysalueille ja lisäksi niiden päälle läjitetään moreenikerros eroosiosuojaksi. Läjitysalueet on sijoitettu paikoille, joissa eroosioriski on alhainen ja jotka sijaitsevat mahdollisimman kaukana Natura-alueesta. Mallinnusten perusteella valituilta läjitysalueilta ei ulotu vaikutuksia Natura-alueelle. Myös voimaloiden sijoittelulla mahdollisimman kantavalle ja tasaiselle merenpohjalle, jossa valitsevana maalajina on hiekkamoreeni, on pyritty minimoimaan tarvittavien ja sammennusta aiheuttavien pohjatöiden laajuus.

Vaikutuksia voidaan lieventää suunnittelemalla työkohteiden järjestys siten, että Natura-aluetta lähimpänä sijaitsevilla kohteilla vaikutuksia aiheuttavia työvaiheita vältetään esimerkiksi lintujen pesinnän ja silakan kudun aikaan.

Tuulipuiston aiheuttamaa törmäysriskiä pesiville linnuille voidaan vähentää varmasti ainoastaan siirtämällä voimalapaikkoja kauemmas Natura-alueesta. Tarkkaa etäisyyttä, minkä jälkeen voimat eivät aiheuta törmäysriskiä pesimälinnustolle on hyvin vaikea määrittellä, sillä lintujen käyttämät alueet voivat vaihdella esimerkiksi ravintotilanteen mukaan. Hiljattain on myös tehty joitakin tutkimuksia, joiden mukaan tuulivoimaloiden yhden lavan maalaaminen mustaksi saattaa vähentää esimerkiksi merikotkan törmäysriskiä voimaloiden lapoihin (May ym. 2020). Estevaikutusta voidaan lieventää jättämällä 3 km käytävän olemassa olevan ja suunnitellun tuulivoimapuiston väliin.

Linnustolle kohdistuvia rakentamisen aikaisia häiriövaikutuksia voidaan, erityisesti saarten ja luotojen läheisillä alueilla toimittaessa, lieventää ajoittamalla melua aiheuttavat toimet pesimäkauden ulkopuolelle. Rakennustoimenpiteitä kohdistuu käytännössä muutamaaan voimalapaikkaan kerrallaan.

Tuulipuiston valaistuksessa tulisi käyttää valoja, joissa on mahdollisimman vähän UV-taajuutta, mikä houkuttelee hyönteisiä, ja sitä myöten lintuja tai muuttavia lepakoita turbiinien läheisyyteen. Tulee kuitenkin huomata, että viranomaisilla on lentoturvallisuuteen liittyviä vaatimuksia lentoestevalojen UV-taajuuksille. Myös mahdollisimman himmeillä valoilla voidaan vähentää erityisesti yöllä muuttavien lintujen törmäysriskiä, sillä kirkkaat valot houkuttelevat lintuja turbiineja kohti. Majakkasaarissa (esim. Mustasaaren Västra Norrskär) on hyviä kokemuksia majakan rungon valaisemisesta, tämä toimenpide oli Norrskärillä lähes lopettanut muuttolintujen aiemmin massiiviset törmäilyt majakan runkoon. Merituulivoimaloihin tämä ei välttämättä ole hyvä ratkaisu, jos se lisää kokonaisvalomäärää huomattavasti, mutta sitä voidaan harkita, mikäli törmäyksiä johonkin voimalaan tapahtuu runsaasti.

Tuulivoimaloiden pysäyttämistä ja lintujen seurannasta tutkahavaintojen avulla on saatu vuodesta 2016 Tahkoluodon merituulipuistossa hyviä kokemuksia. Vastaava järjestelmä voisi tuoda huomattavasti uutta tietoa lintujen muutosta ulkomerellä. On kuitenkin huomattava, että seuranta- ja pysäytysjärjestelmän rakentaminen sekä toiminnassa pitäminen on kuitenkin sekä teknisesti että taloudellisesti ulkomerelle monin verroin vaikeampaa kuin mantereelle. Lisäksi kaiken käytettävissä olevan tiedon perusteella tarve pysäytyksille lienee hyvin vähäinen verrattuna rannikon olosuhteisiin lintujen yleisesti pienemmän määrän takia. Lisäksi Tahkoluodon tutka-aineistossa havaituista lennoista yli 99% tapahtuu nykyisten voimaloiden törmäyskorkeuden alapuolella ja lentokorkeudet laskevat useimmilla lajeilla muuton siirtyessä ulommas merelle.

