

Liikenneanalyysi

Merituulivoimapuisto, Halla

160:n tuulivoimalan
suunnitelma



Yhteenveto muutoksista

Vers.	Päivämäärä	Kuvaus	Tarkastaja:	Hyväksyjä:
1.0	11.12.2023	Loppuraportti	Jens Paulsson	Oscar Lindén

Tekijänoikeudet © Halla Offshore Wind Oy. Tätä asiakirjaa, sen liitteitä tai mitään osaa niistä ei saa kopioida, jäljentää, julkaista, levittää tai muokata miltään osin ilman Halla Offshore Wind Oy:n kirjallista lupaa.

Sweco Sverige AB	556767-9849
Projekti	OX2/Halla/Navigointiriskien arviointi
Projektin numero	25008228-001
Asiakas	OX2
Laatija:	Emelie Lernbom
Päivämäärä	6.12.2023
Vers.	1

Sisällysluettelo

Tiivistelmä.....	4
Lyhenteet ja käsitteet/terminologia	5
1 Johdanto	7
1.1 Tavoite.....	7
1.2 Soveltamisala ja rajat	7
2 Katsaus yleisiin tietoihin	9
2.1 Jääolosuhteet.....	9
2.1.1 Jäätyypit.....	9
2.1.2 Jäätalvet.....	12
2.2 Turvaetäisyys	14
3 Tutkimusalue	17
3.1 Hallan merituulivoimapuisto	17
3.2 Syvyyskartoitus	18
3.3 Lähellä olevat merituulivoimapuistot	18
3.4 Jääolosuhteet.....	19
3.5 Tuuliolosuhteet.....	21
3.6 Meriliikennealueet ja reititystoimenpiteet	22
3.7 Suomen merten aluesuunnitelma 2030	23
4 Tiedot ja menetelmä.....	25
4.1 Tutkimuksen suunnittelu	25
4.2 Tiedonhankinta ja näyte	25
4.3 Käsittely ja hallinta	25
4.3.1 FME	25
4.3.2 ArcGIS Pro.....	26
5 Liikenneanalyysi	28
5.1 Alustyytit	28
5.2 Alusten kauttakulkuliikenne	32
5.2.1 Meriliikennealueet	32
5.2.2 Alusten jakautuminen	36
5.2.3 Päällekkäisyysanalyysi	37
5.3 Tuleva liikenne	38
5.4 Lähellä olevat merituulivoimapuistot	39
5.5 Turvaetäisyys	42
6 Keskustelu	45
6.1 Alustyytit ja -koot	45
6.2 Tulevaisuuden skenaariot, liikennemallit ja turvaetäisyydet.....	45
7 Johtopäätös	48
Viittaukset	49

Tiivistelmä

OX2 selvittää mahdollisuuksia merituulivoimapuistoon (OWF) noin 60 kilometrin päässä Oulun rannikosta ja noin 24 kilometrin päässä Hailuodosta Pohjois-Pohjanmaalla. Tuulivoimapuistonsuunniteltu koko on noin 575 km², ja se koostuu 160 tuulivoimalasta, joiden enimmäiskorkeus on 370 metriä. Tämä raportti on liikenneanalyysi, jolla selvitetään, miten tuulivoimapuiston käyttöönotto soveltuu suhteessa lähialueen meriliikenteeseen. Analyysissä huomioidaan myös jääpeite yleisesti.

Liikenneanalyysi osoittaa, että laivaliikenteen määrä Hallan merituulivoimapuiston läheisyydessä on pieni ja alusten koko on pieni verrattuna muihin aluksiin ja liikennetiheyteen Pohjanlahden eteläisemmissä osissa ja Itämerellä. Tämä tarkoittaa sitä, että liikenteellä yleisesti tulisi olla hyvin reittivaihtoehtoja ja tilaa liikkuu tarvittaessa pois tieltä.

Merituulivoimapuiston käyttöönoton arvioidaan vaikuttavan Nordvalen – Kemi/Tornio -välin meriliikenteeseen. Tämä on Hallan alueen vierellä kulkeva reitti, jolla on analyysialueen suurin liikenne. Konseptisuunnitelman (PIANC, 2018) mukainen suositeltu turvaetäisyys ei täyty; tämä voidaan kuitenkin saavuttaa poistamalla uloin tuulivoimala hankealueen luoteiskulmasta. Tämä pätee myös tulevien liikennemäärien ja aluskokojen osalta.

Osa liikenteestä kulkee tällä hetkellä Hallan merituulivoimapuistolle suunnitellun alueen läpi. Tämän liikenteen on valittava eri reitti, jos Halla otetaan käyttöön. Tämä tarkoittaa, että liikenne merituulivoimapuiston ulkopuolella sijaitsevilla meriliikennealueilla voi lisääntyä. Alueen yleisesti vähäisistä liikennemääristä johtuen kasvu ei kuitenkaan johda useampaan kuin yhteen tai pahimmassa tapauksessa kahteen lisäreittiin päivässä.

Hallan hankealueen läpi kulkevaa epävirallista luotsausreittiä pidetään reittinä, johon kohdistuu eniten vaikutuksia. Jos Halla otetaan käyttöön, luotsausreittiä on siirrettävä joko itään tai länteen Hallasta, riippuen syväys- ja jääolosuhteista. Reitinmuutos saattaa hieman pidentää matkaetäisyyttä.

Myös lähistölle suunnitellut muut merituulivoimapuistot on otettu huomioon. Tämä koskee pääasiassa Polargrundin ja Omegan merituulivoimapuistoja Hallan länsi- ja lounaispuolella. Jos kaikki kolme merituulivoimapuistoa otetaan käyttöön, arvioidaan, että Nordvalen – Kemi/Tornio -välin liikenteellä on vähemmän tilaa navigoida, mikä voi aiheuttaa ruuhkia merialueella. Hallan ja mahdollisesti sitä ympäröivien merituulivoimapuistojen käyttöönotto vähentää jäänmurtajien mahdollisia reittejä, mutta on myös suurta epävarmuutta siitä, miten merituulivoimapuistojen käyttöönotto vaikuttaa jääolosuhteisiin.

Lyhenteet ja käsitteet/terminologia

AIS	Automaattinen tunnistusjärjestelmä
ALARP	As Low As Reasonably Practicable (alue, jolla riskit voidaan sietää, jos kaikki kohtuulliset toimenpiteet toteutetaan)
Tutkimusalue	Alue, jonka AIS-tiedot analysoitiin. Alueen pinta-ala on 13 409 km ² . Alue ulottuu länsirannikolta Itämeren itärannikolle ja noin 70 km pohjoiseen ja etelään.
ArcGIS Pro	GIS (Geographic Information Systems) -sovellus, joka suorittaa maantieteellistä analyysiä ja tietojen visualisointia. Käytetään tässä analysissa muun muassa AIS-tietojen analysointiin
Väylä	Sisävesillä, sisämaassa tai lähellä rannikkoa kulkeva merireitti, jonka meriturvallisuuslaitteet osoittavat tai joka on merkitty karttaan tai merenkulkualan julkaisuun
FME	Ohjelmisto, jolla luodaan taso muototiedostona AIS-tietojen perusteella
GW	Gigawatti
M	Merimaili (1 852 metriä)
MMSI-numero	Aluksen radiotunnistenumero, jota käytetään alusten ja rannikkoasemien tunnistamiseen radioviestinnässä sekä meripelastuksessa käytettävien ilma-alusten tunnistamiseen.
OWF	Merituulivoimapuisto
Hankealue	Hallan koko tuulivoimalaitoksen alue (synonyymejä Hallan merituulivoimapuisto, Halla OWF)
Meriliikennealue	Merialuesuunnitelmassa merkittävät liikennealueet tunnistetaan merenkulkualueiksi. Merenkulkualueilla on keskeinen rooli merialueiden nykyisessä ja tulevassa käytössä (Maritime Spatial Planning, n.d.). Tässä raportissa termiä meriliikennealue käytetään merenkulkualueen synonyyminä
Ruotsin kansallinen etu merenkulussa	Ruotsin merialueet, joita on pidettävä merenkulun kannalta kansallisesti merkittävänä. Tässä raportissa mainitaan liikenneväylät.
Liikenneväylä	Liikenneväylä on määritelty alue, jolla noudatetaan yksisuuntaista liikennettä. Luonnolliset esteet, mukaan lukien erotusvyöhykkeet, voivat muodostaa rajan (IMO, n.d.)
Traficom	Liikenne- ja viestintävirasto
TSS	Liikennejakojärjestelmä – alue, jolla vastaantuleva liikenne on jaettu eri liikenneväylille
Väylävirasto	Suomen tie- ja rataverkosta sekä vesiväylistä vastaava virasto
Tuulipuisto	Hankealue
WTG	Tuulivoimalan konerakennelma

1 Johdanto

OX2 suunnittelee hakevansa lupaa Hallan merituulivoimapuiston rakentamiseen alueelle, joka sijaitsee noin 60 kilometrin päässä Oulun rannikosta Pohjois-Pohjanmaalla.

Jos merituulivoimapuistot sijaitsevat lähellä väyliä tai merenkulkualueita, tuulivoimalat voivat aiheuttaa riskin merenkulun turvallisuudelle ja väylien ja meriliikennealueiden käytölle tai haitata merenkulun toimintaolosuhteita, erityisesti jääpeitteisinä aikoina. Lisäksi merituulivoimapuistot voivat vaikuttaa laajemmin satamien saavutettavuuteen ja merenkulkuolosuhteisiin, koska ne voivat vaikuttaa laivareitteihin ja talvimerenkulun reitteihin, riippuen nykyisistä jääolosuhteista sekä kauppalaivojen jäänmurtoavun tarpeesta (Traficom, 2022a). On tärkeää, että uudet merituulivoimapuistot eivät vaikuta merkittävästi saavutettavuuteen tai meriturvallisuuteen. Tästä syystä on tehtävä liikenneanalyysi, jolla kartoitetaan meriliikennettä ja selvitetään mahdollisia reitteihin ja väyliin kohdistuvia vaikutuksia.

Sweco on tehnyt Hallan merituulivoimapuiston alusliikenteeseen kohdistuvista vaikutuksista liikenneanalyysin, jossa huomioidaan aluekohtaiset olosuhteet.

1.1 Tavoite

Tämän liikenneanalyysin tarkoituksena on kartoittaa ja analysoida meriliikennettä Hallan merituulivoimapuiston läheisyydessä. Erityistä huomiota kiinnitetään meriliikenteeseen jääpeitteen aikana. Liikenneanalyysi on perustana merenkulun riskianalyysin parissa tehtävälle työlle.

1.2 Soveltamisala ja rajat

Liikenneanalyysi sisältää kuvauksen ja/tai analyysin seuraavista:

- Alusten lukumäärä
- Alusten koko
- Alustyyppit
- Alusten kauttakulku merituulivoimapuiston alueella ja sen läheisyydessä
- Tulevat liikennevirrat ja -mallit
- Kausivaihtelut
- Jääolosuhteet

Raportti ei sisällä analyysijä riskeistä, joita voi syntyä otettaessa käyttöön merituulivoimapuistoa. Riskit lasketaan, kvantifioidaan ja arvioidaan erillisessä merenkulun riskianalyysissä. Raporttiin sisältyy vain alueen alusliikenteen

kuvaus ja analyysi. Myös jääolosuhteita kuvataan ja analysoidaan vuoden 2022 tietojen perusteella. Raportissa tieto on jaettu kuukausiin, jolloin meri on jäässä, ja sulan kauden kuukausiin.

On syytä huomata, että merituulivoimapuistojen rakennusvaiheen aikana liikenne alueella voi tilapäisesti lisääntyä jonkin verran. Tätä ylimääräistä liikennevirtaa ei kuitenkaan analysoida tässä raportissa.

2 Katsaus yleisiin tietoihin

Energiakehityssuunnittelussa ja merialuesuunnittelussa edellytyksiä sopivien energiantuotantoalueiden löytämiseksi Pohjanlahdelta pidetään hyvinä (Swedish Energy Agency, 2023) (Maritime Spatial Planning, n.d.) (Virtanen, 2022). Samalla on tärkeää löytää mahdollisuudet merituulivoimapaistojen ja merenkulun väliseen rinnakkaiseloon.

Alusliikenteeseen kohdistuvien mahdollisten vaikutusten vähentämiseksi on tärkeää ottaa huomioon reunaehdot, joilla varmistetaan ihmisten turvallisuus. Traficomien mukaan ulomman tuulivoimalan ja lähimmän laivaväylän välille tulisi luoda turvaetäisyys. Lisäksi tuulivoimaloiden käyttöönotto Pohjanlahdelle edellyttää erityisen huolellista talviliikenteen suunnittelua.

Tässä luvussa kuvataan niitä taustatekijöitä, jotka ovat tärkeitä liikenneanalyysin tulosten ja myöhemmin merenkulun riskianalyysin kannalta. Ensinnäkin kuvataan erilaisia jääolosuhteita, joita Pohjanlahdella voi esiintyä ja miten ne voivat vaikuttaa meriliikenteeseen. Tämän jälkeen laaditaan suosituksia meriliikenteen ja tuulivoimaloiden välisistä turvaetäisyyksistä. Huomaa, että nämä ovat vain suosituksia. Sen sijaan Hallan merituulivoimapaistolle mahdollisesti merkityksellisiä turvaetäisyyksiä käsitellään tarvittaessa merenkulun riskianalyysissä suhteessa merituulivoimapaistolle tehtyihin riskilaskelmiin.

2.1 Jääolosuhteet

Se, että suuri osa Itämeren vesistä, erityisesti Perämeri, jäätyy joka vuosi, vaikuttaa merenkulkuun, ja alukset ovat toisinaan riippuvaisia jäänmurtajien avusta. Jos jääesteitä esiintyy, jääpeitteisinä kuukausina meriliikenne joutuu usein kulkemaan eri reittejä kuin sulan veden aikaan. Erityyppiset jääpeitteet voivat myös vaikuttaa meriliikenteeseen eri tavoin.

Merituulivoimalaa otettaessa käyttöön alueen jäänmuodostuksessa voi tapahtua muutoksia. Vielä ei kuitenkaan tiedetä, miltä jäänmuodostuksen ja jääpeitteen muutos saattaa näyttää.

2.1.1 Jäätyypit

Jäätyymiseen vaikuttavat sää, tuuli ja lämpötila sekä vesimassojen jäähtyminen syksyllä (SMHI, 2021a). Merellä on erityyppisiä jääpeitteitä. Taulukko 1 esittelee nämä eri tyypit.

Merijää voidaan jakaa erityyppisiin jäihin. Ilmatieteen laitos (2021) jakaa merijään kiintojäähän ja ajojäähän, jään liikkuvuudesta riippuen. Kiintojää sijaitsee rannikko- ja saaristoalueilla, ja ajojää liikkuu ja joissakin tapauksissa pakkautuu tai luo railoja jääkenttään.

Ajojää

Liikkuvaa jäätä kutsutaan ajojääksi. Se kattaa 1–100 % merenpinnasta. Liikkeet johtuvat tuulesta ja merivirroista, Itämerellä erityisesti tuulesta (Finnish Meteorological Institute, 2021).

Railot

Kun ajojää liikkuu kiintojään tai yhteen jäätyneen ajojääkentän reunasta ulospäin, avautuu jääkenttään railo. Kovan tuulen aikana voi railon leveys kasvaa vuorokaudessa jopa 10–30 km. Jos tuulen suunta pysyy lähes muuttumattomana laajalla alueella, voi railo muodostua hyvinkin pitkäksi. Perämeren pohjoisosiin avautuu tyypillisesti kevätaikaan "puolikuuksi" kutsuttu railo. Se ulottuu Ruotsin rannikolta Luulajan edustalta Kemin majakan ja Merikallojen kautta aina Raahen ja jopa Kokkolan edustalle. (Finnish Meteorological Institute, 2021).

Ahtojää

Kohdatessaan esteen liikkuva ajojää kasaantuu, eli ahtoutuu. Yleensä näin tapahtuu, kun jääkenttä siirtyy kohti kiintojään reunaa. Matalikkojen kohdalla ahtaumat ankkuroituvat pohjaan ja voivat näkyvältä osaltaan kasvaa jopa kymmenmetrisiksi. Ahtojäätä esiintyy myös keskisillä merialueilla, missä mutkittelevat ahtojäävallit syntyvät jäälautojen puristuessa toisiaan vasten, rikkoutuessa ja lohjenneiden palasten kasautuessa vedenpinnan ylä- ja alapuolelle. (Finnish Meteorological Institute, 2021).

Tuuli voi hajottaa tai kasata merijäätä, jolloin syntyy meriliikenteeseen vaikuttavia olosuhteita, esimerkiksi rannikolle ja satamien kulkureiteille muodostuvia ahtojäävalleja ja kasautumia. Itämeren alueella etelän ja lännen väliset tuulet ovat vallitsevia. Tästä johtuen merijää siirtyy kohti Suomen rannikkoa, pakkautuu ja luo ahtaumia. Vastaavasti suurin osa railoista syntyy Ruotsin rannikolle. (Finnish Meteorological Institute, 2021) Railot ovat jäätikön halkeamia, jotka syntyvät jäämassojen ajautuessa erilleen (SMHI, 2021b).

Laajojen merijääkenttien liikehdintä on vaarallinenkin ilmiö. Ajojää voi kohdistaa aluksiin sellaista painetta, että ne joko ajelehtivat jään mukana ja menettävät hallinnan tai juuttuvat jäihin. Laivaliikenteelle suurinta vaaraa aiheuttavat sohjovyöt, ahtauma-alueet, kelluvat ahtojäävallit ja ajojää (SMHI, 2021a). Ahtauma-alueet ja sohjovyöt vaikeuttavat Itämerellä eniten talvista meriliikennettä. Voimakkaat, jäävähvistetut alukset voivat murtaa yli puolimetristä tasaista jäätä, mutta ne eivät pysty liikkumaan paksuissa ahtojäissä ilman jäänmurtajien avustusta. Jäädynamiikka vaikuttaa navigointiin merkittävästi. Jäiden voimakas puristus saattaa olla kauppa-aluksille jopa vaarallista, ja se voi myöhästyttää niitä jopa vuorokausia. (Finnish Meteorological Institute, 2021).

Taulukko 1. Erilaisia jäättyyppejä ja niiden ominaisuuksia. Vaaleanpunaisella merkityt rivit ovat jäättyyppejä, jotka aiheuttavat vaaraa tai ongelmia meriliikenteelle.

Jäättyyppi	Ominaisuudet
Uusi jää	Ohut kalvo vasta muodostunutta jäätä
Ohut tasainen jää	Kiinteä jääpeite, koostuu paksusta 5 – 15 cm:n kerroksessa.
Kiintojää	Jatkuva, liikkumaton kiinteä jää, joka on kiinni mantereessa tai saarissa.
Sohjovyö	Kovat tuulet ja aallot voivat puristaa lautasjäätä, lohjennutta uutta jäätä tai sohjoa maata tai kiintojäätä vasten muodostaen näin paksun sohjovallin. Jumiutunut sohjovyö voi olla useita merimaileja pitkä, mikä aiheuttaa merkittäviä ongelmia aluksille, jotka yrittävät murtautua sen läpi.
Ahtojäävallit	Veden yläpuolella oleva osa on korkeudeltaan vain metrin tai pari, kun taas vedenalainen osa voi ulottua jopa useiden kymmenien metrien syvyyteen. Ahtojäävallit aiheuttavat ongelmia meriliikenteelle.
Ajojää	Mikä tahansa merijää, johon tuuli ja virtaukset vaikuttavat, toisin kuin kiintojää, joka on kiinnittynyt saariin tai rannikkoon. Paksuus ja tiiviyys vaihtelee. Ajojää kattaa 1–100 % merenpinnasta. Ajojää on jatkuva vaara meriliikenteelle.
Röykkiölautat, ahtojäälautat	Ahtojäävallien rikkoutuessa jää jäljelle yksittäisiä suuria ajojäälauttoja, joita kutsutaan röykkiölauttoiksi. Ne voivat usein olla avoveden ympäröimiä. Röykkiölautat ovat mahdollinen uhka meriliikenteelle pimeällä tai huonolla näkyvyydellä.
Hauras jää	Kun jää alkaa sulaa, se muuttuu kennomaiseksi ja huokoiseksi, jolloin puhutaan hauraasta jäädästä.

Ruotsin liikennevirasto (2022) luettelee seuraavat merijäättä ja merituulivoimapuiston käyttöönottoa koskevat skenaariot:

- Tuulivoimalan perustukset voivat rikkoa jään ja ajojää voi juuttua alueelle. Ahtojäävalleja voi muodostua, kun jääkenttä työntyy takaapäin ja puristaa jään.
- Tuulivoimalan perustukset voivat rikkoa merituulivoimapuiston ohi kulkevaa jäätä, mikä johtaa jään puristumiseen ja suurien ahtojäävallialueiden muodostumiseen.
- Jää voi ajautua edestakaisin merituulivoimapuiston alueella, mikä johtaa jään toistuvaan rikkoutumiseen ja puristumiseen ja muodostaa paksun jäävallin, joka juuttuu alueelle.

Lisäksi jää, johon merituulivoimapuisto on vaikuttanut, voi myös ajautua haitata laivaliikennettä muissa paikoissa. Tämä voi johtaa heikkeneviin jääolosuhteisiin muualla ja aiheuttaa rajoituksia merenkululle ja käynneille Pohjanlahden satamissa.

Väyläviraston tehtävänä on tarjota tarvittaessa jäänmurtaja-apua Suomen satamissa käyville aluksille. Jääolosuhteet määrittävät tarpeen, ja Traficom määrittelee alusten jääluokat Suomessa jääluokkamerkinnän perusteella. Suomalaiset jäänmurtajat avustavat vain aluksia, jotka täyttävät suomalais-ruotsalaisten jääluokkasääntöjen 2017 mukaiset jääluokkavaatimukset. Nämä on tiivistetty vuoden 2017 suomalais-ruotsalaisten jääluokkasääntöjen soveltamista koskeissa ohjeissa (Traficom & Swedish Transport Agency, 2019).

Jääolosuhteista riippuen Väylävirasto soveltaa jäänmurtaja-apuun oikeutettuihin aluksiin koko- ja jääluokkarajoituksia. Talviliikenteen rajoituksilla pyritään varmistamaan turvallinen navigointi merellä jääolosuhteissa. Jäänmurtajat avustavat aluksia valvomalla, ohjaamalla, johtamalla ja hinaamalla (Traficom & Swedish Transport Agency, 2019).

