



Elinkeino-, liikenne- ja
ympäristökeskus



Jääeroosioselvityksen täydentäminen

Selvitys liittyy Oulunsalon ja Hailuodon välille suunnitteilla olevan
tuulipuiston ja liikenneyhteyden kehittämisen vaikutusten arviointiin
sekä alueen osayleiskaavojen laatimiseen

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskuksen julkaisuja 2011

Jääeroosioselvityksen täydentäminen

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-, liikenne-
ja ympäristökeskuksen julkaisuja

Destia Oy
Heimo Rintamäki

Kannen kuva Markku Tönkyrä, Hailuoto 19.12.1992, Paksut jäät nousivat pitkälle Santosen etelärannan rantatörmälle

Jään vahvuus noin 40 cm. Vesi nousi nopeasti tasolle + 150 cm. Etelätuuli 28 m/s. Jäät tulivat Santosen etelärannalla yhtenä lauttana pitkälle rantatörmälle ja särkivät paljon rakennuksia. Vastaavaa ei tiedetä ennen tapahtuneen kyseisellä alueella. Sinä vuonna ensimmäiset verkot jäänaluspyyntiin laitettiin 4.11.1992. Edellisellä myrskyllä liikkuneet jäät ajautuivat noin 25 m/s länsituulella Riutunkarin tiepenkalle ja sulki liikenteen 25.12.1992 .

Otteita muista Markku Tönkyrän havainnoimista "suurista ryminöistä" eri puolilla Hailuotoa:

- 23.3.1986 Marjaniemen edustalla liikkui noin 50 cm paksut jäät kasautuen yli kymmenen metriä korkeiksi röykkiöiksi
- 23.11.2004 kova lounaismyrsky nosti veden tasolle + 130. Noin 20 cm paksut jäät rikkoutuivat korkeiksi roviksi Santosen etelärannalle ja rikkoivat Huikun penkalla tiekaiteita
- 25.11.2006 lounaismyrsky pitkien lauhojen ilmojen jälkeen nosti vettä tasolle + 120. Noin 20 cm paksut jäät kasautuivat koko Ojakylänlahden ja Santosen etelärannoille. Riutunkarissa oli korkeita rovia penkkaa vasten, mutta isompia vaurioita ei tullut.

Alkusanat

Hailuodon ja Oulusalon välille suunnitellun tuulipuiston ja liikenneyhteyden kehittämisen YVA -prosessit on läpikäyty. Ympäristöministeriö on Natura-lausunnossaan ja Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, ympäristö ja luonnonvarat vastuualue, YVA-lausunnossaan katsoneet, että tarvitaan tarkennettua tietoa hankkeiden vaikutuksista jääeroosion muuttumiseen ja sitä kautta rantojen elinympäristöihin ja lajistoon.

Selvityksessä tarkennetaan jäävoimien taustalla olevaa mekanismia ja rantavoimien kohdistumista, tarkennetaan alue, jossa Hailuodon ja Oulunsalon väliseen salmeen suunnitelluilla rakenteilla on vaikutuksia jääeroosion muuttumiseen, tarkennetaan kuvauksia rantojen elinympäristöjen muutosprosesseista keskeisimpien lajistojen osalta.

Työtä ovat johtaneet yksikön päällikkö **Risto Leppänen** ja tieinsinööri **Marjo Paavola**. Tuulitoimijoista työhön ovat osallistuneet tuulivoimapäällikkö **Erkki Kunnari** ja ympäristöasiantuntija **Olli-Matti Tervaniemi** Metsähallituksen Laatumasta sekä energiainsinööri Jukka Kaakinen Oulun Seudun Sähkö Oy:stä.

Työn valmistelusta ja toteutuksesta on vastannut Destia Oy:stä DI **Heimo Rintamäki**. Asiantuntijoina työssä ovat toimineet

- professori **Matti Leppäranta**, jäävoimien vaikutusmekanismit ja jäiden liikkuminen
- TKT **Mauri Määttänen**, arvio jäävoimien vaikutuksista meriranteisiin
- Biologi **Jyrki Oja**, Suomen Luontotieto Oy, jäävoimien vaikutukset rantojen elinympäristöihin ja lajistoon
- lehtori, dos. **Kari Koivula**, Oulun yliopisto, eläinekologia, ranta- ja vesilintujen ekologia, jäävoimien muutosten merkittävyyden arviointi
- yliopistotutkija, dos. **Annamari Markkola**, Oulun yliopisto, kasviekologia, rantojen uhanalaiset putkilokasvit, rantaniittyjen hoito, jäävoimien muutosten merkittävyyden arviointi
- johtaja, dos. **Marko Hyvärinen**, Kasvitieteen yksikkö, Luonnontieteellinen keskusmuseo, Helsingin yliopisto, kasviekologia, uhanalaiset putkilokasvit
- yliopistotutkija, dos. **Sami Aikio**, Oulun yliopisto, populaatiodynamiikka ja ekologinen mallintaminen
- kunnaninsinööri **Markku Maikkola**, Hailuodon olosuhteiden taustoitus

Asiantuntijat työstivät selvityksen sisältöä kolmessa yhteistapaamisessa. Työssä selvitettiin tutkimustiedon lisäksi hailuotolaisten kokemusperäinen tieto eroosiovaikutuksista, jota täydensi Hailuodon kunnan lausunto. Työhön sisältyi professori Määttäsen kommenttilausunto merirakenteiden vaikutuksesta jäiden liikkumiseen. Raportissa on esillä kaikki saatu palaute asiantuntijatekstejä täydentävinä, rapor-

tin liitteinä tai alaviitteinä. Alaviitteinä on esitetty kommentit, jotka tarkentavat yksityiskohtia tai painottavat asian kohtaa eri tavalla.

Asiantuntijaryhmän työ oli erittäin innostunutta, avointa ja päämäärätietoista, josta erityinen kiitos kaikille.

Maaliskuussa 2011

Destia Oy
Heimo Rintamäki

Sisällys

Alkusanat.....	5
Sisällys	5
1 Lähtökohdat selvitykselle	7
2 Jäävoimien vaikutusmekanismit ja jäiden liikkuminen.....	10
2.1 Johdanto	10
2.2 Hailuodon alueen jääolot.....	12
2.2.1 Yleistä.....	12
2.2.2 Kiintojään kasvu	15
2.2.3 Kiintojään rakenne ja laatu	17
2.2.4 Mekaaniset muutokset.....	18
2.3 Jään vaikutukset meren pohjaan ja rantoihin.....	19
2.3.1 Ajojään dynamiikka.....	19
2.3.2 Kiintojään dynamiikka.....	21
2.4 Jääeroosio.....	26
2.4.1 Jääpeitteen vaikutukset Perämereen	26
2.4.2 Eroosio Hailuodon ja mantereen välillä	27
2.4.3 Arvio kiinteän liikenneyhteyden vaikutuksista.....	30
2.5 Yhteenveto jääeroosiosta.....	40
3 Jääeroosio vaikutukset hankkeen vaikutuspiirissä sijaitseville Natura-alueille ja direktiivilajistolle.....	45
3.1 Arviointiperiaate	45
3.2 Natura-alueet.....	46
3.2.1 Perämeren saaret (FI 1300302)	47
3.2.2 Liminganlahti (FI 1102200).....	49
3.2.3 Isomatala-Maasyvänlahti (FI 1100203)	50
3.2.4 Ojakylänlahti ja Kengänkari (FI 1100204)	51
3.2.5 Säärenperä ja Karinkannanmatala (FI 1105201)	52
3.3 Uhanalaiset lajit	53
3.3.1 Alueella esiintyvät uhanalaiset putkilokasvilajit sekä lajit joiden suojelussa Suomella on erityisvastuu.....	54
3.3.2 Linnusto	57
3.4 Selvityksen epävarmuustekijät	62
3.5 Yhteenveto vaikutuksista luontoarvoihin	62
3.6 Kokemusperäinen historiatieto	63
4 Lähteet ja kirjallisuus	65
5 Liitteet.....	68

1 Lähtökohdat selvitykselle

Tällä selvityksellä on täydennetty jääeroosiovaikutuksia Hailuodon liikenneyhteyden yleissuunnitelma ja YVA –selvityksestä saatujen viranomaislausuntojen määrittelemällä tavalla.

Ympäristöministeriö antoi liikennehankkeesta Natura-lausunnon 31.1.2011. Lausunnon mukaan keskeisimmäksi puutteen on jäänyt epäselvyys jääeroosion mahdollisen muuttumisen vaikutuksista rantavyöhykkeiden ekosysteemeihin. Myös liikennehankkeen ja tuulipuistohankkeen yhteisvaikutukset tulee selvittää.

Lausunnossa todetaan, että Natura 2000- alueilla on erittäin tärkeä merkitys sekä muu-
tonaikaisina kerääntymis- ja ruokailualueina, että pesimäalueina. Uhanalaisten lajien (ruijanesikko, nelilehtivesikuusi ja upossarpio) kannalta kyseiset Natura 2000- alueet ovat Suomen tärkeimpiä alueita verkostossa ja jääeroosion muutosten mahdolliset vaikutukset siten hyvin kriittisiä. Kun Natura 2000 –verkoston tehtävänä on mahdollistaa lajien ja luontotyyppien suotuisan suojelutason säilyttäminen tai ennalleen saattaminen, ja kun näiden lajien osalta taso ei ole suotuisa, on näiden alueiden suojelutavoitteena lisätä lajien esiintymiä. Ministeriön lausunnon mukaan siihen nähden vähäisiäkin kielteisiä vaikutuksia tunnettuihin esiintymiin on pidettävänä suojelutavoitteita merkittävästi heikentävinä. Natura-arvioinnin perusteella ei voida varmistua lainsäädännön ja sitä koskevan oikeuskäytännön edellyttämällä tavalla hankkeen vaikutusten haitattomuudesta.

Natura-arvioinnissa tuodaan esiin, että vesi- ja jääeroosio vaikuttavat alueen rantoihin ja niiden kasvillisuuteen merkittävästi. Erityisesti alueen luotojen todetaan pysyvän matala-
kasvuisina eroosion vaikutuksesta. Kaikkien alueen puuttomien luotojen todetaan olevan merkittäviä lintujen pesimäyhdyskuntia. Linnustollisia arvoja todetaan olevan myös Oulunsalon ja Hailuodon ranta-alueilla. Tiepenkereen mainitaan sitovan jääkentän paikoilleen, mikä saattaa Natura-arvioinnin mukaan vaikuttaa alueen merenrantoihin kohdistuvan jääeroosion voimakkuuteen merkittävästi. Arviointiselostuksessa ei kuitenkaan käsitellä pengertien vaikutuksia linnustoon elinympäristömuutosten kautta. Tämä arviointi sisältyy vain Natura-arviointiin, josta lausunnon antaa ympäristöministeriö.

Yhteysviranomainen (Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskus, ympäristö ja luonnonvarat vastuualue) antoi liikenneyhteyden YVA -selostuksesta lausuntonsa 9.8.2010. Yhteysviranomaisen mukaan kiinteän yhteyden ratkaisu edellyttää tarkennettua tietoa hankkeen vaikutuksista jääeroosion muuttumiseen ja sitä kautta rantojen elinympäristöihin ja lajistoon yleissuunnitelman laadinnan yhteydessä.

Jääeroosioon on otettu kantaa myös tuulipuisto- ja osayleiskaavahankkeista annetuissa lausunnoissa.

- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat vastuualueen Natura-lausunto 3.12.2010 tuulipuistohankkeesta: Ratkaisu tuulivoimalaitosten lukumäärästä ja sijoittumisesta edellyttää tarkennettua tietoa hankkeen mahdollisista yhteisvaikutuksista tieyhteyshankkeen kanssa jääeroosion muuttumiseen ja sen myötä Natura-alueiden rantojen luontotyypeille ja lajeille.
- Pohjois-Pohjanmaan ELY-keskuksen ympäristö ja luonnonvarat vastuualueen lausunto 16.8.2010: Kaavaehdotuksessa on otettava huomioon jääeroosion vaikutukset

Yhteysviranomaisen toteaa hankkeiden yhteisvaikutusten arvioinnin sisältävän jääeroosion osalta suurta epävarmuutta. Arviointiselostuksessa käsitellään jääeroosiovaikutuksia sen verran yleistasoisesti ja suurta epävarmuutta sisältäen, ettei ole pääteltävissä kiinteän yhteyden vaikutusalueita ja vaikutuksen merkittävyyttä pitkällä aikavälillä. Riittävä analyysi vaikutusalueen laajuudesta ja vaikutuksen merkittävyydestä puuttuu.

Seurannan kohteeksi (arviointiselostuksessa) esitetään alueen rantoihin kohdistuvan aalto- ja jääeroosion vaikutusten seuranta maastoselvityksin. Yhteysviranomaisen pitää tätä välttämättömänä, mikäli kiinteä yhteys valitaan ratkaisuksi. Mainitaan, että alueelle perustetaan tarvittaessa pysyviä seurantalintoja tai ruutuja, jotka tutkitaan vuosittain.

Yhteysviranomaisen toteaa, että mikäli kiinteä yhteys valitaan ratkaisuksi, tulee linnusto-vaikutuksia seurata niillä ranta-alueilla, joilla jääeroosiomuutoksilla on vaikutuksia elinympäristöihin ja sitä kautta lintuihin. Tämä vaikutus-alue tulee arvioida tarkemmin.

Kasvillisuusseurannan kohteena mainitaan olevan alueen uhanalainen ja vaateliias putkilokasvilajisto ja seuranta-alue olisi sama kuin pesimälinnustoselvityksessä. Yhteysviranomaisen pitää tätä tärkeänä ja toteaa, että jääeroosiomuutosten vaikutusalue tulee arvioida tarkemmin.

Maan kohoamisen ohella yksi suurimmista Perämeren rantoja muokkaavista ympäristötekijöistä on veden ja erityisesti jään aiheuttama rantoihin ja myös merenpohjaan kohdistuva eroosio. Maankohoamisrannikon ainutlaatuiselle kasvillisuudelle sekä myös avointa tilaa vaativalle eläimistölle on elintärkeää, että alueelle muodostuu eroosiovoimien vaikutuksesta jatkuvasti uutta kasvutilaa sekä elinympäristöä. Ilman eroosiovoimia rannat pensoittuisivat ja metsittyisivät nopeasti ja matalaa kasvillisuutta vaativa eliöstö taantuisi. Useimmat Perämeren kotoperäiset tai lähes kotoperäiset lajit elävät maankohoamisrannoilla ja ekologialtaan monet niistä ovat ns. pioneerilajeja. Näitä säännöllisesti kasvupaikkaansa vaihtavia putkilokasvilajeja ovat mm. upossarpio (*Alisma wahlenbergii*), rönsysorsimo (*Puccinellia phryganodes*), nelilehtivesikuusi (*Hippuris tetraphylla*) ja perämerensilmäruoho (*Euphrasia bottnica*) sekä osittain myös ruijanesikko (*Primula nutans*), joka viihtyy kyllä samalla kasvupaikalla pidempäänkin, mikäli rantaniitty pysyy matalakasvuisena esim. laidunnuksen vuoksi. Linnuista lähes kaikki kahlaajat ja erityisesti lapinsirri ja tylli sekä myös lintuluotojen tiirat ja lokit hyötyvät kasvipeitettä rikkovasta eroosiosta. Lintuluodoille matalakasvuisuus on tärkeää ja luotojen pensoittuminen karkottaa linnut vähitellen muualle.

Kiinteän yhteyden sekä tuulipuiston rakentamisen on epäilty vaikuttavan jäiden liikkeisiin ja sitä kautta rantoihin kohdistuvaan jääeroosioon. Jääeroosion vaikutuksia alueen rannoille on havainnointi ja mahdollisia vaikutuksia on kuvattu aiemmin liikenneyhteyden ja tuulivoimapuiston YVA –selvitysten yhteydessä taustaselvityksessä (Destia Oy / Suomen Luontotieto Oy). Jäiden liikkeiden mallinnukseen perustuvaa arviota, jossa jäiden liikkeiden muutosta pystyttäisiin alueittain arvioimaan, ei alueelta ole aiemmin tehty. Nyt tehty arvio jääeroosiomuutosten vaikutuksista alueen kasvillisuuteen ja eliöstöön perustuu jäiden liikkeiden muutoksista tehtyyn arvioon.



Kuva 1. Myrskyn kasaamia jäävalleja Oulunselällä.

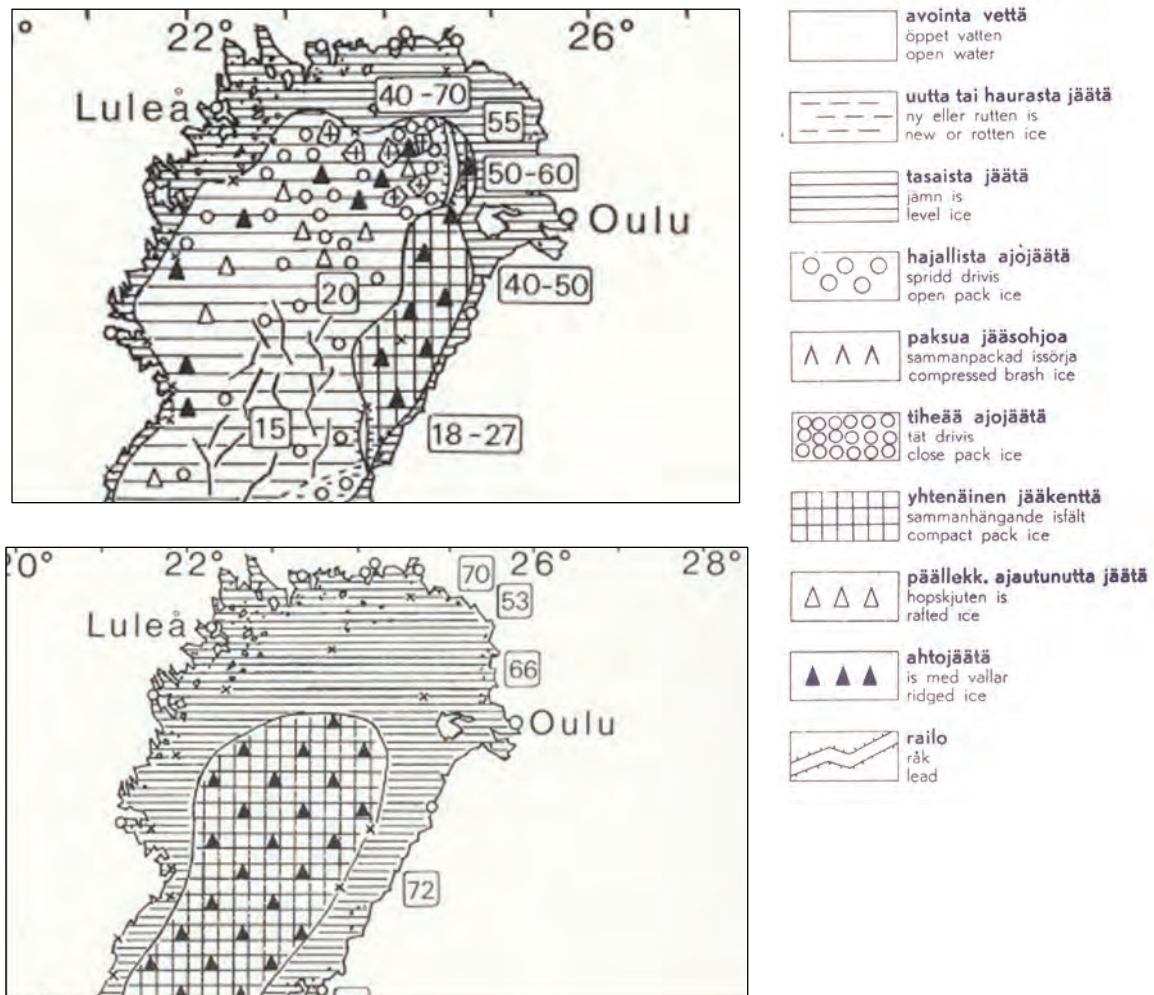


Kuva 2. Eroosivoimien matalakasvuisena pitämää rantaa Siikajoella.

2 Jäävoimien vaikutusmekanismit ja jäiden liikkuminen

2.1 Johdanto

Hailuoto sijaitsee Perämeren pohjoisella saaristoalueella Oulun edustalla. Saaren ympäristö jäätyy vuosittain. Jäätalven pituus on keskimäärin 6 kuukautta, marraskuusta touko-kuulle, ja jään suurin vuotuinen paksuus on 45–115 cm. Saaren länsipuolelta alkaa ulkomeren ajojääkenttä, kun taas muissa suunnissa jääkansi vahvistuu kiintojääksi (Kuva 3). Kiintojää ankkuroituu saariin ja matalikoihin ja liikahtelee hyvin vähän sydäntalven aikana.



Kuva 3. Perämeren jääkenttä leutona talvena ja ankarana talvena. Ankarana talvena jää on paksumpaa ja kiintojää ulottuu kauemmas rannasta. Kuvissa jään paksuus on esitetty laatikoissa lukuarvoina (cm) ja paksuusluokkina. (lähde: Merentutkimuslaitoksen jääkartat).

Tuulet ja virtaukset saavat merellisen jään liikkeeseen, jolloin jäätä voi ajautua rannikolle, saariin ja luotoihin. Voimakkaan tuulen vallitessa jää voi työntyä maan päälle jopa muutaman sadan metrin matkan. Hailuodon – mantereen alueelta on raportoitu 100–200 metrin työntöjä, Riianlahdelta 310 m ja Alaskasta jopa 900 m. Voi myös syntyä ahtojäätä: jää rikkoutuu puristuessaan teleiksi, jotka kasautuvat päällekkäin. Ahtojäätä voi muodostua kiintojään reunaan tai rannan lähelle, kun tuuli pääsee keräämään riittävästi työntövoimaa. Lisäksi ulkomerellä muodostuneet ahtojäät voivat tuulen ajamana kulkeutua kohti rantaa ja osuessaan meren pohjaan kyntää tätä. Näin jää kuluttaa, muokkaa ja siirtää kuollutta materiaa sekä kasvillisuutta; puhutaan *jääeroosiosta*.

Perämeren ulkomerellinen jääkenttä on ajojäättä. Vain hyvin kylminä talvina, kun jää vahvistuu yli 50 cm vahvaiseksi koko Perämeren alueella, jää voi olla liikkumattomana sydäntalven ajan. Rannikon tuntumassa ja saaristossa on kiintojäävyöhyke, jonka reuna siirtyy ulommaksi jään vahvistuessa, ja jään sulaminen puolestaan alkaa kiintojäävyöhykkeen rannan puolelta. Viimeiseksi keväällä sulavat kiintojään reunaan muodostuneet suuret ahtojäävallit.

Hailuodon alueella mekaaniset jääeroosiotapahtumat voidaan jakaa kolmeen ajanjaksoon: 1) alkutalven ohuet jäät (alle 30 cm) rikkoutuvat helpommin ja kova tuuli ajaa niitä rantoihin ja ahtouttaa matalikoille, 2) sydäntalven aikana ajojään voimakas puristus voi aiheuttaa siirtymiä kiintojääkentässä, jolloin kuormitukset voivat olla suuria kun jää on paksua (Kuva 2), ja 3) keväällä jäät haurastuvat, lähtevät helpommin liikkeelle, ja kiintojään sulaminen rannalta päin edesauttaa rantaan kohdistuvien jään työntöpaineiden mahdollisuuksia. Termiset eroosiotapahtumat jakautuvat kahteen tyyppiin. 1) Matalilla ranta-alueilla vesi voi jäätyä pohjaan asti, jolloin vedenpinnan noustua pohja-ainesta irtoaa jään mukana ja vapautuu takaisin pohjaan myöhemmin, lähellä tai kauempana, ja 2) Jään lämpölaajenemisesta johtuvat eroosiotapahtumat, jotka rajoittuvat muutaman metrin alueelle rannan tuntumaan.

Jääeroosiolla on merkittävä vaikutus Hailuodon geoympäristöön ja elolliseen ympäristöön sekä ihmisen toimintaan alueella. Tämä vaikutus ulottuu kaikkialle saaren lähialueille, myös suojatummalle Hailuodon ja mantereen väliselle alueelle, ja näin jääeroosio kuuluu alueen geoekosysteemin reunaehtoihin. Jääeroosio riippuu Perämeren tuuli- ja virtausoloista, jään ominaisuuksista (ennen kaikkea jään paksuudesta) sekä merenpohjan topografiasta.¹

¹ Hailuodon kunta: Myös jatkuvasti tapahtuvalla maankohoamisella on pitkällä aikavälillä jääeroosiota heikentävä vaikutus.



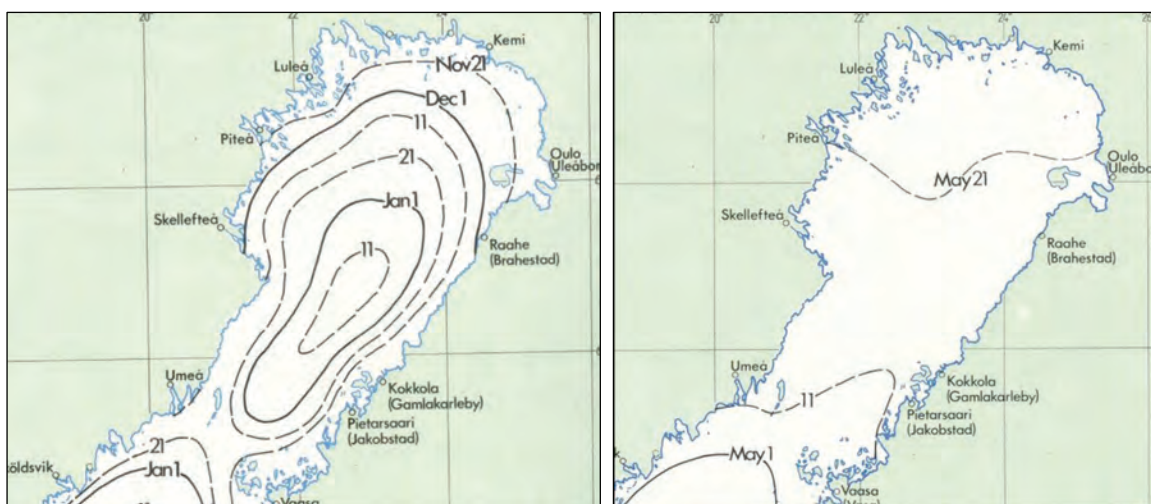
Kuva 4. Ahtojäää Perämeren rannikkovyöhykkeellä Kokkolan edustalla.