## 10 Vaikutusarvioinnin epävarmuustekijät

Vaikutusarvioinnin ovat laatineet kokeneet biologit ja arviointityötä varten ovat olleet käytettävissä riittävät lähtötiedot ja varmentuneet voimaloiden sekä läjitysten sijaintipaikat. Ruoppausten ja läjitysten vaikutuksia veden samentumiseen on arvioitu virtaus- ja vedenlaatumallinnuksella. Mallinnus on aina todellisuuden



laskennallinen approksimaatio, johon pyritään ottamaan mukaan tärkeimmät mallinnettavaan prosessiin liittyvät ilmiöt riittävällä tarkkuudella. Ruoppaustöiden käytännön suorittaminen todennäköisesti poikkeaa mallinuksissa käytetystä teoreettisesta ruoppaus- ja läjitystehosta, joka on todennäköisesti yliarvio. Pienemällä teholla kiintoainekuormitus ja sementumat jäävät todennäköisesti pienemmiksi, mutta kestävät vastaavasti kauemmin. Ruoppausten ja läjitysten aiheuttaman kiintoainekuormituksen kulkeutumiseen vaikuttavat keskeisesti merialueen virtaukset, joihin vaikuttava merkittävin yksittäinen tekijä on tuulitilanne. Käytössä ovat olleet myös jo hankealueen viereen vuonna 2017 valmistuneen Tahkoluodon merituulipuiston rakentamisen ja käytön aikana saadut kokemukset ja seuranta-aineistot.

Hankealue sekä Natura-alue on pinta-alaltaan laaja ja tehdyt vedenlaiset kartoitukset ja tutkimukset perustuvat aina otantaan. Natura-alueelta olevat lajistotiedot pohjautuvat kuitenkin tehtyihin maastokartoituksiin eikä mallinuksisiin, joten niiden laatu ja yleistettävyyden arvioidaan erittäin hyväksi. Merituulipuistohankeen vaikutusmekanismit luontoon ovat kokonaisuudessaan selkeästi tunnistettavissa.

Meriympäristössä vaikuttavat aina voimakkaasti myös luonnonvoimat, kuten myrskyt ja jääolot, joiden vaikutusta ei välttämättä kyetä ottamaan täysimääräisesti. On myös huomioitava, että merituulivoimasta on vasta vähän käytännön kokemuksia Suomen olosuhteissa.

Linnuston osalta lajeista on hyvin vaihtelevasti tietoa häiriö- ja törmäysherkkyydestä suhteessa merituulivoimaan. On lisäksi ilmeistä, että häiriöherkkyys voi vaihdella ajallisesti ja paikallisesti samankin lajin sisällä, siksi esimerkiksi muuton-aikainen reagointi tuulivoimaan saattaa olla erilaista kuin talvehtimisalueilla. Näin ollen joillakin lajeilla saattaa arvion epävarmuus olla huomattava.

Luonnon prosessit ja yhteydet ekologisessa kokonaisuudessa ovat monimutkaisia eikä niitä ole aina mahdollista tunnistaa perin pohjin. Mahdollisia epävarmuuksia voisivat aiheuttaa esimerkiksi jotkin ennalta arvaamattomat tai välilliset vaikutukset. Kokonaisuudessaan vaikutusarviointia laadittaessa ei kuitenkaan ole havaittu sellaisia seikkoja, jotka aiheuttaisivat huomioitavaa epävarmuutta Natura-arvioinnin tuloksiin ja johtopäätöksiin liittyen.

## 11 Vaikutusten seuranta

Veden sementumista tarkkaillaan rakentamisvaiheen aikana aktiivisesti vesinäytteitä ottamalla. Mikäli merkittävä sementuma ennakoarviosta poiketen näyttää kulkeutuvan Natura-alueelle, keskeytetään vaikutukset aiheuttavat työt kohdeella, kunnes tuulitilanne muuttuu.