2.1.2 Jäätalvet

Jäätalvi luokitellaan sen perusteella, mikä on jään enimmäislaajuus koko Itämeren alueella, Kattogat mukaan lukien. Jäätalvet jaetaan leutoihin, keskimääräisiin ja ankariin, jäätalven huippukohdan jäällisen alueen laajuuden mukaan (SMHI, 2021a).

Koska Itämeren suuri pohjois-etelä-suuntainen laajuus aiheuttaa suuria lämpötilaeroja, jääolosuhteissa tunnistetaan kattavia alueellisia eroja. Alueelliseen vaihteluun kuuluu myös se, että Pohjanlahdella leudoksi luokiteltava jäätalvi voidaan luonnehtia ankaraksi eteläisellä Itämerellä. Jokaista jäätalvea voidaan arvioida kyseessä olevien vesien luonteen perusteella (SMHI, 2021a).

2.1.2.1 Leuto jäätalvi

Leutona jäätalvena jään peitossa on vain pieni osa Itämeren alueesta, pääosin Pohjanlahdesta, Merenkurkun pohjoisosasta ja Perämerestä koostuva alue. Jääpeitteen laajin ulottuvuus on noin 115 000 km² (SMHI, 2021a).

Leutoihin jäätalviin vaikuttavat yleensä leuto lämpötila ja voimakkaammat tuulet. Toisinaan jäätymistä tapahtuu, mutta tuuli repii sen ja jää ajautuu kohti rannikkoa. Talven edetessä jääpeitteen kokonaislaajuus kasvaa, mikä voi johtaa myös ahtojäävallialueiden muodostumiseen esimerkiksi Pohjanlahden pohjoisosiin (SMHI, 2021a).

2.1.2.2 Keskimääräinen jäätalvi

Keskimääräisenä jäätalvena jääpeitteen laajimman ulottuvuuden aikaan mitattuna, yleensä maaliskuussa, koko Pohjanlahti, Merenkurkku, suurin osa Selkämerestä, Suomenlahti ja Ahvenanmeri ovat jään peitossa. Etelämpänä Kalmarinsalmella rannikkoalueille muodostuu ohutta jäätä. Jääpeitteen laajin ulottuvuus on noin 230 000 km² (SMHI, 2021a).

Keskimääräisen jäätalven Perämerellä ja Selkämerellä synnyttävälle säälle on ominaista useat jatkuvat korkeapainejaksot, joissa tuulet ovat heikkoja ja lämpötilat alle -10 astetta marras-joulukuussa (SMHI, 2021a).

2.1.2.3 Ankarat/erittäin ankarat jäätalvi

Ankara jäätalvi alkaa, kun jääpeitteen laajin ulottuvuus ylittää 230 000 km². Jää kasvaa edelleen etelään Itämerellä sekä osissa eteläisiä ja läntisiä vesiväyliä (SMHI, 2021a).

Säälle on ominaista pidemmät yhtäjaksoiset kylmyysjaksot, usein yhdistettynä itä- tai koillistuuliin, jotka ylläpitävät jään liikettä (SMHI, 2021a).

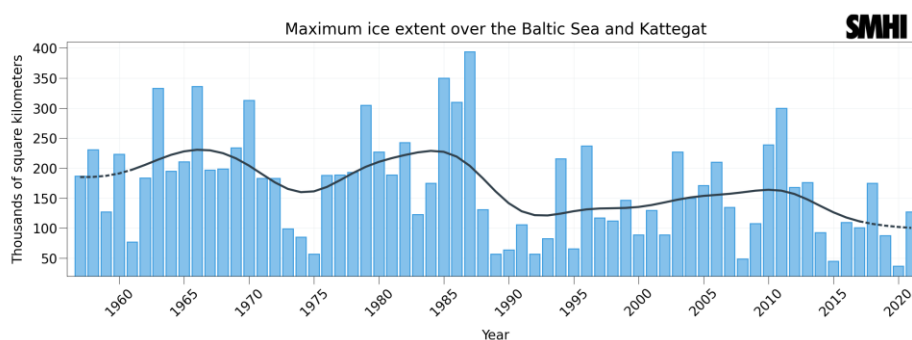
Erittäin ankarien jäätalvien aikana suurin osa Itämerestä peittyy jäällä. Vuosien 1986–1987 jäätalvi on historiallinen esimerkki, jolloin jääpeitteen laajin ulottuvuus oli 394 000 km² (Ice conditions in the Baltic Sea, 2021a). Sinä talvena suurin osa Itämerestä oli jään peitossa. Pitkittynyt korkeapainetilanne, heikot tuulet sekä kirkkaat ja kylmät yöt merkitsivät sitä, että lähes koko Itämeri peittyi jäähän 13.3.1987. Tämä ankara jäätalvi aiheutti viivästyksiä ja taloudellisia menetyksiä. Huolimatta satunnaisista hyvin vaikeista merenkulkuolosuhteista, satamat pysyivät silti auki talvikuljetuksille (SMHI; Maritime Administration, 1987).

Edellinen ankara jäätalvi oli vuonna 2011, jolloin jääpeite oli laajimmillaan 300 000 km². Vuoden 2011 jäätalvena jääpeite oli laajimmillaan sitten ennätysvuoden 1987 (SMHI; Maritime Agency, 2011).

Laajimmillaan koko Pohjanlahti ja Pohjanmeri peittyivät kiinteällä jäällä tai jäätyneellä, erittäin tiiviillä ajojäällä. Jopa suuri osa Itämerestä oli jäätyneen ajojään peitossa. Jäänmurtajatoiminta Pohjanlahdella alkoi 29. marraskuuta ja kausi päättyi 20. toukokuuta.

Ankarat jäätalvet ovat todennäköinen tapahtuma, joita on historiallisesti esiintynyt Itämerellä useammin kuin 10 vuoden välein. Ankarimmat jäätalvet ovat olleet ennen vuotta 1990. Viimeisen vuosikymmenen aikana tyypillisiä ovat olleet lähinnä leudot ja keskimääräiset jäätalvet (SMHI; Maritime Administration, 2020).

SMHI kuvaa Itämeren ja Kattegatin jääpeitteen laajinta ulottuvuutta vuosien varrella (SMHI, 2022) kaaviossa, joka on esitetty alla (Kuva 1).



Kuva 1. Kaavio näyttää jääpeitteen laajimman ulottuvuuden Itämerellä ja Kattegatissa. Kaavion siniset palkit osoittavat vuoden laajimman jääpeitteen Itämerellä ja Kattegatissa. Musta viiva näyttää noin kymmenen vuoden ajalta lasketun juoksevan keskiarvon. © SMHI

Tulevassa lämpimämmässä ilmastossa Itämeren jäätalvien odotetaan olevan sekä lyhyempiä että lievempiä, ja ankarista jäätalvista tulee yhä harvinaisempia. Jääpeite on kuitenkin edelleen luonnollinen osa Itämeren vuotuista kiertoa, ja

Pohjanlahden odotetaan jäätyvän kokonaan myös tulevaisuudessa. Ei myöskään ole varmaa, että leudommat jäätalvet helpottavat meriliikenteen olosuhteita. Leudommat talvet voivat tarkoittaa enemmän ajojäättä ja siten enemmän haasteita liikenteelle. Lisäksi ilmasto voi vaikuttaa säähän tiheämpien ja voimakkaampien myrskyjen ja muiden tapahtumien muodossa, ja nämä voivat myös vaikuttaa kielteisesti meriliikenteeseen. Myös jään laajuus vaihtelee tulevaisuudessa vuodesta toiseen (SMHI, 2022).

2.2 Turvaetäisyys

Oikeutta viattomaan kauttakulkua säännellään Yhdistyneiden kansakuntien merioikeusyleissopimuksessa (UNCLOS) (United Nations, 1994). Tässä sopimuksessa on muun muassa artikla 60.7 "Keinotekoisia saaria, tiloja ja rakenteita sekä niitä ympäröiviä turvavyöhykkeitä ei saa perustaa sinne, missä ne voivat estää kansainväliselle merenkululle olennaisen tärkeiden tunnustettujen vesiväylien käytön".

UNCLOSin lisäksi on olemassa myös meriteiden säännöt eli kansainväliset säännöt yhteentörmäämisen ehkäisemiseksi merellä (COLREG) (IMO, 1972). Nämä ovat yleissopimuksen mukaisia sääntöjä, jotka säätelevät alusten velvollisuuksia yhteentörmäysten välttämiseksi. COLREG kuvaa suurempien kauppa-alusten velvollisuudet välttää merellä tapahtuvia yhteentörmäyksiä aiheuttavia liikkeitä. Jotta nämä alukset voisivat täyttää väistöliikkeitä koskevat velvoitteensa, suositellaan usein turvaetäisyyttä meriliikenteen ja merellä olevien kiinteiden perustusten, mukaan lukien tuulivoimalat, välillä.

Turvaetäisyys määräytyy tapauskohtaisesti riippuen muun muassa merituulivoimapuiston sijainnista, maantieteellisistä näkökohdista ja alusliikenteestä alueella.

PIANC on maailmanlaajuinen organisaatio, jonka kehittämällä suosituksilla tähdätään vastuulliseen liikenteeseen merellä ja muilla vesiväylillä (PIANC, 2023). PIANCin määrittysten mukainen etäisyysuositusten ja tilavaatimusten varovainen arviointi voidaan saavuttaa hahmottelemalla niille suositukset ja esittelemällä avoimessa käytettävissä oleva liikkumatila. Talvella jääolosuhteiden vallitessa viranomaiset voivat asettaa erityisiä liikennerajoituksia. Jääolosuhteista riippuen Väylävirasto soveltaa jäänmurtaja-apuun oikeutettuihin aluksiin koko- ja jääluokkarajoituksia (Traficom & Swedish Transport Agency, 2019). Lisäksi Traficom sulkee meriliikennelain perusteella talvikaudella tiettyjä väyliä varmistaakseen liikenneyhteydet saaristossa silloin, kun väylät ovat jään peitossa (Traficom, 2023). Turvaetäisyyksistä jääolosuhteissa ei kuitenkaan ole annettu virallisia ohjeita tai suosituksia.

Raportissa *MarCom Wg 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation* (2018) PIANC esittää suosituksia turvallisista etäisyyksistä tuulipuistoihin. Suositukset perustuvat muun muassa COLREGiin ja sen sääntöihin, jotka koskevat turvallista läpikulkua merellä.

Turvaetäisyysuositusten laatimiseen on kaksi menetelmää:

- Konseptisuunnittelu, joka tarjoaa varovaisen suosituksen tuulipuistojen ja alusten välisestä turvaetäisyydestä.
- Yksityiskohtainen suunnittelu, jossa turvallista etäisyyttä voidaan mahdollisesti muuttaa syvällisen meririskianalyysin jälkeen.

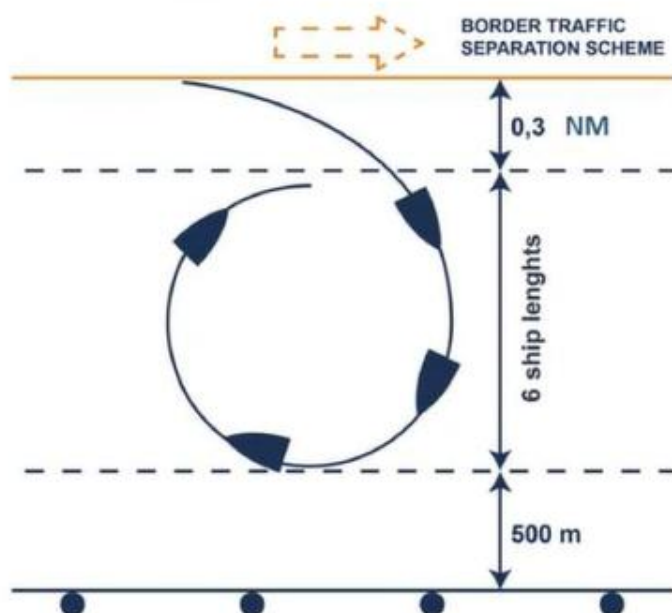
Konseptisuunnitelman mukainen suositus tarkoittaa, että aluksen ja merituulivoimapuiston lähimmän tuulivoimalan välisen etäisyyden on oltava

sellainen, että alus pystyy suorittamaan täydellisen väistöliikkeen (360°:een käännös). Tällainen etäisyys arvioidaan saavutettavan 5 aluksen pituudella. Mahdollisten komplikaatioiden varalta varovainen arvio ohjausetäisyydestä on noin 6 aluksen pituutta. Lisäksi merituulivoimapuistolle on lisättävä enintään 500 metrin turvavyöhyke (UNCLOS-turvavyöhyke). Tämä etäisyys voi olla lyhyempi, mutta ei saa ylittää 500 metriä. Tyyrpuurin puolella olevaan turvaetäisyyteen lisätään 0,3 M, jolla varmistetaan, että turvallinen väistöliike voidaan tehdä myös suhteessa muihin lähistöllä oleviin aluksiin. Tämä tarkoittaa sitä, että suositus aluksen ja merituulivoimapuiston lähimmän tuulivoimalan väliselle vähimmäisturvaetäisyydelle (turvavyöhykettä lukuun ottamatta) on seuraava (katso myös Kuva 2, missä d on lyhin suositeltu etäisyys):

- Aluksen tyyrpuurin puolella $d = 556 \text{ metriä (0,3 M)} + 6 \text{ aluksen pituutta}$
- Aluksen paapuurin puolella $d = 6 \text{ aluksen pituutta}$

Yllä olevaa turvaetäisyyttä suositellaan merituulivoimapuiston lähimmän tuulivoimalan ja liikenteenjakojärjestelmän (TSS) lähimmän reunan välillä. Kuva 2 havainnollistaa etäisyyden. Jos kyseessä on TSS tai väylä, jolla on merkityt reunat, on selvää, mistä etäisyys on mitattava. Tapauksissa, joissa meriliikennealueita ei ole merkitty merikarttoihin, mittaukset perustuvat arvioituun etäisyyteen siten, että edellytykset PIANCin suosituksiin perustuvalle liikenneväylälle täyttyvät ja alukset voivat säilyttää lähimpään tuulivoimalaan COLREGin mukaisen etäisyyden, mukaan lukien UNCLOSin mukainen mahdollinen turvavyöhyke (2018).

Huomaa, että *yksityiskohtaisen suunnittelun* PIANC (2018) meririskinarvioinnilla voidaan osoittaa, että *konseptisuunnittelulla* saavutettua turvaetäisyyttä lyhyempi etäisyys on hyväksyttävä.



Kuva 2. Kuva TSS:n ja merituulivoimapuiston välisestä etäisyydestä PIANCin mukaisesti (pyöreä käännös tyyrpuurin puolelle) (PIANC, 2018).

PIANC antaa esimerkkejä siitä, kuinka leveä liikenneväylä voisi olla. Liikenneväylälle tulee määrittää sopiva leveys väylän liikennemäärän perusteella (PIANC, 2018). Liikenneväylän sopiva leveys riippuu reitillä liikennöivien alusten lukumäärästä:

Reittiä käyttävien alusten lukumäärä, mahdollistaa 2 aluksen pituutta alusta kohti:

< 4 400 alusta vuodessa	2 alusta rinnakkain
> 4 400 alusta ja <18 000 alusta vuodessa	3 alusta rinnakkain
> 18 000 alusta vuodessa	4 alusta rinnakkain

Aluksen pituus perustuu reittiä käyttävien alusten suurimpaan pituuteen, tuleva liikenne ja aluskoon kehitys huomioiden¹.

Myös Alankomaiden infrastruktuuri- ja ympäristöministeriö (2014) mainitsee soveltuvina edellä mainittujen ohjeiden mukaiset väylänleveydet. Ministeriö toteaa, että kun referenssialuksen pituus vastaa 98,5 prosenttipistettä (eli vain 1,5 % muista aluksista on sitä pidempiä), väylän käyttöä on tarkoituksenmukaista käyttää väylän leveydestä päätettäessä.

Merenkulun turvallisuuden ja toimintakyvyn varmistamiseksi on tärkeää ottaa huomioon reunaehdot. Traficom ja Väylävirasto (2023) viittaavat asiakirjassaan merituulivoiman aluesuunnittelun riskinarviointiohjeisiin "The Spatial Planners 'guide to distance between Shipping & Offshore Renewable Energy Installations", joka sisältää muun muassa PIANCin suositukset sekä hollantilaiset ohjeet.

¹ Esimerkki: jos liikenneväylää käyttää 18 000 alusta vuodessa ja alusten enimmäiskoko on 400 metriä, väylän tulee olla vähintään 3 200 metriä leveä ($= 4 \times 2 \times \text{pituus} = 4 \times 2 \times 400$).

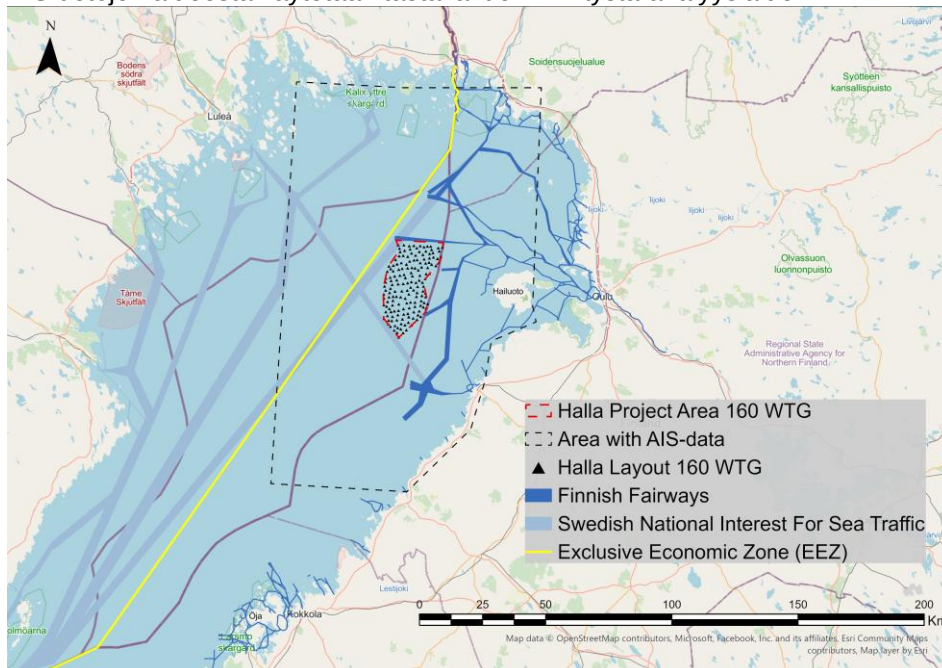
3 Tutkimusalue

Tässä luvussa kuvataan analyysin taustalla vaikuttavat olosuhteet.

3.1 Hallan merituulivoimapuisto

Hallan merituulivoimapuisto sijaitsee noin 60 kilometrin päässä Oulun rannikosta Pohjois-Pohjanmaalla. Rannikon ja merituulivoimapuiston välissä on Hailuodon saari. Saari on noin 24 km:n päässä merituulivoimapuistosta. Merituulivoimapuisto on kooltaan noin 575 km², ja se on suunniteltu 160 tuulivoimalalle, joiden suurin korkeus on 370 metriä. Puistossa on tarkoitus käyttää pohjaan asennettuja kiinteitä merituulivoimaloita, joiden asennettu kapasiteetti on yhteensä noin 2,4 GW. Merituulivoimapuiston alueella käytetään myös merisähköasemia ja siirtokaapeleita ja/tai perustuksia vedyntuotantoon sekä putkistoja. Siirtokaapelit ja/tai putkistot siirtävät voiman tai vedyn maalla olevaan verkkoon. Liikenneanalyysi ulottuu alueelle, jolla AIS-tietoja kerätään. Alue on kooltaan noin 14 300 km², ja se esitetään alla olevassa kartassa (Kuva 3).

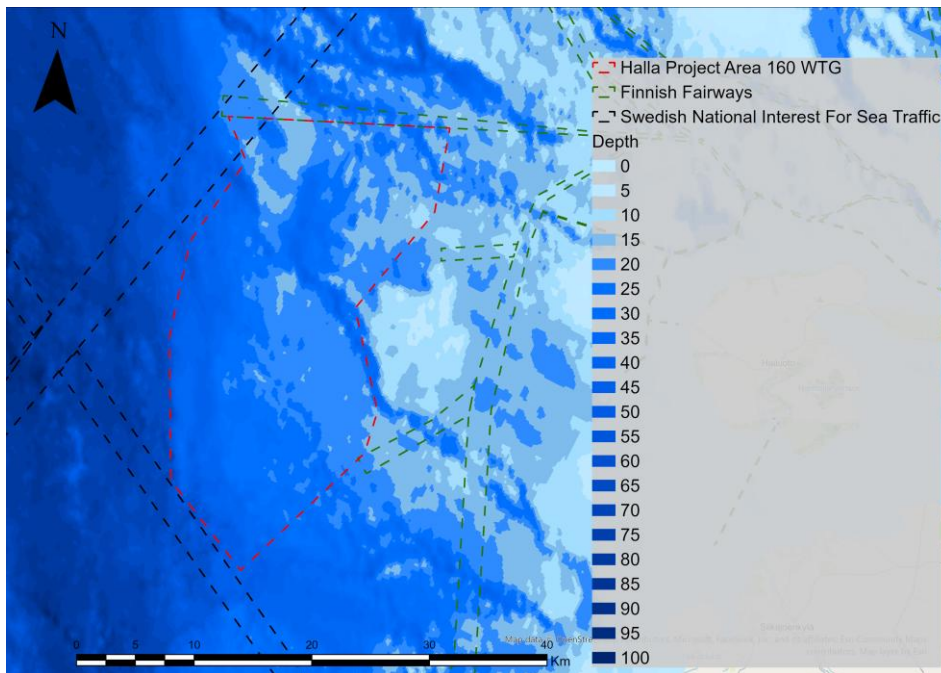
AIS-tietojen alueesta käytetään tästä lähtien nimitystä analyysialue.



Kuva 3. Kartta, joka näyttää Hallan hankealueen ja alueen, jolta AIS-tietoja kerätään eli analyysialueen.

3.2 Syvyyskartoitus

Hankealueen keskimääräinen veden syvyys on 31 metriä. Länsiosat ovat syvempiä ja itäosat matalampia. Kuva 4 havainnollistaa syvyyskartoitusta.