Tässä raportissa tarkastellaan jääeroosiota Hailuodon ja mantereiden välisellä alueella (*alempana: tutkimusalue*) ja arvioidaan kiinteän maayhteyden rakentamisen vaikutuksia jääeroosioon. Kiinteän maayhteyden sijaintiin ja sen vedenvaihtoaukkoihin on suunnitelmassa ollut mukana vain yksi vaihtoehto. Lisäksi tarkastellaan lyhyesti suunnitellun tuulipuiston mahdollisia jääeroosiovaikutuksia. Raportti perustuu julkaistuihin materiaaliin, joka sisältää tilastotietoa sää- ja jääoloista, tieteellisiä julkaisuja, sekä laskennallisiin malleihin. Lopuksi esitetään tutkimussuunnitelma tarkemman kvantitatiivisen analyysin tekemiseksi jääeroosiosta sekä seurantaohjelma, mikäli maayhteys ja/tai tuulipuisto päätetään rakentaa.

2.2 Hailuodon alueen jääolot

2.2.1 Yleistä

Perämeren vesi jäähtyy syksyllä, kun auringon voima vähenee ja säteilytase kääntyy negatiiviseksi. Jäätalvi alkaa normaalivuosina marraskuussa Perämeren pohjoisella saaristoalueella (Kuva 3). Jäätyminen etenee rannikkoa pitkin nopeasti etelään, kun taas altaan keskialueet jäätyvät hitaasti niiden suuren lämpövaraston takia. Perämeri jäätyy kauttaaltaan keskimäärin tammikuun puolivälissä. Sulaminen käynnistyy huhtikuussa, ja viimeiset jäälautat sulavat Perämereltä yleensä touko–kesäkuun vaihteessa (Kuva 5). Jäätymissen ajankohta vaihtelee noin kuukauden keskiarvon molemmin puolin, kun taas jäänlähdon ajankohta vaihtelee vähemmän.



Kuva 5. Keskimääräinen jäätymisen ja jäänlähdon ajankohdat Pohjoisella Perämerellä (SMHI & Merentutkimuslaitos, 1982).

Ilman lämpötila on määräävä tekijä jäätalven käynnistymisessä. Jäätyminen alkaa rannalta lähtien sen jälkeen, kun ilman lämpötila on asettunut nollan Celciusasteen alapuolelle. Oulun väylällä keskimääräiset pakkassummat² ennen jäätymispäivää ovat (Palosuo, 1963)

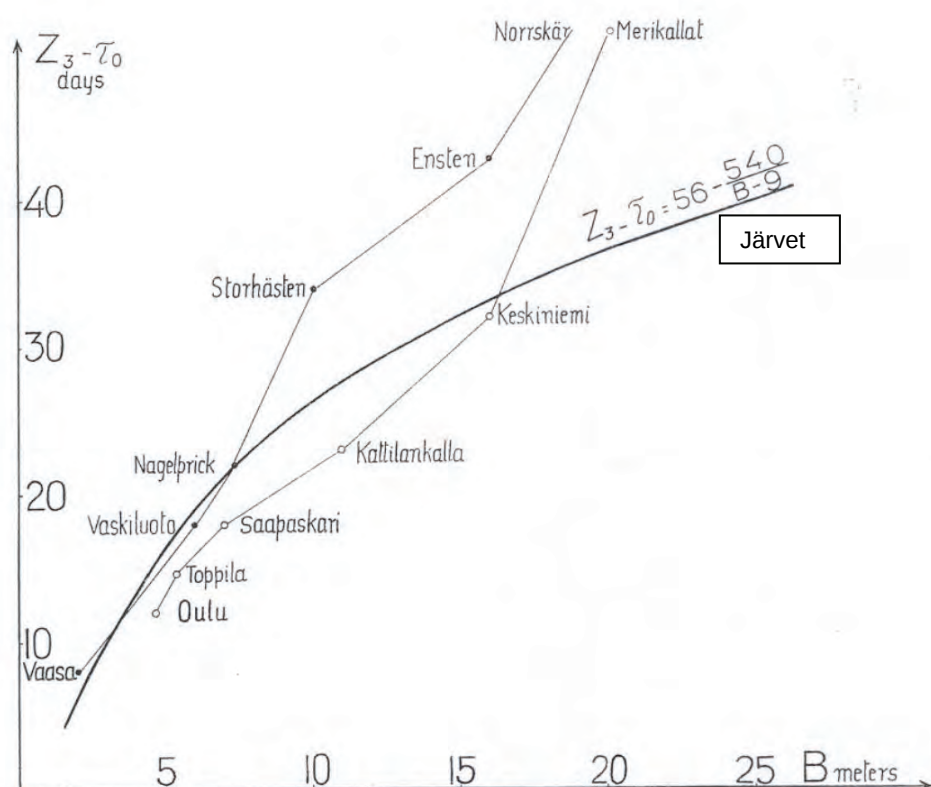
Toppila, reti	44 °C·vrk
Saapaskari	60 °C·vrk
Kattilankalla	77 °C·vrk
Keskiniemi	106 °C·vrk
Merikallat	215 °C·vrk

Niinpä esim. Kattilankallalla meri jäätyy, kun ilma on ollut noin -5°C kahden viikon ajan. Rannikkoalueella jäätyminen etenee siis paljolti meren syvyyden mukaan (Kuva 6), ja tutkimusalue jäätyy pian sen jälkeen kun pakkaspäivät ovat talvella alkaneet.

Taulukossa 1 on ilman lämpötilan ja lumen syvyyden kuukausiarvoja Hailuodosta. Lämpimimmät ja kylmimmät kuukaudet poikkeavat $3\text{--}4^{\circ}\text{C}$ normaalista, ja nämä aiheuttavat noin kuukauden mittaiset poikkeamat jäätymisen käynnistymiseen. Lunta kertyy jälle vähemmän kuin saaren maa-alueelle johtuen lumen ajautumisesta sekä lumisohjon muuttumisesta kohvajääksi.

² Pakkaspäivien lämpötilojen summa positiivisena (Esim. Pakkaspäivät -3°C ja -5°C antavat pakkassumman $8^{\circ}\text{C}\cdot\text{vrk}$).

Perämeren veden suolaisuus on 3–4 ‰, jokisissa vähemmän. Tämän veden jäätymispiste on $-0,2 - -0,1^{\circ}\text{C}$ ja maksimitiheyden lämpötila $3,1 - 3,5^{\circ}\text{C}$. Suolaisuus vaikuttaa täällä vain vähän meren jäätymiseen, ja rannikolla jää alkaa muodostua samaan aikaan kuin lähialueen järvissä. Tutkimusalueella meri jäätyy keskimäärin marraskuun puolivälissä, ja 21.11. se on jo saavuttanut 10 cm paksuuden (Taulukko 2). Jää vahvistuu keskimäärin noin 0,5 cm päivässä maaliskuulle asti, jolloin se saavuttaa noin 70 cm paksuuden. Huhtikuussa paksuus vielä lisääntyy 5 cm, kun vuorokautinen lumen sulamisjäätymis-sykli lisää kohvajään määrää. Ankarina talvina jää on vahvimillaan 115 cm ja leutoina 45 cm.



Kuva 6. Jäätymisen riippuvuus syvyydestä Oulun välillä (Oulu – Merikallat), vertaus myös Vaasan välillä (Vaasa – Norrskär) ja järviin. Pystyakselilla on aika (vrk) siitä kun ilman lämpötila on asettunut 0°C alapuolelle, vaaka-akselilla syvyys (m).

Taulukko 1. Ilman lämpötilan ($^{\circ}\text{C}$) kuukausiarvot Hailuodon Ojakylässä sekä lumen syvyys (cm) kuukauden 15. päivä Hailuodon Ojakylässä ja jäällä.

Kk	Keskiarvo Ojakylä	Lämpimin Ojakylä	Kylmin Ojakylä	Lumi Ojakylä	Jää
X	3,2	5,5	0,4	–	–
XI	-2,3	0,0	-5,4	4	–
XII	-6,7	-3,6	-10,8	11	8
I	-9,1	-5,7	-13,4	24	12
II	-9,3	-5,8	-13,6	41	21
III	-5,1	-1,4	-9,2	44	20
IV	0,1	3,8	-3,9	21	9
V	6,5	11,1	1,6	–	–

Keväällä jään lähtöä ohjaavat tuuliolot, auringonsäteilyn voimistuminen, lumiolot ja ilman lämpötila. Hailuodon alueella lumi sulaa huhtikuun aikana, ja vasta sen jälkeen jää alkaa sulaa ja haurastua. Sulamisen nopeus on 1–2 cm päivässä. Viimeiseksi sulavat kiintojään reunaan muodostuneet paksut ahtojäät, ja ne pääsevät loppukevällä vapaasti kulkeutumaan tuulten ja virtausten mukana. Kylminä keväinä näitä jäitä voi vielä löytyä kesäkuun puolella. Koska keväällä ja alkukesällä tuulet ovat yleensä heikkoja, jääeroosiotapahtumat ovat silloin hyvin harvinaisia.

2.2.2 Kiintojään kasvu

Merellinen jääpeite on rannikolla ja saaristossa *kiintojää* ja muualla *ajojää*. Kiintojää on ehyttä ja tasaista, ja se pysyy vakaana alku- ja lopputalvea lukuun ottamatta. Näin on ollut mahdollista pitää jäätieyhteyttä Hailuotoon sydäntalven ajan. Kiintojää kasvaa alapinnastaan meriveteen teräsjääksi ja yläpinnastaan lumisohjoon kohvajääksi. Kiintojäävyöhyke levenee rannasta ulospäin vahvistuessaan 5–15 metrin syvyyskäyrän tuntumaan, sitä ulommas mitä ankarampi jäätalvi on.

Jään paksuuden kehitystä voidaan mallintaa analyyttisten ja numeeristen mallien avulla (Leppäranta & Myrberg, 2009). Analyyttisistä malleista laajalti käytetty on Zubovin kaava, joka perustuu lämmön johtumiseen jään läpi jään kasvaessa. Sen perusyhtälö on

$$\frac{dh}{dt} = \frac{a}{2} \cdot \frac{T_f - T_a}{h + \delta}$$

missä h on jään paksuus, t on aika, kerroin $a = 11 \text{ cm}^2/(\text{°C} \cdot \text{vrk})$ riippuu jään lämpöopillisista ominaisuuksista, T_f on jäätymispisteen lämpötila, T_a on ilman lämpötila, ja $\delta \approx 10 \text{ cm}$ on jää–ilma lämmönsiirtoa kuvaava parametri. Ratkaisu on

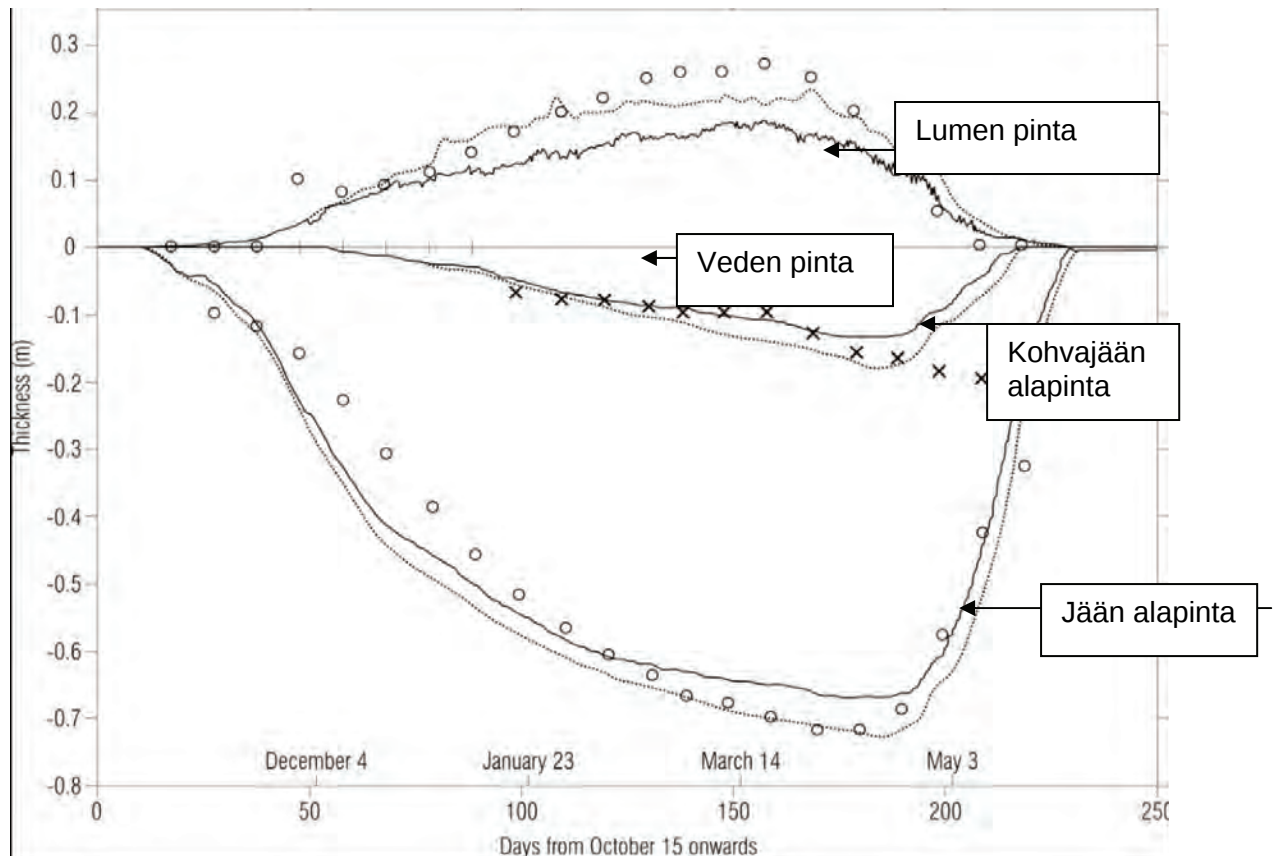
$$h = \sqrt{aS + \delta^2} - \delta$$

missä S on pakkassumma. Lumen vaikutusta on vaikea huomioida analyyttisissä malleissa, ja siksi Zubovin malli kuvaa hyvin tilannetta kun lunta on vähän. Mallista käytetään myös empiirisiä muunnelmia niin, että parametrit a ja δ määritetään havaintojen pohjalta. Lumi voi parhaimmillaan eristää niin hyvin, että tehoisa pakkassumman kerroin on $a/4$. Ankarana talvena pakkassumma on Oulussa 1000–1500 °C·vrk, ja jos lunta on vähän tulee jään paksuudeksi 95–115 cm. Tällaiset kaavat ovat sovelluksiltaan rajoitettuja, ja siksi on syytä käyttää numeerisia malleja, kun halutaan kvantifioida jään paksuuden kehitystä yksityiskohtaisesti. Niillä saatavat tulokset ovat hyviä (Kuva 7).

Taulukko 2. Jään paksuus Hailuodon havaintoasemalla (64°56'N 24°40'E) marraskuusta (XI) toukokuulle (V). Kaksi alleviivattua lukua on korjauksia alkuperäisjulkaisun ilmeisiin virheisiin. (Seinä & Peltola, 1991)

Pvm	Min	Ka	Max	Haj	N/20
XI 21	0	10	30	6	15
XII 1	0	14	45	10	18
XII 11	0	20	37	10	19
XII 21	0	25	48	10	19
I 1	0	32	60	11	20
I 11	0	38	66	13	20
I 21	7	44	72	12	20
II 1	23	52	82	15	20
II 11	32	59	88	15	20
II 21	<u>36</u>	60	97	20	20
III 1	40	67	104	15	20
III 11	42	69	106	14	20
III 21	45	71	107	14	20
IV 1	35	75	107	15	20
IV 11	30	75	115	19	20
IV 21	20	70	110	20	20
V 1	25	60	109	22	19
V 11	10	45	102	26	15
V 21	<u>0</u>	41	70	18	8

Alkotalven ohut jää vielä rikkoutuu helposti ja lähtee liikkeelle tuulten ja virtausten vaikutuksesta. Mitä laajempi jääkenttä on jäätä työntämässä sitä suurempi voima syntyy ja sitä paksumpi jää lähtee liikkeelle. Jäätelit kasautuvat rökkiöiksi, eli muodostuu ahtojäätä, jota ajautuu myös rantaan ja ankkuroituu pohjaan. Näin jäät aiheuttavat mekaanista jääeroosiota. Sydäntalven kiintojää voi myös ääritilanteessa liikkua, mutta se on jo niin paksua että pysyy vakaana suojatuilla vyöhykkeillä. Yli 30 cm paksu jää ei yleensä enää liiku tutkimusalueella. Keväällä jään sulaessa ja haurastuessa jää voi taas rikkoutua helpommin, mutta keväällä voimakkaat tuulet ovat harvinaisia ja siksi myös jääeroosio on silloin harvinaista.

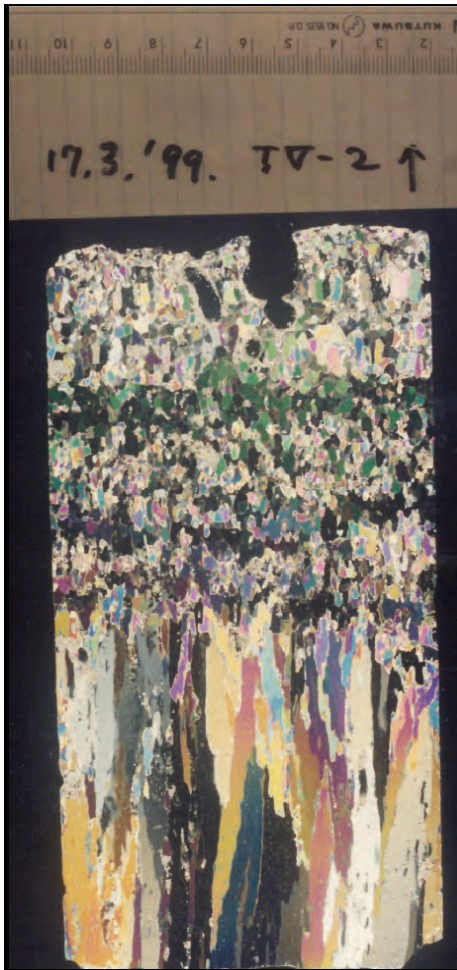


Kuva 7. Jään keskimääräinen paksuus pohjoisen Perämeren rannikolla numeerisen mallin avulla laskettuna (yhtenäiset viivat); ympyrät ja rastit kuvaavat havaintoja.

2.2.3 Kiintojään rakenne ja laatu

Merijää koostuu jääkiteistä ja niiden välissä olevista epäpuhtauksista. Kiteet ovat kooltaan kuin järvien jääkiteet, mutta hienorakenteellisia eroja on: merijään kiteiden pinnat ovat rosoisia, ja niiden sisällä on suolaliuostaskuja. Suolaliuoksen lisäksi merijäessä on kaasukuplia ja sedimenttiä. Merijää kasvaa alapinnastaan kongelaattijäänä meriveteen ja yläpinnastaan lumisohjoon kohvajäännä (Kuva 8). Kohvajäättä muodostuu jäällä olevasta sohjosta, jota on syntynyt lumesta ja jäälle nousseesta merivedestä, sadevedestä tai sulamisvedestä. Ensimmäinen tapaus on merkittävin; se voi toteutua, kun lumi on painanut jään kokonaan vedenpinnan alle (lumen paksuuden täytyy olla vähintään kolmasosa jään paksuudesta, jotta jäälle voisi päästä merivettä). Kohvajäättä on Perämeren jääpeitteessä 10–50%. Näin rannikon ja saariston kiintojääpeitteen jää on yleensä kaksikerroksista.

Merijään merkittävin epäpuhtaus on suolaliuos, jota voi olla jäässä 10–20%. Kaasukuplien suhteellinen tilavuus on suuruusluokkaa 1%. Puhtaan jään tiheys on 917 kg/m^3 lämpötilassa 0°C ; suurin vaikutus tiheyteen on kaasukuplilla. Suolaisuus vaikuttaa merkittävästi jään rakenteeseen ja lujuuteen. Siksi Itämeren jään murtolujuus on hieman alempi kuin makean veden jään. Jään sisään muodostuvat suolaliuostaskut tarjoavat myös kasvuympäristön jääleville. Itämerellä uuden jään suolaisuus on 25–40% veden suolaisuudesta, toisin sanoen Perämeren uusi jää on suolaisuudeltaan 1–2 ‰. Sydäntalven aikana jään suolaisuus hieman laskee, ja sulamisvaiheessa suolaonkalot huuhtoutuvat ja jäästä tulee melkein suolatonta. Samalla jäässä eläneet levät ja muut eliöt joutuvat veden. Näyttää siltä, että eräät jään levälajit voivat ryhtyä kasvamaan vedessä muodostaen osan kevätukinnasta.



Kuva 8. Itämeren kiintojään kiderakenne. Ylempi kerros on hienokiteistä kohvajäätä ja alempi kerros pylväskiteistä teräsjäätä. Kuvan yläreunassa on viivoittimen senttimetriasteikko. (Leppäranta & Myrberg, 2009).

2.2.4 Mekaaniset muutokset

Kiintojäähän kohdistuu kuormituksia tuulten, virtausten, vedenpinnan korkeuden muutosten ja lämpötilan vaihteluiden vaikutuksesta. Jääpeite rikkoutuu, ja syntyneet jäätelit ja –lautat muodostavat erilaisia mekaniikan muovaamia jäälautuja. Näistä tärkeimmät ovat *lautasjää*, *sohjovyö*, *päällekkäin ajautunut jää* ja *ahtojää*. Lautasjää koostuu tasakokoisista pyöreistä pienistä jääautoista, jotka paksuuntuessaan jäätyvät vähitellen yhteen. Sohjovöitä muodostuu kun tuuli ajaa ohuesta jäästä muodostunutta murskaa kiinteään reunaan. Jäälautojen puristuessa yhteen noin 10 cm:ä ohuempi jää ajautuu päällekkäin kahdeksi tai useammaksi kerrokseksi laajalla alueella, kun taas paksummat jäälautat rikkoutuvat teleiksi ja kasautuvat päällekkäin ahtojääksi (Kuva 9). Rantaan ajautuessaan jää voi rikkoutua rantavalleiksi tai työnnyä levynä kauemmas maalle.



Kuva 9. Ahtojäävalli Perämerellä kiintojäävyöhykkeen reunalla. Oikealla ahtojään esiintymisen todennäköisyys (%) ja intensiteetti (kolmioiden määrä).

2.3 Jään vaikutukset meren pohjaan ja rantoihin

2.3.1 Ajojään dynamiikka

Itämeren altaat ovat niin suuria, ettei jääkansi niissä pysy ehyenä. Laajoilla ulapoilla tuulen pyyhkäisymatka pitenee, jolloin tuulen jäähän kohdistama kuormitus kasvaa suureksi ja se kykenee rikkomaan jääpeitteen ja saattamaan sen liikkeelle. Tilanne on vastaavanlainen kuin aallokon muodostuksessa: yhä suurempi pyyhkäisymatka tuottaa yhä suuremman aallokon. Myös virtaukset voivat kuljettaa jäätä, mutta Perämerellä tuulen vaikutus on yleensä merkittävin. Kun jää on vielä ohutta, pienilläkin selillä se rikkoutuu ja alkaa ajautua, mutta paksuuntuessaan jää vakaantuu yhä suurempien ulapoiden ylitse. Näin kiintojään ja ajojään reuna siirtyy kauemmaksi rannikosta jään paksuuntuessa. Yleensä ulkomeren ajojäää käyttäytyy kuten pintavirtaus: nopeus on 1–3% tuulen nopeudesta ja suunta poikkeaa 20–30° tuulen suunnasta oikealle. Ahtaissa, kauttaaltaan jäässä olevissa altaissa jäät saattavat pysyä paikallaan kovallakin tuulella sisäisen kitkansa takia.