Luontotyyppien, erityisesti riuttojen sekä niillä elävien lajien tilaa tullaan seuramaan vedenalaisilla sukelluslinjoilla sekä videokuvauksilla VELMU-menetelmäohjeistusta noudattaen vastaavilla sukelluslinjoilla sekä videopisteillä kuin vuonna

2021 tehdyssä selvityksessä (Leinikki 2021). Tarkkailua toteutetaan rakentamisen aikana sekä sitä seuraavina kolmena vuonna töiden valmistumisen jälkeen.

Suunnitteilla olevan merituulipuiston linnustovaikutusten seurantasuunnitelmaan sisältyy levähtävien, ruokailevien ja muuttavien lintujen seuranta sekä pesimälinnuston laskennat Gummandooran saariston Natura-alueella ja Tahkoluodon edustalla sijaitsevilla saarilla.

Laaditun seurantaohjelman mukaan pesimälinnuston seuranta Natura-alueella toteutetaan merituulipuiston rakentamisen aikana, mikäli rakentaminen kohdistuu lintujen pesimäkauteen touko-heinäkuussa, ja toisena sekä neljäntenä kokonaisuutena kalenterivuotena merituulipuiston tuotannon käynnistyttyä. Neljäntenä kokonaisuutena kalenterivuotena tuulipuiston käynnistymisen jälkeen toteutettavan seurannan jälkeen arvioidaan tarvetta seurannan jatkolle saatujen tulosten perusteella yhdessä viranomaisen kanssa.

Seuranta-alue käsittää Tahkoluodon edustalla sijaitsevat Kaijan ja Kumpelin saaren, sekä Gummandooran saariston Natura-alueeseen kuuluvat saaret Hylkiriutta, Silakkariutta, Iso- ja Vähä-Enskeri ja näiden välissä sijaitsevat pienet saaret Haminakari, Matinkari, Uusikari, Matinkarinkräveli ja Ledaskeri sekä samalla alueella sijaitsevat nimettömät luodot tai karikot. Lisäksi vertailualueena seurataan Preiviikinlahden saariston pesimälinnustoa. Tutkimusmenetelmä on kuvattu tarkemmin Nuotion & Sillanpään (2020a & 2020b) tekemissä alueen pesimälinnuston seurantaraporteissa. Alueen linnuston pesimämenestyksestä on kattavasti seurantatietoa useiden vuosien ajalta, joihin seurannassa saatavia tuloksia voidaan verrata.

## 12 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tahkoluodon merituulipuiston laajennushanke rajautuu pieneltä matkalta Gummandooran saariston Natura-alueeseen. YVA-prosessin jälkeen on hankkeelle tehty tarkentuneita suunnitelmia ja lisäselvityksiä joiden pohjalta on laadittu tämä päivitetty Natura-arviointi.

Aiemmin (AFRY 2021) laaditusta Gummandooran Natura-arvioinnista annetuissa lausunnoissa (Varsinais-Suomen ELY-keskus 28.4.2021 ja Metsähallitus 30.4.2021) esiin nostetut keskeiset asiat ja niiden huomioiminen on esitetty alla.

Lausunnoissa mainittu	Tilanne nyt
Vaikutuksia on vaikea arvioida koska voimaloiden, läjitysalueiden ja infran tarkkoja paikkoja ei ole Natura-arvioinnissa esitetty ja luontotyyppien esiintyminen perustuu suurelta osin mallinuksiin.	Hankesuunnitelmia on tarkennettu ja mm. läjityspaikat on sijoitettu hankealueelle. Vedenalaisia luontotyypejä on selvitetty hanke- ja Natura-alueella.