Kuva 4. Kuva näyttää vedensyvytydet metreinä Hallan hankealueen viereisellä alueella. Huomaa, että syvyyskartoitus perustuu rasteriin, jossa syvyysolosuhteet toistetaan 90 metrin resoluutiolla (NOAA, 2022). Tämän vuoksi syvyystiedot ovat yleistyksiä eivätkä tarkkoja syvyysarvoja.

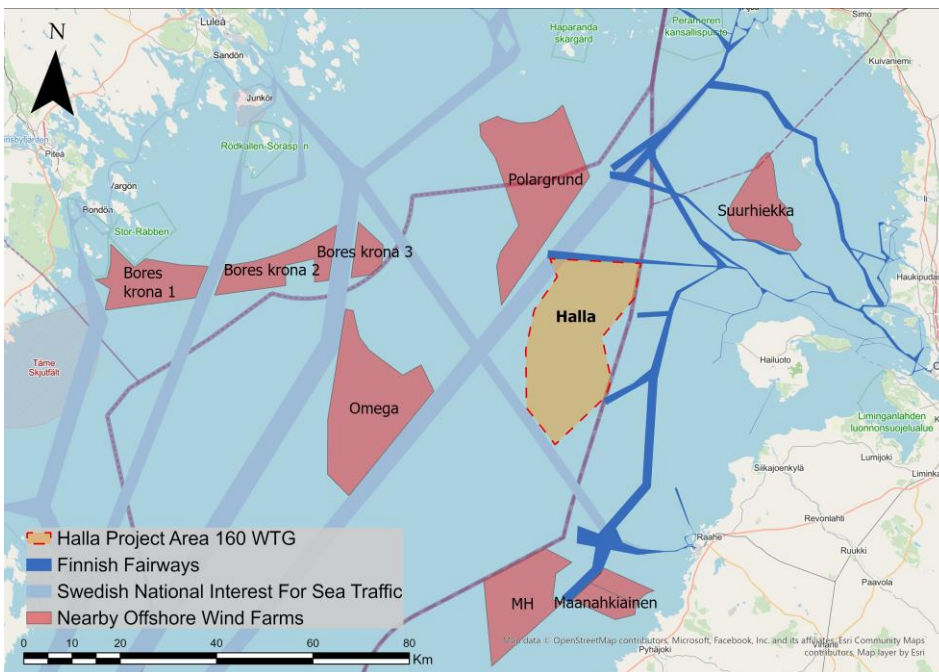
3.3 Lähellä olevat merituulivoimapaistot

Hallan merituulivoimapaiston lähellä olevalla alueella on useita suunniteltuja merituulivoimapaistoja (ks. Kuva 5). Näiden merituulivoimapaistojen kumulatiivisia vaikutuksia on tutkittu, ja niitä arvioidaan hankkeen ympäristövaikutusten arvioinnissa (YVA). Vain osalla niistä oletetaan (yhdessä Hallan kanssa) olevan kumulatiivisia vaikutuksia liikennemallien muutoksiin, ja ne esitellään jäljempänä.

- Polargrund Offshore (jäljempänä Polargrundin merituulivoimapaisto) on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 2,8 kilometriä Hallan

merituulivoimapuistosta luoteeseen. Se on siis hanketta lähin merituulivoimapuisto.

- Bothnia Offshore Omega (jäljempänä Omegan merituulivoimapuisto) on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 19 kilometriä lounaaseen Hallan merituulivoimapuistosta.
- Bores Krona 1, 2, 3 -merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 33 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta länteen.
- Suurhiekan merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 20 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta koilliseen.
- MH:n merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 21 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta etelään.
- Maanahkiaisen merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 27 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta etelään. Maanahkiaisen merituulivoimapuisto sijaitsee lähellä MH:n merituulivoimapuistoa, mutta kauempana Hallan merituulivoimapuistosta.



Kuva 5. Kartta, jossa näkyy Hallan hankealue ja läheiset merituulivoimapuistot

3.4 Jääolosuhteet

Tässä luvussa kuvataan talven 2021–2022 jääolosuhteita. Alueen liikennettä analysoidaan tältä vuodelta, ja jotta jääolosuhteita voidaan analysoida suhteessa liikennemalleihin, tarkemmat tiedot jääolosuhteista ovat myös talvelta 2021–2022.

Jäätalvi 2021–2022 oli leuto jäätalvi, vaikka Pohjanlahdella se oli tavallista pidempi. Liikenneviraston talvimerenkulun avustusrajoitukset tulivat voimaan Tornion, Kemin ja Oulun satamissa joulukuussa 2021. Joulukuu oli tavallista kylmempi ja jääpeite laajalle levinnyt. Tammikuun 11. päivänä se saavutti 77.460 km²:n alueen, jolloin Pohjanlahti ja Merenkurkku jäättyivät lähes kokonaan. Pohjanlahden jää oli 20–35 cm paksua. Tämän jälkeen sää muuttui leudommaksi ja tuulisemmaksi. Lounaismyrsky Pohjanlahdella sai kaiken

merellä olleen ajojään kasautumaan kaareksi Kemi I -majakan edustalle 13. tammikuuta, jolloin jään murtaminen muuttui erittäin vaikeaksi. Kuukauden loppuun asti sää vaihteli leudon lounaistuulen ja lyhyempien kylmien aaltojen välillä.

Helmikuu alkoi kylmällä säällä ja 4. helmikuuta jää saavutti enimmäislaajuutensa 93 000 km²:n alueella (Kuva 6). Pohjanlahti oli kokonaan jään peitossa. Tämän mittarin mukaan jäätalvi luokitellaan leudoksi. Pisin matka, joka alusten tuli kulkea jäissä Kemistä jääpeitteen reunalle, oli 194 merimailia 4. helmikuuta.

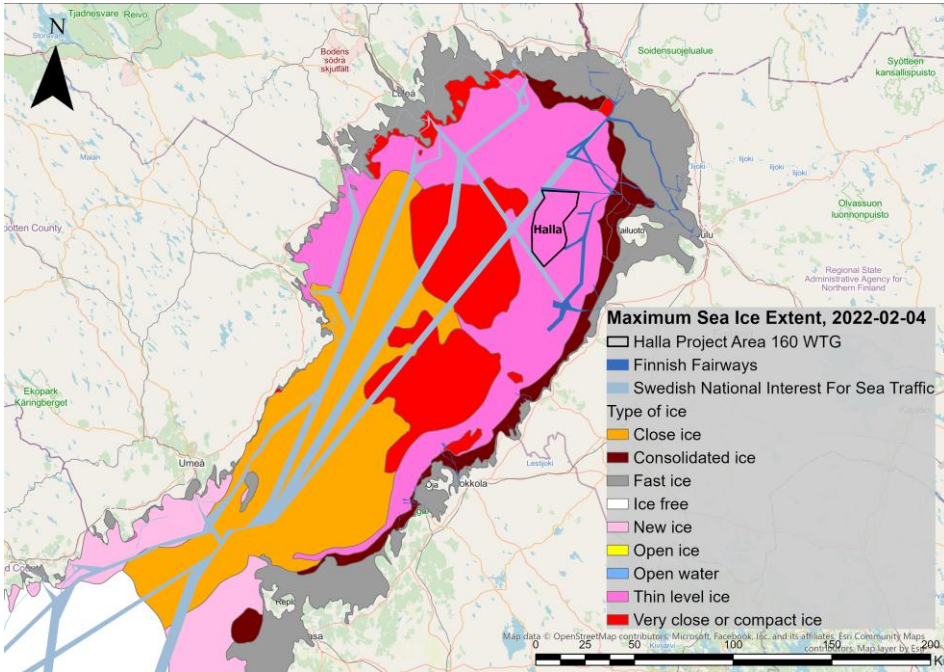
Maaliskuun alussa Ruotsin rannikon suuntaisesti Pohjanlahdella kulki leveä ura, ja Suomen pohjoisimpiin satamiin menevät alukset joutuivat kulkemaan paksun ahtojään läpi. Nämä olosuhteet jatkuivat koko maaliskuun ilman suurempia muutoksia. Pohjanlahdella jään paksuus kasvoi 85 cm:iin. Kuun lopussa jääpeitteen ulottuvuus oli lähellä pitkän aikavälin keskiarvoa. Lämpimien päivien aloittama jään sulaminen hidastui, ja pohjoistuuli sai eteläisen Pohjanlahden jäät kasaantumaan yhteen.

Huhtikuun alku oli hyvin kylmä, ja Pohjanlahden ajojää siirtyivät pohjoistuulen mukana kauemmas etelään. Virta peittyi nopeasti ohueen, tasaiseen jäähän, joka ulottui Kemistä länteen ja edelleen etelään pitkin Pohjanlahden läntistä osaa, ja ajautui sitten kohti Ruotsin rannikkoa. Pohjoisella Pohjanlahdella avautui suuri avoveden alue ja Pohjanmeren jää muuttui hauraaksi. Merenkurkussa ja Pohjanlahdella 6 suomalaista ja 4 ruotsalaista jäänmurtajaa avusti laivaliikennettä. Jää alkoi vähitellen haurastua myös Vaasan saaristossa. Jäämäärä väheni Pohjanlahdella, ja kuun loppuun mennessä lähes kaikki ajojää oli siirtynyt eteläiselle Pohjanlahdelle.

Toukokuun alkupuolella Selkämeren alue oli normaalia kylmempi ja jään sulamisnopeus hidas. Meri oli täysin jäätön 3. kesäkuuta. Jäätalven 2021–2022 aikana Itämerellä oli siis 221 jääpäivää. Jäätalven 2021–2022 aikana käytössä oli 5 ruotsalaista ja 8 suomalaista jäänmurtajaa. Suomessa hinattavia aluksia oli 224 ja avustettavia aluksia 2 271. Toimintakausi alkoi 3.12.2021 ja päättyi 30.5.2022 (FMI, 2022).

Yleisesti ottaen Hallan hankealueen läheisyydessä jääolosuhteet ovat sellaiset, että ajojää on yleistä ja ajoittain esiintyy ahtojäävalleja, joita on Väyläviraston mukaan vaikea murtaa ja jotka muodostavat esteen merenkululle (Finnish Transport Infrastructure Agency, 2023). Liitteessä 1 on kuvattu myös jääpeitteen laajin ulottuvuus vuosina 2010–2023.

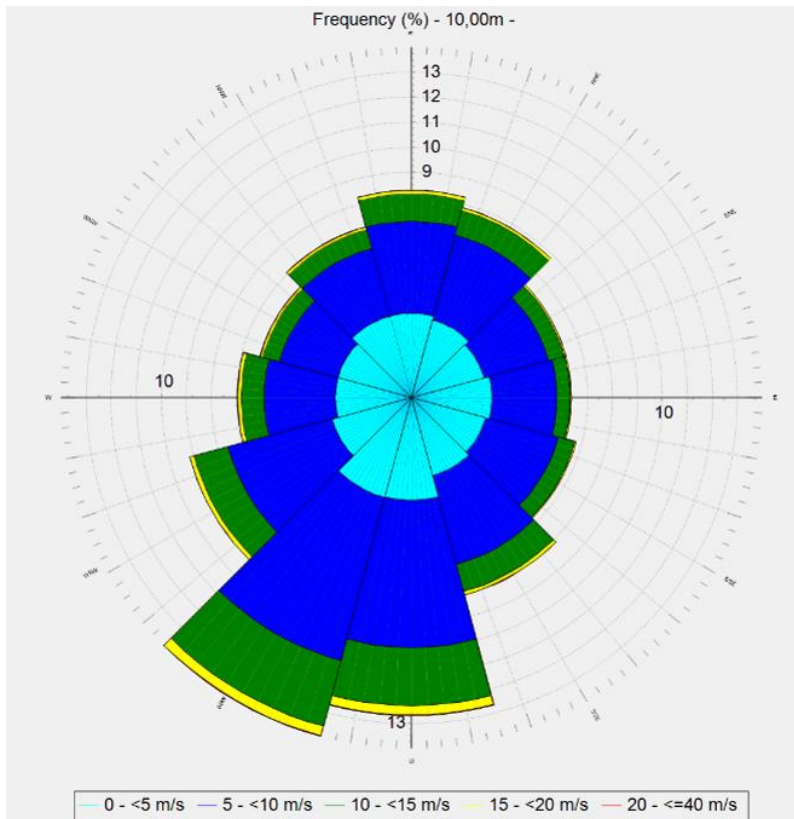
Kuva 6 esittää talven 2021–2022 jääpeitteen laajimman ulottuvuuden. Jääpeitteen ulottuvuus oli laajimmillaan 4.2.2022.



Kuva 6. Kartta merijään enimmäislaajuudesta jäätälven 2021–2022 aikana Hallan hankealueen vieressä.

3.5 Tuuliolosuhteet

Kuva 7 esittää tuulitiedot ja osoittaa, että vallitseva tuulensuunta on etelälounaasta (SSW). 14 % tuulesta puhaltaa lounaasta. Tuulitietojen katsotaan edustavan koko Hallan hankealuetta. Keskimääräinen tuulen nopeus 10 metrin keskipisteessä on 6,38 m/s ja yleensä välillä 5–10 m/s.



Kuva 7. Kuvassa näkyy tuuliruusu, joka perustuu mittauspisteistä koottuihin tuulitietoihin. Tuulen nopeus on mitattu 10 metrin korkeudella merenpinnasta.

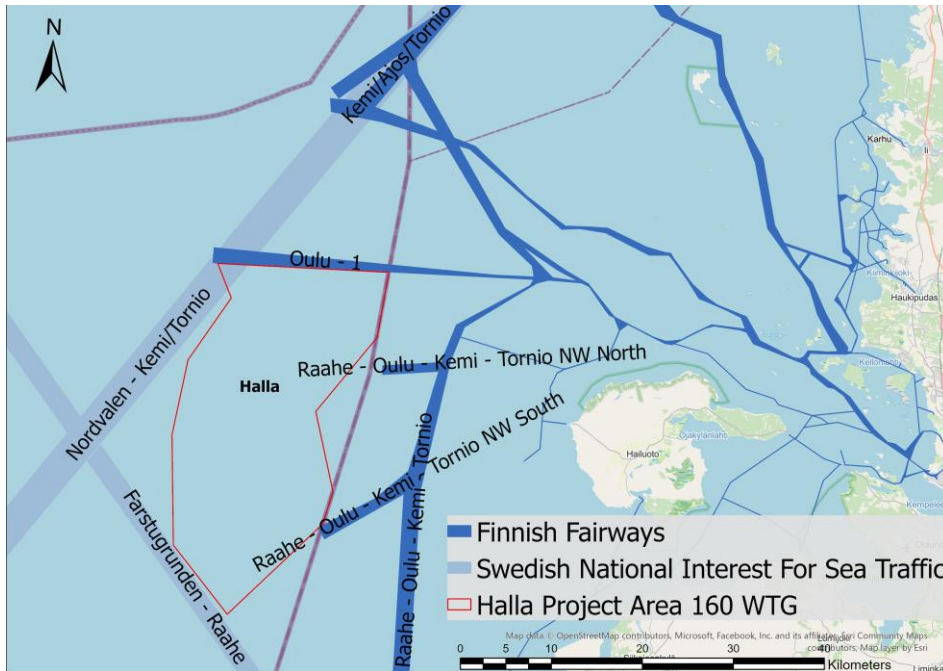
Useat suomalaiset laivaväylät kulkevat avomerellä, eli laivaväylät ovat suojaamattomia kaikilta tuuilta. Navigointiolosuhteet ovat yleensä sellaiset, että voimakkaat tuulet ja kova merenkäynti voivat aiheuttaa esteitä merenkululle. Joissakin paikoissa väylät sijaitsevat esimerkiksi pienten saarten tai luotojen suojapuolella. Väylävirasto (2023) on tiivistänyt navigointiolosuhteet alueen läheisyydessä sijaitsevien vesiväylien karttoihin.

3.6 Meriliikennealueet ja reititustoimenpiteet

Suunniteltua merituulivoimapuistoa ympäröivät useat liikenneväylät ja meriliikennealueet (katso Kuva 8). Hankealueen pohjoisreunalla kulkee Oulu 1 -väylä. Pohjoisempana kulkee Kemi/Ajos/Tornio, joka johtaa Nordvalen – Kemi/Tornio -väylälle. Myös Nordvalen – Kemi/Tornio (myös Ruotsin kansallisen meriliikenneintressin tunnustama meriliikennealue) kulkee suoraan hankealueen vieressä luoteessa. Lounaan suunnassa sijaitsee Farstugrunden – Raahe -laivaliikennealue (jonka myös Ruotsin kansallinen meriliikenneintressi tunnustaa). Hailuodon ulkopuolella ja Hallan hankealueen itäpuolella Raahe-Oulu-Kemin vesiväylät kulkevat luoteen suunnassa.

Lisäksi Traficomın mukaan Hallan merituulivoimapuiston läpi kulkee ns. luotsausreitti, joka ei kuitenkaan ole julkinen kulkuoikeus (Traficom, 2022a). Koska se ei ole vakiintunut yhteys, Kuva 8 alla ei kuvaa sitä. Luotsausreitti on

tarkoitettu syvyykseltään suurimpien aluksien luotsaamiseen, koska alueen vedensyvyys on varmistettu.



Kuva 8. Kartta Hallan hankealueen viereisistä liikenneväylistä.

Suomen vesiväylien väyläluokituksessa (Traficom, 2021) kuvataan väylän käyttötarkoitus. Kemi/Ajos/Tornio, Oulu 1 ja Raabe-Oulu-Kemi (luoteinen) ovat liikenne- ja viestintäviraston lain (935/2018) ja meriliikennelain (782/2019) 2 §:n säätelemiä kauppareittejä. Tämä tarkoittaa, että väylät on rakennettu ja niitä ylläpidetään ensisijaisesti kauppa-aluksille, joilla tarkoitetaan rannikkoliikenteessä kulkevia, väylämaksuja maksavia aluksia. Kaikilla edellä mainituilla vesiväylillä on lisäksi vesiväyläluokka VL1, mikä tarkoittaa, että ne ovat kauppa-alusten päävesiväyliä, niillä on kansallista tai alueellista merkitystä ja niitä käytetään suurimpaan osaan meriliikenteen tavaravirroista. Lisäksi näitä vesiväyliä voidaan käyttää ympäri vuoden kaikissa näkyvyysolosuhteissa.

Alueella näkyvät meriliikennealueet Nordvalen – Kemi/Tornio ja Farstugrunden – Raabe ovat meriliikennereittejä. Tämä tarkoittaa, että kyseinen reitti on lyhin merenkulkukelpoinen reitti kahden pisteen välillä, kun veden syvyys on riittävä. Nämä reitit eivät ole väyliä, ja ne on määrätty tai merkitty karttaan, paitsi jos ne kuuluvat reittijärjestelmien piiriin. Meriliikennereitit kulkevat usein kauempana merellä, ja niihin vaikuttaa myös kansainvälinen lainsäädäntö (The Swedish Transport Administration, 2022).

3.7 Suomen merialuesuunnitelma 2030

Suomen merten aluesuunnitelma 2030 (Maritime Spatial Planning, u.d.) kattaa Suomen aluevedet ja talousalueen ja on maankäyttö- ja rakennuslain

mukainen. Merten aluesuunnitelma ei ole oikeudellisesti sitova suunnitelma. Merisuunnittelussa tunnistetaan energiantuotantoa varten alueita, joilla on potentiaalia merituulivoiman kehittämiseen. Merten aluesuunnitelmaan kuuluu myös muita merituulivoimalle soveltuvia alueita, jotka sijaitsevat osoitettujen alueiden ulkopuolella. Suunnittelukierroksella kävi ilmi, että Pohjanlahdella on erityisen hyvät edellytykset merituulivoiman laajamittaiseen käyttöönottoon.

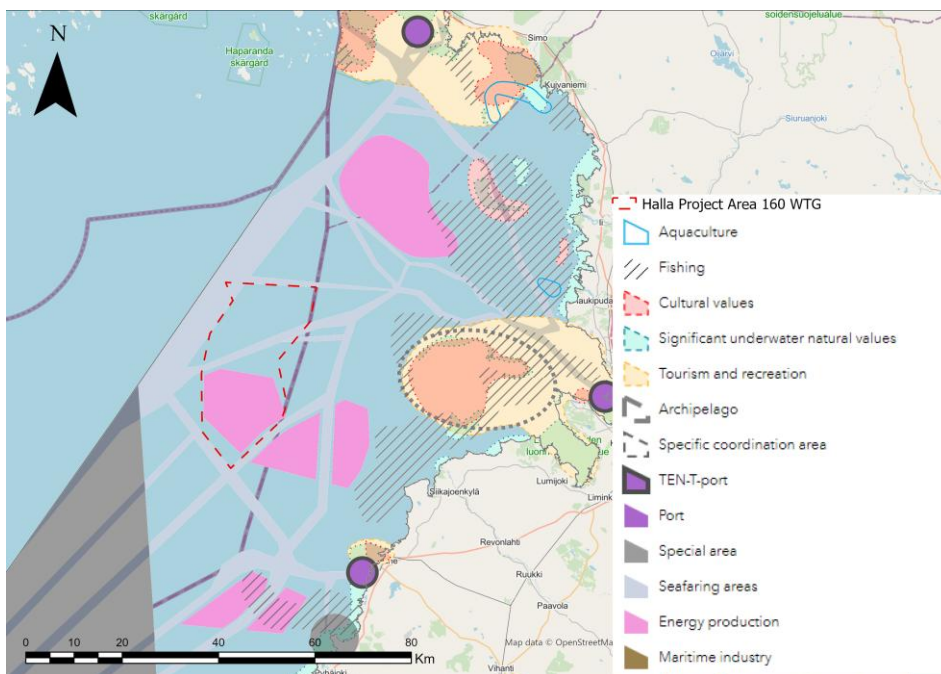
Mahdolliset alueet on nimetty ottaen huomioon muun muassa meriliikennealueet, syvyys, Natura 2000 -alueet, kalastusalueet ja muut osoitetut käyttötarkoitukset, kansallismaisemat ja Puolustusvoimien tarpeet.

Merituulivoiman rakentamisen edellytykset ovat hyvät Pohjanmerellä, Merenkurkussa ja Pohjanlahdella, erityisesti Pohjanmeren pohjoisosan ja Pohjanlahden avomerialueilla. Alueelle omaista on matala meri ja jääolosuhteet.

Merenkulun suunnittelussa tunnistetaan myös meriliikennealueet, joilla on merkittävää liikennettä. Näitä alueita käytetään yleisesti merenkulkuun, ja ne perustuvat AIS-tietoihin vuodelta 2016.