Merijää "maisema" on vaihteleva ja monipuolinen järvien jääpeitteeseen verrattuna. Ajojääkentät koostuvat 10 m – 10 km kokoisista jäälautoista, kun taas näissä olevat rikkoutuneet jäämuodostumat koostuvat teleistä (jääkappaleista, joiden halkaisija on 0,1–10 metriä). Jääkenttien morfologia on itsesimilaarinen: geometrysten mittojen suhteet säilyvät, vaikka jään paksuus ja lauttojen keskikoko muuttuisivat. Ajojääkenttien ominaisuuksia kuvaavat seuraavat suuret:

Suure	Määrittely
Jään laatu	Tärkeimmät: tasainen jää, lautasjää, päällekkäin ajautunut jää, sohjovyöt, ahtojää, kiintojää
Jään peittävyys	Jään suhteellinen ala
Jään paksuus	Etäisyys pinnasta pohjaan (kolot lasketaan mukaan)
Jäälautojen koko	Keskiluku tai jakauma, yleensä "tyypillinen halkaisija"

Jään paksuus ja peittävyys eli konsentraatio ovat tärkeimmät ajojaiden dynamiikkaa ohjaavat jään ominaisuudet. Ne kertovat jääkentän vahvuudesta, kuinka paljon jääkentässä on sisäistä kitkaa ja kuinka paljon voimaa tarvitaan esimerkiksi ahtojaiden synnyttämiseen. Peittävyys luokitellaan seuraavasti:

<i>Peittävyysväli</i>	<i>Verbaalinen kuvaus</i>
0– 30 %	Hyvin harva ajojää
30– 50 %	Harva ajojää
50– 70 %	Tiheä ajojää
70– 90 %	Hyvin tiheä ajojää
90–100 %	Kompakti ajojää

Jään paksuus on ajojään fysiikassa jään tärkein ominaisuus. Jääkentän lujuus riippuu jään paksuudesta, ja jään tilavuus tai massa on samoin verrannollinen siihen. Jään paksuus vaihtelee paljon: pienelläkin alueella voi olla muutaman sentin paksuista uutta jäätä ja toisaalta yli kymmenen metriä paksuja ahtojäävalleja. Käytännön ongelmana on se, että ei ole olemassa hyvää kaukohavaintomenetelmää, jonka avulla lentokoneesta tai satelliitista voitaisiin kartoittaa jään paksuutta. Rannikko- ja saaristoalueella on kyllä havaintoasemia, joilla mitataan kiintojään paksuus.

Massiivisimmat muodostumat ovat 5–15 metriä paksuja ahtojäävalleja, joiden yläosa eli harja on 0,5–2 metriä korkea ja alaosa eli köli on 3–15 metriä syvä. Suurin Perämerellä mitattu ahtojäävalli on ollut paksuudeltaan 31,5 metriä, josta harjan osuus oli 3,5 metriä. Vallit kelluvat Arkimedeeseen lain mukaan, mutta geometrian takia maksimisyvyyden ja -korkeuden suhde on 4–6. Rannikolla, missä jääryötkiöt ulottuvat pohjaan, Arkimedeeseen laki ei enää toimi ja pohjautuneet ahtojäät voivat kasvaa harjaltaan 10–15 metriä korkeiksi. Tällaisia korkeita jääkasoja nähdään vuosittain Perämeren rannikolla. Yksittäisten havaintojen mukaan ahtojäävallien pinnoilla kasvaa runsaasti leviä. Tämä saattaakin olla talven tuotannon kannalta tärkeä elinympäristö, sillä erityisesti Perämeren jäästä on löydetty vain niukasti jään sisässä kasvavia leviä.

Itämeren ajankohtaisesta jäätilanteesta saa tietoa jääkartoista, joita Suomessa laaditaan ja julkaistaan päivittäin Ilmatieteen laitoksen verkkosivuilla. Jääkartoissa esitetään jään laajuus, jääkentät ja jäälaadut. Jään liike voi muuttaa jääoloja paljon jo muutamassa päivässä, minkä takia jääkarttojen tiheä päivitys on mielekästä. Jääkartoissa olevat jäätiedot perustuvat satelliittikuviin (lähinnä NOAA, Terra Aqua ja Radarsat) sekä laivojen ja rannikkoasemien jääraportteihin.

Tuulen ja virtauksen leikkausjännitykset jään ylä- ja alapintaan ovat tavanmukaisia neliölisiä vastuslakeja $\tau = \rho CU^2$, missä ρ on ilman tai veden tiheys, C on vastuskerroin, ja U jään nopeus ilman tai veden suhteen. Vastuskerroin on 0,0017 jään ja ilman välillä ja 0,0035 jään ja veden välillä.

Itämeren ajojään dynamiikkaa varten on kehitetty matemaattisia malleja lyhyen aikavälin (1 tunti – 1 viikko) laskentaan. Niitä on käytetty jääennusteiden laadintaan talvimerenkulkua varten 1970-luvun lopulta lähtien. Mallit ovat koko ajan kehittyneet ja niiden erotuskyky on merkittävästi parantunut. Mallin pakotteena on säähavainnot ja –ennusteet. Jäämallit koostuvat neljästä elementistä: (i) ajojään tilan kuvaus, (ii) ajojään sisäisen kitkan malli, (iii) liikemäärän säilymislaki, ja (iv) jään säilymislaki.

2.3.2 Kiintojään dynamiikka

Kiintojää tarkoittaa rannikkoon, saariin ja matalikoihin ankkuroitunutta jäätä, joka ei liiku. Talven aikana kiintojään reuna etenee ulospäin jään paksuuntuessa, joka vahvistaa jäätä ja voimakkaan tuulen vallitessa edesauttaa muodostamaan pohjautuneita ahtojäävalleja aina syvempiin vesiin. Tämän takia leutoina talvina kiintojään reuna jää 5 m syvyyskäyrän tuntumaan, kun taas ankarina talvina se ulottuu aina 15 m syvyysiin vesiin.

Jään rikkoutuminen riippuu tuulesta, ulapan laajuudesta ja jään paksuudesta. Tuulen voima on riittävän suuri, kun (Leppäranta, 2005):

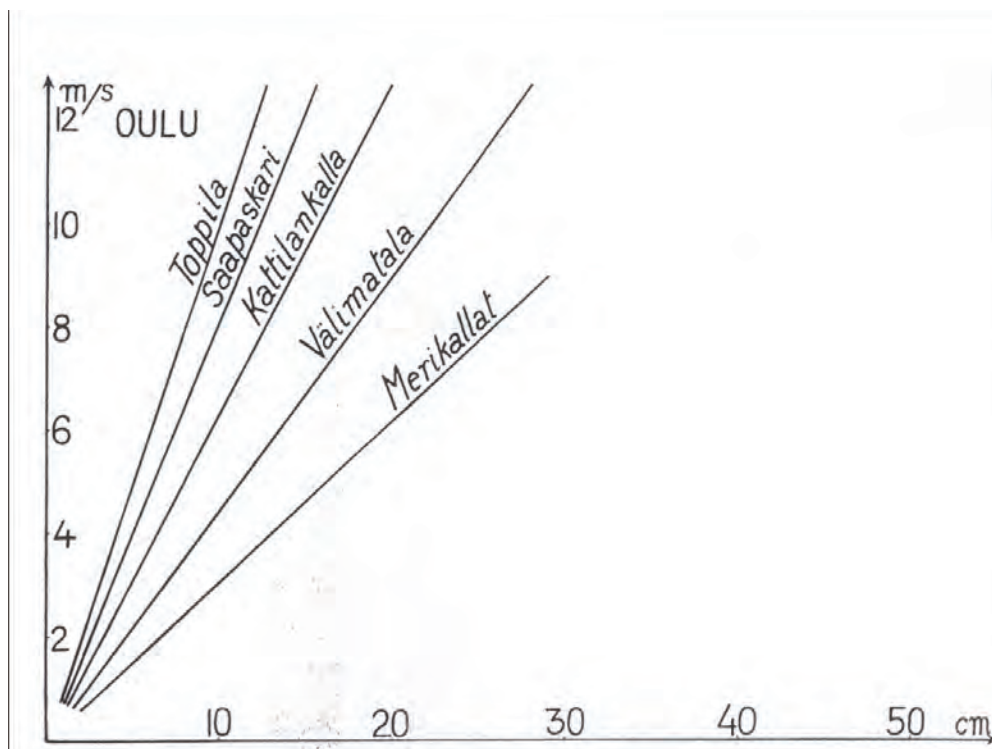
$$\tau_a L > P(h)$$

missä τ_a on tuulen leikkausjännitys jään pintaan, L on pyyhkäisymatka ja P on ulapan jään lujuus. Jos tuulen nopeus on 15 m/s, on $\tau_a \approx 0,5$ Pa, ja tällöin 100 km laajuiselle ulapalla alle 50 cm paksu jää yleensä rikkoutuu. Arvioiden mukaan jään työntämiseksi maalle tarvitaan työntövoimaa 10–50 kN m⁻¹. Jos tuulen leikkausjännitys on yli 1,0 Pa (tuulen nopeus yli 21 m/s) ja pyyhkäisymatka 10 km, päästään rannalle 10 kN m⁻¹ voiman tasolle. Työntöä helpottaa, jos jää on irti rannasta ja varsinkin jos vedenpinta on korkealla.

Palosuo (1963) on tutkinut kiintojäavyöhykkeen jään rikkoutumista havaintoaineistojen pohjalta. Hänen mukaansa jää rikkoutuu, kun jään paksuus on alle kriittisen arvon

$$h^* = h^*(l, U_a) = \kappa(l)U_a$$

missä l on alueen halkaisija, U_a on tuulen nopeus ja κ on alueen koosta riippuva kerroin (Kuva 10). Nämä tulokset tukevat nykyisiä teoreettisia malleja (Leppäranta, 2005).



Kuva 10. Jään rikkoutuminen Oulun väylällä (Palosuo, 1963). Suorien vasemmalle puolelle jäävissä pisteissä jää rikkoutuu.

Empiiristen tulosten pohjalta nähdään, että kiintojäävyöhykkeellä jääkentän lujuus P riippuu jään paksuudesta neliöllisesti, ts. $P = ch^2$. Palosuon aineisto oli alku- ja sydäntalvelta, jolloin jää lujuus on suuri. Keväällä jään haurastuessa kertoimen κ sovittaminen on vaikeata, mutta on arvioitu sen olevan 1,5–3 kertaa talviarvoa suurempi (Leppävuori & Kokko, 1979).

Liikkuvan jään suurin paksuus voidaan sitten arvioida tuulen ja jään paksuuden ilmastolisten ominaisuuksien pohjalta:

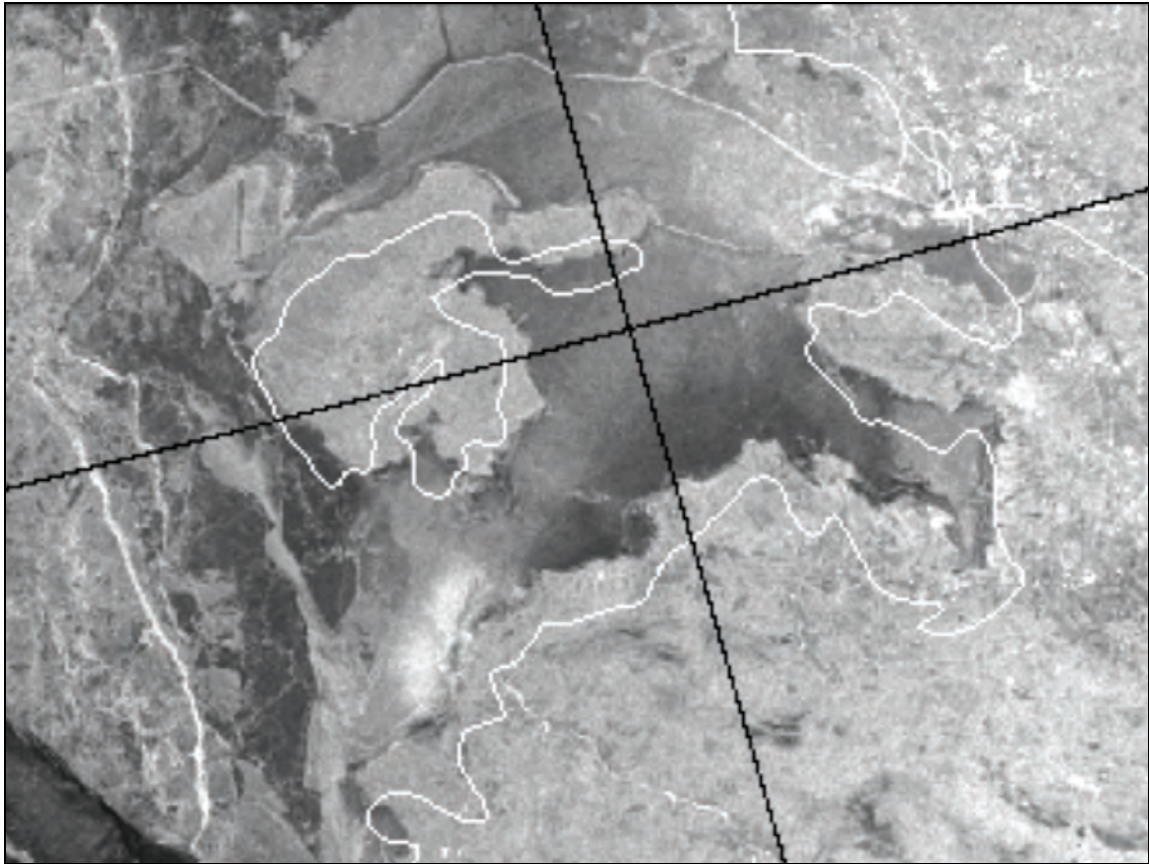
$$h_d = \min\{h_{\max}, \kappa(l)U_{a,\max}\},$$

missä $h_{\max}$ ja $U_{a,\max}$ ovat tarkasteltavan aikajänteen suurin tasaisen jään paksuus ja suurin tuulen nopeus. Hailuodon ja mantereiden välissä rajoittavaksi tekijäksi tulevat tuuli ja ulapan koko. Kun $U_{\max} \sim 20$ m/s ja $l \sim 5$ km, on $h_d \sim 20$ cm; kun $U_{\max} \sim 20$ m/s ja $l \sim 20$ km, on $h_d \sim 40$ cm. Nämä luvut ovat likimääräisiä, kuten symbolilla " $\sim$ " korostetaan, sillä jään liikkuvuus riippuu syvyysvaihteluista ja rantamuotojen yksityiskohdista. Tässä asiassa palataan tutkimusalueelle alempana.

Seuraavissa satelliittikuvissa nähdään jään piirteitä Hailuodon ympäristössä. Kuvassa 11 on näkyvän valon kuva tilanteesta, kun jäällä ei ollut lunta ja silloin jään piirteet tulevat hyvin esille. Kuvassa 12 on taas SAR-tutkakuva, jossa vaaleat alueet kuvaavat voimakkaasti sirottavaa jäätä, joka tällä alueella on ahtojäätä.



Kuva 11. Resurs satelliitin kuva tutkimusalueesta.



Kuva 12. ERS-2 satelliitin SAR-tutkakuva Hailuodon alueesta 27.2.1997.

Mitoitustuuli voidaan arvioida julkaistujen tuulitilastojen pohjalta (Ilmatieteen laitos). Tuulen nopeus noudattaa Weibullin jakautumaa (Ilmatieteen laitoksen Suomen tuuliatlas). Likimain voidaan soveltaa Rayleighin jakautumaa, jonka mukaan N päivän aikana odotettavissa oleva maksimituuli on

$$U_{a,\max}(N) = U_a \sqrt{\frac{4}{\pi} \log(\alpha N)}$$

missä $\tilde{U}_a$ on keskituuli ja α on kalibrointikerroin. Tuulen nopeus on Hailuodon Ojakylässä Ilmatieteen laitoksen ilmastotilaston mukaan keskimäärin 4–5 m/s, kuukaudesta riippuen. Tammikuun tuulet kuvaavat hyvin alkutalven tilannetta (Taulukko 3). Etelän ja lännen välisessä sektorissa tuulet ovat voimakkaimpia. Ojakylän tuulimittari antaa hieman alhaisempia lukemia kuin merellä tehdyt havainnot. Ilmatieteen laitoksen tuulitilastojen (webbisivu) mukaan keskituuli on ulkomerellä 7,5–8 m/s ja rannikolla 6–6,5 m/s 50 m korkeudessa; tästä redukointi normaaliin 10 m pintatuulikorkeuteen pienentää lukemia 20%, siis arvoihin 6,2 m/s ulkomerellä ja 5,0 m/s rannikolla

Taulukko 3. Tuulen nopeuden ja suunnan yhteinen jakauma: tammikuu; Hailuoto, Ojakylä. 'C' tarkoittaa tyyntä (calm).

Suunta	N	NE	E	SE	S	SW
	W	NW	C			
Nopeus (m/s)	3,4 4,7	2,7 4,2	3,1 0	3,3	4,3	5,5
Määrä (%)	9 9	8 7	10 9	14	15	19

Voimakkaimmat tuulet puhaltavat lounaan – lännen sektorista ja heikoimmat idän – koillisen sektorista. Kun tiedetään mitoitusjakson pituus, voidaan Rayleighin jakautuman mukaan arvioida tämän jakso maksimituuli. Tutkimusalue on siksi pieni, että maksimituulen voidaan olettaa olevan sama kaikkialla. Vuosittain esiintyväksi maksimituuleksi tulee 13–14 m/s ajan, jolloin jää on vielä liikkuvaista. Myrskytuulien esiintymistä tämä jakautuma ei hyvin enää kerro, mutta ääritapausten havaintojen perusteella tiedetään että niitä tulee liikkuvien jäiden aikana tutkimusalueella keskimäärin kerran viidessä vuodessa.

Tutkimusalueen keskeiset pyyhkäisymatkat ovat:

• suuaukko lounaassa	6 km
• pituusmitta suuaukkojen välissä	20 km
• Luodonselkä – Liminganlahti pituus	30 km
• Liminganlahti leveys	5 km
• suuaukko pohjoisessa	7 km

Suurimmat mitat ovat lounaiselta suulta Oulun väylälle sekä Liminganlahden suunta.

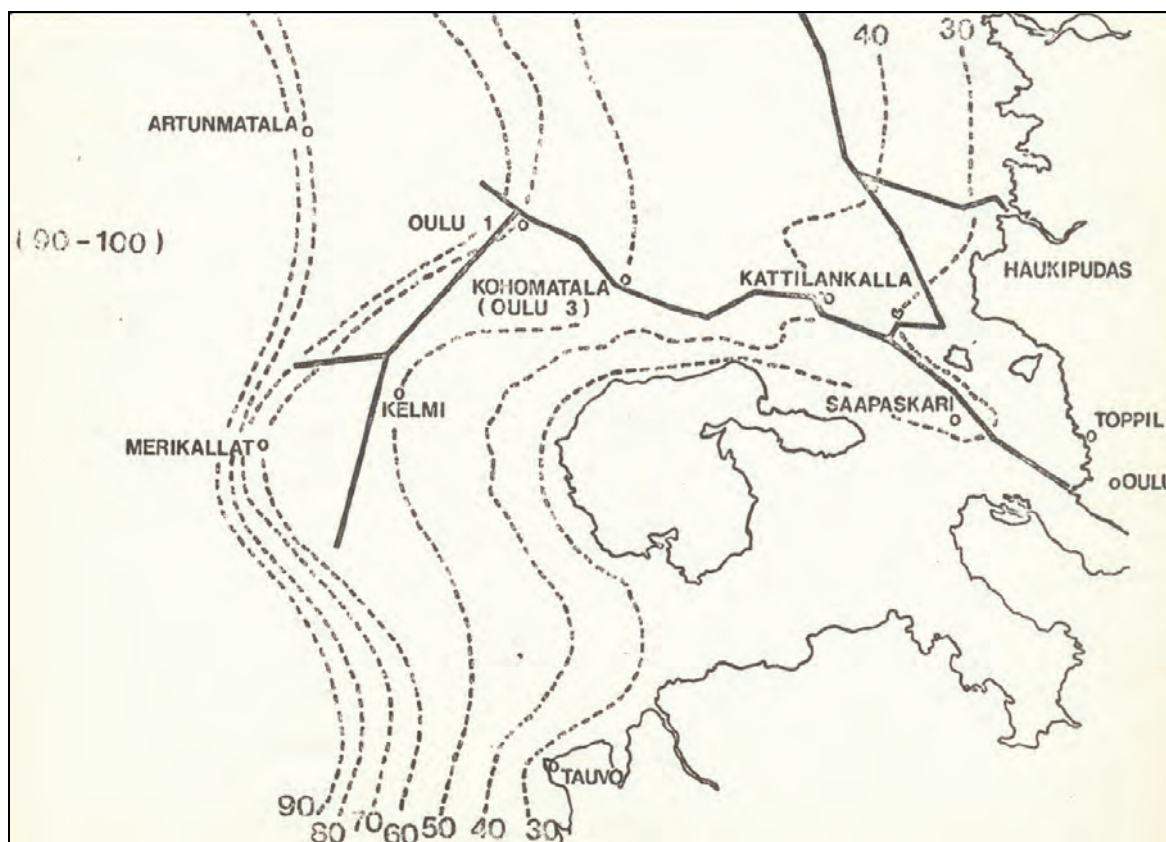
Palosuon (1963) mukaan 5–7 km pyyhkäisymatkoilla noin 20 cm paksu kiintojää voi rikkoutua 20 m/s tai voimakkaammalla tuulella. Palosuon ym. (1982) sekä Leppärannan (2005) tutkimusten mukaan alueen suurimmilla, 20–30 km pyyhkäisymatkoilla noin 30 cm paksu jää voi tällä tuulelle rikkoutua. Yhtenäisen jääkentän liikkeelle pääsyssä on tärkeätä jään irtoaminen rannasta, mikä on alku- ja sydäntalvella mahdollista vedenkorkeuden nousun ansiosta ja keväällä jään rannalta sulamisen vaikutuksesta. Niinpä vedenpintaa nostavat lounaiset tuulet ovat jään liikehdintään suosiollisimpia. Niillä saavutetaan vedenpinnan nousu ja 20 km pyyhkäisymatka. Jään rannalle työntöön tarvitaan voimaa (τL) 10–50 kN m⁻¹, mihin tarvitaan jo yli 20 m/s tuulen nopeus.

Taulukossa 4 on eri jäätyyppien keskimääräinen esiintyminen Oulun väylällä. Siitä nähdään kuinka pitkän jakson aikana jään liikehdintä on alueen eri osissa mahdollista. Toppi-lasta Kohomatalaan mentäessä liikkuvan jään aika on syksyllä 2–4 viikkoa ja keväällä noin viikon. Tämä sopii hyvin yhteen tietämykseen tutkimusalueen jään liikkuvuudesta. Yhdistettynä tuulitilastoihin voidaan tästä arvioida jään liikkumisen vuotuinen ja pidempi toistumisaika. Kuvassa 13 on esitettyä pitkäaikaisiin havaintoihin perustuva arvio jään liikkuvuudesta Oulun – Hailuodon alueella 30 vuoden aikana (Palosuo ym. 1982).

Taulukko 4. Jääpeitteen kehitys Oulun väylällä. Eri jäälaatuojen esiintyminen (vrk).

	Toppila, reti	Saapas- kari	Kattilan- kalla	Koho- matala	Meri- kallat
Jäätymisestä kiintojään muodostukseen					
Jäätyminen	17.11.	20.11.	27.11.	3.12.	21.12.
Uusi jää	9,3	8,5	7,3	7,9	7,0
Sohjo	2,1	0,8	2,1	3,5	1,5
Ajojää	0,2	1,0	2,5	8,8	15,6
Tasainen jää	0,2	0,5	2,2	1,5	1,2
Paksu sohjovyö	0,0	0,0	0,1	0,5	—
Ahtojää	—	0,2	0,4	3,1	5,7
Jääkenttä	—	—	0,7	3,7	4,3
Jääpäivät	11,9	11,0	15,2	29,4	35,3
Avovesipäivät	3,1	5,2	7,4	12,5	11,0
Kiintojää	2.12.	7.12	20.12	13.1	5.2.
Kiintojääpv	158	159	146	119	72
Kiintojää rikki	8.5.	14.5.	16.5.	13.5.	18.4.

Kiintojään rikkoutumisesta jäänlähtöön					
Jääkenttä	—	—	—	—	1,2
Ahtojää	—	—	0,2	0,9	9,2
Tasainen jää	3,4	1,4	0,5	1,0	1,8
Ajojää	0,8	2,0	3,8	6,5	18,3
Uusijää, sohjo	0,2	—	0,0	—	0,8
Jääpv	4,5	3,4	4,5	8,5	31,3
Avovesipv	0,2	0,3	0,9	2,8	6,4
Jään katoaminen	13.5.	18.5.	21.5.	24.5.	26.5.



Kuva 13. Liikkuvan jään paksuuden yläraja (cm) 30 vuoden aikana Oulun – Hailuodon alueella (Palosuo ym., 1982).

Ihmisen toiminnalla on vaikutusta jäiden liikkuvuuteen tutkimusalueella. Paikallisten asukkaiden mukaan lauttaväylän avaamisen (vuonna 1968) jälkeen jäätie on voitu tehdä myöhemmin kuin sitä ennen. Jäiden on havaittu kulkevan lauttaväylän poikki molempiin suuntiin. Erityisesti suuren lautan käyttöönotto 1980-luvulla on lisännyt jään liikkuvuutta tutkimusalueella. Lisäksi Oulun laivaväylän liikenne kuormittaa jääkenttää koko ajan ja peräaallot ”syövyttävät” sitä.

2.4 Jääeroosio

2.4.1 Jääpeitteen vaikutukset Perämereen

Perämerellä on jäätä 6–7 kuukautta vuosittain, joten jäällä on suuri merkitys sen fysiikkaan, tilaan ja ekologiaan. Joka talvi Perämeri jäätyy kauttaaltaan, ja kiintojään suurin vuotuinen paksuus on 50–120 cm. Jääpeite vaikuttaa suoraan meren ja ilmakehän väliseen liike-energian, lämpöenergian sekä materian vaihtoon. Jää ja sillä oleva lumi ovat hyviä eristeitä, ja siksi lämmönvaihto ilmakehän ja meren välillä heikkenee jääpeitteen vahvistuessa. Jääpeiteaikana sadanta ja sen mukana laskeuma kerrostuu jäälle usean kuukauden ajan ja vapautuu veteen hyvin lyhyenä sulamisjaksona.