Lausunnoissa mainittu	Tilanne nyt
<p>Suunnitellusta ruoppausmassojen läjittämisestä mereen tulee luopua kokonaan. Ottaen huomioon Natura-alueen läheisyydessä läjitettävien massojen suuren määrän sekä tiedot eroosiopohjista ja vaikutuksesta alueen riutta-ekosysteemiin ei voida varmistaa, että hanke ei merkittävästi heikentäisi niitä luonnonarvoja, joiden vuoksi Gummandooran Natura-alue on otettu Natura-verkoston, vaikutukset erityisesti linnustoon sekä luontotyyppeihin "hiekkasärkät" ja "riutat".</p>	<p>Läjityksestä on tehty samentumamallinnus, jonka mukaan merkittäviä vaikutuksia Natura-alueelle ei aiheudu. Samentuma jää mallinnuksen mukaan kokonaisuudessaan hankealueen sisälle.</p>
<p>Merikaapelin rakentaminen Gummandooran Natura-alueen läpi ei ole mahdollinen.</p>	<p>Merikaapelia ei rakenneta Natura-alueen läpi.</p>
<p>Muuttolintujen vapaan muuttoreitin turvaamiseksi nykyisen Tahkoluodon tuulivoimapuiston ja selvityksen alla olevan hankkeen väliin jätettävä tarpeeksi leveä (3 km) vapaa lentokäytävä, jotta voidaan varmistaa lintujen turvallinen kulkureitti.</p>	<p>Nykyisen ja suunnitellun Tahkoluodon merituulipuiston väliin on jätetty minimissään 3 km leveä vapaa lentokäytävä.</p>
<p>Tärkeimmät matalikot on säilytettävä rakentamattomina, koska ne voivat olla Natura-alueella pesivien lintujen ruokailualueita.</p>	<p>Voimaloita ei ole sijoitettu 15 metriä matalampaan veteen. Hylkiriutan edustan matalikon välittömään läheisyyteen ei myöskään ole sijoitettu voimaloita.</p>
<p>Hanke voitaisiin toteuttaa vain vaihtoehdon VE1 mukaan lausunnossa esitetyin lieventävin toimenpitein.</p>	<p>Voimaloita on sijoitettu VE2 alueelle, mutta niiden määrä on vähennetty kolmeen.</p>
<p>Vedenalaisluonnon arvoalueiden huomiointi, seurannat ja lintujen tutkaseuranta ovat oleelliset.</p>	<p>Vedenalaisen luonnon seuranta tullaan toteuttamaan. Lintujen tutkaseuranta suunnitellulla tuulipuistoalueella ulkomerellä on teknisesti että taloudellisesti monin verroin vaikeampaa. Käytettävissä olevan tiedon perusteella tarve pysäytyksille lienee hyvin vähäinen verrattuna rannikon olosuhteisiin.</p>

Lausunnoissa mainittu	Tilanne nyt
Natura-arvioinnin kartoissa olisi ollut hyvä esittää vanha Tahkoluodon voimala-alue uuden tuulipuiston kanssa sekä Velmu-mallinnuksiin perustuvat luontotyypit hankealueella samassa kartassa voimaloiden ohjeellisten paikkojen kanssa.	Asiat on esitetty Natura-arvioinnin kartoilla.

Lähimmät tuulivoimalat on sijoitettu alustavassa sijoitussuunnitelmassa noin yhden kilometrin etäisyydelle Natura-alueesta ja lähin läjitysalue noin kolmen kilometrin etäisyydelle. Merituulipuiston rakentamisen aikaan tehtävät ruoppaukset ja voimaloiden perustusten asentaminen voivat aiheuttaa paikallisesti työkohteiden lähiympäristössä samentumista. Suurimmat vaikutukset aiheutuvat läjityksestä, jonka vaikutus voi ulottua ajoittain useamman kilometrin päähän läjitysalueesta. Samentuman leviämistä arvioivan mallinnuksen (liite 3) mukaan työnaikainen samentumavaikutus ei yllä Natura-alueelle ruoppauskohteilta tai läjitysalueilta.

Rakentamisen aikainen työkoneiden melu ja työkoneiden liikkuminen hankealueella voivat aiheuttaa häiriötä Gummandooran saaristossa pesiville linnuille. Tuulipuiston toiminnan aikana tuulivoimaloilla voi olla este- ja törmäysvaikutus merellä saalistaviin ja muuttomatkalla oleviin lintuihin. Lisääntynyt huoltoliikenne hankealueella voi aiheuttaa häirintävaikutuksen linnuille. Veden samentuminen saattaa vaikeuttaa joidenkin lintulajien saalistusta. Samentumisvaikutus ei ulotu suoraan Natura-alueelle, mutta vaikuttaa Natura-alueelta hankealueella ruokaileviin lintuihin.