Kuva 9 havainnollistaa Hallan merituulivoimapuistoa suhteessa Suomen merten aluesuunnitelmaan 2030. Vaaleanpunaiset alueet ovat energiantuotantoon tarkoitettuja alueita. Hallan merituulivoimapuiston eteläinen puolisko koostuu tällaisesta alueesta.

Kuva havainnollistaa myös niin kutsuttua meriliikennealuetta. Nämä ovat alueita, joita suositellaan käytettäväksi merenkulussa ja jotka toimivat usein Suomen aluemerelle perustettujen suomalaisten väylien jatkeina. Yksi tällainen alue kulkee Hallan hankealueen läpi.



Kuva 9. Havainnollistaa Suomen merisuunnittelmaa Hallan merituulivoimapuiston ympäristössä.

4 Tiedot ja menetelmä

4.1 Tutkimuksen suunnittelu

Menetelmä perustuu pääosin paikkatietojen ja automaattisen tunnistusjärjestelmän (AIS) tietojen analysointiin ja käsittelyyn. AIS on järjestelmä, jonka avulla voidaan tunnistaa alus ja seurata sen liikkeitä. Tietoraportti kerätään kustakin yksittäisestä aluksesta, jotka lähettävät säännöllisesti tietoa digitaalisella radiokanavalla. AIS-tietoja analysoidaan ArcGIS Pro -ohjelmistossa ja selvitetään muun muassa, miten liikenne liikkuu analyysialueella, kuinka paljon liikennettä ja millaisia aluksia Hallan hankealueen läheisyydessä liikkuu ja kuinka suuria hankealueen läpi kulkevat alukset ovat.

4.2 Tiedonhankinta ja näyte

Automaattisen tunnistusjärjestelmän (AIS) tiedot vuoteen 2022 asti on saatu Vessel Finder Ltd -nimiseltä yritykseltä, ja ne on toimitettu CSV-tiedostona. Tiedot sisältävät esimerkiksi MMSI-numeron, aikaleiman, leveys- ja pituusasteen, nopeuden, kokomitat ja alustyyppin.

4.3 Käsittely ja hallinta

4.3.1 FME

FME-ohjelmistolla luodaan taso muototiedostona AIS-tietojen perusteella. Tuloksena saadaan taso, joka sisältää viivoja, jotka edustavat kauttakulkuja ja niihin liittyviä attribuutteja. Viivojen alueellinen jakauma perustuu aikaleimoihin, joiden resoluutio on viiden minuutin välein, ja jotka sisältävät myös koordinaatit. Kauttakulku määritellään aikaleimojen ja MMSI-numeron perusteella. MMSI-numero on yksilöllinen aluskohtainen tunnistenumero. Uusi kauttakulku rekisteröidään yksilölliseen tunnistenumeroon, jos edellisestä aikaleimasta on kulunut yli 23 tuntia.

Meriliikenteen tilamallien havaitsemiseksi FME:tä käytetään kauttakulkutietojen käsittelyyn. Luodaan ruudukko, jonka spatiaalinen resoluutio on 500 x 500 metriä, ja kulkureitit asetetaan ruudukkoon. Päällekkäisten viivojen määrälle annetaan Z-arvo. Ruudukolle luodaan keskipisteitä, ja tämän perusteella luodaan digitaalinen korkeusmalli (DEM) rasterina. DEM-taso on visuaalinen esitys siitä, miten liikenne liikkuu alueella. Visualisointi tehdään lämpökartan muodossa. Lämpökartasta näkyy, kuinka paljon alusten kulkureittejä keskittyy

eri sijainteihin. Keskittymä asetetaan suhteessa muihin alueisiin samalla vetäytymisalueella, joka näkyy erityisessä kartassa.

4.3.2 ArcGIS Pro

ArcGIS Prota on käytetty raportin tietojen käsittelyyn, analysointiin ja visualisointiin.

4.3.2.1 Alustyyppit

Tietojen käsittelyssä kaikki tietokannassa olevat alustyyppit luokitellaan taulukossa 3 kuvattuihin luokkiin. Samanlaiset alustyyppit yhdistetään toisiinsa. Jotta liikennemallit erottuvat paremmin, samantyyppisille aluksille annetaan sama nimitys, ja luokkakajoa pidetään tässä tarkoituksenmukaisena.

Taulukko 2. Taulukko, jossa esitetään AIS-tietojen käsittely, kun alustyyppit on luokiteltu uudelleen.

Luokiteltu uudelleen	AIS-tyyppi
Rahti/Ro-ro	Rahti, kaikki tämän tyyppiset alukset; Ro-ro-rahti; Rahti, ei lisätietoja; Rahti, varattu myöhempää käyttöä varten; Rahti sementtialus
Avustus- ja turva-alukset	Luotsialus; Hinaaja; Hinaus; Lainvalvonta; Etsintä- ja pelastustoiminta; Sotilasoperaatiot; Huoltoalus; Jäänmurtaja
Matkustaja	Matkustaja, kaikki tämän tyyppiset alukset; Suurnopeusalus (HSC)
Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet	Rahti Vaaraluokka A; Rahti Vaaraluokka B; Rahti Vaaraluokka C; LNG-säiliöalus; LPG-säiliöalus; Säiliöalus Vaaraluokka A; Säiliöalus Vaaraluokka B; Säiliöalus Vaaraluokka C; Säiliöalus Kemikaali/Öljy; Säiliöalus Bitumi; Säiliöalus Ei lisätietoja; Rahti/Säiliöalus joka kuljettaa öljytuotteita; Säiliöalus Varattu myöhempää käyttöä varten
Muu	Sukellusoperaatiot; ruoppaus- tai vedenalaiset operaatiot; pilaantumista estävät laitteet; RR-päättöslauselman nro 18 mukainen siviilialus; varattu; varalla paikallinen alus
Kalastus	Kalastus
Purjehdus- ja huvialukset	Purjehdus; huviveneily
Ei käytettävissä	Muu tyyppi; Ei käytettävissä (oletus)

4.3.2.2 Aluksen koko ja jakauma

Jotta nähdään alusten kulkureittien koko suhteessa hankealueeseen, luodaan kaavio, joka havainnollistaa alusten kokoja. Kaaviota varten tehdään valikoima (osio) alusten kulkuväylistä. Osio sijoitetaan kohtaan, missä alusten kulkureittejä katsotaan olevan eniten, mutta mikä myös edustaa suunniteltua hankealuetta pitkin kulkevaa reittiä.

4.3.2.3 Päällekkäisyysanalyysi

Kaikkiin läpikulkureitteihin 5 merimailin säteellä hankealueesta (sekä hankealueen sisällä) sovelletaan puskurivyöhykkeenä yksilöllistä turvaetäisyyttä. Yksilöllinen turvaetäisyys perustuu kunkin yksittäisen aluksen pituuteen (6 aluksen pituutta PIANC-turvaetäisyys-suositusten mukaisesti). Kaikkiin yksilöllisiin turvaetäisyyksiin on sisällytetty 0,3 merimailia (556 metriä). Kunkin yksittäisen aluksen turvaetäisyys muutetaan sitten puskurivyöhykkeeksi, joka kuvaa aluetta, jonka alus olisi tarvinnut väistöliikkeeseen. Hallan hankealueen kanssa päällekkäisten puskurivyöhykkeiden osuus havainnollistaa niiden alusten osuutta, jotka eivät mallin mukaan olisi pystyneet väistöliikkeeseen ja olisivat siten olleet vaarassa törmätä tuulivoimalaan.

Nämä tiedot lasketaan käyttäen seuraavia yksilöllisiä turvaetäisyyksiä (turvavyöhykettä lukuun ottamatta) kullekin alukselle ja PIANCin suosituksia soveltaen:

- $d = 556 \text{ metriä (0,3 merimailia)} + 6 \text{ aluksen pituutta}$

Varovaisen arvion tekemiseksi ja epävarmuustekijöiden huomioon ottamiseksi turvaetäisyyksiä sovelletaan sekä tyyrpuurin että paapuurin puolella. Näin toimitaan siksi, että alusten liikkumissuuntaa ei voida varasti tietää.

4.3.2.4 Jääolosuhteet

Jotta liikennevirta ja siinä tapahtuvat muutokset voidaan suhteuttaa hankealueen jääpeitteeseen, liikennettä tarkastellaan erikseen niinä kuukausina, jolloin tuulivoimahankealueen läheisyydessä esiintyy jäätä. Vuonna 2022 merijääkuukausia olivat tammikuu, helmikuu, maaliskuu, huhtikuu ja toukokuu. Näiden kuukausien AIS-tiedot luokitellaan siten merijääkuukausiksi ja loput kuukaudet jäättömiksi kuukausiksi. Joulukuussa merijäätä on jonkin verran, mutta jäätä on erittäin vähän ja se sulaa nopeasti. Siksi joulukuu lasketaan jäättömiin kuukausiin.

4.3.2.5 Syvyyskartoitus

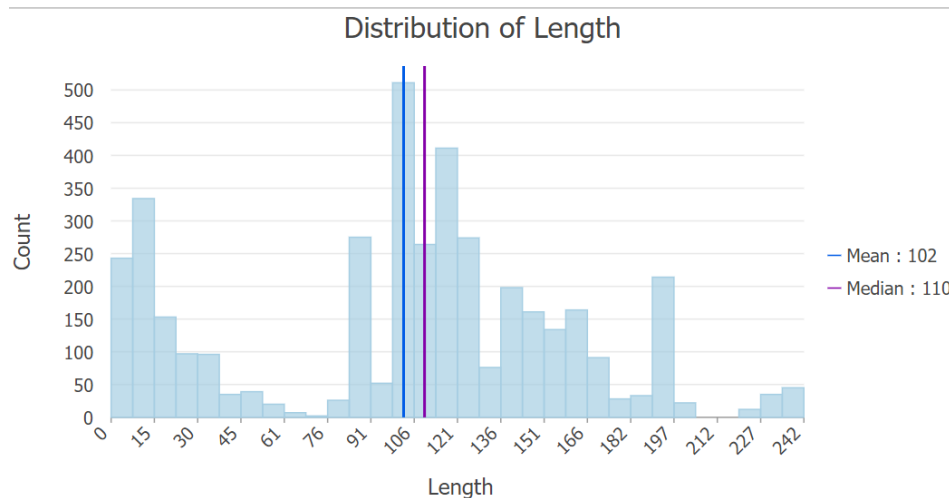
Myös analyysialueen syvyysolosuhteita tutkitaan. Analysointialueelle luodaan syvyyskartoitus (meren syvyys) GIS-järjestelmään. Syvyystiedot ladataan kansallisista ympäristötietokeskuksista (Bathymetric Data Viewer) rasterina (NOAA, 2022).

Syvyysarvot annetaan metreinä ja tallennetaan 32-bittisinä liukulukuarvoina. Solun koon resoluutio on noin 90 metriä. Rasteritiedot käsitellään ja solun arvot (float) muunnettiin kokonaisluvuiksi (integer) käyttämällä ArcGIS Pron Rasterilaskuryökalua. Sitten tehdään uudelleenluokittelu ja luodaan raja-arvot 5 metrin välein 0–100 metristä. Tämän jälkeen rasterikerros muunnetaan monikulmiotasoksi. Syvyyskartoitus näyttää 5 metrin välin, jossa arvo 0 edustaa 0–5 metrin syvyysarvoja, arvo 5 edustaa 5–10 metrin syvyysarvoja jne. Arvo 100 puolestaan edustaa syvyysarvoa 100 ja syvempää.

5 Liikenneanalyysi

5.1 Alustyytit

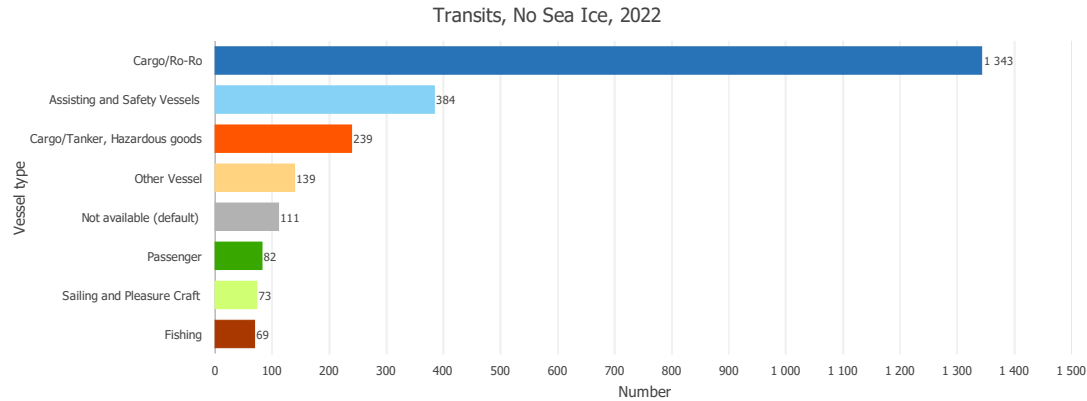
Kuva 10 näyttää analyysialueella 2022 liikkuneiden alusten pituuden. Keskimääräinen aluksen pituus on 102 metriä ja mediaani 110 metriä. Analyysialueella liikkuu suhteellisen vähän pidempiä aluksia. Pisin alus on 242 metriä. Joillekin aluksille pituudeksi on määritetty 0 metriä. Nämä ovat aluksia, joiden pituudesta ei ole tietoa, mikä selittää tämän arvon saaneiden alusten lukumäärän (0–7,5 metriä). Vakioaluksen pituus määritellään siten, että 98,5 % nykyistä reittiä käyttävistä aluksista ei ole vakioalusta suurempia. Analyysialueen vakioaluksen (98,5 prosenttipistettä) pituus on 229 metriä. Yleisesti alukset liikenneanalyysiä varten valitulla alueella ovat suhteellisen lyhyitä verrattuna muihin alueisiin, joilla on yhtä suuri AIS-tietoalue, esimerkiksi eteläisemmällä vesillä.



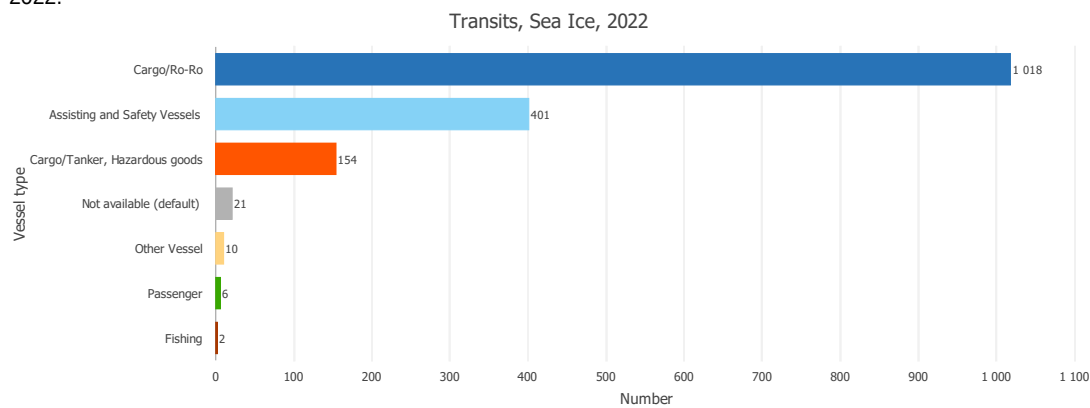
Kuva 10. Kuvassa esitetään alusten koko ja jakauma.

Kuten Kuva 11 ja Kuva 12 alla osoittavat, alueen liikenne koostuu pääasiassa rahti-/ro-ro-aluksista. Seuraavaksi eniten on avustus- ja turva-aluksia ja rahti-/säiliöaluksia (vaaralliset aineet), joita on sekä jääkuukausina että jäätöminä kuukausina. Jääkuukausina aluksia on kaiken kaikkiaan vähemmän, mutta avustus- ja turva-alusten määrä on suurempi. "Muut alukset" -luokkaan kuuluvia aluksia on enemmän jäätöminä kuukausina, kuten myös matkustaja-aluksia ja kalastusaluksia. Purjehdus- ja huvialuksia ei liiku alueella lainkaan jääkuukausien aikana. Syynä tähän voi olla se, että nämä alukset eivät sovellu

jääolosuhteissa liikkumiseen, koska niillä ei ole merijään särkemiseen tarvittavaa kokoa tai konetehoa. Jäänmurtajat auttavat vain tietyn jääluokan aluksia, ja useat pienemmät eivät täytä näitä vaatimuksia.



Kuva 11. Kaavio, joka osoittaa alustyyppit ja -tiheyden analyysialueella jäättömänä aikana vuonna 2022.



Kuva 12. Kaavio, joka osoittaa alustyyppit ja -tiheyden analyysialueella merijään aikana vuonna 2022.

Avustus- ja turva-alus -luokan alusten määrän jakautuminen kunkin alustyyppin sisällä on kuvattu taulukossa 4.

Jäättöminä kuukausina avustus- ja turva-alukset koostuvat pääasiassa hinaajista. Seuraavaksi eniten liikkuu luotsiveneitä, työntöhinaajia ja hinausveneitä, sitten etsintä- ja pelastusaluksia. Merijään aikana alueella liikkuu pääasiassa jäänmurtajia, seuraavaksi eniten luotsiveneitä, työntöhinaajia ja hinaajia.

Taulukko 3. Taulukko, joka esittää avustus- ja turva-alukset ja niiden esiintymistiheyden analyysialueella jäättöminä ja merijääkuukausina vuonna 2022.

Alustyyppi	Lukumäärä merijään aikana	Lukumäärä jäättömänä aikana
Jäänmurtaja	160	15
Luotsialus	115	76
Työntöhinaaja	68	67
Hinaaja	46	118
Hinaajavene	5	59
Huoltoalus	0	2
Lainvalvonta	5	11
Etsintä- ja pelastusalus	0	35
Sotilasoperaatiot	2	1
Yhteensä	401	384

Vaarallisia aineita kuljetetaan alueella, ja niiden määrät jäättöminä ja merijääkuukausina esitetään alla taulukossa 5. Selkeä enemmistö vaarallisten aineiden liikenteestä koostuu kemikaali-/öljysäiliöaluksista. Myös nesteytettyä maakaasua kuljettavat säiliöalukset ovat tavallisia, ja niiden jälkeen tulevat bitumia kuljettavat säiliöalukset. Nestekaasua ja vaaraluokkien A, B ja C rahtia kuljettavia säiliöaluksia liikkuu analyysialueella harvoin.

Taulukko 4. Taulukko, joka esittää vaarallisia aineita kuljettavat alukset ja niiden esiintymistiheyden analyysialueella jäättöminä ja merijääkuukausina vuonna 2022.

Alustyyppi	Lukumäärä merijään aikana	Lukumäärä jäättömänä aikana
Rahti/säiliöalus kemikaali/öljy	115	163
Säiliöalus, bitumi	4	26
Säiliöalus, LNG	19	22
Säiliöalus, LPG	2	12
Rahti, vaaraluokka A	5	11
Rahti, vaaraluokka B	1	0
Rahti, vaaraluokka C	8	5

Taulukko 5 alla esittää tilastoja alustyypeistä ja -koista jäättömien ja merijääkuukausien ajalta. Yleensä rahti/ro-ro-alukset liikkuvat meriliikennealueen reiteillä ja väylillä sekä jäättöminä että merijääkuukausina. Oulu 1 ja Farstugrunden – Raahe erottuvat joukosta merijääkuukausina, jolloin avustus- ja turva-alukset dominoivat reittejä. Yleensä merijääkuukausien aikana reitillä liikkuu suuri määrä avustus- ja turvallisuusalusten luokkaan kuuluvia aluksia. Yleisiä ovat myös rahti-/säiliöalukset ja vaaralliset aineet, erityisesti Raahe – Oulu – Kemi- reitillä ja luoteen suuntaisilla reiteillä sekä pohjoiseen että etelään. Muita alustyypppejä liikkuu harvakseltaan Hallan merituulivoimapuiston ympärillä kulkevilla väylillä.

Taulukko 5. Taulukko, jossa esitetään tilastotiedot alustyyppistä ja aluksen pituudesta eri väylillä ja liikenneväylillä jäättöminä ja merijääkuukausina. Alle 2 %:n osuuden muodostavat alukset eivät näy taulukossa.

Meriliikenne- alue/väylä	Alustyyppi	Keski arvo (m)	98,5 (m) prosentti- piste	Alustyyppi	Keski- arvo (m)	98,5 (m) prosentti- piste
	Merijääkuukaudet			Jäättömät kuukaudet		
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio	Rahti/ro-ro (61 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (22 %) Avustus- ja turva-alukset (16 %)	130	193	Rahti/ro-ro (64 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (31 %) Avustus- ja turva-alukset (3 %)	134	242
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio Luode Pohjoinen	Rahti/ro-ro (56 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (26 %) Avustus- ja turva-alukset (17 %)	132	193	Rahti/ro-ro (72 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (27 %)	149	201
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio Luode Etelä	Rahti/ro-ro (63 %) Avustus- ja turva-alukset (17 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (17 %) Matkustaja (3 %)	123	195	Rahti/ro-ro (62 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (37,5 %)	137	242
Nordvalen – Kemi/Tornio	Rahti/ro-ro (73 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (10 %) Avustus- ja turva-alukset (9,5 %)	118	190	Rahti/ro-ro (87 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (10 %) Avustus- ja turva-alukset (2 %)	124	191
Oulu 1	Avustus- ja turva-alukset (41 %) Rahti/ro-ro (33 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (26 %)	123	176	Rahti/ro-ro (83 %) Avustus- ja turva-alukset (17 %)	126	180
Farstugrunden - Raahe	Avustus- ja turva-alukset (55 %) Rahti/ro-ro (45 %)	142	226	Rahti/ro-ro (58 %) Avustus- ja turva-alukset (38 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (4 %)	143	187
Luotsausreitti	Rahti/ro-ro (79 %) Rahti/säiliöalus, vaaralliset aineet (10 %) Avustus- ja turva-alukset (10 %)	124	193	-	-	-

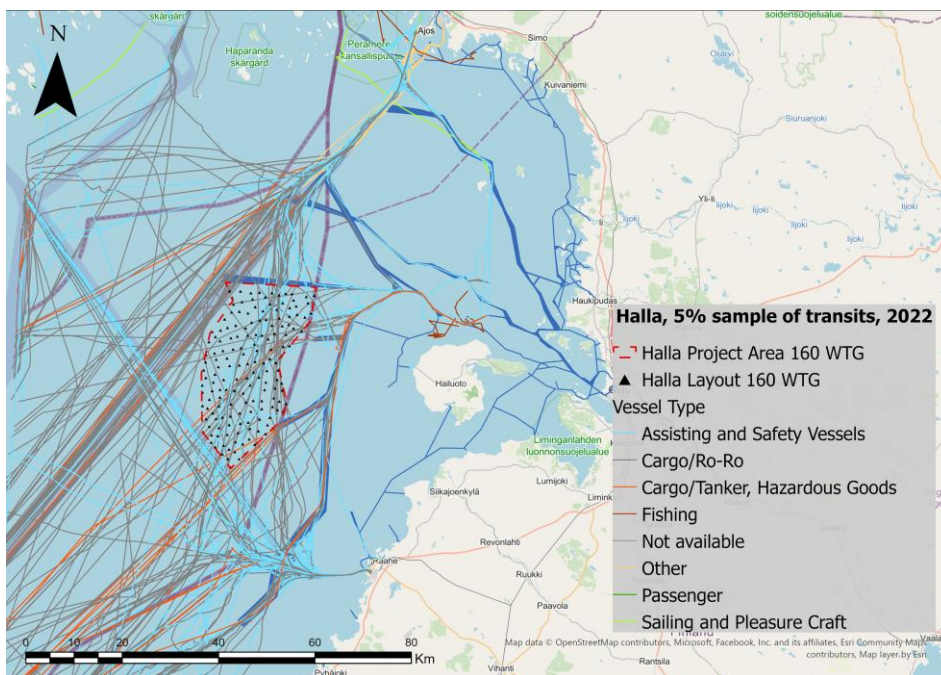
5.2 Alusten kauttakulkuliikenne

5.2.1 Meriliikennealueet

Vuonna 2022 Hallan hankealueella rekisteröitiin 1 125 läpikulkevaa alusta. Kun huomioidaan Hallan hankealue sekä 5 merimailia alueen ympärillä, kautta kulkeneita aluksia oli yhteensä 2 253 alusta.