Merijään suolaisuus on alhaisempi kuin meriveden. Siksi sulamisen aikana tulee pintavee-teen runsaasti makeaa vettä, mikä näkyy suolaisuuden vuotuisissa aikasarjoissa.³ Ilmakehän aineslaskeuma varastoituu jääpeitteeseen, ja edelleen jäässä on myös vedestä ja matalilla alueilla myös meren pohjasta peräisin olevaa ainesta. Näitä vieraita aineksia sanotaan jään sedimenteiksi. Ne vapautuvat meriveteen sulamiskautena, ja silloin pinta-kerroksen ainesyöttöön tulee voimakas maksimi. Jäiden liike kuljettaa jään mukana sedimenttejä pitkiäkin matkoja ennen kuin ne vapautuvat mereen.

Jäällä on merkitystä Itämeren ekologialle sekä mekaanisena elementtinä että kasvualustana (Myrberg ym., 2006). Ensimmäinen vaikutus perustuu jääeroosioon sekä toisaalta heikompaan vesirungon sekoittumiseen kiintojään alla. Eroosiota käsitellään enemmän alempana. Sekoittumisen heikkeneminen liittyy jokivesiin, jotka virtaavat kiinteän jääpeitteen alla hyvinkin pitkiä matkoja, ja samalla jokivesien tuomat ravinteet leviävät. Ravinteiden leviämiskuvio on täysin erilainen jään alla kuin ilman jääpeitettä. Jään alle muodostuu myös voimakkaita leväkukintoja keskellä talvea. Ne ovat mahdollisia makeamman veden muodostaessa jään alle ohuen sekoittumattoman kerroksen, jossa levät voivat kasvaa käyttäen hyväkseen jään läpi tulevaa niukkaa valoa. Ilman veden suolaisuuskerrostuneisuutta levät eivät pysyisi valaistussa kerroksessa, vaikka jään alla onkin riittävästi ravinteita levien kasvuun. Jään ja lumen optiset paksuudet ovat noin 100 cm ja 10 cm, joten erityisesti kun lumi on ohentunut, valoa pääsee hyvin jään läpi.

Jäähän liittyvä levätuotanto on tärkeä eloperäisen aineksen tuottaja keskellä muuten vähätuottoisinta vuodenaikaa. Eräät eläinplanktonlajit käyttävät hyväkseen jään alapinnalla kasvavia leviä. Jään alla saattaa pyöriä monimutkainenkin ravintoverkko. Jään sisällä tapahtuva tuotanto käyttää epäorgaanisia ravinteita hyväkseen ja tuottaa eloperäistä ainesta. Jäällä on siten merkitystä Perämeren ravinteiden kierrossa. Suurin vaikutus on ilmeisesti sulamisvaiheessa, jolloin jäähän kertynyt eloperäinen aines joutuu veteen. Suuri osa siitä vajonnee pohjaan, mutta osa jää veteenkin. Jään sulamisvaiheessa

³ Mauri Määttänen: Esim. Vettä 3 m ja jäätä 0.8 m. Suolaisuudet 0.3 ja 0.15 %. Siten keskimääräinen vaikutus on vähäistä, 0.3 % arvosta 0.27 %:iin

veteen joutuu myös runsas määrä niitä ravinteita, lähinnä epäorgaanista typpeä, joka on laskeutunut ilmakuormituksesta jään pinnalle.

Ihmisen toimintaan jääoloilla on ollut hyvin suuri merkitys. Jäät vaikuttavat merenkulkuun, sillä Suomen on pidettävä yllä jäänmurtajalavastoa. Kun meriympäristöön rakennetaan, tulee jääkuormat ottaa huomioon. Erityisesti ajojaiden rakenteisiin kohdistamat kuormat voivat olla suuria, ja jäät ovatkin vaurioittaneet majakoita Itämerellä.

Meren jääpeitteestä on myös hyötyä liikenteelle saaristoon tehtyjen talviteiden ansiosta. Jään kantokyky on likimain $P = bh^2$, $b \approx 5 \text{ kg/cm}^2$, ja siis 5 cm paksu jää kantaa ihmisen, 20 cm paksu jää kantaa jo henkilöauton. Toisaalta kelirikkoajat ovat vaikeuttaneet saariston elämää, ja yhteydenpitoa varten on ollut kelirikkoaluksia. Hylkeenpyyntiä on harjoitettu paljon kevätjäiden aikaan, ja kalastusmenetelmiä on kehitetty talvioloihin soveltuviksi. Virkistystoiminnan merkityksen kasvaessa ovat talviset merijäät tulleet merkittävään asemaan ulkoilun, hiihdon ja luistelun merkeissä. Virkistystoiminnan ja talvikalastuksen kannalta tärkeitä on vakaan kiintojääkannen saavuttaminen,

2.4.2 Eroosio Hailuodon ja mantereen välillä

Jääeroosiolla tarkoitetaan rannikko- ja saaristoalueilla jään vaikutusta meren pohjaan ja rantoihin. Jää kuluttaa, muokkaa ja siirtää kuollutta materiaa sekä kasvillisuutta. Eroosio on seurausta jään liikkeestä, jota aiheuttavat tuuli, virtaukset, vedenpinnan korkeuden muutokset ja jään lämpölaajeneminen.

Jääeroosio voidaan jakaa seuraaviin luokkiin:

- (i) Mekaaninen rantojen eroosio, joka johtuu jään mekaanisesta työntymisestä;
- (ii) Ahtojäiden meren pohjaan kohdistama kyntö⁴;
- (iii) Pohjaan jäätyneen jään, pohja-aineksen kulkeutuminen jään mukana tuulten ja virtausten ajamana ja pohja-aineksen vapautuminen jään sulaessa (jossain määrin eroosiota voi tapahtua, kun pohjaan jäätynyt jää irtaantuu pohjasta veden noustessa ja jää sulaa paikallaan vapauttaessaan pohja-aineksen)⁵;
- (iv) Jään lämpölaajenemisesta aiheutuva työntyminen rantaan.

Jään mekaniikka on siis jääeroosion taustalla kahdessa ensimmäisessä kohdassa, kun taas kaksi jälkimmäistä liittyy lämpöopillisiin tapahtumiin. Tuuli ja virtaukset aiheuttavat leikkausvoiman jään ylä- ja alapintaan, ja kun sisäinen paine saavuttaa jossakin jään lujouden, liike käynnistyy ja jatkuu kunnes kitkavastus kasvaa riittävän suureksi. Leikkausvoimat summautuvat koko jääkentän ylitse, ja siksi suuria paineita muodostuu, kun jääkenttä on laaja. Suurimmat paineet aiheuttaa tuuli, sillä se puhalttaa yleensä samaan suuntaan suurella alueella. Kun tuuli ajaa jäätä rannikkoa kohti, myös pintavirtaus kulkee samaan suuntaan. Tutkimusalueella pohjan kyntö on harvinaista.

Jään liikkeen käynnistämisessä jääkentän sidostuneisuus rantaan ja saariin toimii voimakkaana vastuksena. Jos jääkentässä on vapaita reunoja tai avoimia väyliä, nämä helpottavat liikkeen käynnistymistä. Veden virtaus etelästä nostaa vedenpinnan korkeut-

⁴ Mauri Määttänen: Tarkasteltavalla alueella ei ole liikkuvia ahtojäävalleja

⁵ Pohjaan jäätyminen aiheuttaa siis kahdenlaista eroosiota: a) paikallaan tapahtuva pohjan pintakerrosten sekoittuminen ja b) horisontaalinen pohja-aineksen siirtyminen jään lähedettyä ajalehtimaan ennen pohja-aineksen irtaamista. Hailuodon paikallisten asukkaiden mukaan molemmat ovat merkittäviä eroosiolajeja, kun taas Kari Koivulan (Oulun yliopisto) mukaan horisontaaliset siirrokset ovat rantojen ekologian ylläpitämiseksi tarpeen.

ta, mikä irrottaa jään sidoksista rantaan, ja sen jälkeen tuuli ja virtaus voivat työntää jään maalle. Samoin keväällä jään sulaminen rannasta vapauttaa jään liikkumaan helpommin. Keväällä tuulet ovat heikompia ja korkeat vedet harvinaisia, minkä takia keväällä ei jään maalle työntymistä juuri tapahdu. Rantaan ajautuessaan jäät voivat muodostaa jäävalleja tai työntyä kauemmas maa-alueelle, jopa useamman sadan metrin päähän rannasta.

Ahtojään köli osuu usein meren pohjaan sen ajautuessa matalaan veteen. Tällöin jää pysähtyy ja muodostaa pitkään säilyviä kasautumia tai jos työntövoima on riittävän suuri, ahtojäämuodostuma liikkuu ja kyntää pohjaa samalla. Siellä missä pohjaan asennetaan putkia tai kaapeleita ahtojäiden kyntö on mitoitustekijänä otettava huomioon. Kölit ulottuvat useinkin 10 m syvyyteen Perämerellä. Suurin mitattu ahtojäävalli on Perämerellä ollut 31,5 m paksu, vedenpinnan alla tästä 28 m (Palosuo, 1975). Kyntövanan syvyys riippuu pohjan laadusta, ja se voi hyvin olla metrin suuruusluokkaa.

Pohjaan jäätynyt jää nostaa pohja-ainesta vedenkorkeuden noustessa ja vapauttaa sen myöhemmin takaisin pohjaan ja aiheuttaa eroosiota rantalinjan tuntumassa. Jään ajelehtiminen voi myös siirtää materiaa merialueelta toiselle. Esimerkiksi järviruoko on levinnyt tämän mekanismin avulla (Hailuotolaisten tapaaminen 22.11.2010). Tällä prosessilla voi myös olla laajempaa merkitystä kasvien leviämisen (ja siten myös populaatiodynamiikan) kannalta. Jään lämpölaajenemisesta aiheutuva rannalle nousu on vähäistä verrattuna mekaniikan vaikutuksiin ja se rajoittuu aivan rannan tuntumaan, muutaman metrin alueelle.⁶

Jääeroosion laatu riippuu jään paksuudesta. Aivan ohut jää (alle 10 cm) ajautuu merellä helposti päällekkäin, mutta rantaan noustessaan se rikkoutuu helposti ja kasautuu valleiksi. Paksumpi jää (yli 15 cm) muodostaa merellä ahtojäitä ja rantaan ajautuessaan voi kulkeutua maa-alueelle satojen metrien matkan kuten Itämeren alueella on havaittu. Tällaista paksumpaa jäätä tarvitaan myös pohjan kyntöön. Taulukon 2 mukaan normaali-talvena meri jäätyy tutkimusalueella 15.11., jää on 10 cm paksua 21.11., 15 cm 3.12. ja 30 cm 30.12. Jään paksuus on siis 15–30 cm 27 päivän ajan, tänä aikana jään työntymisen maalle pitkän matkaa on mahdollista. Keväällä kiintojää-vyöhykkeellä aika jään rikkoutumisesta jään katoamiseen on noin viikon (taulukko 4).

Hailuodon ja mantereen välisellä alueella (tutkimusalueella) jääeroosiota esiintyy vuosittain. Alueen mitat ovat lounas-koillissuunnassa 30 km ja 10 km sitä vastaan kohtisuorassa. Liminganlahden kohdalla kaakko-luodesuunnan mitta on 30 km. Tutkimusalueella 30 cm paksu jää pysyy kiintojäänä, kun taas 10 cm paksu jää liikkuu helposti. Suotuisin tuulen suunta on lounaasta, sillä silloin tuulen pyyhkäisymatka on pitkä ja lounaisiin tuuliin liittyy vielä korkea vedenpinta. Yksi poikkeuksellinen tapaus on kirjattu (Markku Tönkyrä, Hailuoto): 19.12.1992 etelämyrskyssä (28 m/s) vesi nousi 150 cm yli keskiveden ja Santosen etelärannalla 40 cm paksu jää ajautui yhtenä lauttana rantatörmälle aiheuttaen paljon materiaalista tuhoa rakennuksille.

Mekaanisen jääeroosiotapahtuman alkuehdot ovat siis seuraavat: jään paksuus on alle 30 cm ja tuulen nopeuden on oltava yli 20 m/s. Jotta eroosiovaikutus ulottuisi kauemmas rannasta, jään lisäksi oltava noin 15 cm:ä paksumpaa, sillä ohut jää vain rikkoutuu pieniksi teleiksi rannan tuntumaan.

⁶ Marko Hyvärinen: Rohkenisin havaintojen pohjalta väittää, että kaikki vahvoja juurakkoverkkoja tekevät lajit jossain määrin hyötyvät ilmiöstä. Esimerkiksi havaittu pienten pohjansorsimolaikkujen ilmaantuminen ylärannalle lienee seurausta tästä.

Paikallisten asukkaiden mukaan (kokous Hailuodossa 22.11.2010) lauttayhteyden ylläpito talvella vuodesta 1968 on lisännyt jään liikkuvuutta. Entistä paksummat jäät pääsivät liikkeelle, ja jäät liikkuvat myös väylän ylitse molempiin suuntiin. Tätä ajankohtaa lähellä on myös Perämeren avaaminen talvimerenkululle koko talveksi (vuosi 1970), mikä on myös helpottanut jään liikkuvuutta. Vuonna 1988 otettiin käyttöön iso lautta, mikä erityisesti on lisännyt jään liikkuvuutta. Jäät ovat liikkuneet ennen vuotta 1988 mutta eroosiotapahtumia on mahdollisesti ollut harvemmin kuin nykyisin. Yksi huomattavimmista rantaan työntyvän jään eroosiosta tapahtui joulukuussa 1972, kun tuuli painoi 25 cm paksun jään maalle 100–200 m matkan Oulunsalossa (Alestalo & Häikiö, 1975).

Alkutalven tilanteessa jääolosuhteet ovat jääeroosioon suotuisat noin neljän viikon ajan. Ajankohtana tulee riittävän voimakas tuuli noin kerran vuosikymmenessä. Tämä pitää hyvin yhtä sen kanssa, että voimakkaita jää-eroosiotapahtumia on esiintynyt keskimäärin 5–10 vuoden välien Santosessa ja Oulunsalossa liikenneväylän päätepisteiden lähialueilla (ainakin vuoden 1970 jälkeen). Eteläisen Hailuodon ja Lumijoella rantaan työntyvä jääeroosio on havaintojen mukaan lähes jokavuotista.

Keväällä tuulet ovat heikompia ja suosiollisten jääolosuhteiden jakso vain viikon, minkä pohjalta voidaan arvioida, että keväistä jääeroosiota voisi tapahtua vain hyvin harvoin. Tämä sopii yhteen myös sen kanssa, että hailuotolaisten tapaamisessa 22.11.2010 muistettiin vain pari tapausta 30 vuoden ajalta ja silloinkaan jäät eivät työntyneet maalle pitkälle. Keväisiä jääoloja ei sen takia tässä tutkimuksessa ole syvemmin tarkasteltu. Ei ole nähtävissä syitä, jonka perusteella keväiset jääolot muuttuisivat niin että jääeroosiota alkaisi esiintyä maayhteyden tai tuulipuiston rakentamisen vaikutuksesta.

Hailuodossa lauttarannan eteläpuolella on huomattavia eroosiotapahtumia ollut keskimäärin viiden vuoden välein viime 25 vuoden aikana, kun taas lähempänä eteläkärkeä niitä esiintyy vuosittain. Lauttarannan lähelle tarvitaan myrskytuulta, yli 21 m/s, kun taas eteläkärkeen riittää 15 m/s. Syys-talvi aikaan myrskytuulta esiintyy vuosittain pohjoisella Perämerellä, ja siis noin kerran viidessä vuodessa se sattuu jääeroosion kannalta sopivasti. Jääeroosion vaikutusten arvioinnissa keskeistä onkin huomioida vuosien välinen voimakas vaihtelu. Keskimääräiseen jäätilanteeseen ja tuuliolosuhteisiin perustuvaan arvioon ei sisälly harvoin esiintyviä ääri-ilmiöitä, jotka ovat kuitenkin merkittäviä rantakasvillisuutta muokkaavia tekijöitä.

2.4.3 Arvio kiinteän liikenneyhteyden vaikutuksista

Hailuodon ja mantereen liikenneyhteyden vaihtoehto VE1 perustuu siihen, että lauttaväylän pohjoispuolelle rakennetaan pengerretty tie, jossa on kaksi siltaa vedenvaihtoa varten salmen läpi. Tämä ratkaisu vaikuttaisi jossain määrin tutkimusalueen jääoloihin muuttuneiden mekaniikan reunaehtojen kautta.

VE1:n mukainen penger muodostaa tutkimusalueen jäälle kiinteän pohjoisreunan. Sen läpi jäät eivätkä jäähän kohdistuvat työntövoimat pääse, ja reuna ankkuroi jääkenttää helpottaen kiintojään muodostusta. Jäähän kohdistuva tärkein työntövoima—tuuli—ei merkittävästi muutu pengerryksen takia, eikä säätila yleisestikään. Lumen ajautuminen ja kinostuminen kylläkin muuttaa lumen paksuutta penkereen molemmin puolin, mutta tämä vaikutus ei ulotu kauas penkereestä. Tuulen puolelta lunta ajautuu pois ja toiselle puolelle kinostuu.

Virtaus salmen läpi tulee laskelmien mukaan hieman pienenemään, mikä myös alentaa veden jäähän kohdistamaa työntövoimaa. Tämä ei kuitenkaan ole jääeroosion kannalta merkittävä seikka, sillä merkittävässä eroosiotapahtumissa tuuli on aina määräävä tekijä. Lisäksi penkereen aiheuttama patoamisvaikutus saattaa nostaa veden pintaa korkeammalle eteläisen–lounaisen myrskyn aikana, mikä puolestaan helpottaa jään liikkeelle lähtöä. Vedennousun määrän yläraja voidaan arvioida olettaen, että nopean voimakkaan vedennousun aikana silta-aukkojen vaikutus jätetään pois. Tällöin Hailuodon ja mantereen välinen alue muodostaisi puolisoljetun lahden, ja myrskytuuli aiheuttaisi vedenpintaan 10 cm nousun 10 kilometriä kohti, siis penkereelle ja sen reunoihin voisi suurimmillaan tulla 20–30 cm vedenkorkeuden nousu nykytilaan verrattuna.

VE1 suunnitelman seurauksista jääolosuhteille voidaan tehdä seuraavat arviot.

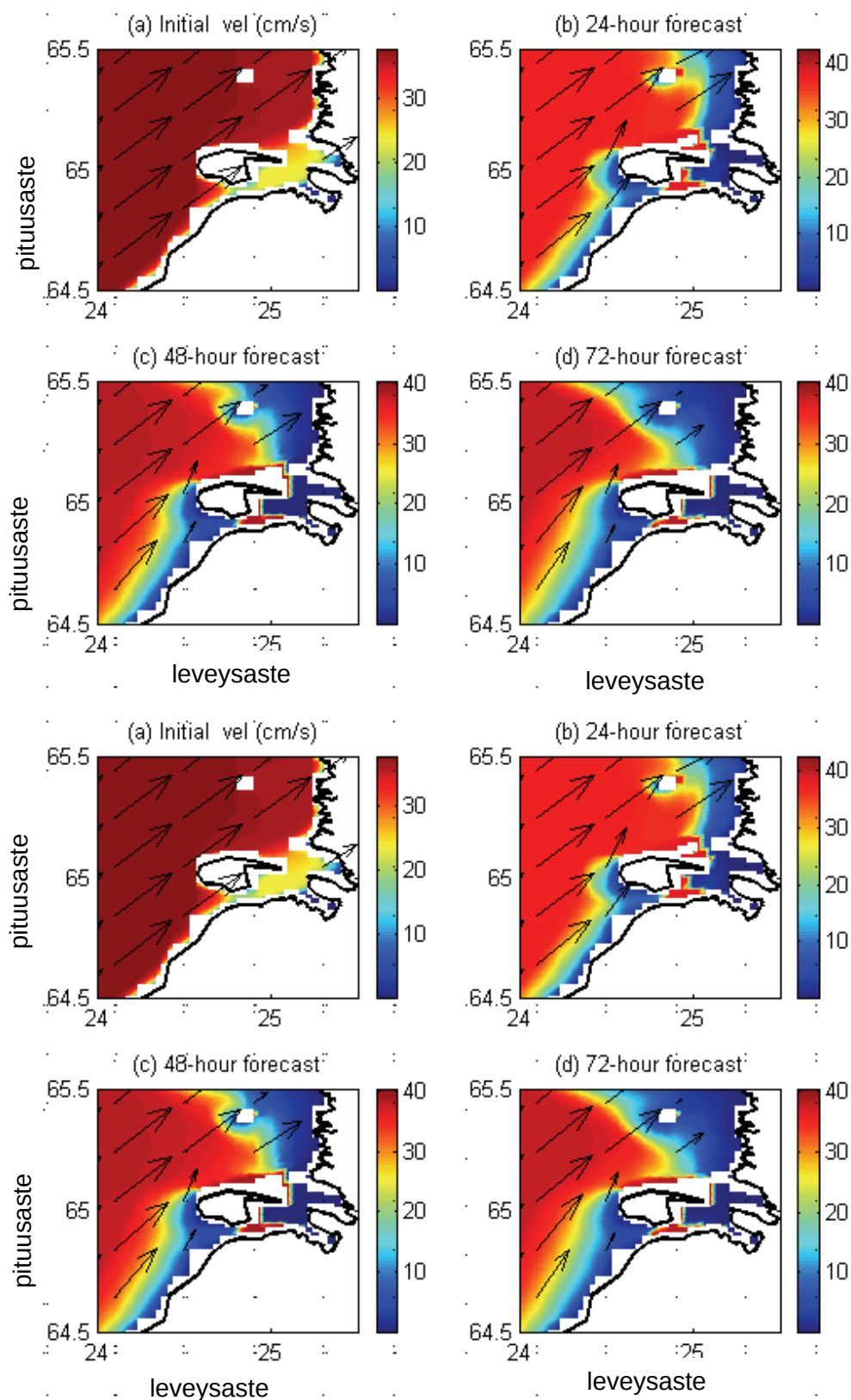
(1) *Jään rakenne ja jään paksuuden kehitys* eivät merkittävästi muutu nykytilanteesta. Jään rakenne—kohvajää ja teräsjää kerrokset—sekä näiden kerrosten paksuudet seuraavat talven lämpötilasta ja lumisateista. Penkereen lähellä tosin lumen ajautuminen ja kinostuminen voivat tuottaa erilaisen jään rakenteen ja paksuuden.

(2) *Kiintojää* muodostuu nykyoloissa viimeistään, kun jään paksuus on 30 cm. Kun jään paksuus alkaa lähestyä tätä tasoa, muodostuu väylän salmi liian ahtaaksi jään liikkeelle, joten penger ei enää siinä vaiheessa tuo lisävaikutuksia jään liiketilaan. Suurin voima tulee jäähän lounaistuulilla pitkän pyyhkäisymatkan takia ja lisäksi lounaistuulet nostavat veden pintaa, ja on odotettavissa että alle 30 cm jää edelleen rikkoutuu kovalla lounaistuulella. Siirrokset jääkentässä sen sijaan jäävät pienemmiksi lähellä suunniteltua penger-tä kiinteän reunan takia.