**Natura-arvioinnin johtopäätöksenä on, että merituulipuiston rakentamisella ja toiminnalla ei arvioida olevan merkittäviä heikentäviä vaikutuksia Gummandooran saariston Natura-alueen suojeluperusteena oleviin luontotyypeihin tai Natura-alueen ominaispiirteisiin kokonaisuutena.** Valtaosalle suojeluperusteena olevista linnuista vaikutukset arvioidaan lieviksi tai olemattomiksi. Joillekin lintulajeille voi kuitenkin koitua kohtalaiseksi arvioituja kielteisiä vaikutuksia.

## 13 Lähteet

- AFRY 2021. Tahkoluodon merituulipuiston laajennus, Gummandooran saariston Natura-arviointi. Raportti 29.1.2021
- Ahlman, S. & Luoma, S. 2013: Isojen lintujen muuttoreitit Satakunnassa – havaintokatsaus. Turun Yliopisto, Merenkulkualan koulutus- ja tutkimuskeskus. 117 s.
- Ahlman, S. 2018: Porin Tahkoluodon merituulipuiston selkälökkiseuranta.
- Ahlman, S. 2019: Porin Tahkoluodon merituulipuiston selkälökkilentojen seuranta.
- Ahlman, S. 2020: Porin Tahkoluodon merituulivoimapuiston laajennuksen kesä- ja syyslevähtäjälaskennat 2020. Ahlman Group Oy.
- Ahlman, S. 2021: Porin Tahkoluodon merituulivoimapuiston laajennuksen kevät- ja kesälevähtäjälaskennat 2021. Ahlman Group Oy.
- Airaksinen, O. & Karttunen, K. 2001: Natura 2000 -luontotyyppiopas. Ympäristöopas 46. Luonto ja luonnonvarat. Suomen ympäristökeskus. [[https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41087/Ymp%a4rist%b6opas\\_46\\_%28.%20paine%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/41087/Ymp%a4rist%b6opas_46_%28.%20paine%29.pdf?sequence=1&isAllowed=y)]
- Arctia Meritaito 2021. Tahkoluodon merituulipuiston laajennusalueen sedimentin haitta-ainetutkimukset 2021. Tutkimusraportti 14.9.2021
- Band, W., Madders, M. & Whitfield D.P. 2007: Developing field and analytical methods to assess avian collision risk at wind farms. Teoksessa Lucas, M., Janss, G. & Ferrer, M. 2007 (toim.): Birds and windfarms. Risk assessment and mitigation:s.259- 275.
- BirdLife International 2021: Summary Report Impact of offshore wind development on seabirds in the North Sea and Baltic Sea: Identification of data sources and at-risk species.
- Desholm, M. & Kahlert, J. 2005: Avian collision risk at an offshore wind farm. Biology Letters 1, 296- 298.
- Dierschke, V., Furness, R. W. & Garthe, S. 2016: Seabirds and offshore wind farms in European waters: Avoidance and attraction. Biological Conservation, 202, 59-68.
- Dorsch, M., Burger, C., Heinänen, S., Kleinschmidt, B., Morkūnas, J., Nehls, G., Quillfeldt, P., Schubert, A., & Žydelis, R. 2019: DIVER – German tracking study of seabirds in areas of planned Offshore Wind Farms at the example of divers. Final report on the joint project DIVER, FKZ 0325747A/B.
- Euroopan komissio 2018: Natura 2000 -alueiden suojelu ja käyttö. Luontodirektiivin 92/43/ETY 6 artiklan säännökset. Komission tiedonanto. [[http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/Provisions\\_Art\\_6\\_nov\\_2018\\_fi.pdf](http://ec.europa.eu/environment/nature/natura2000/management/docs/art6/Provisions_Art_6_nov_2018_fi.pdf)] (20.11.2020)

Fo, A. & Pedersen, I.K. 2019. Offshore wind farms and their effects on birds Dansk Orn. Foren. Tidsskr. 113 (2019): 86-101.

Fredrickson, L. H. 2020. Steller's Eider (*Polysticta stelleri*), version 1.0. In Birds of the World (S. M. Billerman, Editor). Cornell Lab of Ornithology, Ithaca, NY, USA. <https://doi.org/10.2173/bow.steid.01>

Hötker, H., Thomsen, K.-M. & Jeromin, M. 2006: Impacts on biodiversity of exploitation of renewable energy sources: the example of birds and bats – facts, gaps in knowledge, demands for further research, and ornithological guidelines for the development of renewable energy exploitation. Michael-Otto-Institut im NABU, Bergenhusen.