Koko analyysialue (Kuva 13) on kooltaan noin 14 300 km² ja sisältää 4 052 kauttakulkua vuoden 2022 aikana.

Kuva 13 alla esittää satunnaisotannan, johon on valittu 5 % alusliikenteestä vuonna 2022. Se antaa yleiskuvan ja osviittaa siitä, miten liikenne liikkuu ja minkä tyyppisiä aluksia alueella on.



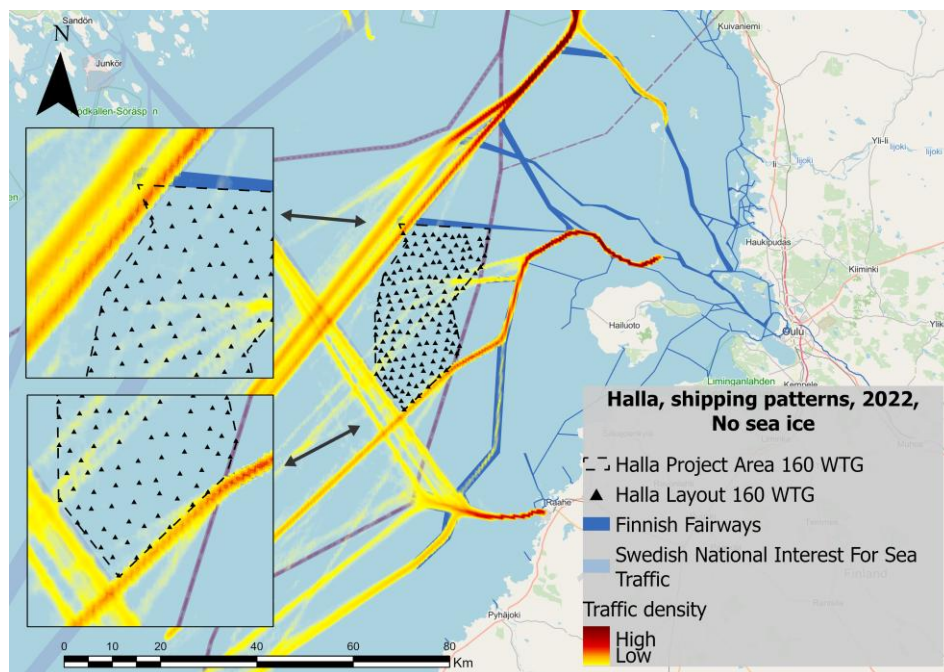
Kuva 13. Kartta, jossa näkyy 5 %:n otanta kauttakulusta analyysialueella koko vuoden 2022 aikana.

Eri laivaväylillä kulkee vain muutama alus päivässä. Taulukko 6 alla esittää eri kuljetusalueilla tehtyjen läpikulkujen kokonaismäärä vuonna 2022 sekä keskimääräisen läpikulkujen määrän päivässä.

Taulukko 6. Taulukossa näkyy eri meriliikennealueiden läpikulkujen määrä sekä päiväkohtainen tulos, joka perustuu keskimääräiseen liikenteeseen alueella. Tämä tarkoittaa, että taulukossa esitetty luku ei ole tarkka luku. Lukumäärä voi muuttua hieman, jos liikenteen keskiarvo otetaan meriliikennealueen toisesta poikkileikkauksesta.

Reitti	Kauttakulut yhteensä	Keskimääräinen kauttakulkujen määrä päivässä ²	Kauttakulut yhteensä	Keskimääräinen kauttakulkujen määrä päivässä ³
	Merijääkuukaudet		Jäättömät kuukaudet	
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio	237	1,6	421	2,0
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio Luode Pohjoinen	152	1,0	123	0,6
Raahe – Oulu – Kemi – Tornio Luode Etelä	30	0,2	248	1,2
Nordvalen – Kemi/Tornio	226	1,8	595	2,8
Oulu 1	27	0,2	6	0,03
Farstugrunden – Raahe	55	0,4	142	0,7
Luotsausreitti	330	2,2	-	-

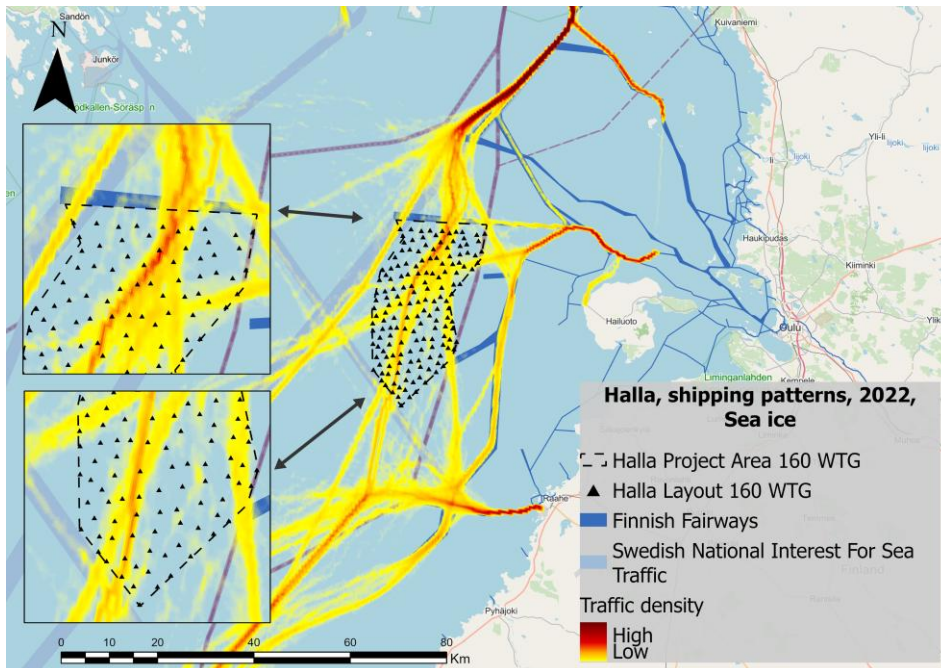
Jääesteiden ilmaantuessa alukset joutuvat usein kulkemaan muita reittejä. Tämän vuoksi merenkulku merijääkuukausina eroaa merenkulusta jäättöminä kuukausina, mitä myös Kuva 14 ja Kuva 15 havainnollistavat.



Kuva 14. Lämpökartta liikennemalleista Hallan ympärillä jäättöminä kuukausina (1.6.2022 – 31.12.2022).

² Kauttakulkua yhteensä / 151 päivää

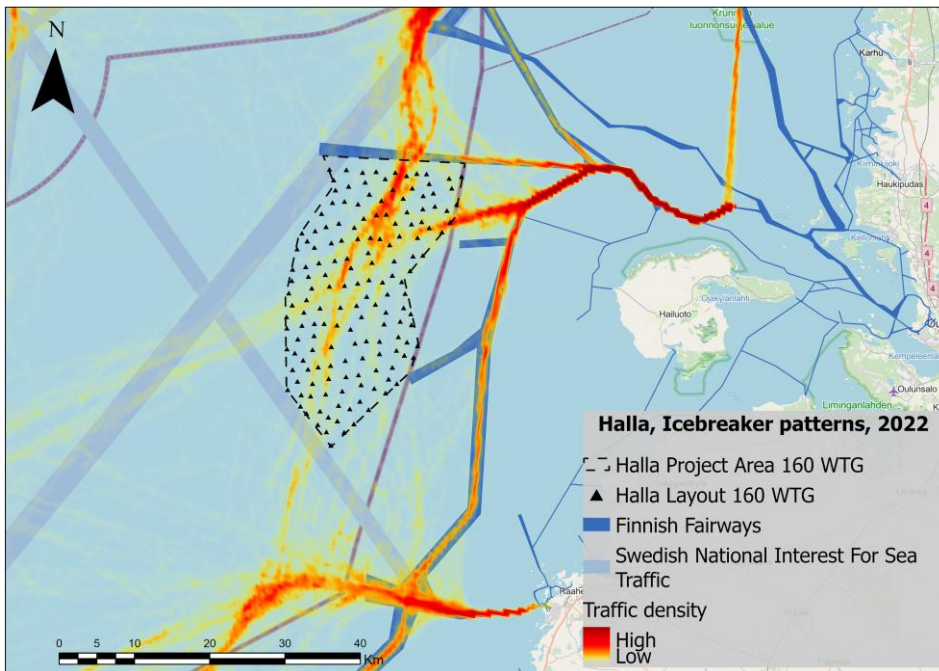
³ Kauttakulkua yhteensä / 214 päivää



Kuva 15. Lämpökartta liikennemalleista Hallan ympärillä merijääkuukausina (1.1.2022 – 31.5.2022).

Liikennettä on pääasiassa hankealueen luoteispuolella olevalla laivareitillä Nordvalen – Kemi/Tornio. AIS-tietojen mukaan liikennetiheys Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä on suurinta jäätöminä kuukausina. Myös Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW -väylää laajentavalla kaistalla liikennetiheys on suurempaa. Merijääkuukausina liikennetiheys Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä pienenee. Myös Hallan hankealueen läpi kulkee jonkin verran liikennettä. Hankealueella liikennetiheys on suurempaa erityisesti merijääkuukausina. Hallan hankealueen läpi merijääkuukausien aikana kulkevat alukset luovat epävirallisen luotsausreitit (Traficom, 2022a), jota syvyysvarmistettuna alueena käytetään luotsaukseen aluksille, joilla on suurimmat syväykset. Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW -reitit liikenne vähenee edelleen merijääkuukausien aikana. Selvää on myös se, että intensiteetti on alhainen koko vuoden ajan Oulu 1:n, Hallan hankealueen pohjoispuolella sijaitsevan väylän varrella.

Jäämurtajat noudattavat Hallan hankealueella merijääkuukausien merenkulun kaavaa, joka on esitetty kohdassa Kuva 16. Tämä visualisoi luotsausreitit. Analyysialueella liikkui vuoden 2022 aikana yhteensä 11 erilaista jäämurtajaa, jotka tekivät 175 läpikulkua.



Kuva 16. Lämpökarta, joka näyttää jäänmurtajien kulkua Hallan hankealueella ja sen ympärillä vuonna 2022.

Jäätöminä kuukausina suurin liikenteen keskittymä lähellä Hallan merituulivoimapuistoa on Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä, Hallan luoteispuolella. Merijääkuukausina liikenne keskittyy luotsausreitille. Lisäksi liikennettä osuu alueen luoteiskulmaan ympäri vuoden.

Jäätöminä kuukausina Farstugrunden – Raahe -laivaliikennealueelta lounaaseen (katso Kuva 14) on tiheämpää liikennettä erityisesti merijääkuukausiin verrattuna.

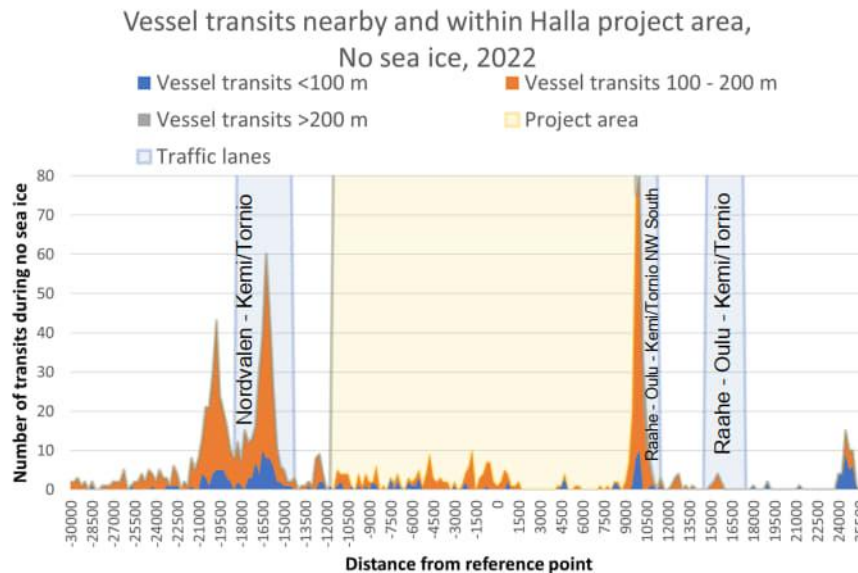
Hallasta kaakkoon, Raahe-Oulu-Kemi NW -meriliikennealueella kulkeva liikenne on jossain määrin päällekkäistä hankealueen kanssa ja kulkee yleensä suoraan hankealueen reunaa pitkin. Hankealueen läpi jäätöminä kuukausina kulkeva liikenne on hajanaisempaa, mutta näyttää olevan yhteydessä luoteissuuntaiseen Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW -reittiin, joka näkyy kuvassa Hallan hankealueen itäpuolella.

Johtopäätöksenä on, että merijääkuukausina liikenne keskittyy luotsausreitille ja vähemmässä määrin myös Nordvalen – Kemi/Tornio -reitille sekä Raahe – Oulu – Kemi NW -reitille. Jäätöminä kuukausina liikenne keskittyy pääosin Nordvalen – Kemi-, Raahe – Oulu – Kemi NW South- ja Farstugrunden – Raahe -reiteille.

5.2.2 Alusten jakautuminen

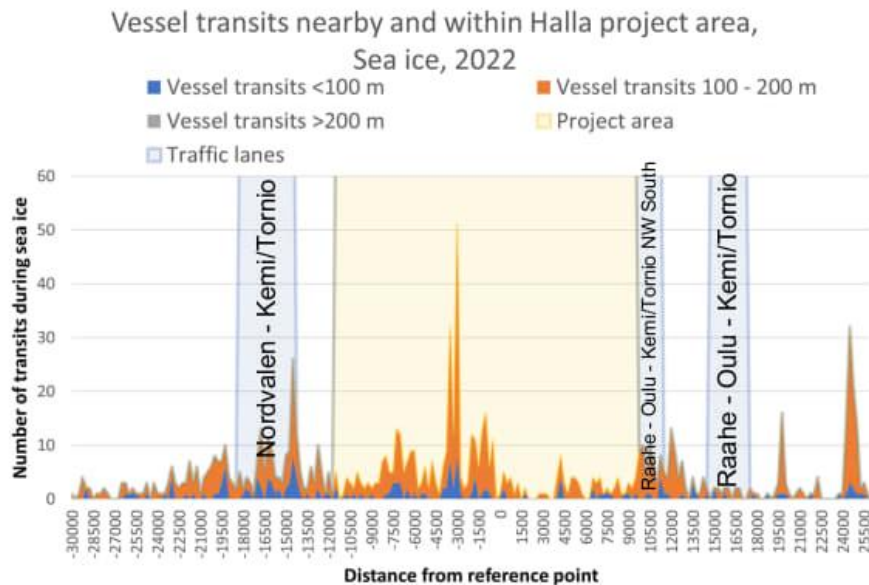
Kaaviot kulkuväylien määrästä eri etäisyyksillä Hallan hankealueella sijaitsevasta referenssipisteestä havainnollistavat sitä, miten alusliikenne kulkee suhteessa Hallan hankealueeseen ja vilkkaimpiin reitteihin Nordvalen – Kemi/Tornio (merituulivoimapuiston koillispuolella) ja Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW (merituulivoimapuiston kaakkoispuolella). Kuva 17 ja Kuva 18 esittävät kaaviot. Kuva 19 esittää kaavion osion ja keskipisteen.

Kuva 17 ja sen kaavio alla havainnollistavat, miten alukset kulkevat alueella jäättöminä kuukausina pääosin Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä (luoteeseen Hallan hankealueelta) sekä hankealueen kaakkoisreunaa pitkin kulkevalla reitillä Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW. Ilmeistä on myös se, että liikenteessä tapahtuu luoteissuuntainen muutos suhteessa Nordvalen – Kemi/Tornio -laivaväylään. Lisäksi Raahe-Oulu-Kemi-Tornio NW:n ulkopuolella olevalle kaistalle keskittyvässä liikenteessä on myös luoteissuuntainen siirtymä. Käytännössä tämä tarkoittaa sitä, että suurin osa liikenteestä keskittyy lähemmäs Hallan hankealuetta.

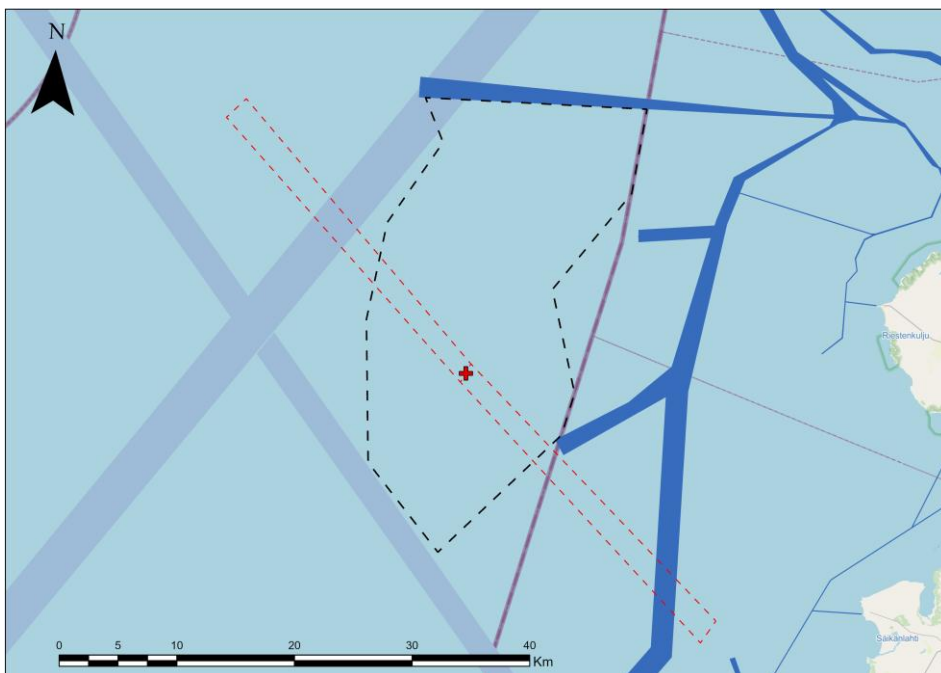


Kuva 17. Alusten kauttakulut Hallan hankealueella ja sen lähellä jäättöminä kuukausina ja niiden jakautuminen aluksen pituuden mukaan.

Kuva 18 heijastaa sitä, että merijääkuukausina suurempi osa liikenteestä kulkee Hallan hankealueen kautta. Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä liikenne siirtyy hieman kaakkoon, mikä tarkoittaa, että se kulkee lähempänä hankealueen ulkoreunaa.



Kuva 18. Alusten kauttakulut Hallan hankealueella ja sen lähellä merijääkuukausina ja niiden jakautuminen aluksen pituuden mukaan.



Kuva 19. esittää karttaa poikkileikkauksesta, josta tiedot merialueilla Nordvalen – Kemi/Tornio, Raahe – Oulu – Kemi/Tornio NW South ja Raahe – Oulu – Kemi/Tornio liikkuvien alusten kokoajakaumasta merituulivoimapuiston alueella ja sen ympäristössä on poimittu (kuten Kuva 17 ja Kuva 18 esittävät).

5.2.3 Päällekkäisyysanalyysi

Jotta aluksen liikkeitä (esim. ankkurointi ja ympäri kääntyminen) voidaan suorittaa turvallisesti, merituulivoimapuistojen ja liikenneväylien välillä on oltava

turvallinen, navigoitava etäisyys luvussa 2.2 kuvattujen (PIANC) suositusten mukaisesti.

Jotta voidaan määrittää 5 merimailin säteellä nykyisen liikenteen osuus, joka on siirrettävä toisaalle, jos Halla otetaan käyttöön, kullekin alukselle lasketaan yksilöllinen turvaetäisyys perustuen tilaan, jonka alus vaatii turvallisen väistöliikenteen suorittamiseen. Kunkin aluksen turvaetäisyys perustuu aluksen yksilölliseen pituuteen, ja se havainnollistetaan puskurivyöhykkeenä aluksen kulkureitistä⁴. Tämän jälkeen tutkitaan päällekkäisyysanalyysillä, kuinka moni puskurivyöhykkeistä on päällekkäinen hankealueen kanssa (edustaa väistöliikkeitä tarvittavaa tilaa).

Kuten Taulukko 7 alla esittää, vuonna 2022 Hallan hankealueen kautta kulki 519 alusta jäätöminä kuukausina. Merijään aikana Hallan hankealueen läpi kulki 706 alusta. 5 merimailin vyöhykkeen läpi kulki jäätömänä aikana 1 246 alusta ja merijään aikana 1 007 alusta. Hallan hankealueella, turvaetäisyydellä turvavyöhyke mukaan lukien, tehtiin merijään aikana 809 kauttakulkua ja jäätömänä aikana 877 kauttakulkua.