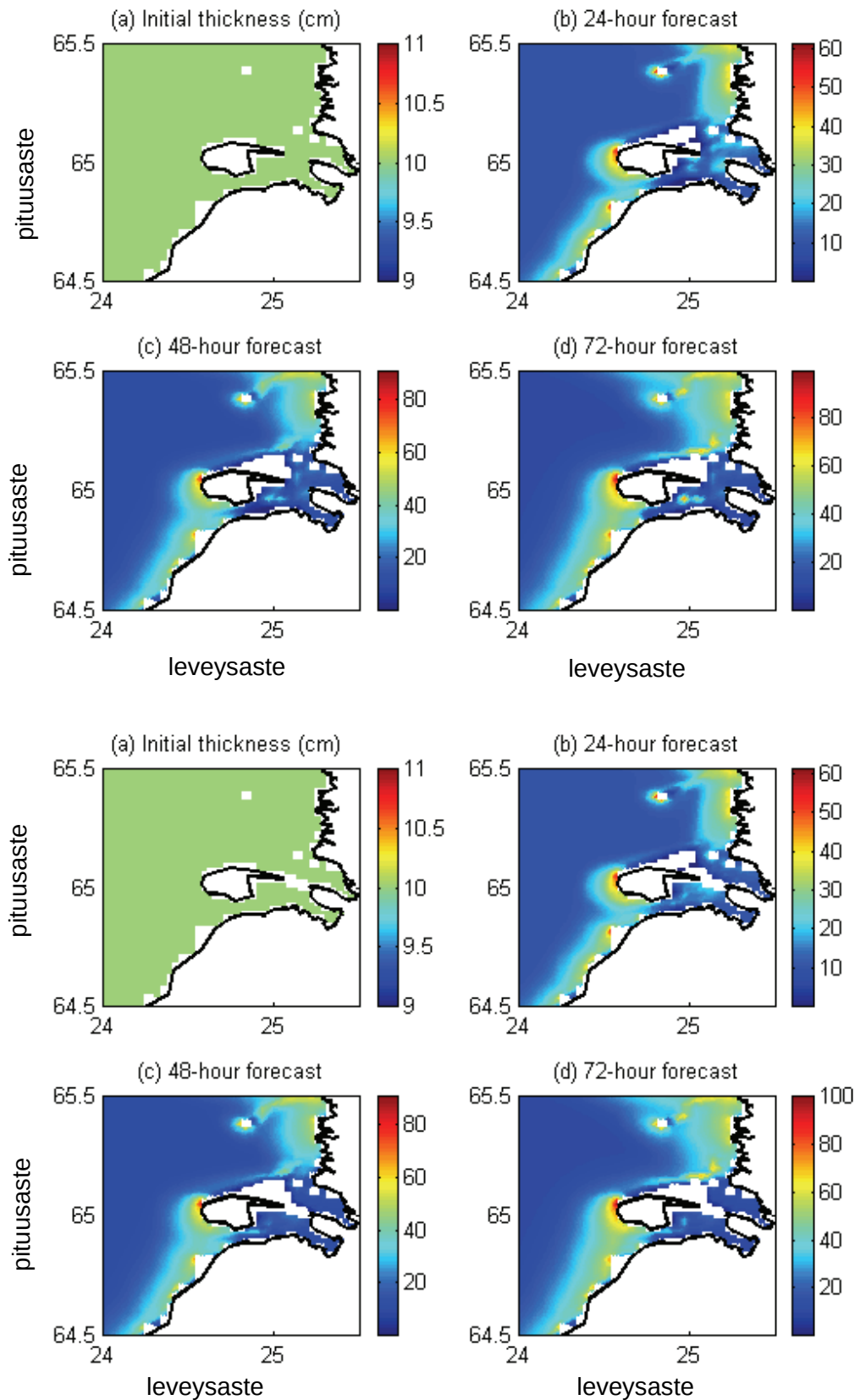
(3) *Jään liike* määräytyy pääosin tuulesta ja alueen reunoista. Lounaan puoleisilla tuulilla tuleva työntövoima ei pääse penkereen läpi, ja niinpä penkereen pohjoispuolelle avautuu railo kun jää on vielä liikkuvaista. Tällöin penkereen eteläpuolella jää puristuu ja ahtautuu sitä vasten. Pyyhkäisymatkaa on penkereen kanssa riittävästi, mutta penkereen vaikutuksesta jääkuormat rantoihin penkereen päiden lähellä kasvavat, kun lauttaväylän tarjoama jousto on poissa. Jään siirrokset ovat sen sijaan lyhyemmät kuin nykyisin lähellä penkereen korvia. Kun jää on ohuempaa, vaikutus on suurempi. Paksumpi liikkuva jää ei nykyoloissakaan pääse salmen läpi salmen kapeuden takia. Hailuodon eteläosissa ja Lumijoen alueella ei ole odotettavissa merkittäviä muutoksia. Koillistuulilla tilanne ei ole päinvastainen. Jää ei pääse hyvin liikkeelle, sillä koillistuulilla vedenpinta laskee ja jää tukeutuu matalikoihin ja rantoihin yhä paremmin. Tämän takia jäät eivät nykyisinkään liiku koillistuulilla. Luoteen ja kaakon suunnilla tilanne ei muutu, sillä penkereen tarjoama leikkausvastus on vähäinen jään puristusvastukseen verrattuna. Nämä tuulet eivät pääse

vedenpintaa juuri nostamaan, joten jää ei nykyoloissakaan liiku helposti. Liminganlahden jääeroosiota voi tulla luoteistuulilla, ja tähän ei siis penkereellä ole merkittävää vaikutusta.

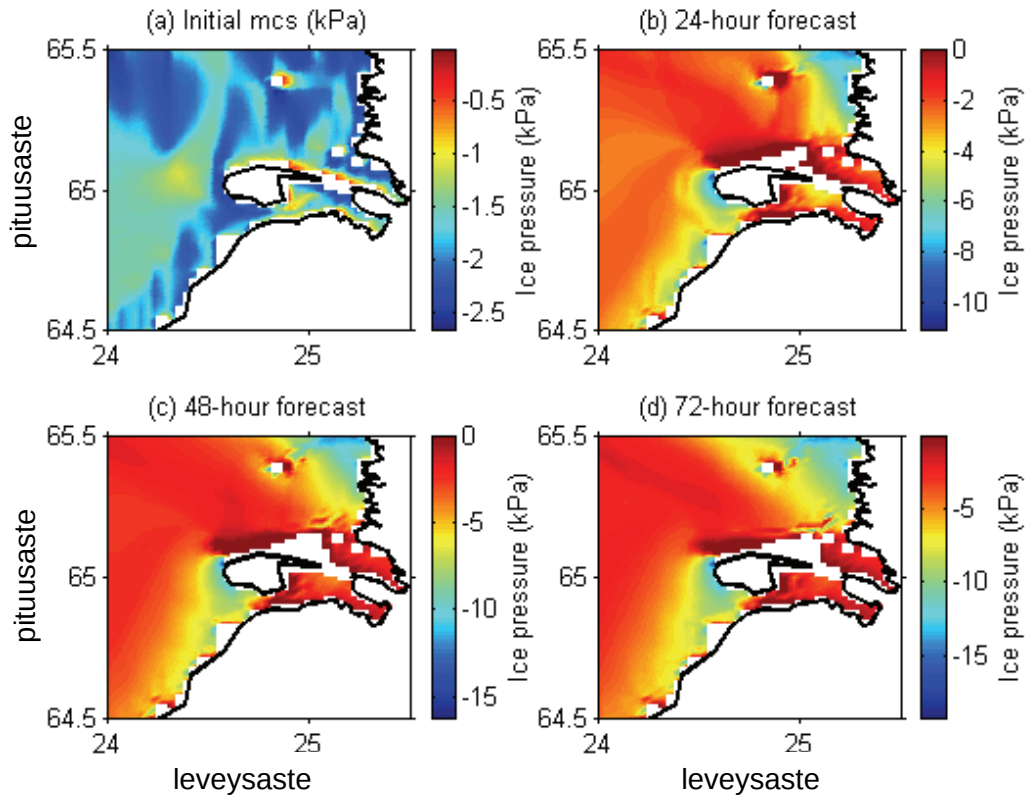
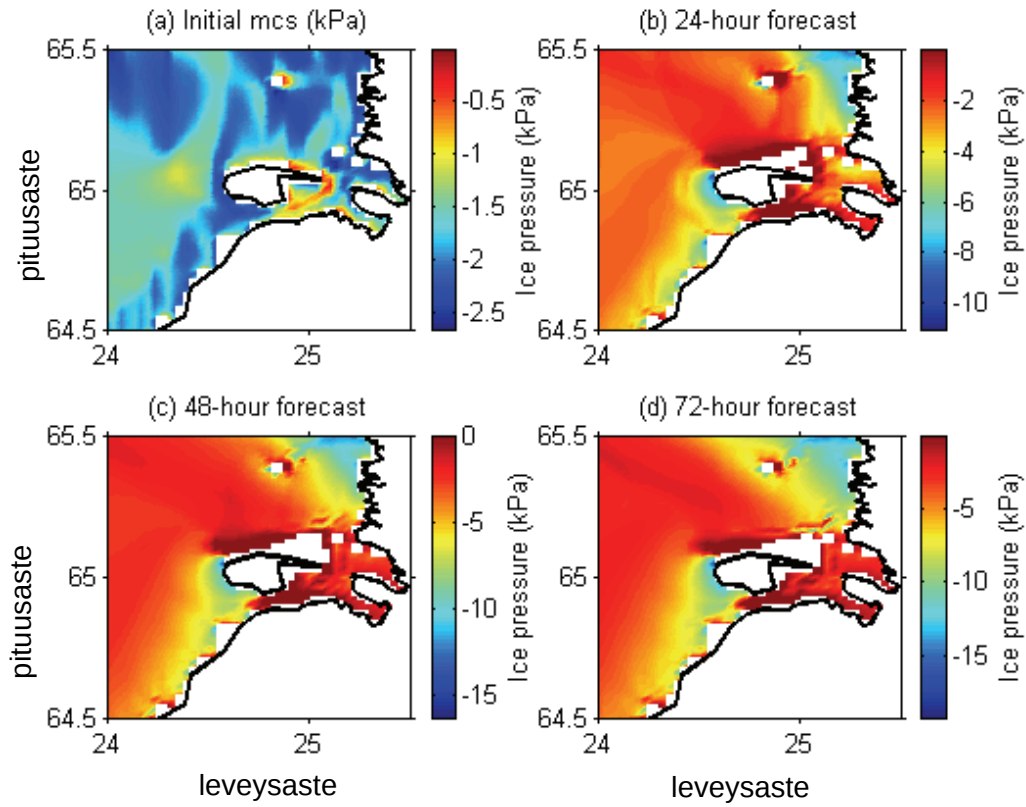
Keskeinen kysymys on siis mitä tapahtuu lounaistuulilla, kun jää on vielä alle 30 cm:n paksuista. Tämän tutkimiseksi tehtiin numeerisella mallilla simulaatioita, ja tulokset on nähtävissä kuvista 14–16, joissa on jään nopeus, jään paksuuden kehitys ja jään puristus. Vaikutukset nähdään selvimmin toisesta kuvasta (24 tunnin laskelma) mitta-asteikon havainnollisuuden takia. Nähdään, että penger katkaisee jään liikkeen ja jään liike hidastuu tutkimusalueella. Jää kuitenkin liikkuu edelleen ja puristusrantoihin säilyy samanlaisena muutoin paitsi että se kasvaa penkereen molempien päätyjen lähellä. Penkereen pohjoispuolella jään liike ja puristus molemmat pienenevät.



Kuva 14. Jään liikenopeus nykytilanteessa (ylänelikkö) ja penkereen kanssa (alanelikko) lounaistuulella. Laskelma tehty jään dynamiikan matemaattisella mallilla. Tässä on lähtöoletuksena ajojään lujuus 27.5 Pa, jään paksuus 10 cm ja tuulen nopeus 15 m/s. Vastaava tulos saadaan, jos jään paksuus on 25 cm ja tuulen nopeus 24 m/s.



Kuva 15. Jään paksuuden kehitys nykytilanteessa (ylänelikkö) ja penkereen kanssa (alanelikko) lounaistuulella. Laskelma tehty jään dynamiikan matemaattisella mallilla. Tässä on lähtöoletuksena ajojään lujuus 27.5 Pa, jään paksuus 10 cm ja tuulen nopeus 15 m/s. Vastaava tulos saadaan, jos jään paksuus on 25 cm ja tuulen nopeus 24 m/s.



Kuva 16. Jään puristus nykytilanteessa (ylänelikkö) ja penkereen kanssa (alanelikkö) lounais-tuulella. Laskelma tehty jään dynamiikan matemaattisella mallilla. Tässä on lähtöoletuksena ajojään lujuus 27.5 Pa, jään paksuus 10 cm ja tuulen nopeus 15 m/s. Vastaava tulos saadaan, jos jään paksuus on 25 cm ja tuulen nopeus 24 m/s.

Jään liikkeen aiheuttama eroosio kohdistuu rantoihin, luotoihin ja meren pohjaan. Jään ajautuminen maalle on havaintojen mukaan ollut suurimmillaan 200–300 metriä matalalla ranta-alueella kuten Hailuodossa ja Oulunsalossa. Työntövoimana on silloin voimakas tuuli (20–30 m/s) ja jään täytyy olla suhteellisen paksua (yli 15 cm) jotta se voi ajautua rantaan pitkän matkaa. Luotojen kohdalla tilanne on vastaavanlainen.

Suunnitellun penkeren pohjoispuolella oleviin luotoihin ja saariin jääeroosio ei penger-vaihtoehdossa ulotu lounaisilla tuulilla, koska pyyhkäisymatkasta tulee rajoitetumpi. Sen sijaan lännen-luoteen tuulilla eroosiota voi tapahtua samalla tavalla kuin nykyoloissakin.

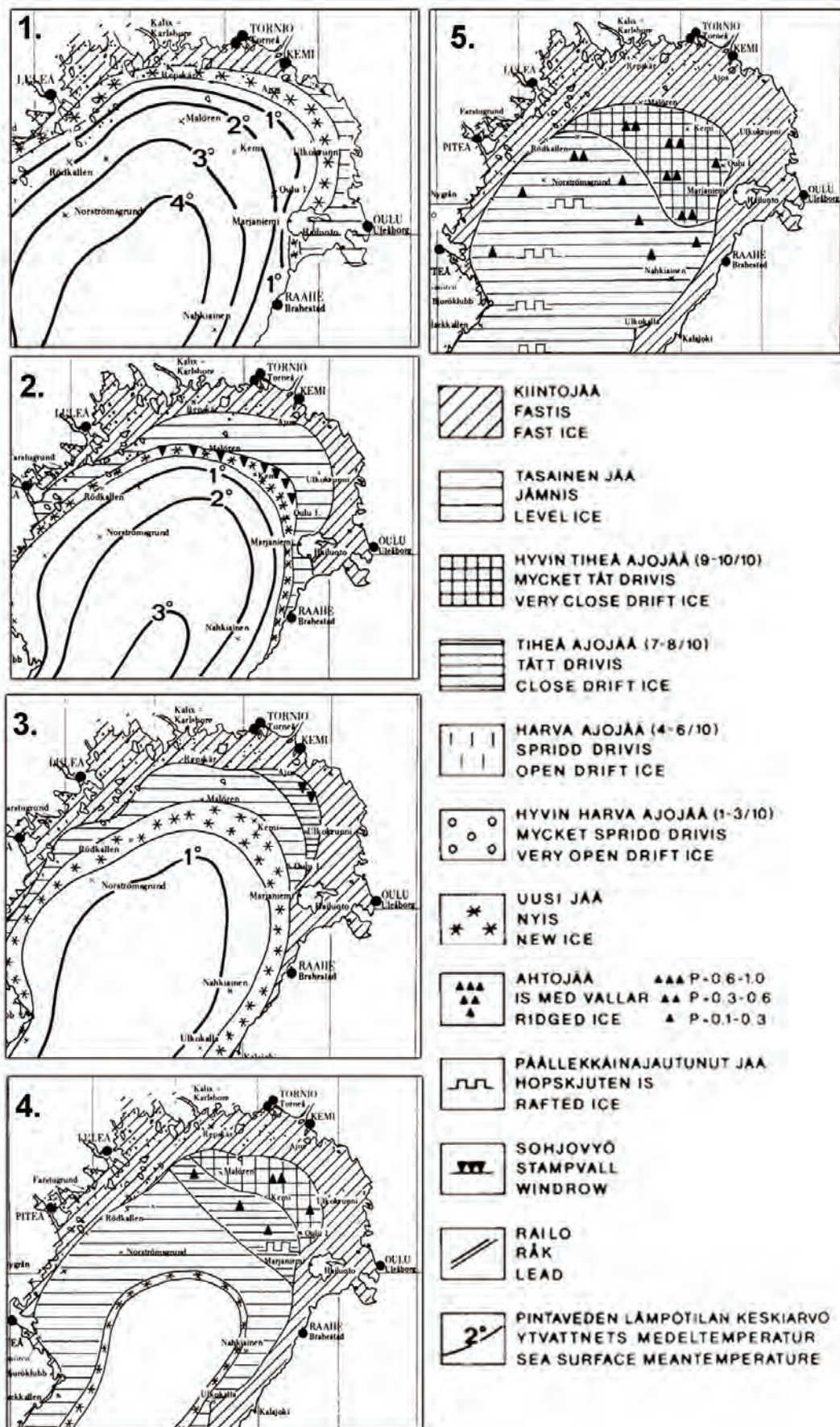
Pohjaeroosiota tapahtuu, kun ahtojää ajautuu matalaan veteen ja alkaa kyntää pohjaa. Tästä ilmiöstä tutkimusalueella ei ole selvää käsitystä. Joka tapauksessa ahtojäiden esiintyminen on tällä alueella harvinaista. Pengerrys heikentää pohjaeroosiota aivan sen läheisillä vyöhykkeillä, sillä jää ei pääse penkereelle nousemaan ja sen liike on siksi rajoitettua. Pohjan kyntöeroosio ei kuitenkaan ole noussut tutkimusalueen ekologisissa tarkasteluissa esille, joten sen vähenemisellä ei näytä tässä yhteydessä olevan merkitystä.

Toisenkaltaista pohjaeroosiota esiintyy hyvin matalilla alueilla. Jää voi kasvaa pohjaan asti ja vedennousun jälkeen siirtää pohja-ainesta mukanaan. Tähän ei penkereen rakentamisella ole merkittävää vaikutusta muutoin, kuin että pohja-aineksen kuljetusmatkat lyhenevät siellä missä jään siirrokset lyhenevät. Siirrosten loppuessa pohja-aineskaan ei siirry, ja eroosio rajoittuu tältä osin pohja-aineksen paikalliseen sekoittumiseen. Tämä ilmiö lisääntyy alueilla, missä jääkenttä penkereen vuoksi ankkuroituu entistä aikaisemmin. Toisaalta patovaikutuksen vuoksi vesi voi penkereen lähellä nykyistä useammin nousta maarantaan ja jäätyä kiinni pohjaan, mikä voi lisätä tämän ilmiön intensiteettiä.

Havaintojen mukaan jääeroosiota esiintyy tutkimusalueella ainoastaan alkutalvesta. Mahdolliset kuukaudet ovat marraskuu – helmikuu, talven kehityksen mukaan ja niin että yhtenä talvena jääolosuhteet ovat eroosiolle suotuisat noin neljän viikon ajan. Lumijoen ja Hailuodon eteläisillä alueilla jääeroosiota tapahtuu lähes vuosittain, pohjoisempana ei joka vuosi merkittävää eroosiota tapahdu. Ääritilanne on myrskytuulitilanne kun jään paksuus on 25–30 cm. Tällöin jää voi ajautua 200–300 m matkan maalle.

Kuvasarjassa 17 on vielä esitettyinä jäätalven alun kehitys vaiheittain. Jää-talvi kehittyy vuosittain tiettyjen vaiheiden kautta. Vaiheiden ajankohdat vaihtelevat vuosien välillä paljonkin, mutta kehityksen kulku on säännöllistä ja jään paksuus tyypillinen kullekin vaiheelle. Vaiheiden keskimääräiset ajankohdat ja jään paksuus ovat:

	Alku	Loppu	Jään paksuus (cm) Oulunsalo
1	15.11.	30.11.	< 10
2	1.12.	14.12.	15
3	15.12.	28.12.	25
4	31.12.	18.1.	35
5	19.1.	27.1.	45



Kuva 17. Alkutilan jäävaiheet 1–5 Perämerellä (Leppäranta ym., 1988).

Vaikutukset annettuihin erityiskohteisiin Hailuodon – Oulunsalon – Lumijoen alueella ovat seuraavat. Nämä on merkittynä myös karttoihin kuvissa 18-20.

Hailuodon Isomatala

Alue on Hailuodon lounaiskolkassa, kaukana VE1 pengerlinjalta, ja jääeroosiovaikutukset tulevat siihen etelän-lännen sektorin tuulista. Tämän takia penkereen vaikutuksena voi vain vähäistä jääeroosion lieventymistä olla seurauksena. Jääeroosiomalli ennustaa tälle alueelle jään liikenopeuden osalta (kuva 14) selviä muutoksia. Isomatalan-Härkäsäikän rannanmuodot ja kasvillisuus ovat voimakkaasti jääeroosion muovaama ja sitä vaativia. Koska Isomatala on kiintojään reunan suunnalla, eroosion todennäköisyys on suurempi kuin Oulunsalon ja Santosen alueella (pyyhkäisymatkat voivat olla pidempiä ja liikkuvan jään jakso kestää kauemmin).

Hailuodon Huikun kärki

Jääeroosiota esiintyy Huikunkärjessä pääasiassa etelätuulilla lauttasataman eteläpuolella. Penger-vaihtoehdossa etelätuulten vallitessa Huikunrantaan kohdistuu mallilaskelmien mukaan suurempi paine, kun Huikun – Oulunsalon salmi ei voi antaa yhtään peräksi. Näin ollen on odotettavissa, että Huikun rannan alueella jääeroosion todennäköisyys kasvaa, vaikkakin jään siirrokset ovat rajoitetumpia kiinteän pengerreunan takia. Mitä aivan Huikun kärkeen tulee, riippuu siitä minkälainen pengerkorvan toteutus siihen rakennetaan. Jos Huikunkärjessä halutaan säilyttää jääeroosio samanlaisena kuin nyt, on syytä tehdä mallikokeita erilaisten pengerkorvan vaihtoehtojen kanssa.

Pohjoisilla tuulilla toisella puolen Huikunkärkeä periaatteessa jääeroosiota voi tapahtua Huikun pohjoisrantaan, vaikka vedenkorkeuden laskun takia se on epätodennäköisempää. Pengerlinjauksen suunnan takia voidaan katsoa, että penger ei vaikuttaisi merkittävästi pohjoisrannan jääeroosioon. Pengerkorvan lähellä pitäisi erilaisia toteutusvaihtoehtoja harkita kuten eteläpuolellakin.

Perämeren saaret Oulun edustalla

Mallilaskelmat osoittavat, että pengerryksen vaikutuksesta jääpaineet laskevat Oulun edustan saarilla lounais- ja etelätuulilla ja tällöin myös niistä suunnista tuleva jääeroosio heikkenee. Lännen ja pohjoisen välisestä sektorista puhaltavien tuulien vallitessa sen sijaan eroosioon ei tule merkittäviä muutoksia.

Oulunsalon Nenännokka

Nenännokan alueella tilanne on samankaltainen kuin Huikun rannassa. Suunnitelman mukainen penger aiheuttaa jään paineiden kasvua penkereen eteläpuolella, mutta Nenännokka on jo kauempana pengerkorvasta ja siksi siellä muutos on vähäinen. Jääeroosion todennäköisyys voi hieman kasvaa, mutta toisaalta siirrokset voivat kiinteän reunan takia hieman lyhentyä.

Liminganlahti

Liminganlahdella voi tapahtua jääeroosiota lännen – luoteen suunnan tuulilla, harvemmin kuin Huikunrantaan ja Nenännokkaan. Liminganlahden suulla Oulunsalon rantaan voi kohdistua jään työntöä myös Hailuodon eteläpuolelta länsilounais-tuulilla, missä voidaan saada pitkä pyyhkäisymatka. Suualue on lisäksi kaukana penkereestä. Voidaan katsoa, että Liminganlahden jääeroosioon ei pengerryksellä vaikuta merkittävästi, sillä lännen – luo-

teen suunnan jään liikkeet säilyvät ennallaan ja länsilounaistuulten ajamiin siirtymiin suualueella muutokset jäävät hyvin pieniksi.⁷

Siikajoen Säärenperän kärki

Alue on kauempana suunnitellusta pengerlinjasta ja eroosiota tapahtuu lounaan – lännen välisillä tuulilla. Mallilaskelmien perusteella voidaan katsoa että lievää jääeroosioon vähenemistä voi seurata penkereen takia.

Annetuista kuudesta alueesta kriittisimpiä ovat Huikun kärki ja Nenännokka. Niillä tuulen ajama jääeroosiota odotetaan tapahtuvan myös pengervaihtoehdossa, mutta kiinteän pengerreunan takia jään siirrokset jäänevät lyhemmiksi kuin nykytilassa. Oulun edustan saarista poistuu lounaisten tuulten vaikutus, mutta länsi–luoteistuulet aiheuttavat siellä jääeroosiota samaan tapaan kuin nykyisin.

Tuulipuisto

Penkereen eteläpuolelle on suunniteltu tuulivoimapuistoa, ja sen tuleminen toisi jääkenttään omat lisäpiirteensä. Jään rakenteeseen ja kasvuun tuulimyllyt eivät merkittävästi vaikuta. Mekaniikkaan niiden vaikutus on lähinnä sellainen, että ne tarjoavat lisää sidospisteitä jääkentälle. Tällä seikalla on kaksi jääeroosion kannalta merkittävää seurausta.

Ensinnäkin tuulimyllyjen etäisyys toisistaan asettaa rajat kuinka paksu jää voi puiston läpi kulkea, edellyttäen että ne kestävät jään paineita. Suuri ongelma muodostuu siitä, että paksumpi liikkuva jää (10–30 cm) ei läpäise tuulipuistoa ja toisaalta paksua jäätä tarvitaan jääeroosioon, jotta jään työntömatka pysyisi yhtä suurena kuin nykyisin. Tuulipuisto siis suojaa takana olevaa ranta-aluettaan jääeroosiolta.

Toiseksi tuulipuisto muodostaa jään kannalta keinotekoisen saaren tai niemen ja pienentää näin tuulen pyyhkäisymatkaa. Jos tuulipuiston laajuus on suuri tutkimusalueen kokoon suhteessa, se pienentää liikkuvan jään maksimipaksuutta ja sitä kautta myös pienentää jään rannalle ajautumisen todennäköisyyttä muuallakin kuin katvealueellaan⁸.

Tuulipuiston sijoittelussa on näin ollen ensimmäinen vaatimus, että sen katvealue ei saa olla kriittinen jääeroosioalue. Toiseksi on huomioitava, että se ei saa liikaa pienentää kriittisten jääeroosioalueiden pyyhkäisymatkaa. Tuulipuiston suunniteltu sijainti asettaa tuulimyllyt mantereen ja Hailuodon väliin lauttaväylän eteläpuolelle. Tuulimyllyt jakautuvat koko merialueen poikki, ja niiden välinen etäisyys on niin lyhyt, että yli 10 cm paksu jää lukkiutuu tuulipuistovyöhykkeen poikki kiintojääsillaksi. Maalle työntyvään eroosioon riittävän paksu jää ei näin ollen tuulipuiston alueella pääse enää liikkumaan. Tuulipuisto pienentää myös hieman pyyhkäisymatkaa Luodonselän ylitse.