Ijäs, A., Nuotio, K. & Sjöholm, J. 2014: Merilintujen lentokonelaskennat Selkämeren rannikkoalueella 2012–2013.

Kaskela A. ja Rinne H. 2018. Vedenalaisten luontotyyppien mallinnus Suomen merialueella. GTK. Geologian tutkimuskeskuksen raportti 6/2018.

Kontula & Raunio 2018. Suomen luontotyyppien uhanalaisuus. Luontotyyppien punainen kirja osa 1 ja 2.

Kotilainen, A., Kiviluoto, S., Kurvinen, L., Sahla, M., Ehrnsten, E., Laine, A., Lax, H-G, Kontula, T., Blankett, P., Ekebom, J., Hällfors, H., Karvinen, V., Kuosa, H., Laaksonen, R., Lappalainen, M., Lehtinen, S., Lehtiniemi, M., Leinikki, J., Leskinen, E., Riihimäki, A., Ruuskanen, A. & Vahteri, P. 2018: Suomen luontotyyppien uhanalaisuus 2018. Luontotyyppien punainen kirja. Osa 2. Itämeri. Suomen ympäristö 5/2018.

KVVY ry 2016. Hyötytuuli Oy, Tahkoluodon tuulivoimapuiston vesistötarkkailu vuonna 2016. Raportti 352/16. KVVY ry 2017c.

KVVY ry 2017. Hyötytuuli Oy, Tahkoluodon tuulivoimapuiston vesistötarkkailu vuonna 2017. Raportti 1132/17.

KVVY Tutkimus Oy, 2020. Kokemäenjoen ja Porin edustan merialueen yhteistarkkailu vuonna 2019. Julkaisunro 826. Kokemäenjoen vesistön vesiensuojeluyhdistys ry.

Leinikki J. 2021. Vedenalaisen luonnon kartoitus Tahkoluodon merituulipuiston laajennushankkeen alueella Porissa 2021. Raportti.

Li, D., Davison, G., Lisovski, S. et al. Shorebirds wintering in Southeast Asia demonstrate trans-Himalayan flights. Sci Rep 10, 21232 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-77897-z>

Liikenteen turvallisuusvirasto Traficom 2020. Ohje tuulivoimaloiden päivämerkintään, lentoestevaloihin sekä valojen ryhmittymiseen. 7.9.2020. [<https://www.traficom.fi/fi/viestinta/viestintaverkot/tietoa-tuulivoimaloiden-rakentajille>]

May, R., Nygård, T., Falkdalen, U., Åström, J., Hamre, Ø. & Stokke, B. 2020: Paint it black: Efficacy of increased wind turbine rotor blade visibility to reduce avian fatalities. *Ecology and Evolution*. 10. 10.1002/ece3.6592.

Masden, E., Haydon, D., Fox, A. Furness, R., Bullman, R. & Desholm, M. 2009. Barriers to movement: Impacts of wind farms on migrating birds. *Ices Journal of Marine Science - ICES J MAR SCI*. 66. 746-753. 10.1093/icesjms/fsp031.

Metsähallitus 2021: Valtion suojelalueiden biotooppikuviot. [<https://www.metsa.fi/maat-ja-vedet/paikkatieto/suojelualueiden-biotooppikuviot/>] (15.1.2021).

Monivesi Oy 2018. Tahkoluodon tuulivoimapuiston vedenalaisen osan (i) rakennettun alueen vuoden 2014 selvityksen toisto ja (ii) laajennusalueen luontoarvojen esiselvitys 2018. Tutkimusraportti 25.10.2018.

Mäkelä, P. 2021. Tahkoluodon merituulipuiston linnustovaikutuksista lintututka-projektin ja Kallioholman muutonseuranta-aineiston perusteella. Suomen Hyötytuuli Oy.

Nilsson, L. & Green, M. 2011: Birds in southern Öresund in relation to the windfarm at.

Nuotio, K. & Luoma, S. 2009: Tahkoluodon tuulipuiston YVA:n täydentävä linnustoselvitys. – Porin Lintutieteellinen Yhdistys ry. - 51 s.