Taulukko 7. Taulukko, jossa esitetään tiedot kauttakuluista, joiden väistöliikkeitä tarvittava tila osuu päällekkäin hankealueen kanssa.

Kauttakulkualue	Kauttakulut merijään aikana	Kauttakulut jäätömänä aikana
5 M:n sisällä	1007	1246
Hankealueen sisällä	706	519
Hankealueella turvaetäisyys huomioiden	781	790

Suurempi osa 5 merimailin säteellä hankealueesta kulkevista aluksista (77 % merijääkuukausina⁵, 63 % jäätöminä kuukausina⁶) ei pystyisi tekemään väistöliikkeitä osumatta hankealueelle, joten niiden olisi valittava eri reitti Hallan käyttöönoton jälkeen.

5.3 Tuleva liikenne

Traficom toteaa kansallisten liikenne-ennusteiden raportissaan (Traficom, 2022b), että meriliikenteen odotetaan kasvavan. Traficom on tuottanut ennusteita vuoteen 2060 asti. Ulkomaisen meriliikenteen vuoden 2060 ennusteiden mukaan Suomen meriliikenteen kokonaisvienti on vuoteen 2060 mennessä vetoisuudeltaan noin 9 prosenttia suurempi kuin vuonna 2021. Vastaavasti kokonaistuonti tulee ennusteen mukaan olemaan noin 19 prosenttia suurempi. Kokonaisviennin odotetaan pysyvän vakaana vuoteen 2035 asti, jonka jälkeen sen odotetaan alkavan kasvaa. Kokonaistuonnin odotetaan kasvavan merkittävästi lähivuosina, kun Venäjältä rautateitse tuleva tuonti

⁴ Turvaetäisyyden laskeminen esimerkiksi 200 metrin aluksille: $200 \text{ m} \times 6 \text{ aluksen pituutta} + 556 \text{ m} (0,3 \text{ M}) = 1\,756 \text{ m}$.

⁵ $781 \text{ kauttakulkua} / 1\,007 \text{ kauttakulkua} = 77 \%$ kaikista 5 merimailin säteellä hankealueesta tapahtuvista kauttakuluista ei pystyisi suorittamaan 360 asteen käännöstä osumatta hankealueelle.

⁶ $790 \text{ kauttakulkua} / 1\,007 \text{ kauttakulkua} = 63 \%$ kaikista 5 merimailin säteellä hankealueesta tapahtuvista kauttakuluista ei pystyisi suorittamaan 360 asteen käännöstä osumatta hankealueelle.

korvataan muista maista meritse tulevalla tuonnilla. Tämän jälkeen kokonaistuonnin odotetaan vähenevän muun muassa raakaöljyn tuonnin vähenemisen vuoksi. Liikenne-ennusteiden lähtökohtiin liittyy kuitenkin merkittäviä epävarmuustekijöitä toimintaympäristön suurten muutosten vuoksi.

Ruotsin liikenneviraston ennusteiden mukaan merikuljetusten odotetaan kasvavan tonnikilometrimäärällä mitattuna noin 1,7 % vuodessa (Trafikverket, 2023) vuoteen 2040 asti. Tämä tarkoittaa, että tavaraliikenne (tonnikilometreinä mitattuna) kasvaa vuoteen 2040 mennessä noin 33,2 prosenttia vuoteen 2023 verrattuna.

Liikenteen osuuden kasvuun ja suurempiin aluksiin on useita syitä. Traficom huomauttaa (2022a), että uuden Oulun salmen syväys ja Kemin Ajoksen väylän syventäminen lisäävät meriliikennettä ja mahdollistavat suuremmat alukset. Lisäksi liikenne Ajokseen lisääntyy merkittävästi Metsä Groupin uuden biotehtaan valmistuttua, sillä sen alukset tulevat olemaan suurempia.

Kuten aiemmin analyysissä todettiin, Hallan merituulivoimapuiston käyttöönotto johtaisi joihinkin muutoksiin liikenteessä ja malleissa. Mahdolliset skenaariot voisivat merkitä sitä, että entistä enemmän liikennettä keskittyy Nordvalen – Kemi/Tornio -reitille ja Raahe – Oulu – Kemi/Tornio NW South -reitille.

Edellä mainitut tiedot huomioon ottaen on todennäköistä, että Hallan merituulivoimapuiston ympäristössä liikkuvien alusten koko kasvaa, mutta määrät eivät niinkään lisäänty. On kuitenkin epävarmaa, johtaako odotettavissa oleva kuljetusten lisääntyminen suurempaan laivamäärään vai itse laivojen koon ja painon kasvuun.

5.4 Lähellä olevat merituulivoimapuistot

Kuva 20 alla havainnollistaa Hallan merituulivoimapuistoa ja muilta lähistölle suunniteltuja merituulivoimapuistoja.

Polargrundin merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 2,8 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta luoteeseen. Se on siis hanketta lähin merituulivoimapuisto. Hallan hankealueen ja Polargrundin hankealueen voimaloiden välinen etäisyys on kuitenkin lyhyimmilläänkin 4 725 metriä. Meriliikennealue Nordvalen – Kemi/Tornio sijaitsee Hallan ja Polargrundin merituulivoimaloiden välissä ja on alueen eniten liikennöity meriliikennealue. Hallan ja Polargrundin merituulivoimapuistojen käyttöönoton oletetaan johtavan suurempaan liikennetiheyteen (enemmän liikennettä ja ruuhkautumista), koska tällä hetkellä merituulivoimapuistojen alueen kautta kulkevan liikenteen on siirryttävä käyttämään tätä meriliikennealuetta sekä pidettävä turvallinen etäisyys merituulivoimapuistoihin. Näin ollen molempien merituulivoimapuistojen käyttöönoton oletetaan johtavan kumulatiivisiin vaikutuksiin liikenteessä. Huomaa, että liikenteen odotetaan kasvavan yhdellä tai kahdella aluksella päivässä Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä.

Omegan merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 19 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta lounaaseen. Se sijaitsee myös lähellä Nordvalen – Kemi/Tornio -meriliikennealuetta, ja on mahdollista, että liikenne voi sen vaikutuksesta siirtyä lähemmäs Hallan merituulivoimapuistoa. Tällä hetkellä Omegan merituulivoimapuiston kautta kulkevan liikenteen täytyy senkin käyttää Nordvalen – Kemi/Tornio -reittiä, mikä lisää alueen liikennettä. Näin ollen molempien merituulivoimapuistojen käyttöönoton oletetaan johtavan jossain

määrin kumulatiivisiin vaikutuksiin liikenteessä, ja liikenteen odotetaan siirtyvän hieman idemmäs.

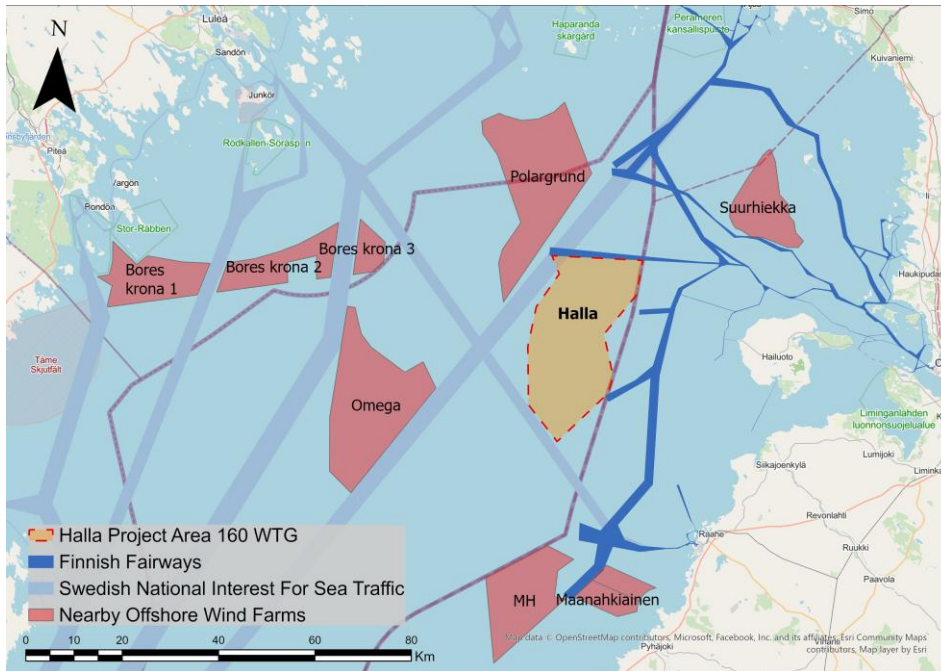
Bores Krona 1, 2, 3 -merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 33 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta länteen. Bores Krona 1, 2, 3 -merituulivoimapuisto sijaitsee kaukana Hallasta, joten sen kumulatiiviset vaikutukset Hallan lähellä kulkeviin liikennemalleihin ovat todennäköisesti vähäisiä.

Suurhiekan merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 20 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta koilliseen. Suurhiekan ja Hallan välissä kulkee 3-4 väylää. Tällä hetkellä merituulivoimapuistojen alueen kautta kulkeva liikenne siirtyy puistojen käyttöönoton jälkeen todennäköisesti käyttämään lähintä väylää alueen ulkopuolella. Koska väylät kulkevat merituulivoimapuistojen välillä, Hallan merituulivoimapuistosta johtuvien liikennemuutosten ei arvioida vaikuttavan Suurhiekan aluetta ympäröiviin liikennemalleihin tai päinvastoin. Näin ollen kumulatiiviset vaikutukset Suurhiekan merituulivoimapuiston liikennemalleihin arvioidaan vähäisiksi.

MH:n merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 21 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta etelään. Farstugrunden – Raahe -meriliikennealue sijaitsee MH:n ja Hallan merituulivoimapuistojen välissä. MH:n sijainnin ei odoteta vaikuttavan Farstugrunden – Raahe -reitin liikenteeseen merkittävästi, joten kumulatiiviset vaikutukset Mh:n merituulivoimapuiston liikennemalleihin arvioidaan vähäisiksi.

Maanahkiaisen merituulivoimapuisto on suunnitteilla, ja se sijaitsee noin 27 kilometriä Hallan merituulivoimapuistosta etelään. Maanahkiaisen merituulivoimapuisto sijaitsee lähellä MH:n merituulivoimapuistoa, mutta kauempana Hallan merituulivoimapuistosta. Näin ollen kumulatiiviset

vaikutukset Maanahkiaisien merituulivoimapuiston liikennemalleihin arvioidaan vähäisiksi.



Kuva 20. Kartta, jossa näkyy Hallan hankealue ja läheiset merituulivoimapuistot

Polargrundin merituulivoimapuiston käyttöönotto voisi tarkoittaa liikennemäärän kasvua Nordvalen – Kemi/Tornio -reitillä. Tämä voi myös johtaa liikenteen siirtymiseen lähemmäs Hallan hankealuetta. Traficom toteaa (2022a), että Polargrundin merituulivoimapuiston myötä liikennemallit voivat muuttua nykytilanteeseen verrattuna, erityisesti talvella.

Polargrund on tarkoitus perustaa Nordvalen-Kemi/Tornio -reitin länsipuolelle, lähelle Hallan hankealuetta. Kuten Taulukko 8 esittää, vuonna 2022 Nordvalen – Kemi/Tornio -reitin kautta kulki vain noin 1-3 alusta päivässä. Ajos - Kemi/Tornio -väylää ja osittain Polargrundin alueella kulkee pienempi meriliikennealue. Tämän reitin on todennäköisesti kuljettava Nordvalen – Kemi/Tornio -reittiä pitkin, kun Polargrund otetaan käyttöön, mikä tarkoittaa, että liikennetiheys tällä väylällä voi kasvaa hieman. Määräksi arvioidaan kuitenkin vain 1 alus päivässä. Polargrundin suunnitellaan myös olevan niin lähellä Nordvalen – Kemi/Tornio -reittiä, että osa meriliikennealueesta koskettaa Polargrundin hankealuetta. Polargrundin käyttöönotto voi siis tarkoittaa sitä, että liikenne siirtyy itään eli Hallan merituulivoimapuiston suuntaan. Tämä tarkoittaisi

mahdollisesti nykyistä vähemmän tilaa liikenteelle Nordvalen-Kemi/Tornio -reitin kautta eli vähemmän mahdollisuuksia väistöliikkeisiin tarvittaessa.

Taulukko 8. Taulukossa näkyy Nordvalen – Kemi/Tornio -reitin kauttakulkujen määrä yhteensä vuonna 2022 ja päivässä. Se esittää myös hypoteettisen skenaarion, joka perustuu arvioon Polargrundin merituulivoimapuiston käyttöönotosta. Tiedot perustuvat keskimääräiseen liikenteeseen meriliikennealueella. Tämä tarkoittaa, että taulukossa esitetty luku ei ole tarkka luku. Lukumäärä voi muuttua hieman, jos liikenteen keskiarvo otetaan meriliikennealueen toisesta kohdasta.

Väylä	Kauttakulut yhteensä	Kauttakulkua päivässä ⁷	Kauttakulut yhteensä	Kauttakulkua päivässä ⁸
	Merijääkuukaudet		Jäättömät kuukaudet	
Nordvalen – Kemi/Tornio	226	1,8	595	2,8
Nordvalen – Kemi/Tornio, jos Polargrund otetaan käyttöön. ⁹	322	2,1	655	3

On syytä huomata, että merituulivoimapuistojen rakennusvaiheen aikana liikenne alueella voi tilapäisesti lisääntyä.

5.5 Turvaetäisyys

PIANCiin(2018) ja Alankomaiden infrastruktuuri- ja ympäristöministeriöön(2014) perustuvien väylän leveyttä koskevien ohjeiden mukaan Perämerelle ja Perämereltä kulkevien tulevien laivaväylien leveys tulee olla noin 916 metriä¹⁰. Analyysialueella on yhteensä 4 052 kauttakulkua, mikä edellyttää kahta rinnakkaista alusta (reittiä käyttäviä aluksia on alle 4 400 vuodessa). Näin ollen laskelmassa otetaan huomioon kauttakulkumäärien mahdollinen kasvu. Kutakin väylää tai reittiä käyttäviä aluksia ei siis saa olla yli 4 400 alusta vuodessa Traficom (2022b) ja Liikenneviraston (2023) ennusteet huomioiden.

Turvaetäisyyden määrittämiseen on erilaisia tapoja. Traficom (2022a) ja PIANCin (2018) menetelmät esitetään alla.

Traficom turvaetäisyys

Traficom (2022a) toiveena on 1,5 km:n turvaetäisyys väyläalueiden ja merituulivoimapuistojen välillä. Kun tämä yhdistetään suositeltuun meriliikennealueen leveyteen 916 metriä, Hallan ja Polargrundin merituulivoimapuistojen välisen kokonaisturvaetäisyyden tulisi olla 3 916 metriä.

PIANC turvaetäisyys

PIANCin ohjeiden (2018)mukaan suositeltu turvaetäisyys on 1 930 metriä¹¹. Kaiken kaikkiaan suositeltu leveys, mukaan lukien laivaväylä ja turvaetäisyys

⁷ kauttakulkua yhteensä / 151 päivää

⁸ kauttakulkua yhteensä / 214 päivää

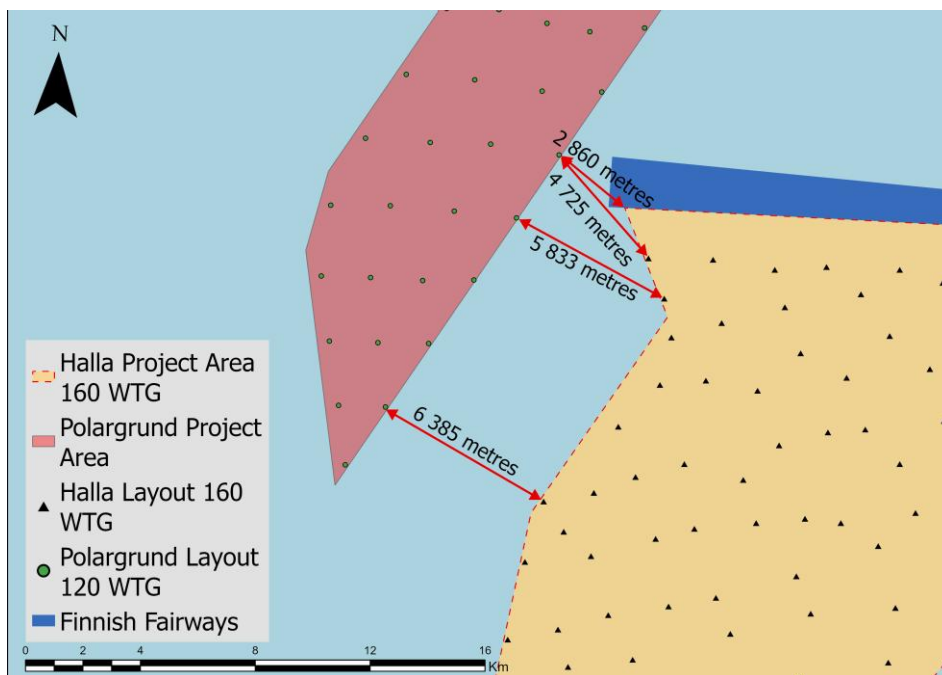
⁹ Arvion perustuvassa hypoteettisessa skenaariossa

¹⁰ Laivaväylä = 2 x 2 x 229 (98,5 prosenttipistettä) = 916. 98,5 prosenttipistettä perustuu kaikkeen analyysialueen liikenteeseen.

¹¹ PIANCin suositeltu turvaetäisyys = 556 metriä (0,3 M tyyrpuurinpuoleisissa liikkeissä) + 229 (98,5 prosenttipisteen alus) x 6 = 1 930 metriä.

laivaväylän kummallakin puolella, johtaa noin 4 776 metrin vähimmäisetäisyyteen¹².

Niinpä koska etäisyys Hallan ja Polargrundin lähimpien tuulivoimaloiden välillä on 4 725 metriä (katso Kuva 21), suositeltu turvaetäisyys ei täyty. Toiseksi lähin tuulivoimala sijaitsee kuitenkin 5 833 metrin etäisyydellä merituulivoimapuistosta (katso Kuva 21), mikä täyttää sekä PIANC-turvaetäisyysohjeet (2018) että Traficom (2022a) suositukset. Kaiken kaikkiaan Hallan ja Polargrundin merituulivoimapuistojen välisen käytävän yleinen leveys on noin 6 200 metriä, ja Hallan kolmanneksi lähin tuulivoimala sijaitsee 6 385 metrin etäisyydellä Polargrundista (katso Kuva 21). Vain Hallan luoteiskulmassa on kapeampi alue, jolla lähin etäisyys Hallan ja Polargrundin hankealueiden välillä on 2 860 metriä (katso Kuva 21).



Kuva 21. Etäisyydet Hallan ja Polargrundin merituulivoimapuistojen välillä.

Lasketut turvaetäisyydet pätevät myös liikenteen lisääntyessä (enemmän läpikulkujä), mutta huomioon ei ole otettu 98,5 prosenttipistettä (229 metriä) suurempia aluksia.

Epävarmuusanalyysillä tutkitaan mahdollista tulevaisuudenskenaariota, jossa suurten alusten määrä kasvaa. Näin voidaan huomioida tuleva vetoisuuden kasvu. Tässä tutkimuksessa käytetään CMA CGM Panama-alusta, jonka pituus on 366 metriä, osoittamaan, kuinka paljon turvaetäisyyksiä olisi säädettävä turvallisen etäisyyden säilyttämiseksi. Jos alus kulkee kerran kuukaudessa, sillä ei ole vaikutusta turvaetäisyyksiin nykyisen 98,5 prosenttipisteen perusteella. Jos alus kuitenkin kulkee kaksi kertaa kuukaudessa, mallinnettuun 98,5 prosenttipisteeseen perustuva turvaetäisyys kasvaisi 242 metriin. Kun 98,5 prosenttipiste on 242 metriä, laivaväylän suositellun leveyden on oltava 968

¹² Kokonaisleveys = Laivaväylä + turvaetäisyys laivaväylän molemmin puolin = 916 + 1 930 x 2 = 4 776 metriä.

metriä¹³, mikä johtaa noin 4 984 metrin vähimmäisetäisyyteen, laivaväylä ja turvamarginaali mukaan lukien¹⁴. Jos uloimmat tuulivoimalat poistetaan, alusten pitäisi pystyä suorittamaan täydellinen väistöliike jopa tulevissa skenaarioissa, joissa on enemmän ja suurempia aluksia.

¹³ $2 \times 2 \times 242$ (98,5 prosenttipistettä) = 968. 98,5 prosenttipiste perustuu kaikkeen analyysialueen liikenteeseen.

¹⁴ $968 + (556 \times 2)$ (0,3 M tyyrpuurinpuoleisissa liikkeissä laivaväylän kummallakin puolella) + $242 \times 6 \times 2$ (6 aluksen pituutta laivaväylän kummallakin puolella) = $968 + (556 \times 2) + (6 \times 242 \times 2) = 4\,984$ metriä.

6 Keskustelu

6.1 Alustyytit ja -koot

Alusliikenne alueella koostuu pääosin rahti-/ro-ro- ja säiliöaluksista sekä avustus- ja turva-aluksista. Tämä kuvastaa Suomen vesiväylien tarkoitusta eli sitä, että ne on ensisijaisesti toteutettu ja niitä ylläpidetään kauppalaivojen turvallista kulkua varten. Näin ollen kauppa-alukset katsotaan alustyyppiksi, johon Hallan käyttöönotto vaikuttaa eniten. Lisäksi se, että kauppa-alukset ovat yleensä alueen pisimpiä aluksia, osoittaa, että hätätilanteissa ne saattavat kuulua siihen alustyyppiluokkaan, jolle väistöliikkeet aiheuttavat suurimpia vaikeuksia. Samaan aikaan aluksen keskimääräinen pituus on 102 metriä ja keskimääräinen edustava 98,5 prosenttipiste on 229 metriä. Verrattuna muihin yhtä suuriin alueisiin etelämpänä Itämerellä liikennöi Hallan hankealueen ympärillä merkittävästi pienempiä aluksia. Alusten pituus määrittää kääntösaiteen, mikä tarkoittaa sitä, että lyhyempiä aluksia on helpompi ohjata ja ne myös vaativat pienemmän turvaetäisyyden. Avustus- ja turva-alukset ovat erittäin tärkeitä ennen kaikkea kauppa-alusten ja merenkulun toiminnan ylläpitämiseksi ja varmistamiseksi. Koska avustus- ja turva-alukset, kuten hinaajat ja luotsialukset, käyttävät yleensä epävirallista luotsausreittiä, Hallan käyttöönoton odotetaan myös vaikuttavan näihin aluksiin enemmän: näiden alusten on siirrettävä toimintansa joko Hallan länsi- tai itäpuolelle, jotta ne voivat auttaa pohjoisimmista ja itäisimmistä satamissa käyviä aluksia.