Edellä laadittu arvio kiinteän maayhteyden ja tuulipuiston vaikutuksista jääeroosioon perustuu yleiseen tietämykseen merijään mekaniikasta ja melko rajoitettuun tietoon havaituista jääeroosiotapahtumista. Näin ollen arvioon liittyy vielä epävarmuustekijöitä. Arviossa ei ole huomioitu muita alueeseen kohdistuvia rakennushankkeita. Tuulen pyyh-

⁷ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Suupuolen saarilla ja rannoilla Lumijoella ja Oulunsalossa voi kuitenkin tulla lieviä vaikutuksia penkereen hidastaessa lounaasta tulevaa jään liikettä.

⁸ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Vaikutus on vieläkin merkittävämpi, jos tuulipuistorakenne on sellainen, että rakentamisen tai huollon tarpeisiin tehdään merkittävän kokoisia keinosaari-, penger- tai laiturirakenteita.

käisymatka on tärkeä jääeroosion tekijä, minkä takia kauempanakin sijaitsevilla hankkeilla voisi olla vaikutuksia.⁹

Pitkäaikaismuutoksista

Tutkimusalueella jääkauden jälkeinen maannousu on huomattavan suuri, 8 – 9 mm vuodessa. Globaalinen merenpinnan nousu on nykyisin noin 2 mm vuodessa, joten nettovaikutukseksi jää 6 – 7 mm veden lasku eli näennäinen meren madaltuminen vuodessa. Tämä vähitellen madaltaa merta, mikä heikentää jään liikkuvuutta tutkimusalueella.

Tässä raportissa ei ole ollut tavoitteena selvittää mahdollisen ilmastomuutoksen vaikutuksia jääeroosioon. Yleisesti voidaan todeta, että ilmaston lämpeneminen on eroosion kannalta suotuisa asia, sillä silloin ajanjakso, jolloin jää voi liikkua, pitenee ja eroosion todennäköisyys kasvaa. Lisäksi globaalinen merenpinnan nousu kasvaa, mikä puolestaan vähentää näennäistä meren madaltumista.

⁹ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Edelleen on huomioitava, että arviossa ei oleteta Siikajoen Varessäikkä-Hailuoto-Varessäikkä salmessa tapahtuvan jään mekaniikkaan vaikuttavia muutoksia. Alueelle on vireillä mittava tuulipuisto, joka toteutuessaan muuttaa tämänkin arvion ennusteita.

2.5 Yhteenvedo jääeroosiosta

Hailuodon ja mantereen välinen merialue jäätyy vuosittain, ja jäätalven pituus on keskimäärin viisi kuukautta. Alkutilvana jää voi tuulten ja virtausten vaikutuksesta liikahtella, mutta saavutettuaan noin 30 cm paksuuden se stabiloituu kiintojääksi. Kiintojääkansi hajoaa ja sulaa rannasta alkaen keväällä auringon säteilylämmityksen kasvaessa. Liikkuvan jään jakson pituus on alkutilvana 2–4 viikkoa ja keväällä 1–2 viikkoa.

Jäät aiheuttavat rannan ja merenpohjan eroosiota – jääeroosiota. Jään lämpölaajenemisesta aiheutuva työntö on rannalla muutaman metrin suuruusluokkaa, mutta mekaaninen, tuulen ajama työntö voi ulottua muutaman sadan metrin matkan maalle, rannan profiilista riippuen. Meren pohjaa kyntävät ahtojäät, ja pohjamateria siirtyy pidempiä matkoja, kun pohjaan jäänyt jää irtaantuu ja lähtee ajelehtimaan. Jääeroosio on tärkeä mekanismi Perämeren rannikkoalueen luonnon uudistajana ja biodiversiteetin ylläpitäjänä. Erityisesti mekaanisen rantamaan jääeroosion merkitys on Perämeren luonnolle keskeinen¹⁰. Ihmisen toiminta on suunniteltava ja toteutettava siten, että ekologisesti tärkeillä ranta-alueilla jääeroosiovaikutukset säilyvät.¹¹

Mekaanisen maalle työntyvän jääeroosion edellytykset ovat seuraavat:

- rannanläheisen jään paksuus on ainakin 15 cm, sillä muutoin jää rikkoutuu teleiksi lähellä rantaa eikä pääse työntymään pitkälle maalle
- rannanläheisen jään paksuus on alle 30 cm, sillä paksumpi jää tukeutuu jo kiintojääksi eikä tuulen voima ole riittävä sitä rikkomaan ja saattamaan liikkeelle
- tuulen voiman on oltava 10–50 kN/m, mikä Hailuodon ja mantereen välillä tarkoittaa sitä, että tuulen nopeus tulee olla yli 20 m/s ja koko alueen tulee olla jäässä etäällä tuulella on riittävä pyyhkäisymatka
- jään työntöä edeltää vedenpinnan huomattava nouseminen, mikä on mahdollista etelän – lounaan suuntaisilla tuulilla jääeroosion tapahtuessa tai juuri sitä ennen

Kiinteän maayhteyden rakentaminen Hailuodosta mantereelle (Huikku–Riuttu) ja tuulipuiston rakentaminen vaikuttavat merkittävästi jään horisontaalisen liikkeen aiheuttamaan jääeroosioon Huikussa ja Oulunsalossa ja vähäisemmässä¹² määrin luotoihin lauttaväylän pohjoispuolella. Kiinteä maayhteys muodostaa esteen jään liikkeelle, ja tuulipuisto kiintouttaa yli 10 cm paksun jääkentän keinotekoiseksi 'jäsaareksi'. Tuulipuiston ja mantereen tai Hailuodon välinen jänneväli on niin lyhyt, että yli 10 cm paksu kiintoutuu siinäkin, ts. rantaeroosioon riittävän paksu jää ei tuulipuiston alueella pääse enää liikkumaan¹³. Tuulipuisto pienentää myös hieman pyyhkäisymatkaa Luodonselän ylitse. Kaikissa vaihtoehdoissa luodonselän ja Perämeren keskusaltaan välisessä salmessa voi myös tapahtua Luodonselän siirrostien vähäistä pienentymistä, koska jään liikenopeus pienenee. Tämä koskee ennen kaikkea Säärenperää ja Isomatalaa¹⁴.

¹⁰ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: pohjan kynnön muutoksista ja erityisesti sen merkityksestä on vaikea tehdä arviota puuttuvan tiedon vuoksi.

¹¹ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Jääeroosio on luonut Isomatalan-Tömpän ja Säärenperän (sekä Kellon Kraaselin lounaisrannan) ja Lumijoen Pitkännokan ainutlaatuisen laakean ja matalakasvuisen niitty-suolamaamaisen, jotka ovat sekä tärkeitä elinympäristöjä, että muutonaikaisia levähdysalueita.

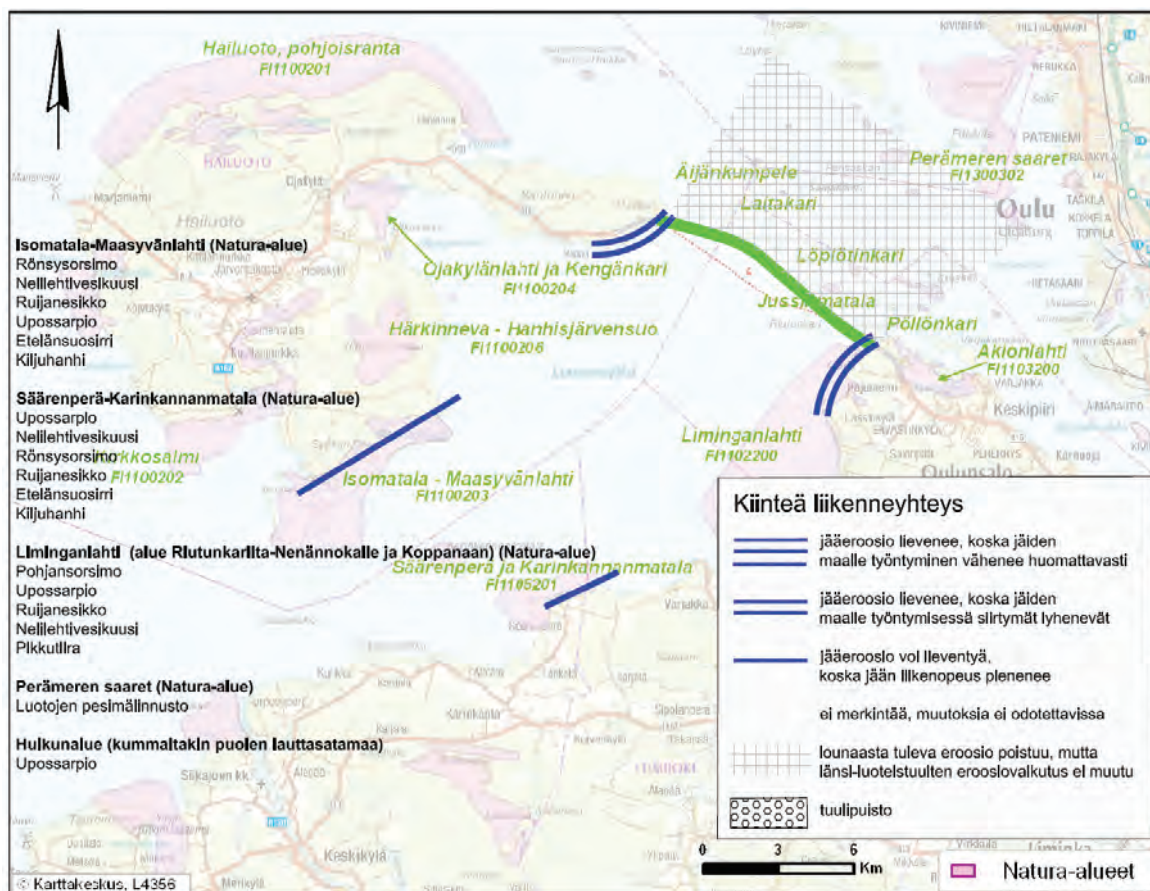
¹² Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Tämä toteamus "vähäisestä" riippuu aika lailla länsi-luode suunnan merkittävydestä. Ehkä "jossain määrin" olisi parempi ilmaisu.

¹³ Mauri Määttä: Näin on yhdessä pengertien kanssa. Noin 400 m päässä toisistaan olevat tuulivoimalaperustukset eivät yksinään pysty pysäyttämään alle 30 cm paksun jään liikettä.

¹⁴ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: ehkä myös Liminganlahden suupuolen eteläosia ja yksittäisiä saaria.

a) Kiinteän maayhteyden vaikutukset jääeroosioon ovat:

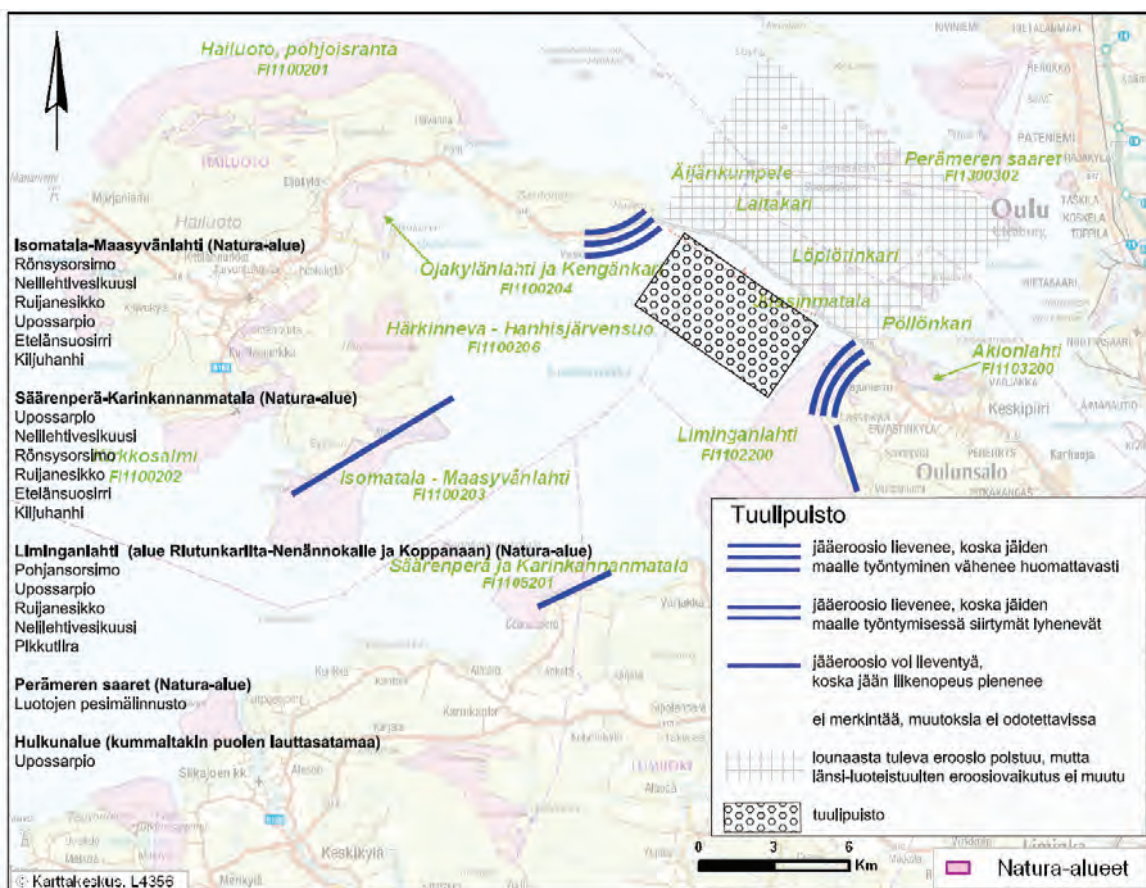
- Huikun eteläisellä ranta-alueella penkereen päästä noin 5 km matkalla jään siirtymät maalle pienenevät
- Riutunkari – Nenännokka välisellä ranta-alueella jään siirtymät maalle pienenevät
- Maayhteyden pohjoispuolella oleviin luotoihin lounaasta tuleva jää-eroosio jää pois (lännen – luoteen suunnasta tuleva jääeroosio säilyy, ja avoimeksi kysymykseksi jää kuinka kriittinen on lounaasta tuleva jääeroosio)
- Penkereen päiden pohjoisella puolella 2–3 km matkalla jääeroosio etelän – lounaan suunnista jää pois (ks. myös kommentti suluissa edellisessä kohdassa)
- Isomatalalla ja Säärenperässä siirrokset voivat hieman pienentyä (Isomatala-Härkäsäikän alue, tästä eteenpäin käytetään nimeä Isomatala)
- Muualla vaikutukset ovat vähäisiä



Kuva 18. Yhteenvedo jääeroosion muutoksista kiinteän liikenneyhteyden toteutuessa sekä muutosten kannalta merkittävimmät lajit.

b) Tuulipuiston vaikutukset jääeroosioon ovat:

- Huikun eteläisellä ranta-alueella penkereen päästä noin 5 km matkalla sekä Riutunkari – Nenännokka välisellä ranta-alueella jään siirtymät maalle pienenevät huomattavasti, ja tuulipuisto virittää kiintojää-sillan, kun jään paksuus on ylittänyt 10 cm¹⁵
- Tuulipuiston pohjoispuolella oleviin luotoihin lounaasta tuleva jää-eroosio jää lähes kokonaan pois, alle 10 cm¹⁶ paksu jää voi päästä puiston läpi ja ajautua luotojen rannalle (lännen – luoteen suunnasta tuleva jääeroosio säilyy, ja avoimeksi kysymykseksi jää kuinka kriittinen on lounaasta tuleva jääeroosio)
- Lauttarantojen pohjoisella puolella 2–3 km matkalla jääeroosio etelän – lounaan suunnista jää lähes kokonaan pois, alle 10 cm¹⁷ paksu jää voi päästä puiston läpi ja ajautua rantaan (ks. myös kommentti suluissa edellisessä kohdassa)
- Oulunsalossa Nenännokka – Koppana välillä jään siirrokset voivat hieman pienentyä
- Isomatalalla ja Säärenperässä siirrokset voivat hieman pienentyä
- Muualla vaikutukset ovat vähäisiä



Kuva 19. Yhteenvedo jääeroosion muutoksista tuulipuiston toteutuessa sekä muutosten kannalta merkittävimmät lajit.

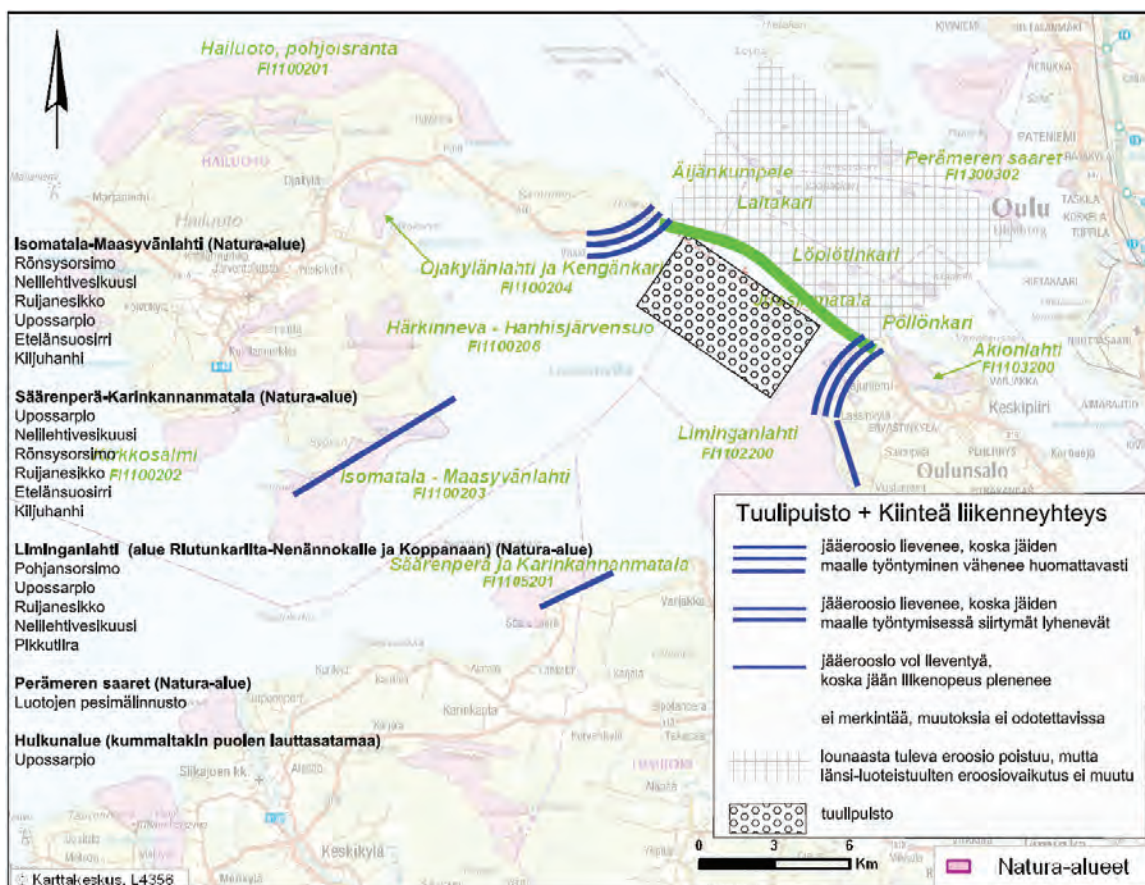
¹⁵ Mauri Määttänen: 30 cm, ei 10 cm.

¹⁶ Mauri Määttänen: 30 cm, ei 10 cm.

¹⁷ Mauri Määttänen: 30 cm, ei 10 cm.

c) Kiinteän liikenneyhteyden ja tuulipuiston yhteisvaikutukset jääeroosioon ovat:

- Huikun eteläisellä ranta-alueella penkereen päästä noin 5 km matkalla sekä Riutunkari – Nenännokka välisellä ranta-alueella jään siirtymät maalle pienenevät huomattavasti, ja tuulipuisto – kiinteä maayhteys virittävät kiintojäasillan, kun jään paksuus on ylittänyt 10 cm
- Maayhteyden pohjoispuolella oleviin luotoihin lounaasta tuleva jää-eroosio jää pois (lännen – luoteen suunnasta tuleva jääeroosio säilyy, ja avoimeksi kysymykseksi jää kuinka kriittinen on lounaasta tuleva jääeroosio)
- Penkereen päiden pohjoisella puolella 2–3 km matkalla jääeroosio etelän – lounaan suunnista jää pois (ks. myös kommentti suluissa edellisessä kohdassa)
- Oulunsalossa Nenännokka – Koppana välillä jään siirrokset voivat hieman pienentyä
- Isomatalalla ja Säärenperässä siirrokset voivat hieman pienentyä
- Muualla vaikutukset ovat vähäisiä



Kuva 20. Yhteenvedo jääeroosion muutoksista tuulipuiston ja kiinteän liikenneyhteyden toteutuksessa sekä muutosten kannalta merkittävimmät lajit.

Pohjaan jäätyminen ja sen jälkeinen jään irtoaminen pohja-ainesta mukanaan aiheuttaa eroosiota rantalinjan tuntumassa. Jään ajelehtiminen voi siirtää pohjamateriaa rannan läheltä myös ulommas. Tästä ilmiöstä on olemassa vain kvalitatiivista tietoa, ja rakennushankkeiden vaikutusta siihen on vaikea arvioida. Merkitystä aineksen kuljetukseen voi olla niillä alueilla, joissa jään liikkuvuuteen tulee rajoituksia. Itse eroosioon merkittävää vaikutusta ei ilmeisesti ole.^{18, 19}

¹⁸ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Kyllä sillä on vaikutusta. Jos maa-ainesta ei siirry, ei synny myöskään kasvittomia laikkuja. Tosin sanoen: Jos pohjamateria sisältää kasvillisuutta tällä ilmiöllä on myös merkitystä eroosion kannalta.

¹⁹ Marko Hyvärinen: Liminganlahden pohjukasta on myös paljon kvantitatiivista dataa, joka osoittaa ilmiön olevan todellinen. Lienee jossain määrin yleistettävissä muillekin matalille Perämeren rannoille.

3 Jääeroosio vaikutukset hankkeen vaikutuspiirissä sijaitseville Natura-alueille ja direktiivilajistolle.

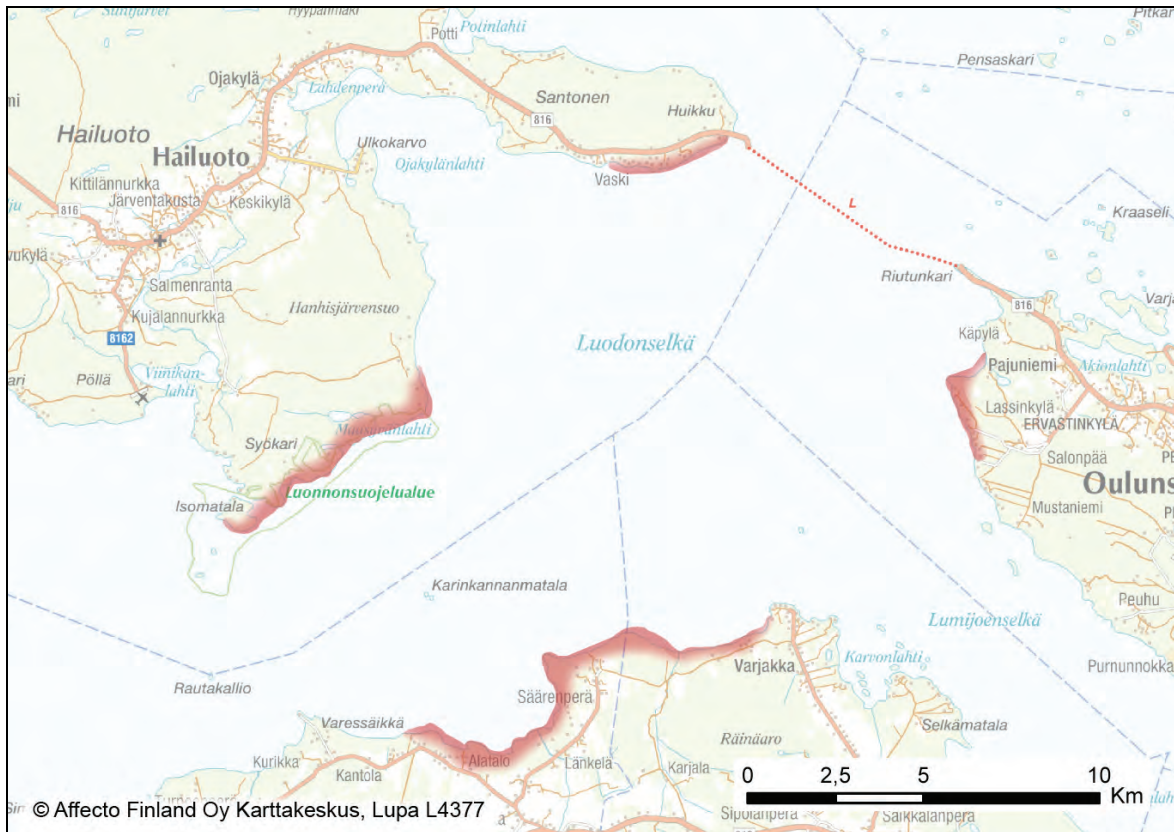
3.1 Arviointiperiaate

Vaikutusten arvioinnissa on käytetty apuna vaikutusten merkittävyyden arviointia alueen luontoarvoille soveltuvien kriteereihin (Jokimäki & Hamari 2007). Samaa arviointiluokittelua käytetään yleisesti mm. Luonnonsuojelulain 65 § mukaisten Natura-vaikutusten arvioinnin laadinnassa (Taulukko 5)

Taulukko 5. Vaikutusten merkittävyyden luokittelu ja luokittelun kriteerit

Suuri merkittävyys	Hanke heikentää suojeltavan lajin tai luontotyyppin suojelutasoa tai johtaa luontotyyppin /lajin katoamiseen lyhyellä aikavälillä.
Kohtalainen merkittävyys	Hanke heikentää kohtalaisesti suojeltavan lajin tai luontotyyppin suojelutasoa tai johtaa luontotyyppin/lajin katoamiseen pitkällä aikavälillä
Vähäinen merkittävyys	Hankkeella on vähäisiä vaikutuksia suojeltavaan lajiin tai luontotyyppiin eikä hanke uhkaa luontotyyppin/lajin säilymistä alueella.
Merkityksetön	Hankkeesta ei aiheudu vaikutuksia suojeltavaan lajiin tai luontotyyppiin.