Nuotio, K. & Sillanpää, M. 2019: Porin Tahkoluodon merituulipuistoalueen selkälökkiseuranta 2019.– Raportti, 34 s.

Nuotio, K. & Sillanpää, M. 2020a: Enskerien saaristoalueen pesimälinnusto 2020.

Nuotio, K. & Sillanpää, M. 2020b: Porin Tahkoluodon merituulipuistoalueen pesimälinnusto 2020.

Peschko, V., Mendel, B., Müller, S., Markones, N., Mercker, M & Garthe, S. 2020: Effects of offshore windfarms on seabird abundance: Strong effects in spring and in the breeding season. *Marine Environmental Research*, Volume 162. 105157. ISSN 0141-1136.

Pettersson, J. 2005: The Impact of Offshore Wind Farms on Bird Life in Southern Kalmar Sound, Sweden.

Pöyry Finland Oy 2004a. Suomen Hyötytuuli Oy. Tahkoluodon merituulipuisto, Pori. Natura-arviointi.

Pöyry Finland Oy 2004b. Suomen Hyötytuuli Oy. Tahkoluodon merituulipuisto, Pori. Gummandooran Natura-arvioinnin päivitys linnustovaikutusten osalta.



Suomen Hyötytuuli Oy 2020: julkaisematon, Tahkoluodon tuulipuiston maasto-seuranta-aineisto.

Suomen lajitietokeskus 2021. Satelliittilinnut. <https://satelliitti.laji.fi/>. 1.12.2021.

Suomen ympäristökeskus 2021. Ympäristökarttapalvelu Karpalo. [<https://www2.ymparisto.fi/KarpaloSilverlight/>]

SYKE ja Metsähallitus 2020. Natura-luontotyyppien inventointiohje. Versio 9. 5.6.2020

Söderman, T. 2003: Luontoselvitykset ja luontovaikutusten arviointi kaavoituksessa, YVA-menettelyssä ja Natura-arvioinnissa. Suomen ympäristökeskus. Ympäristöopas 109/2003.

Thaxter, C. B., Ross-smith, V., Bouten, W., Masden, E., Clark, N. A., Conway, G. J., Barber, L., Clewley, G., & Burton, N. H. K. 2018. Dodging the blades: new insights into three-dimensional space use of offshore wind farms by lesser black-backed gulls *Larus fuscus*. *Marine Ecology-Progress Series*, 587, 247-253. <https://doi.org/10.3354/meps12415>

Toivanen, T., Metsänen, T. & Lehtiniemi, T. 2014. Lintujen päämuuttoreitit Suomessa. BirdLife Suomi ry, Helsinki. [<https://www.birdlife.fi/suojelu/alueet/paamuuttoreitit/>]

Vaasan hallinto-oikeus 2021. Päätösnumero 21/0150/2. [https://www.obotnia.fi/assets/News/2021/12/VHaO-paatos-8.12.2021-dnrot-00944\\_20\\_4101-ja-00968\\_20\\_4101.pdf](https://www.obotnia.fi/assets/News/2021/12/VHaO-paatos-8.12.2021-dnrot-00944_20_4101-ja-00968_20_4101.pdf)

Varsinais-Suomen ELY-keskus. Luonnonsuojelulain 65 §:n mukainen lausunto Hyötytuuli Oy:n Tahkoluodon merituulipuiston osayleiskaavan Natura-arvioinnista. VARELY/124/07.01/2014

Varsinais-Suomen ELY-keskus. Tahkoluodon merituulipuiston osayleiskaavaluonnos. Lausunto. VARELY/360/07.01/2014

Ympäristöhallinto 2021: VELMU. Vedenalaisen meriluonnon monimuotoisuuden inventointiohjelma. [<https://paikkatieto.ymparisto.fi/velmu/>] (15.12.2021).

Ympäristöministeriö 2015. Sedimenttien ruoppaus- ja läjitysohje. Ympäristöhallinnon ohjeita 1/2015.

Ympäristöministeriö 2018: Suomen Natura 2000-alueet. Valtionneuvoston päätös 2018 tietojen tarkistamisesta ja verkoston täydentämisestä. [<https://syke.maps.arcgis.com/apps/webappviewer/index.html?id=831ac3d0ac444b78baf0eb1b68076e1a>]