6.2 Tulevaisuuden skenaariot, liikennemallit ja turvaetäisyydet

Liikenneanalyysi osoittaa, että analysoitavan alueen meriliikennealueilla on suhteellisen vähän aluksia, yleensä noin 1–2 alusta päivässä kullakin meriliikennealueella. Tämä tarkoittaa sitä, että aluksilla voidaan yleisesti olettaa olevan tilaa sijoittua väylälle siten, että väylän ja merituulivoimapuiston väliin jää riittävästi tilaa, jotta väistöliikkeet voidaan tarvittaessa suorittaa muuta liikennettä häiritsemättä. Hallan hankealueen läheisyydessä liikennetiheys on pientä, erityisesti verrattuna muihin, samankokoisiin alueisiin etelämpänä Pohjanlahdella ja Itämerellä. Skenaariossa, jossa sekä Hallan että Polargrundin merituulivoimapuisto otetaan käyttöön, PIANC-ohjeiden noudattamisen varmistamiseksi on suositeltavaa poistaa ulommainen tuulivoimala hankealueen luoteiskulmasta. Näin varmistetaan riittävä tila alusliikenteelle. Uloimman tuulivoimalan poistaminen takaa turvallisuuden liikenteelle myös tulevaisuudessa, ottaen huomioon suuremmat alukset.

Hankealueen itä- ja kaakkoispuolen väylällä, Raahe-Oulu-Kemi/Tornio NW -reitillä, alusliikenne sijoittuu merkittävästi lähemmäs hankealuetta sekä jäätöminä että merijääkuukausina. Tämä tarkoittaa, että alusten tulisi tehdä pieniä reittimuutoksia kaakkoissuunnassa, jotta väylällä olevat alukset voivat tarvittaessa suorittaa turvallisen väistöliikenteen.

Hankealueen lounaispuolella, Farstugrunden-Raahe -reitillä, alukset kulkevat pääosin jäätöminä kuukausina. Myös nämä alukset liikkuvat suhteellisen lähellä hankealuetta ja saattaa olla tarpeen tehdä pieniä reittimuutoksia lounaaseen. Kuten mainittua, tällä meriliikennealueella kulkee vain noin 1 alus päivässä, ja muutosten tulisi siksi olla suhteellisen helppoja toteuttaa. Sama

pätee pienten liikennemäärien vuoksi kaikkiin Hallaa ympäröiviin meriliikennealueisiin.

Hankealueen läpi kulkeva epävirallinen luotsausreitti joudutaan Hallan merituulivoimapuiston käyttöönoton seurauksena siirtämään. Tämä voi tarkoittaa muutoksia liikennemalliin analyysialueella.

Hallan hankealueen läpi kulkevaa Raahe-Oulu-Kemi/Tornio NW -reittiä kulkevalla liikenteellä vaikuttaisi olevan varaa valita muita reittejä, kuten hankealueen eteläpuolella kulkeva Raahe-Oulu-Kemi/Tornio NW -reitti tai vaihtoehtoisesti hankealueen pohjoispuolella kulkeva vähemmän liikennöity Oulu 1 -väylä. Reittimuutokset tarkoittavat kuitenkin pidempää matkaa näille aluksille. Vuoden aikana tätä reittiä käyttävien alusten lukumäärä on tällä hetkellä pieni, joten vaikutuksen odotetaan olevan marginaalinen.

Alusliikenteellä esimerkiksi Raahe-Oulu-Kemi/Tornio NW -väylällä alueen eteläpuolella vaikuttaisi olevan tilaa sijoittua hieman etelämmäksi ja kasvattaa siten välimatkaansa merituulivoimapuistoon. Lisäksi on korostettava, että liikenne Oulu 1 -väylällä on hyvin vähäistä, yleensä alle 1 alus/viikko.

Luotsausreitti on yksi niistä liikenneväylistä, jotka muodostavat suurimman osan Hallan hankealueella merijääkuukausien aikana tapahtuvasta liikenteestä. Traficom korostaa reitin merkitystä vedensyvyydeltä varmistettuna alueena (2022a) niille aluksille, jotka tarvitsevat suuremman syvyyksen. Luotsausreitin kulku alueella voi siis johtua siitä, että hankealueen itäpuoliset vedet ovat liian matalia. Hankealueen länsipuolella, syvemmissä osissa, esiintyy talvikuukausina ajojäättä, mikä vaikeuttaa merenkulkuolosuhteita. Tämän luotsausreitin käyttö jätälven 2022 aikana saattaa johtua siitä, että jäänmurtajat haluavat murtaa jäätä ja luoda väylän liikenteelle alueilla, joilla ajojää ei tuki reittiä heti sen avaamisen jälkeen. Jäänmurtajilla on myös taipumus valita lyhin mahdollinen reitti, koska jäänmurtajien käyttökulut ovat suuria.

Jäänmurtajat ja tietyn syvyyksen liikenne voivat mahdollisesti sijoittua sekä itään että länteen Hallan hankealueesta merijääkuukausien aikana, vallitsevista jääolosuhteista ja syvyyksestä riippuen. Huomionarvoista on, että jään kehitys vaihtelee vuosittain. Tulevaisuuden skenaariossa ajojään osuuden odotetaan kasvavan, ja viime vuosikymmenen aikana ajojää on useana vuonna levinnyt lähes kaikkialle Pohjanlahdelle jääpeitteen suurimman ulottuvuuden aikana (ks. liite 1). Tämä johtaa tilanteisiin, joissa jäänmurtajien on joka tapauksessa tehtävä liikenteelle kulkureittejä ajojäähän.

Jos otetaan käyttöön useita merituulivoimapuistoja, kapeampien reittien merenkulkua tulisi säännellä enemmän ja ohjattava merenkulku rajoitetummille alueille. Tämä johtaisi alusten suurempaan keskittymiseen meriliikennealueilla. Alusten sääntelyn lisääminen voisi johtaa ennustettavampiin merenkulkumalleihin ja helpottaa navigointia. Lisäksi avomeren kulkuväylien lisääntyneet sääntely voisi helpottaa myös jäänmurtajien työtä siinä mielessä, että ne liikkuisivat rajoitettuja väyliä pitkin eivätkä toimisi tapauskohtaisesti. Vaikka lisääntyneet alusten sääntely voisi helpottaa navigointia, kuten TSS:n toimintaa, jäänmurtajat eivät välttämättä aina pysty toimimaan alueella. Jäänmurtajan toiminta riippuu jääolosuhteista, kuten paksuudesta, keskittymisestä ja jään tyypistä. Vaikeissa olosuhteissa jäänmurtajat eivät ehkä pysty toimimaan, ja joutuvat siirtämään toimintareittiään.

Yhteenvedona voidaan todeta, että Hallan merituulivoimapuiston läheisyydessä kulkevan meriliikenteen pitäisi olla mahdollista valita vaihtoehtoisia reittejä

merituulivoimapuiston käyttöönoton jälkeen. Toiminnan arvioidaan vaikuttavan eniten Nordvalen – Kemi/Ajos/Tornio -meriliikennealueeseen. Jotta turvallinen navigointi voidaan varmistaa myös tulevaisuuden skenaariossa (PIANC) ohjeiden mukaisesti, Hallan merituulivoimapuiston luoteiskulman uloin tuulivoimala on joko poistettava tai siirrettävä. Jotkut alukset joutuvat valitsemaan jonkin verran pidempiä reittejä, mikä voi aiheuttaa korkeampia kuljetuskustannuksia ja suurempia päästöjä aluksista. Samanaikaisesti Hallan merituulivoimapuisto on mukana uusiutuvan energian tuotannossa sekä luo taloudellisia ja ympäristöhyötyjä. Hallan merituulivoimapuiston positiivisten ja negatiivisten vaikutusten suhdetta voidaan tutkia tarkemmin perusteellisessa analyysissä.

7 Johtopäätös

Alusten läpikulkujen määrä Hallan merituulivoimapuiston läheisyydessä on pieni verrattuna Pohjanlahden ja Itämeren eteläisempiin osiin. Tämä tarkoittaa sitä, että aluksilla voidaan yleisesti olettaa olevan tilaa sijoittua väylälle siten, että väylän ja merituulivoimapuiston väliin jää riittävästi tilaa, jotta väistöliikkeet voidaan tarvittaessa suorittaa muuta liikennettä häiritsemättä.

Hallan hankealue ei ole ristiriidassa julkisten kulkuväylien alusliikenteen kanssa. Jäättöminä kuukausina Halla ei vaikuta merkittävästi laivaliikenteen käyttämiin reitteihin (Oulu-1 -väylä, Raahe-Oulu-Kemi/Tornio -rannikkoväylä ja Raahe-Oulu-Kemi/Tornio -luoteisväylä).

Merituulivoimapuiston käyttöönoton arvioidaan vaikuttavan Nordvalen – Kemi/Tornio -välin meriliikenteeseen. Tämä on vilkkain reitti Hallan vieressä. Suositellut turvaetäisyydet on laskettu ja esitetty PIANCin mukaisesti (2018). Suositeltu turvaetäisyys ei täyty; tämä voidaan kuitenkin saavuttaa poistamalla uloin tuulivoimala Hallan merituulivoimapuiston luoteiskulmasta. Näin toimimalla sekä Traficomin(2022a) että PIANCin(2018) turvaetäisyyttä koskevat suositukset täyttyvät. Tämä pätee myös tulevien liikennemäärien ja aluskokojen osalta. Huomaa, että tässä raportissa esitetyt suositetut turvaetäisyydet ovat avoimelle. Jääolosuhteiden turvaetäisyyksistä ei ole ohjeistusta.

Hallan hankealueen läpi kulkevaa epävirallista luotsausreittiä pidetään reittinä, johon kohdistuu eniten vaikutuksia. Jos Halla rakennetaan ja otetaan käyttöön, luotsausreittiä on siirrettävä joko itään tai länteen Hallasta, riippuen esimerkiksi syvyyksestä.

Useiden merituulivoimapuistojen käyttöönotolla voi olla joitakin kumulatiivisia vaikutuksia liikenteeseen. Tämä koskee pääasiassa Polargrundin ja Omegan merituulivoimapuistojen mahdollista käyttöönottoa Hallan länsi- ja lounaispuolella. Yhdessä nämä kolme merituulivoimapuistoa johtavat entistä keskittyneempään liikenteeseen Nordvalen – Kemi/Tornio -laivaväylällä.

Yhteenvedon analyysi osoittaa, että Hallan merituulivoimapuiston ympärillä tulisi yleisesti olla riittävästi tilaa tietyille puiston käyttöönotosta johtuville reittimuutoksille. Tämä pätee myös, jos liikennevirta kasvaa tai alusten koko kasvaa tulevaisuudessa.

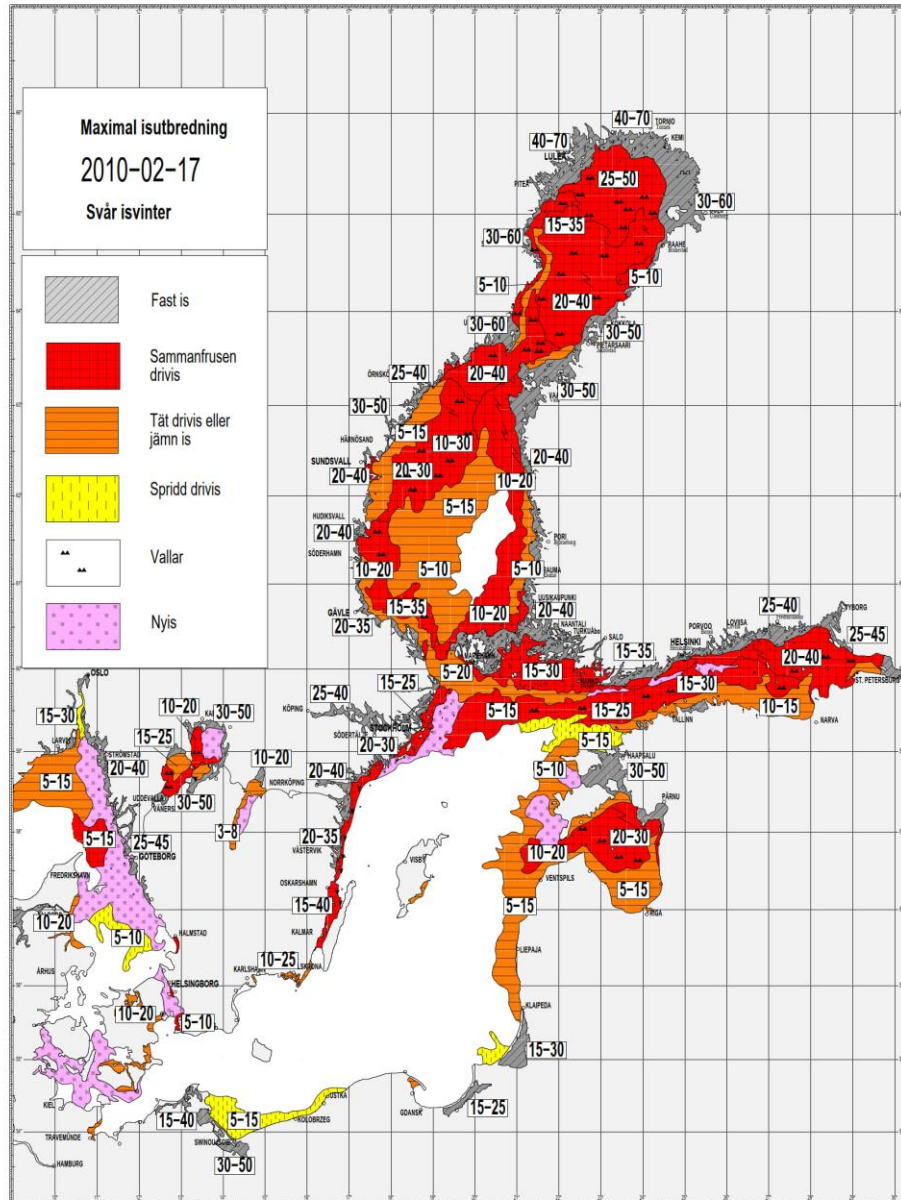
Turvaetäisyyksistä annettuja suosituksia ei tule pitää riskinhallintatoimenpiteenä, vaan ennemminkin merenkulun edellytyksenä. Merituulivoimapuiston käyttöönotosta mahdollisesti syntyvät analysoidaan ja arvioidaan erillisessä merenkulun riskinarvioinnissa.

Viittaukset

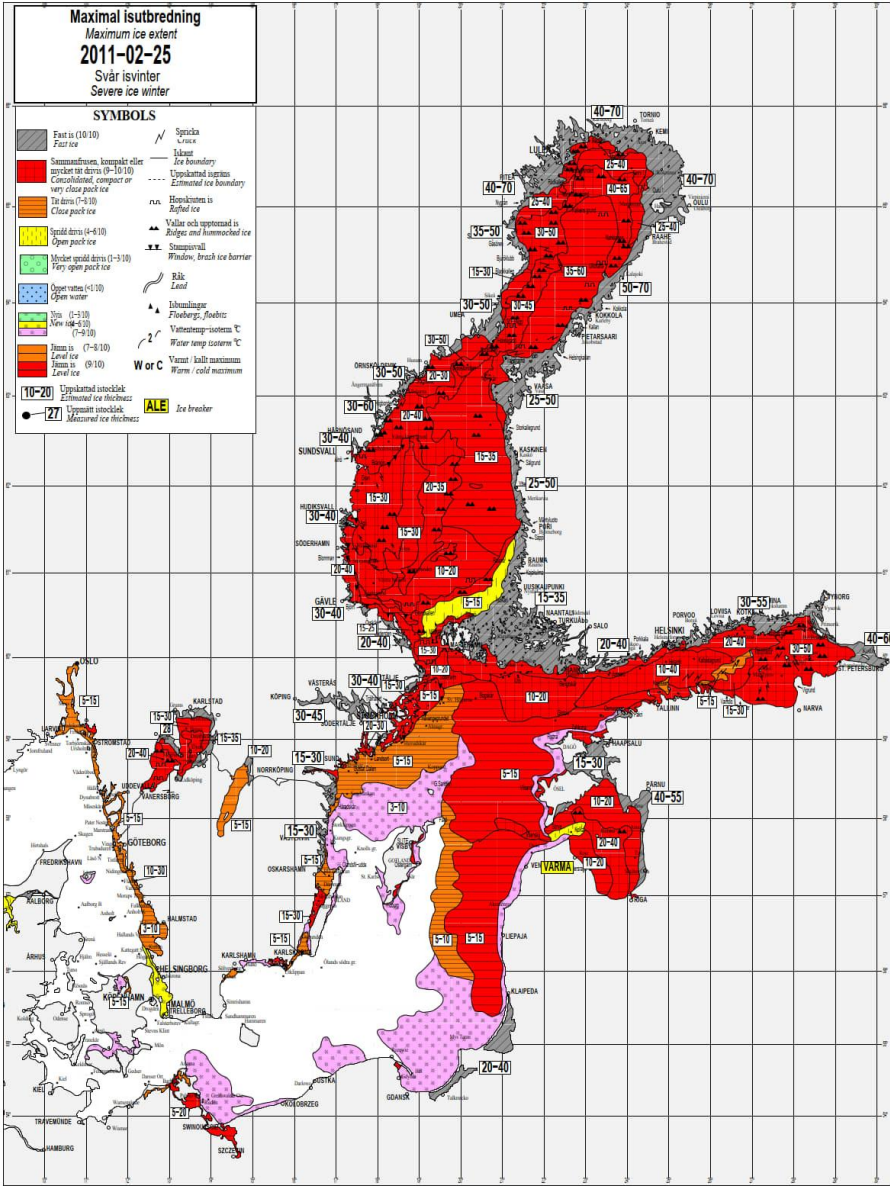
- Finnish Meteorological Institute. (2021). *Ice movements*. Retrieved from <https://en.ilmatieteenlaitos.fi/ice-movements> [2023-07-05]
- Finnish Transport Infrastructure Agency. (2023). Retrieved from <https://vayla.fi/en/service-providers/merchant-shipping/navigating/fairway-cards> [2023-07-04]
- FMI. (2022). *Isvintern 2021–2022 var mild, men lång*. Retrieved from <https://sv.ilmatieteenlaitos.fi/isvintern-2021-2022> [2023-05-17]
- IMO. (1972). *Convention on the International Regulations for Preventing Collisions at Sea*.
- IMO. (n.d.). *Ship's routeing*. Retrieved from <https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/ShipsRouteing.aspx> [2023-09-25]
- Maritime Spatial Planning. (n.d.). *Maritime Spatial Plan 2030*. Retrieved from <https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/en/suunnitelma-johdanto-eng/> [2023-06-26]
- Maritime Spatial Planning. (n.d.). *Maritime Spatial Plan 2030*. Retrieved from <https://meriskenaariot.info/merialuesuunnitelma/en/suunnitelma-johdanto-eng/> [2023-06-26]
- NOAA. (2022). *Bathymetric Data Viewer*. Retrieved from <https://www.ncei.noaa.gov/maps/bathymetry/> [2023-02-22]
- PIANC. (2018). *MarCom Wg 161: Interaction Between Offshore Wind Farms and Maritime Navigation (2018)*. PIANC.
- PIANC. (2023). *The World Association for Waterborne Transport Infrastructure*. Retrieved from <https://www.pianc.org/about> [2023-06-16]
- SMHI. (2021a). *Ice conditions in the Baltic Sea*. <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/is-till-havs/isforhallanden-i-ostersjon-1.7024> [2023-04-28].
- SMHI. (2021b). *Olika typer av is till havs*. Retrieved from <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/oceanografi/is-till-havs/is-till-havs-1.4105> [2023-03-20]
- SMHI. (2022). *Climate indicator - Sea ice*. Retrieved from <https://www.smhi.se/en/climate/climate-indicators/climate-indicators-sea-ice-1.91485> 2023-05-15
- SMHI. (2023). *Havsis*. Retrieved from <https://www.smhi.se/data/oceanografi/havsis> [2023-03-20]
- SMHI; Maritime Administration. (1987). *Sammanfattning av isvintern och isbrytarverksamheten 1986/87*.
- SMHI; Maritime Administration. (2020). *Sammanfattning av isvintern och isbrytningsverksamheten 2019-20*.
- SMHI; Maritime Agency. (2011). *Sammanfattning av isvintern och isbrytningsverksamheten 2010/2011*.

- Swedish Energy Agency. (2023). *Förslag på lämpliga energiutvinningsområden för havsplanerna*.
- The Ministry of Infrastructure and the Environment, Netherlands. (2014). *White Paper on Offshore Wind Energy*.
- The Swedish Transport Administration. (2022). *Funktionsbeskrivningar för trafiklagens anläggningar*.
- The Swedish Transport Agency. (2022). *Yttrande över underrättelse från Finland enligt ECE-konventionen om miljökonsekvensbeskrivningar i ett gränsöverskridande sammanhang (Esbokonventionen) gällande planerad havsbaserad vindkraft, "Laine" i Bottniska viken i Finlands ekonomiska zon*.
- Traficom & Swedish Transport Agency. (2019). *Guidelines for the Application of the 2017 Finnish-Swedish Ice Class Rules*.
- Traficom. (2021). *Farledsklassificering*.
- Traficom. (2022a). *Environmental impact assessment programme for the Halla offshore wind farm project*.
- Traficom. (2022b). *Valtakunnalliset liikenne-ennusteet*.
- Traficom. (2023). *Waterway maintenance - general*. Retrieved from <https://www.traficom.fi/fi/liikenne/merenkulku/vesivaylanpito-yleista>
- Traficom and Väylävirasto. (2023). *Merituulivoiman ja merenkulun sekä merenkulun infrastruktuurin yhteensovittaminen*.
- Trafikverket. (2023). *Prognos för godstransporter 2040 - Trafikverkets Basprognoser 2023*.
- United Nations. (1994). *United Nations Convention on the Law of the Sea*.
- Virtanen, E. L. (2022). Balancing profitability of energy production, societal impacts and biodiversity in offshore wind farm design, Renewable and Sustainable Energy Reviews. *Science Direct*.