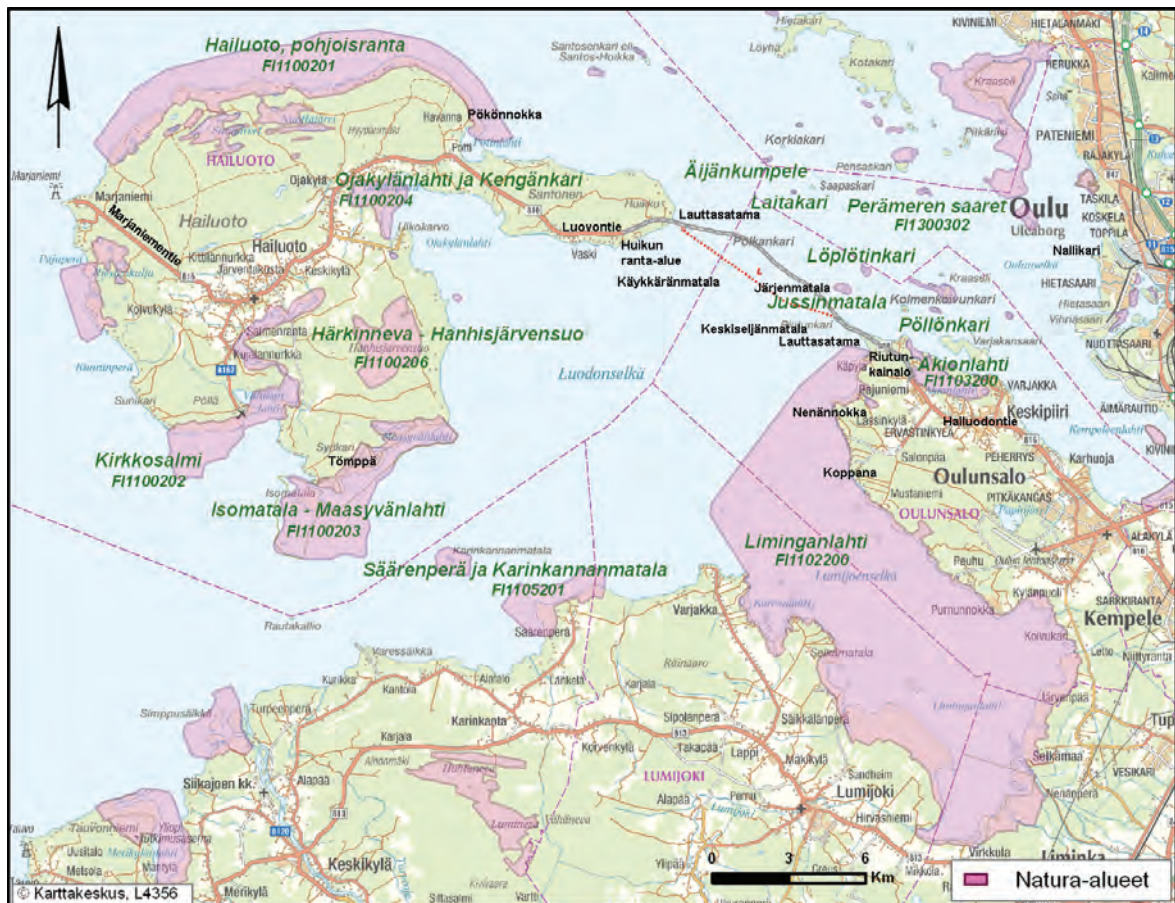
Vaikutusten merkittävyyttä arvioidaan niiden Natura-luontotyyppien osalta, joihin jääeroosio vaikuttaa. Lajitasoisessa tarkastelussa arviointi kohdistuu jäävoimille alttiiseen rantavyöhykkeen lajistoon sekä laajemmin avointa rantaniittyä elinympäristöinä käyttäviin eliölajeihin. Arviointi perustuu käsillä olevaan tietoon, joka joidenkin kasvilajien (esim. rönsysorsimo, upossarpio) osalta saattaa olla puutteellinen. Vesieliöstöä kuten kaloja ja selkärangattomia tässä selvityksessä ei ole huomioitu.



Kuva 21. Rannat, joissa jääeroosio vaikuttaa säännöllisesti ja joissa on luontoarvoiltaan alueen arvokkaimmat kohteet.

3.2 Natura-alueet

Natura-alueiden kuvaukset perustuvat valtion ympäristöhallinnon Natura-tietolomakkeisiin ja Natura-alueiden kuvauksiin ympäristöhallinnon Internet-sivuilla osoitteessa: www.ymparisto.fi > [Pohjois-Pohjanmaa](#) > [Luonnonsuojelu](#) > [Natura 2000](#) > Natura 2000 -alueet Pohjois-Pohjanmaalla.



Kuva 22. Natura-alueet.

3.2.1 Perämeren saaret (FI 1300302)

Perämeren saarten Natura-alue muodostuu Kemien, Tornion, Simon, Kuivaniemen, Iin, Haukiputaan, Oulun, Oulunsalon ja Hailuodon edustalla olevista saarista, luodoista ja matalikoista. Alueen kokonaispinta-ala on 7136 ha. Perämeren saaret sisältyvät Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena. Perämeren saarten Natura-alue on Perämeren kansallispuiston ohella tärkeä Perämeren maankohoamisraanikon luontotyyppien ja lajien suojelun kannalta. Erityisesti Krunnit on merkittävä lintu-alue.

Natura-alueen suojeluperusteina ovat seuraavat luontodirektiivin liitteen I luontotyyppit (* priorisoitu luontotyyppi):

• Vedenalaiset hiekkasärkät (1110)	< 1 %
• Jokisuistot (1130)	1 %
• Rannikon laguunit *(1150)	< 1 %
• Kivikkoisten rantojen monivuotinen kasvillisuus (1220)	3 %
• Ulkosaariston luodot ja saaret (1620)	< 1 %
• Itämeren boreaaliset rantaniityt * (1630)	3 %
• Itämeren boreaaliset hiekkarannat (1640)	1 %
• Liikkuvat rantakauradyynit (2120)	<1 %
• Kiinteät, ruohokasvillisuuden peittämät dyynit * (2130)	< 1 %
• Kuivat kanerva- ja variksenmarjadyynit (2320)	< 1 %
• Runsaslajiset kuivat ja tuoreet niityt * (6270)	1 %
• Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät * (9030)	1 %
• Boreaaliset lehdot (9050)	< 1 %
• Hakamaat ja kaskilaitumet (9070)	< 1 %

Perämeren saarilla tavataan viisi Luontodirektiivin liitteen II lajia. Lintudirektiivin liitteen I lajeja tavataan 30 sekä kuusi uhanalaista lajia. Lintudirektiivin liitteessä I mainitsemattomia säännöllisesti esiintyviä muuttolintuja tavataan vajaa 30.

Perämeren saarten alueella on tyypillistä maankohoamisrannikon ja murtovesialueen lajistoa: suolavihvilä (*Juncus gerardii*), merikohokki (*Silene uniflora*), merivalvatti (*Sonchus arvensis* var. *maritimus*), rantavehna (*Leymus arenarius*), merihanhikki (*Potentilla anserina* ssp. *egetii*), pohjanlahdenlauha (*Deschampsia bottnica*), suomyrtti (*Myrica gale*), siniyökönlehti (*Pinguicula vulgaris*), merinätkelmä (*Lathyrus japonicus* ssp. *maritimus*), tyrni (*Hippophaë rhamnoides*) ja ristilimaska (*Lemna trisulca*). Muutamilla saarilla on pienialaisesti saniaislehtoa ja tyypillisiä lehtolajeja kuten kotkansiipeä (*Matteuccia struthiopteris*) ja pohjansinivalvattia (*Cicerbita alpina*).

Alueellisesti uhanalaisista kasvilajeista alueella kasvaa verikämmekkä (*Dactylorhiza incarnata* ssp. *cruenta*), punakämmekkä (*Dactylorhiza incarnata* ssp. *incarnata*), pussikämmekkä (*Ceologlossum viride*), ahonoidanlukko (*Botrychium multifidum*), luhtalemmikki (*Myosotis scorpioides*), käärmeenkieli (*Ophioglossum vulgatum*), merinätkelmä ja tyrni.

Kemin edustalta Iso-Räiskiön saarelta on vuonna 2004 löydetty lietetattaren (*Persicaria foliosa*) esiintymä. On todennäköistä, että lajia esiintyy muuallakin Perämeren saarten alueella.

Hankkeiden arvioidulla vaikutusalueella on useita Perämeren saarten Natura-alueeseen kuuluvia saaria ja luotoja: Ulkolaidanmatala, Pikku-Hoikka, Hoikanriisi, Martinriisi, Äijänkumpale, Laitakari, Suulonen, Jussinmatala, Löplötinkari, Kraaseli, Parmiinit ja Pöllönkari. Edellä mainitut luodot sisältyvät Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena.

Arvioidut vaikutukset

Hailuodon eteläkärjen itäpuolella olevaan alueeseen jääeroosiota tulee etelän - kaakon tuulilla; tai itätuulillakin, jos tilannetta on edeltänyt vedennousu. Alue on kaukana penkereestä, eikä pengerrin sulje pois eroosiota ajavia tuulia. Merkittäviä vaikutuksia penkereen rakentamisesta jääeroosiotaan ei siis ole odotettavissa. Aivan alueen pohjoisosassa jää-

eroosion vaikutukset saattavat heikentyä, koska etelä-pohjoissuuntainen pyyhkäisyalue pienenee. Merenrantaniityt luontotyyppille vaikutukset jäänevät kuitenkin vähäisiksi. Vaikutukset Vedenalaiset hiekkasärkät luontotyyppille on arvioitu myös vähäisiksi.

Vaikutusalue rajoittuu suunnitellun pengertien pohjoispuolelle, jossa eroosiovoimien voimakkaasti muokkaamat lintuluodot sijaitsevat. Hanke vähentää pohjois-eteläsuuntaista pyyhkäisyaluetta huomattavasti ja käytännössä tältä suunnalta mahdollisesti liikkuvien jäiden liike heikkenee huomattavasti. Hanke ei kuitenkaan vaikuta lännenpuoleisiin jäiden liikkeisiin. Jääeroosion ja erityisesti voimakkaiden myrskyn mukana liikkuvien jäiden aiheuttama eroosio tulee alueella heikkenemään ja sillä on todennäköisesti vaikutuksia luotojen kasvillisuuden sukkessioon ja välillisesti lintuluotojen pesimälinnustoon.

Vaikutusten merkittävyys Natura-alueen luontotyypeille

Hankkeen vaikutukset jäiden liikkeisiin ja tästä seuraavaan jääeroosioon jäänevät alueella todennäköisesti vähäisiksi. Alueen poikkeuksellisten luontoarvojen (mm. rönsysorsimo ja etelänsuosirri) vuoksi vähäisetkin rantaniittyjen ja rannan umpeenkasvua edistävät tekijät saattavat pitkällä aikavälillä heikentää alueen luontoarvoja *ja joidenkin populaatioiden (mm. em. lajien) elinkykyä merkittävästi*. Hankkeen toteutuessa erityisesti tämän alueen seurantaan on kiinnitettävä erityishuomiota.

Hankkeen vaikutukset Ulkosaariston luodot ja saaret luontotyyppille on arvioitu kohtalaiseksi lähinnä Jussinmatalan ja muiden lähiluotojen jääeroosion heikentymisen vuoksi. Muille Natura-alueen luontotyypeille vaikutuksia voi pitää vähäisinä tai merkityksettöminä.

3.2.2 Liminganlahti (FI 1102200)

Limminganlahti sisältyy Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena. Alueen kokonaispinta-ala on 11 823 hehtaaria ja se sijaitsee Lumijoen, Kempeleen, Limingan ja Oulunsalon kuntien alueella.

Natura-alueen suojeluperusteina ovat seuraavat luontodirektiivin liitteen I luontotyypit (*priorisoitu luontotyyppi):

• Jokisuistot (1130)	95 %
• Rannikon laguunit *(1150)	< 1 %
• Merenrantaniityt *(1630)	3 %
• Itämeren hiekkarannat (1640)	< 1 %
• Variksenmarjadyynit * (2140)	< 1 %
• Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät * (9030)	2 %

Limminganlahdella maankohoamisen vaikutus on voimakas ja rannat ovat jatkuvassa muutostilassa. Maankohoamisen lisäksi aallot, tuulet ja jäät muokkaavat maisemaa. Perämeren rannikolle tyypilliset matalikot, rantaniityt, ruovikot, rantalietteet, hietikot ja pikkuluodot muodostavat laajan ja monipuolisen kokonaisuuden Limminganlahdella. Alueen rantojen kasvillisuus on selkeästi vyöhykkeistä, josta voidaan erottaa mm. vihviläniittyjä, suolamaalaikkuja, ruovikoita ja rantapensaikkoja. Limminganlahden kasvistoon kuuluu useita Ruijanesikkoryhmän lajeja sekä endeemejä lajeja, kuten pohjanlahdenlauha.

Limminganlahti on linnustoltaan Suomen tärkein lintuvesi. Alueelta on tavattu 31 lintudirektiivin liitteen I lajia ja alueella pesii lähes 10 uhanalaista lajia. Muuton aikana Limmingan-

lahdella voi olla yli 20 000 vesilintua levähtämässä samanaikaisesti. Alue on hanhien tärkein levähdyspaikka.

Luontodirektiivin liitteen II lajeista alueella tavataan nahkiainen (*Lampetra fluviatilis*), lietetatar (*Persicaria foliosa*), nelilehtivesikuusi (*Hippuris tetraphylla*), pohjansorsimo (*Arctophila fulva*), ruijanesikko (*Primula nutans*), ja upossarpio (*Alisma wahlenbergii*).

Liminganlahden rannoilla on useita maakunnallisesti arvokkaita perinnemaisemia, kuten Sarkkirannan laidun, Nenän niitty ja Virkkulan Hyrynrinta.

Arvioidut vaikutukset

Suurin osa Liminganlahden alueesta sijaitsee matalan veden alueella ja jääkasaumia tai myrskyjen painamia jäätelejä ei alueelle synny. Alueella vaikuttava jääeroosion on vedenpinnan nousun irrottamien jäiden aiheuttamaa eikä hanke vaikuta merkittävästi vedenpinnan korkeusvaihteluihin. Nenännokan- Riutunkainalon alueella vaikuttavat myös muut jääeroosiomuodot ja näillä alueilla jäiden liikkuminen tulee todennäköisesti jonkin verran heikkenemään. Vaikutukset eivät kuitenkaan ulotu Nenännokan eteläpuoleiselle hiekkaranta-alueelle, johon lounaistuulet edelleen pääsevät esteettä vaikuttamaan. Hanke saattaa jonkin verran edistää Nenännokan alueen umpeenkasvua, mutta aluetta hoidetaan joka tapauksessa jo nyt keinotekoisesti. Rantavyöhykkeen kasvittomien laikkujen muodostuminen hidastuu todennäköisesti jonkin verran ja mm. upossarpion kasvupaikat tulevat niukkenemaan.

Vaikutusten merkittävyys Natura-alueen luontotyypeille

Hankkeen vaikutukset Merenrantaniitty ja Itämeren hiekkarannat luontotyyppille on arvioitu vähäisiksi Nenännokan ja Riutunkainalon alueelle kohdistuvan jääeroosion heikkenemisen vuoksi. Muille Natura-alueen luontotyypeille vaikutukset ovat merkityksettömiä.

3.2.3 Isomatala-Maasyvänlahti (FI 1100203)

Isomatala-Maasyvänlahti sisältyy Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena. Natura-alue on kooltaan 1 531 hehtaaria.

Natura-alueen suojeluperusteina ovat seuraavat luontodirektiivin liitteen I luontotyypit (*priorisoitu luontotyyppi):

• Vedenalaiset hiekkasärkät (1110)	50 %
• Rannikon laguunit * (1150)	4 %
• Ulkosaariston luodot ja saaret (1620)	5 %
• Merenrantaniitty *(1630)	32 %
• Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät * (9030)	9 %

Isomatalan-Maasyvänlahden alueella ovat tyypillisiä särkät eli säikät, ja niiden väliset lietteiset painanteet. Pääosa alueesta on avomaita, kuten niittyjä, ruovikoita, hietikoita ja matalikoita. Ympäristössä on puuttomia pikkusaaria ja kareja. Aivan Isomatalan vieressä on kulttuurihistoriallisesti arvokas Rautaleton kalastajakylä. Merenrantaniityiltä sisämaahan päin on rantametsiä, jotka ovat lehtoa. Lehdot vaihtuvat edelleen hieskoivikoiksi ja kangasmaisiksi metsiksi.

Alueen laajin merenrantaniitty on Tömpän niitty, joka on Perämeren rannikon laajimpia rantaniittyjä. Se on noin kilometrin pituinen ja enimmillään 800 metriä leveä. Niittyalueen meren puolella on laajoja matalikkoja, jotka paljastuvat veden ollessa alhaalla.

Itätörmän matalikko on hanhien ja muiden vesilintujen tärkein parveutumismatalikko. Matalikon länsireunalla oleskelee syksyisin suuri osa lepäävistä vesilinnuista, enimmillään useita tuhansia sorsia. Matalikko on luontotyyppinsä merkittävin koko maassa.

Isomatalan-Maasyvänlahden alue on kansainvälisesti arvokas lintuvesialue ja Liminganlahden jälkeen Suomen arvokkain lintuvesi. Linnustollinen arvo perustuu luontotyyppien monipuolisuuteen ja laajuuteen. Rantalehdot monipuolistavat alueen linnustoa. Alueella on arvioitu kasvavan Suomen rönsysorsimoista 99 %. Alueelta on tavattu 40 lintudirektiivin liitteen I lajia ja lisäksi alueella tavataan uhanalaisia lajeja, joiden tiedot ovat salassa pidettäviä. Isomatalan-Maasyvälähdän alueelta tavataan neljä Luontodirektiivin liitteen II lajia, ruijanesikko, upossarpio, nelilehtivesikuusi ja rönsysorsimo (*Puccinellia phryganodes*).

Arvioidut vaikutukset

Alueella vaikuttava jääeroosio on pääosin vedenpinnan nousun irrottamien jäiden aiheuttamaa eikä hanke vaikuta merkittävästi vedenpinnan korkeusvaihteluihin. Lahden suulla ja Kengänkarin alueella vaikuttavat myös muut jääeroosiomuodot ja näillä alueilla jäiden liikkuminen tulee todennäköisesti jonkin verran heikkenemään. Erityisesti pohjoisen suunnasta liikkuvat jäät (harvinainen tilanne) tulevat merkittävästi vähenemään samoin kuin kaakon /idänsuunnasta liikkuvat jäät. Lahden suulla on aiemmin esiintynyt epäsäännöllisesti hyvinkin voimakkaita jääteliön muodostumia, jotka ovat rikkoneet kasvillisuutta laajoilta alueilta.

Vaikutusten merkittävyys Natura-alueen luontotyypeille

Hankkeen vaikutukset Ulkosaariston luodot ja saaret luontotyyppille on arvioitu vähäisiksi ja nämä vaikutukset kohdistuvat Kengänkarin lintuyhdyskuntaan. Muille Natura-alueen luontotyypeille vaikutukset ovat todennäköisesti merkityksettömiä alueen sisäosan suojaisuuden vuoksi.

3.2.4 Ojakylänlahti ja Kengänkari (FI 1100204)

Ojakylänlahden ja Kengänkarin alue sisältyy Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena. Natura-alueen pinta-ala on 291 hehtaaria.

Natura-alueen suojeluperusteina ovat seuraavat luontodirektiivin liitteen I luontotyypit (*priorisoitu luontotyyppi):

• Vedenalaiset hiekkasärkät (1110)	35 %
• Rannikon laguunit * (1150)	1 %
• Ulkosaariston luodot ja saaret (1620)	5 %
• Merenrantaniityt *(1630)	40 %
• Itämeren hiekkarannat (1640)	9 %

Ojakylänlahden perukka on suojaisa merenlahti Hailuodon itärannalla. Kaaranselän niemeke ulottuu pitkälle Ojakylänlahteen ja se erottaa Lahdenperän Ojakylänlahdesta. Kaaranselän niittyniemessä vaihtelevat kaislikot, ruovikot ja matalat merenrantaniityt. Lietteiset matalikot ympäröivät tasaista niittyniemeä. Niemessä esiintyy useita merenrantaniittytyyppejä vyöhykkeinä ja laikkuina. Niemen keskiosassa vallitsevat kuivemmat

luhtakastikka- ja punanataniityt. Laidunnuksen ansiosta järviruovikot ovat taantuneet niemen itäreunasta. Kaaranselällä on runsas kahlaaja- ja vesilinnusto. Ontonperän Kluuvijärvellä pesii runsas linnusto, ja se on maamme pohjoisin kaulushaikaran vakituinen pesimäpaikka. Alue on myös Pohjois-Pohjanmaan vakituksimpia luhtakanan esiintymispaikkoja, ja joinakin vuosina sieltä on pesimäaikaisia härkälintuhavaintoja. Ontonperälle ovat tunnusomaisia laajat ruovikkoalueet. Kengänkarin lintusaarella on pesinyt Suomen suurin tukkasotkakolonia. Saaren linnusto on muutenkin runsas.

Ojakylänlahden ja Kengänkarin Natura-alueelta on tavattu lähes 30 lintudirektiivin liitteen I lajia ja lisäksi alueella tavataan uhanalaisia lajeja, joiden tiedot ovat salassa pidettäviä. Luontodirektiivin liitteen II lajeista alueella tavataan uopssarpiota.

Arvioidut vaikutukset

Alueella vaikuttava jääeroosio on pääosin vedenpinnan nousun irrottamien jäiden aiheuttamaa eikä hanke vaikuta merkittävästi vedenpinnan korkeusvaihteluihin. Lahden suulla ja Kengänkarin alueella vaikuttavat myös muut jääeroosiomuodot ja näillä alueilla jäiden liikkuminen tulee todennäköisesti jonkin verran heikkenemään. Erityisesti pohjoisen suunnasta liikkuvat jäät (harvinainen tilanne) tulevat merkittävästi vähenemään samoin kuin kaakon /idänsuunnasta liikkuvat jäät. Lahden suulla on aiemmin esiintynyt epäsäännöllisesti hyvinkin voimakkaita jääteliä muodostumia, jotka ovat rikkoneet kasvillisuutta laajoilta alueilta.

Vaikutusten merkittävyys Natura-alueen luontotyypeille

Hankkeen vaikutukset Ulkosaariston luodot ja saaret luontotyyppille on arvioitu vähäisiksi ja nämä vaikutukset kohdistuvat Kengänkarin lintuyhdyskuntaan. Muille Natura-alueen luontotyypeille vaikutukset ovat todennäköisesti merkityksettömiä.

3.2.5 Säärenperä ja Karinkannanmatala (FI 1105201)

Säärenperä ja Karinkannanmatala sisältyy Natura-verkostoon sekä lintu- että luontodirektiivin mukaisena alueena. Natura-alueen pinta-ala on 624 hehtaaria ja alue sijaitsee Siikajoen ja Lumijoen kuntien alueella.

Natura-alueen suojeluperusteina ovat seuraavat luontodirektiivin liitteen I luontotyypit (*priorisoitu luontotyyppi):

- | | |
|---|------|
| • Merenrantaniityt *(1630) | 10 % |
| • Maankohoamisrannikon primäärisuksessiovaiheiden luonnontilaiset metsät * (9030) | 4 % |

Säärenperän lintuvesialueella ovat tyypillisiä laajat saraniityt. Rannat ovat alavia. Niittyjen reunoilla on harmaaleppä- ja koivuvaltaisia metsiä. Säärenperä on tärkeä laulujoutsenten levähdys- ja ruokailupaikka. Alueella pesii ainakin 30 lintuvesilajia. Säärenperän erikoisuuksia ovat mm. jänkäkurppa ja etelänsuosirri. Säärenperän alueella on kolme perinnetäyttöä, joilla on paikoin ruovikoituneita, matalakasvuisia merenrantaniittyjä sekä harmaalepikoita ja pajukoita. Alue on kasvillisuudeltaan monipuolinen ja maisemallisesti keskeinen, jonka vallitsevin niittytyyppi on rönsyrölli-luhtakastikka-suolavihviläniitty. Perinnetäytöistä Heikkilän merenrantalaidun on maakunnallisesti arvokas ja Tuomiran ja Harjun laitumet paikallisesti arvokkaita. Karinkannanmatala on vasta merestä nousemassa oleva matalikko, jolla ei ole vielä erityistä pesimälinnustoa. Alueella esiintyy valtakunnallisesti uhanalaista uopssarpiota ja ruijanesikkoa. Ruijanesikkoryhmän lajeista esiintyy suolasaraa, vihnesaraa, merisaraa ja suolasänkiötä.