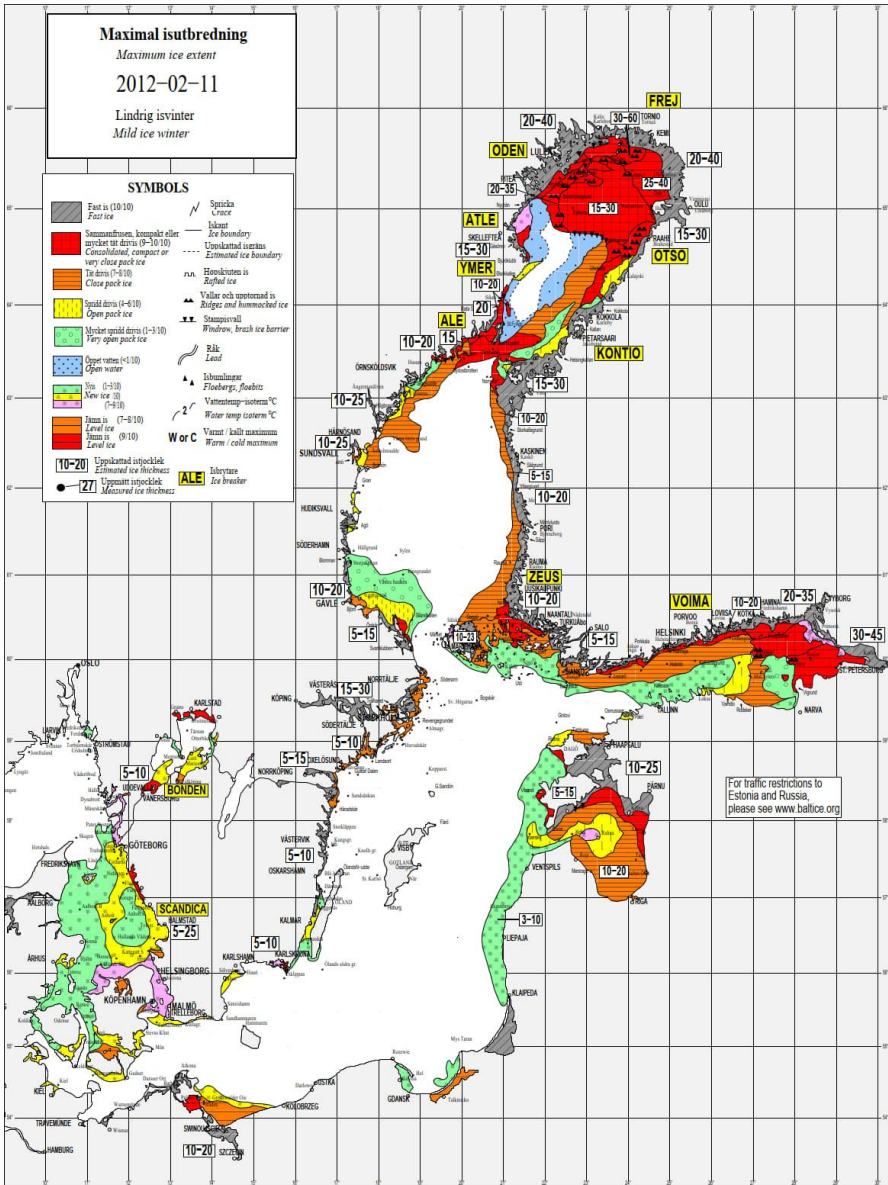
Liite 1



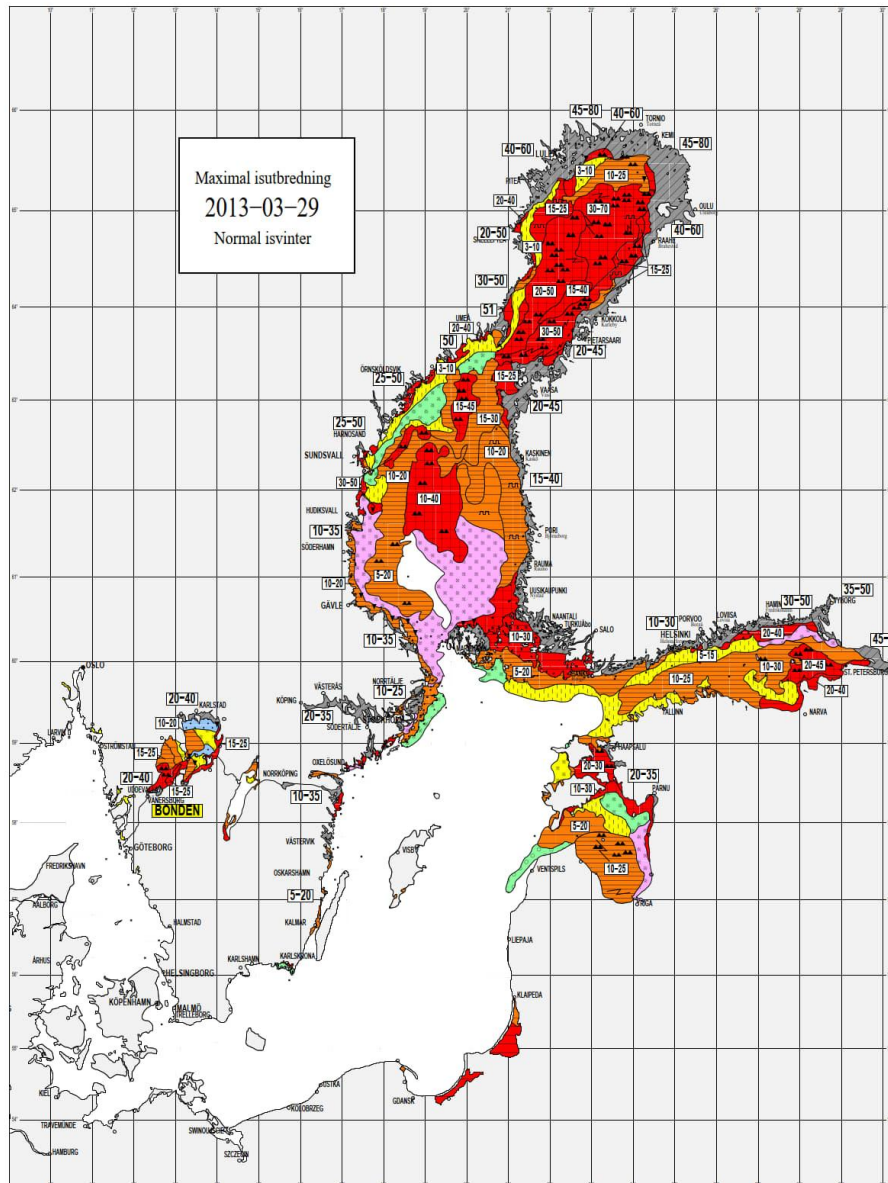
Kuva 22. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2010. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



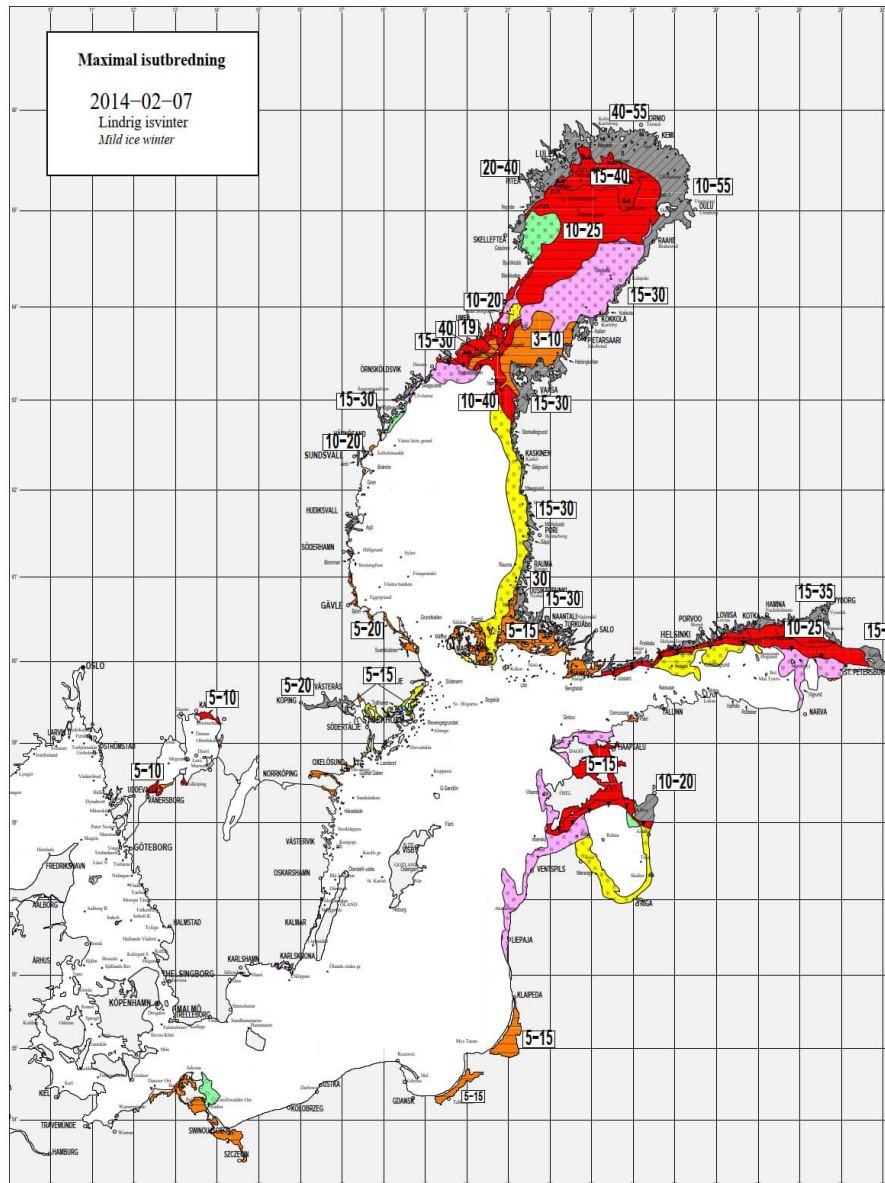
Kuva 23. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2011. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



Kuva 24. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2012. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



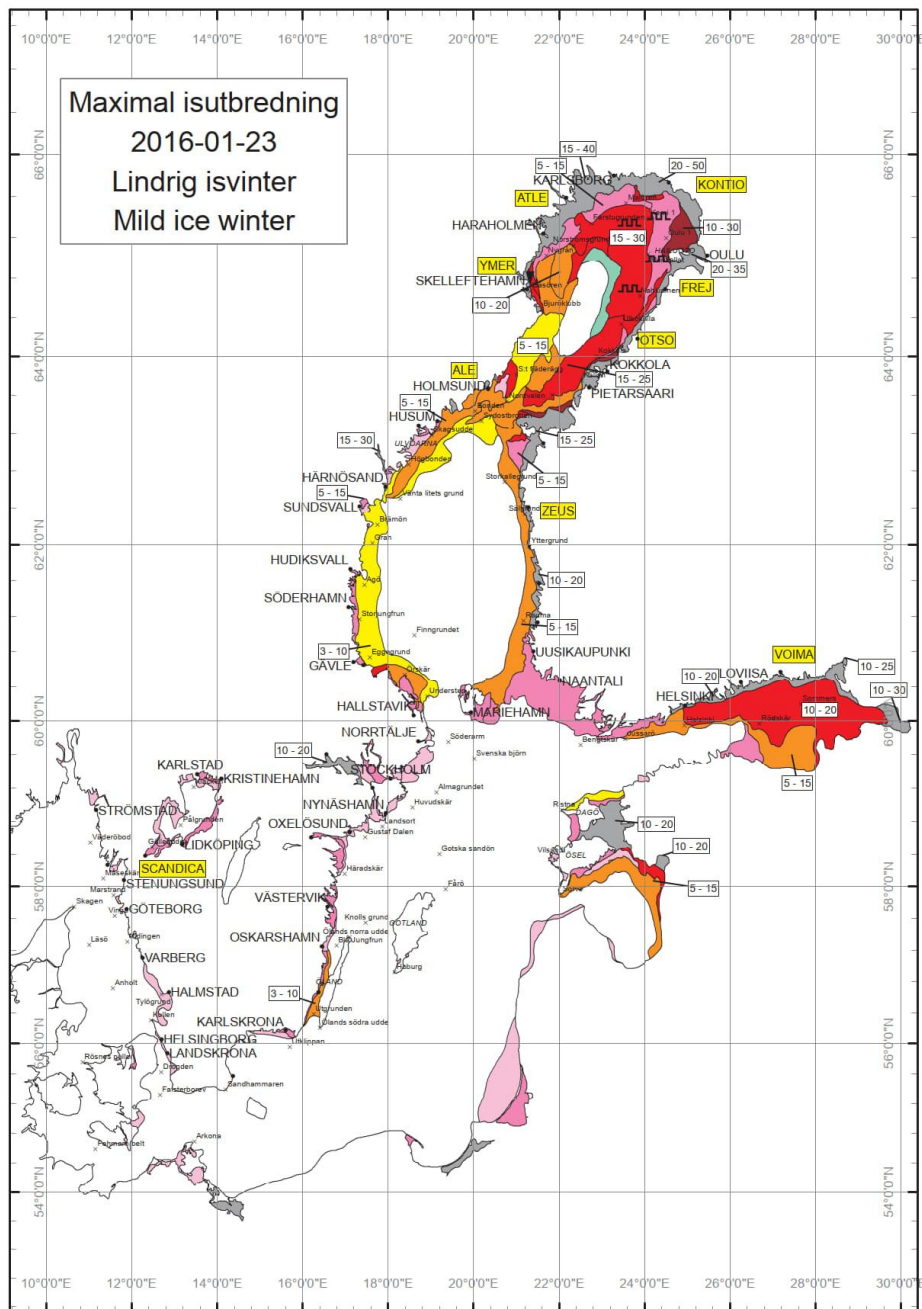
Kuva 25. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2013. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



Kuva 26. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2014. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



Kuva 27. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2015. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



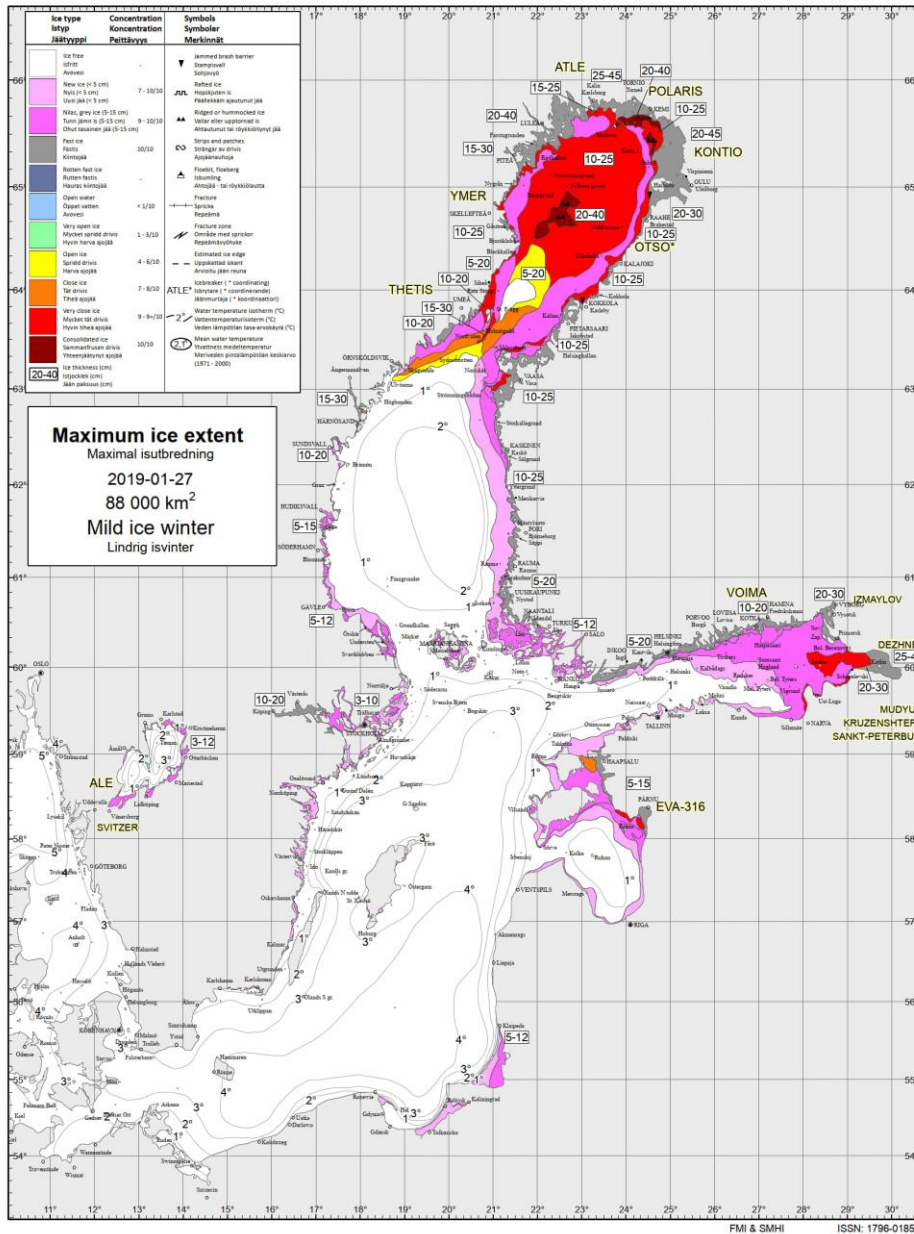
Kuva 28. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2016. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).



Kuva 29. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2017. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).

MAXIMUM ICE EXTENT 2019
Iskarta - Jääkartta

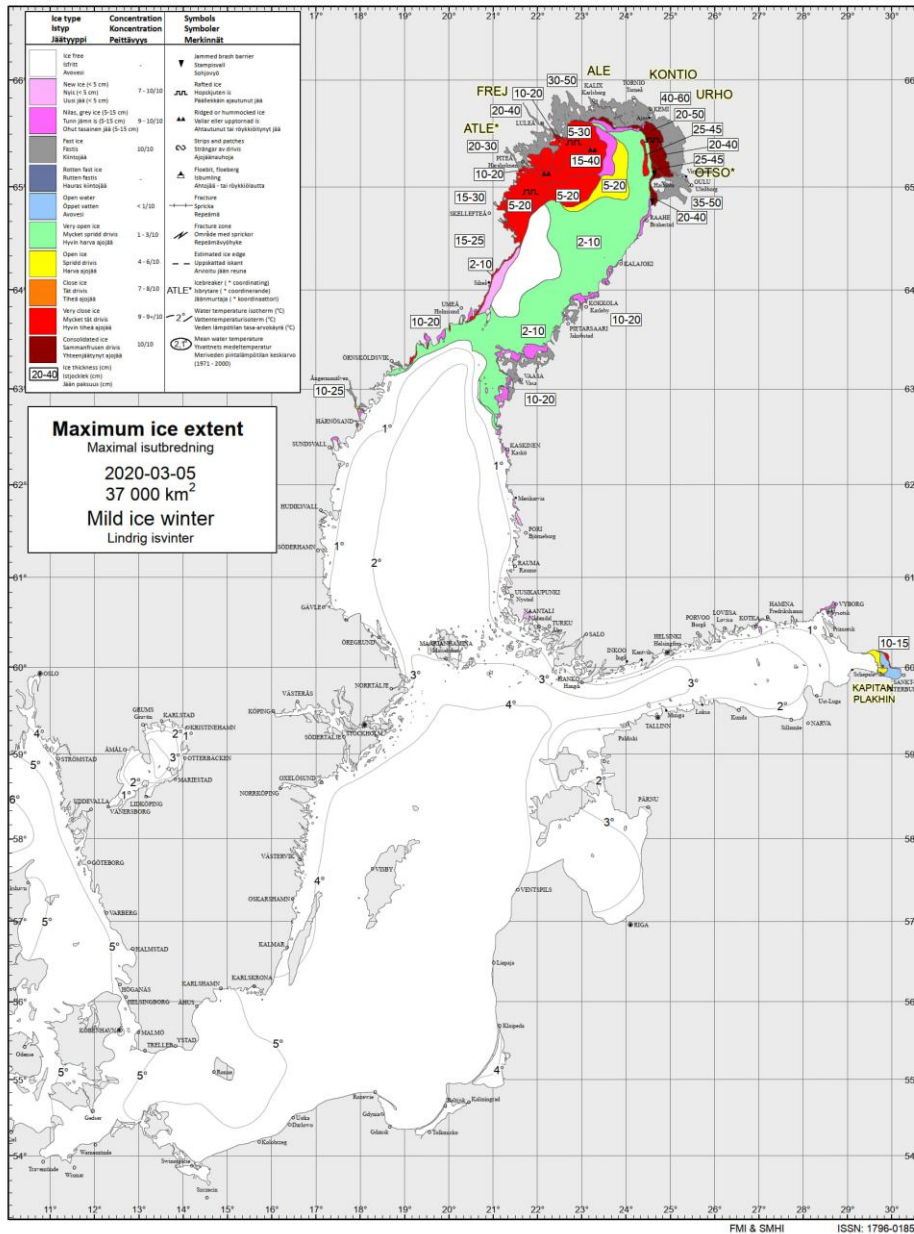
2019-01-27



Kuva 31. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2019. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).

MAXIMUM ICE EXTENT 2020
Iskarta - Jääkartta

2020-03-05



Kuva 32. Jääpeitteen suurin ulottuvuus 2020. Kartta otettu osoitteesta smhi.se (SMHI, 2023).

Yhdessä asiakkaidemme
kanssa ja 18 500
arkkitehdin, insinöörin ja
muun asiantuntijan
kollektiivisen osaamisen
voimin tartumme
kaupungistumisen
haasteisiin ja digitalisaation
mahdollisuuksiin ja luomme
ratkaisuja, jotka edistävät
kestävämmän yhteiskunnan
kehittämistä.

Sweco – Transforming
society together