Säärenperän ja Karinkannanmatalan Natura-alueelta on tavattu 23 Lintudirektiivin liitteen I lajia ja lisäksi alueella tavataan kolme uhanalaista lajia, joiden tiedot ovat salassa pidettäviä. Alueella tavattavia Luontodirektiivin liitteen II lajeja ovat ruijanesikko, rönsysorsimo ja upossarpio.

Arvioidut vaikutukset

Säärenperän alueella jääeroosion vaikutus on hyvin merkittävää ja rantaniittyjen ulkoreunaa kiertää paikoin hyvin leveä lietteinen alue, josta suurruohokasvillisuus pysyy poissa talvisen jääeroosion vaikutuksesta. Alueen sisäreunat ovat kuitenkin pensoittumassa ja ilman laidunnusta alueen rantaniityt umpeutuisivat ulkoreunaa lukuun ottamatta nopeasti. Hanke heikentää pohjoisensuunnasta kulkeutuvien jäiden liikkeitä jonkin verran, mutta vaikutukset jäävät etäisyyden vuoksi todennäköisesti vähäisiksi. Karinkannanmatala, joka toistaiseksi on lähes kasviton, on lounaispuolisten jäiden liikkeen vaikutusalueella ja hankkeella ei ole vaikutuksia tälle luodolle.

Vaikutusten merkittävyys Natura-alueen luontotyypeille

Hankkeen vaikutukset merenrantaniityt luontotyyppille on arvioitu vähäisiksi pohjoispuolisen pyyhkiytymisalueen lyhentymisen vuoksi. Maankohoamisrannikon primäärisukkesio-vaiheiden luonnontilaiset metsät luontotyyppille hankkeen vaikutukset ovat merkityksettämiä

3.3 Uhanalaiset lajit

Uhanalaisten lajien esiintymien säilyminen on pyrittävä varmistamaan maankäytön suunnittelussa. Luonnonsuojelulain (1996/1096, 46 §) mukaan on määrätty uhanalaisiksi lajit, joiden luontainen säilyminen Suomessa on vaarantunut. Valtakunnallisesti uhanalaiset lajit on lueteltu luonnonsuojeluasetuksessa. Lisäksi on laadittu listaukset valtakunnallisesti silmälläpidettävistä ja alueellisesti uhanalaisista lajeista (Rassi ym. 2010).

Uhanalaisten lajien kansainvälinen IUCN-luokitus (Rassi ym. 2010) on seuraava:

- CR äärimmäisen uhanalainen (Critically Endangered)
- EN erittäin uhanalainen (Endangered)
- VU vaarantunut (Vulnerable)
- NT silmälläpidettävä (Near Threatened, ei uhanalainen)
- LC elinvoimainen (Least Concern)
- RT alueellisesti uhanalainen (Regionally Threatened)

Uhanalaisista lajeista osa on luokiteltu luonnonsuojelulain 47 §:n nojalla erityisesti suojeltaviksi lajeiksi. Näiden lajien säilymiselle tärkeää esiintymispaikkaa ei saa hävittää eikä heikentää. Hävittämis- ja heikentämiskielto astuu voimaan alueellisen ympäristökeskuksen tehtyä esiintymän rajauspäätöksen. Lajin rauhoitus (luonnonsuojelulaki 42 §) puolestaan kieltää kasvin tai sen osien poimimisen tai hävittämisen. Suomen kansainvälisiä vastuulajeja ovat lajit, joiden säilymisessä Suomella voidaan katsoa olevan merkittävä kansainvälinen vastuu.

Luontodirektiivin liitteiden II ja IV lajit ovat EU:n tärkeinä pitämiä lajeja. Liitteen II lajien suojelemiseksi on osoitettava erityisten suojelutoimien alueita eli Natura 2000 – alueita. Liitteen IV lajit edellyttävät tiukkaa suojelua. Kasvilajien kohdalla suojelu tarkoittaa, että lajien esiintymäpaikkojen hävittäminen ja heikentäminen on kielletty.

3.3.1 Alueella esiintyvät uhanalaiset putkilokasvilajit sekä lajit joiden suojelussa Suomella on erityisvastuu

3.3.1.1 Ruijanesikko (*Primula nutans*)

Ruijanesikko on lyhytikäinen, monivuotinen tai yksivuotinen matalakasvuisten merenrantaniittyjen laji. Lajin seuralaislajeina ovat tyypillisesti sarat, eri heinälajit sekä erityisesti suolavihvilä. Kasvupaikoille on tyypillistä maaperän jatkuva kohoaminen merestä, jolloin ruijanesikko huonona kilpailijana kykenee levittäytymään umpeutuvilta rantaniityiltä hiljan merestä paljastuneelle maalle. Ruijanesikko leviääkin sekä siementen avulla että kasvullisesti sivurönsyjä muodostamalla. Ruijanesikko on hyönteis- ja ristipölytteinen distylisten kukkien vuoksi. Pölyttäjähönteisiä ei tunneta.

Ruijanesikko on taantunut voimakkaasti rantaniittyjen ruovikoituessa laidunnuksen ja niiton päätyttyä vesistöjen samanaikaisesti rehevöityessä, sekä rantojen rakentamisen vuoksi. Laji on nykyisin valtakunnallisesti silmälläpidettävä laji, ja se on rauhoitettu vuonna 1997. Taantumisen vuoksi laji on luokiteltu erittäin uhanalaiseksi kansallisessa uhanalaisluokituksessa (Rassi ym 2010). Se kuuluu myös EU:n direktiivilajeihin (Luontodirektiivin liitteen IV laji)

Arvioidut vaikutukset

Nyt tarkastelun kohteena olevalla alueella ruijanesikkoa esiintyy nykyisin niukasti. Laji on rantaniittyjen umpeenkasvun vuoksi hävinnyt useimmilta aiemmilta kasvupaikoiltaan ja esim. Nenännokan-Riutunkainalon alueella on nykyisin vain yksi esiintymä. Laji esiintyy useimmiten rantaniittyjen yläosissa usein kivikkoisella kasvualustalla. Jääeroosion vaikutukset lajin kasvupaikkojen muodostajana tai ylläpitäjänä ovat vähäiset ja laji häviääkin useimmiten pensaikon umpeutuessa. Perinteinen maankäyttö ja metsä- ja rantalaidunnus loivat lajille optimaalisia kasvupaikkoja ja rantalaidunnuksen loppuminen on hävittänyt monet aiemmat lajin kasvupaikat.

Hankkeen vaikutuksia ruijanesikkoon voi pitää vähäisinä

3.3.1.2 Upossarpio (*Alisma wahlenbergii*)

Upossarpio kuuluu harvoin Suomessa esiintyviin nk. endeemisiin eli kotoperäisiin putkilokasvilajeihin. Upossarpio on ulkonäöltään vaatimaton kasvi ja se kasvaa koko elämänsä upoksissa veden alla. Lajin varsi kasvaa noin 10–30 cm korkeaksi ja varren tyveltä lähtee noin kymmenkunta nauhamaista ja rentoa 1-3mm levyisiä lehtiä. Lehtien muodostaman ruusukkeen keskeltä lähtee vähähaarainen kukinto. Heinä-elokuussa kukkivan lajin kukat ovat pieniä ja valkoisia noin viiden mm. kokoisia halkaisijaltaan. Upossarpiota esiintyy yleisimmin matalissa merenlahdissa, merenrantaniityn painanteissa, sinikaisla vyöhykkeen tai rantaluikka/hapsiluikka kasvustojen allikoissa. Kasvupohjana on yleensä lietteen sekaista hiekkaa tai hiesua. Upossarpiota ei esiinny kovin syvässä vedessä, sillä vain poikkeuksellisesti laji on tavattu puolen metrin syvyydeltä. Lajia ei myöskään tavata kivikkoisilla paikoilla eikä avoimilla rannoilla. Yleisimmin upossarpiota tavataan merenrannan tuntumassa sijaitsevilla rantalammikoissa, joissa murtovesi vaihtuu säännöllisesti. Liikkuva vesi ja erityisesti jääeroosio muokkaavat sen kasvupaikkoja jatkuvasti ja kasvupaikat vaihtuvat hyvin nopeasti. Maankohoamisen vuoksi lajin kasvupaikat muuttuvat muutamassa vuosikymmenessä sopimattomiksi ja kasvin on hakeuduttava uusiin kasvupaikkoihin.

Upossarpion esiintymisalueen keskus on Perämeren itäreunalla. Lajia esiintyy kuitenkin hyvin niukkana myös Ruotsin puolella sekä myös Suomenlahden perukassa. Venäjän puolella laji on hengissä, mutta Suomen puolelta se on hävinnyt. Inventointialue sijoittuu lajin lajin levinneisyysalueen ytimeen. Vaikka perämeren maankohoamisalueilla lajin kasvupaikat tuhoutuvatkin, syntyy tilalle kuitenkin koko ajan uusia elinympäristöjä. Laji suosii rantalaitumia ja laji onkin kärsinyt perinteisen laidunnuksen loppumisesta. Upossarpio on harvinainen, vaarantunut ja kuuluu uhanalaisten kasvien joukkoon (Rassi ym. 2010). Se kuuluu myös EU:n luontodirektiivin erityisesti suojeltu laji.

Arvioidut vaikutukset

Upossarpio kasvaa rantavyöhykkeen siinä osassa, johon jääeroosio vaikuttaa voimakkaimmin. Laji on alueella täysin riippuvainen säännöllisestä rantoja muokkaavasta jääeroosiosta, joka luo lajille sopivia kasvittomia laikkuja rantavyöhykkeen ulko-osiin. Laji ei kestä kilpailua ja lajin kasvupaikat ovat tavallisesti lyhytaikaisia. Arvion luotettavuutta heikentää se, ettei lajin esiintymien nykytilasta alueella ole päivitettyä tietoa.

Jääeroosion lieväkin heikkeneminen vaikuttaa lajin elinmahdollisuuksiin heikentävästi ja koska nyt tarkasteltava alue on lajin kannalta keskeinen esiintymisalue, on jääeroosion heikentymisestä seurauksia lajin elinmahdollisuuksiin alueella. Vaikutusten merkittävyys on silti todennäköisesti vähäinen, koska merkittävimmille esiintymispaikoille jääeroosion muutokset ovat lyhyellä aikavälillä vähäiset tai muutoksia ei ole lainkaan. Vaikka laji esiintyy alueella ajoittain yksilömääriltään runsaana, sen kokonaispopulaatio on kuitenkin pieni ja täten herkkä muutoksille. Pitkällä aikavälillä eroosivoimien heikkeneminen voi aiheuttaa merkittäviä seurauksia, koska lajin populaatiodynamiikkaan kuuluneen olennaisena vanhojen laikkujen häviäminen ja rantavoimien muodostamien uusien laikkujen kolonisoiminen. Laikkutiheys voi tässä prosessissa olla avaintekijä.

3.3.1.3 Nelilehtivesikuusi (Hippuris tetraphylla)

Nelilehtivesikuusi on ratamokasveihin kuuluva onttovartinen vesikasvi. Säteittäin lähtevät lehdet ovat kapeita ja noin 7-15mm pitkiä ja asettuvat 4-6 kappaleen ruusukkeina pitkin vartta. Lehdet ovat kasvin nivelväliä lyhyemmät. Nelilehtivesikuusi on sirkumpolaarinen ja se kasvaa pohjoisen pallonpuoliskon merten rannikoilla. Laji kasvaa vain niukasti suolaisessa murtovedessä kuten rannikkovesikuusikin. Nelilehtivesikuusta esiintyy pehmeäpohjaisilla ruovikon ja saraikon aukkopaidoilla sekä laidunnettujen rantaniittyjen lampareissa. Maankohoamisen vuoksi lajin kasvupaikat eivät ole pitkäikäisiä. Kasvin täytyy siirtyä uusiin lampareisiin etenevän rannan perässä sekä siementen että juurakon kappaleiden avulla. Laji risteyyt myös vesikuusen eli lamparevesikuusen kanssa ja risteymien tunnistaminen on melko vaikeaa. Monilla nelilehtivesikuusen entisillä kasvupaikoilla tavataan nykyään ainoastaan lamparevesikuusta sekä risteymää, rannikkovesikuusta. Nelilehtivesikuusen yhtenä taantumisen syynä saattaa olla Itämeren rehevöityminen, joka on tihentänyt ruovikoita ja rantalaidunnuksen päättyminen on vähentänyt rantaniittyjen allikoita ja rakentaminen. Nelilehtivesikuusi on Suomessa rauhoitettu luonnonsuojelulailla ja se on EU:n luontodirektiivin liitteen II ja IV laji. Uhanalaisluokituksessa (Rassi ym. 2010) laji on merkitty tunnuksella EN, erittäin uhanalainen.

Arvioidut vaikutukset

Nelilehtivesikuusi on alueella nykyisin hyvin harvalukuinen eikä lajin nykytilasta ole ole-massa päivitettyä tietoa. Alueella tavataan lisäksi rannikkovesikuusta ja on mahdollista että jäljellä olevat esiintymät tulevat häviämään risteytymisen seurauksena. Nelilehti-vesikuusi hyötyy kasvillisuutta repivästä jääeroosiosta ja sen useimmat kasvupaikat ovat muun kasvillisuuden seassa sijaitsevia lampareita. Jääeroosion heikkeneminen ja siitä seuraava rantavyöhykkeen umpeutuminen heikentää lajin elinmahdollisuuksia entises-tään. Lajin paikallispopulaation niukkuuden vuoksi jääeroosion muutosten vaikutukset ovat vähintään vähäiset ja lisäävät lajin häviämiskäsiä alueella. Arvion luotettavuutta heikentää se, ettei lajin esiintymien nykytilasta alueella ole päivitettyä tietoa.

3.3.1.4 Rönsysorsimo (Puccinellia phryganodes)

Rönsysorsimo on mätästävä noin 10-30 cm korkeaksi kasvava heinä. Kasvin pintarönsyt ovat pitkiä, rentoja ja osin juurehtivia. Rönsyn haara on yhdyskasvuinen rönsyn kanssa lähelle seuraavaa niveltä. Rönsyjen lehdet ovat kapeita ja lyhytlapaisia. Kukinto on sirot-tavahaarainen, 2-4 cm pitkä röyhy. Röyhyn haarat ovat ohuita ja useimmiten yksitähkyläi-siä. Tähkylässä on 2-4 kukkaa. Rönsysorsimon kukinta ajoittuu Suomessa kesä-heinäkuun vaihteeseen, mutta kasvi kukkii hyvin harvoin. Laji ei tee Suomessa siemeniä vaan leviää katkeilevien rönsyjen ja niistä irtoilevien sivuversojen avulla. Näitä levittävät jäät, vesivirtaukset ja todennäköisesti myös vesilinnut.

Rönsysorsimo kasvaa alavilla ja kasvillisuudeltaan aukkoisilla merenrantaniityillä, paljailla lietemailla sekä hiekkadyynien välisissä painanteissa. Lajia tavataan myös merenranta-vyöhykkeen suolamaalaikuilla, joissa useimmat muut kasvit menestyvät huonosti. Suo-messa maankohoamisen myötä laji siirtyy uusille kasvupaikoille merenrantavyöhykkeellä. Laji on Suomessa äärimmäisen uhanalainen ja tällä hetkellä lajilla on viisi tunnettua esiintymispaikka, joista Hailuodon Isomatalan esiintymä on elinvoimaisin. Isomatalan-Maasyvänlahden Natura-alueella lajilla on kolme esiintymää. Tämän lisäksi laji kasvaa Siikajoen Tauvon Ulkonokanhietikolla ja Siikajoen Savilahdella. Laji on myös siirtoistutet-tu Lumijoen Lamunkarille. Siirron onnistumisesta tai kasvuston nykytilasta ei ole tietoa.

Laji on Suomen uhanalaisimpia putkilokasvilajeja ja kansallisessa uhanalaisluokituksessa (Rassi ym 2010) laji kuuluu luokkaan CR eli äärimmäisen uhanalaisein. EU:n ainoat rön-sysorsimopopulaatiot kasvavat Suomessa. Koska populaatiot ovat pitkään olleet eristäy-tyneitä, esiintymän taksonominen asema on epäselvä- eli onko kyseessä jo oma alalaji.

Arvioidut vaikutukset

Rönsysorsimo kasvaa rantaniittyjen alaosissa ja sen kyky kilpailla muiden kasvien kanssa on heikko (Rautiainen ym. 2007). Laji kuuluu pioneerilajistoon ja on riippuvainen kasvit-omasta tai niukkakasvuisesta maapohjasta, jota syntyy maannousemisen sekä eroosio-voimien vaikutuksesta alueella jatkuvasti. Rantojen umpeenkasvun nopeutuminen hävit-täisi jäljellä olevat kasvupaikat melko nopeasti ja samalla laji häviäisi Suomen kasvilajis-tosta. Pienikin jääeroosion heikkeneminen, jolla on vaikutusta jäljellä lajin kasvupaikkoihin heikentää lajin elinmahdollisuuksia. Lajin koko Suomen populaation niukkuuden vuoksi jääeroosion vaikutukset, jotka on arvioitu vähintään vähäiset ja lisäävät lajin häviämiskäsiä alueella. Lisäksi lajin populaatiodynamiikkaa (esim. levittäytyminen ja kolonisaatioky-ky) ei tunneta. On mahdollista, että maa-ainesten ja samalla kasvien (tuottaa siementä äärimmäisen harvoin) liikkuminen jäiden mukana on dynamiikassa keskeisellä sijalla.

3.3.1.5 Pohjansorsimo (*Arctophila fulva*)

Pohjansorsimo on kookas heinäkasvi, joka saattaa kasvaa jopa metrin korkuiseksi. Kasvi on juurakollinen ja sen korsi on koheneva, tyvestä juurehtiva. Useimmista heinistä poiketen pohjansorsimon lehtien asento on kaksirivinen eli lehdet ovat vuoron perään korren eri puolilla. Heleänvihreät lehdet ovat 10–20 cm pitkiä, mutta kapeita ja teräväkärkisiä. Lehtien kielekkeet ovat 4–5 mm pitkiä. Kasvin laaja, nuokkuva röyhy on 10–15 pitkä ja jopa 10 cm leveä. Röyhyn kellertävät tähkylät ovat pitkäperäisiä ja nuokkuvia, ja muiden sorsimoiden tapaan monikukkaisia (2–7 kukkaa). Laji kukkii heinä-elokuussa. Osa yksilöistä on steriilejä.

Laji on hyvin muunteleva koko esiintymisalueellaan. Suomessa tavattavaa rotua var. *pendulina* kasvaa Suomen lisäksi vain Ruotsissa, eli laji on alueella kotoperäinen.

Pohjansorsimo kasvaa Suomessa suojaisissa lahdenperukoissa ja tulvaisilla jokirannoilla vesirajassa tai aivan rantavedessä. Kasvi leviää tehokkaasti juurakoiden avulla kevätjäiden vapaaksi repimille kasvupaikoille. Pohjansorsimon suurin populaatio Perämerellä on Liminganlahdella ja ainoastaan joitain huomattavasti pienempiä Ruotsissa sekä yksi esiintymä Tornionjoella.

Arvioidut vaikutukset

Hanke ei todennäköisesti heikennä Liminganlahden pohjukassa esiintyvän pohjansorsimon elinmahdollisuuksia. Alueen rantoja muokkaava jääeroosio on vedenpinnan noususta johtuvaa jään irtoamista tai kevätjäiden normaalia liikehdintää eikä hanke vaikuta vedenpinnan tason muutoksiin merkittävästi nykyisin tiedossa olevilla kasvupaikoilla.

3.3.2 Linnusto

3.3.2.1 Lintudirektiivin liitteen I pesimälajit ja hankkeen vaikutukset alueella esiintyviin direktiivilajeihin

Alueen Natura-kohteilla sekä niiden ulkopuolella esiintyy kymmeniä Lintudirektiivin liitteen I pesimälajeja, joista osa pesii alueella ja osa pysähtyy muuttomatkallaan. Näistä lajeista vain osa vaatii pesimä- tai ruokailualueeseen avoimia jääeroosion vaikutuksen alaisia ranta-alueita. Esim. vesilinnuista vain osa on riippuvaisia matalakasvuisista tai kasvittoimista ranta-alueista. Selvityksessä ei arvioida jääeroosion muutosten vaikutusta muuttolinnustoon lajitasolla. Jääeroosion muutosten vaikutuksista muuttavaan linnustoon annetaan yleispiirteinen, ryhmäkohtainen arvio. Arvioissa keskitytään niihin lajeihin, joihin elinympäristöihin jääeroosion muutoksilla saattaa olla vaikutusta jollain tasolla.

Pesimälinnusto

Kaulushaikara (*Botaurus stellaris*)

Kaulushaikara esiintyy ja ajoittain myös pesii useimmilla alueen Natura-kohteilla Perämeren saaret Natura-aluetta lukuun ottamatta. Laji on jopa runsas Säärenperän alueella jossa mm. keväällä 2010 havaittiin 4-5 eri reviiriä. Laji hyötyy rantaniittyjen umpeenkasvusta ja ruovikoitumisesta ja lajin pesimäkanta on alueella ilmeisesti runsastumassa. Uudessa uhanalaisluokituksessa laji poistettiin silmälläpidettävien lajien listalta lajin kannan vahvistumisen vuoksi.

Ruskosuohaukka (*Circus aeruginosus*)

Ruskosuohaukka pesii kaikilla alueen Natura-kohteilla ja lajin populaatio on alueella vakaa. Laji pesii ruovikoissa, mutta saalistaa rantaniityillä ja avomailla. Rantaniittyjen umpeenkasvu ei kuitenkaan uhkaa lajia suoranaisesti, sillä laji kykenee saalistamaan myös pensaikkomaastoissa ja korkeassakin suuruuhostossa kuten ruovikoissa.

Sinisuohaukka (*Circus cyaneus*)

Sinisuohaukka pesii alueen Natura-kohteilla lähinnä hyvinä pienjyrsijävuosina. Laji saalistaa avomailla ja myös rantaniityt kuuluvat sen saalistusalueisiin, mikäli niissä pikkujyrsijöitä esiintyy. Ruskosuohaukan tapaan laji ei vaadi niittyjen matalakasvuisuutta, joten jääeroosion heikkeneminen ei suoraan vaikuta lajin elinmahdollisuuksiin alueella.

Kurki (*Grus grus*)

Kurki pesii kaikilla alueen Natura-kohteilla Perämeren saaret Natura-alueita lukuun ottamatta. Laji pesii monenlaisilla kosteikoilla ja mm. rantaniittyjen sisäosien pensoittuneilla alueilla ja nykyisin myös ruovikoissa. Laji ruokailee avoimilla rantaniityillä ja pesivien kurkiparien lisäksi alueella viettää kesää myös pesimättömiä yksilöitä. Laji suosii kosteapohjaisia rantaniittyjä ja erityisesti saraikkoja. Laji ei vaadi erityistä matalakasvuisuutta, joten mahdollinen jääeroosion heikkeneminen ei vaikuta lajin elinmahdollisuuksiin alueella merkittävästi.

Suokukko (*Philomachux pugnax*)

Suokukko on matalakasvuisten ja kosteapohjaisten rantaniittyjen erityislaji, joka pääasiassa kuitenkin pesii vetisillä saravaltaisilla aapasoilla. Laji on kuulunut kuitenkin Perämeren laajojen merenrantaniittyjen pesimälajistoon ja on aiemmin ollut alueen runsaslukuisimpia pesimälajeja. Tuoreen uhanalaisluokituksen (Rassi ym. 2010) mukaan suokukko on nopeimmin taantuneita kahlaajalajeja ja mm. Liminganlahdella levähtävien suokukkojen määrät ovat romahtaneet. Suokukon taantumisen syyt löytyvät todennäköisesti talvehtimisalueilta, joissa lajia metsästetään hyvin tehokkaasti.

Rantaniityillä pesivät suokukot suosivat rantaniityn kosteampipohjaisia laikkuja ja laji voi pesiä melko korkeassakin kasvillisuudessa. Pesimäympäristön täytyy olla kuitenkin avara ja niittyjen ruovikoituminen ja pensoittuminen karkottaa lajin nopeasti.

Laji hyötyy jääeroosiosta samalla tavoin kuin etelänsuosirrikin, mutta tälle lajille rantaniittyjen laidunnus on jääeroosioita merkittävämpi ympäristötekijä.

Etelänsuosirri (*Calidris alpina schinzii*)

Etelänsuosirri on alueen arvokkaimpia pesimälajeja ja merkittävä osa koko Suomen etelänsuosirripopulaatiosta pesii Oulun-seudulla. Laji pesii tai on pesinyt Liminganlahden, Isomatala-Maasyvänlahden sekä Säärenperän – Karinkannan Natura-alueilla. Lajia ei pesi kuitenkaan Riutunkarin ja Nenännokan välisellä alueella. Etelänsuosirri on riippuvainen matalakasvuista merenrantaniityistä ja nykyisin lähes kaikki etelänsuosirrit pesivät laidunnetuilla rantaniityillä Saaristomeren Jurmon saarta lukuun ottamatta sekä suunnittelualueen koillisosassa Kellon Kraaselissa. Rantaniittyjen ennallistaminen on estänyt lajin häviämisen Suomen linnustosta, mutta kannankasvua se ei ole mahdollistanut. Tarkastelualueella pesii n. 2/3 Suomen etelänsuosirreistä. Ympäristömuutosten lisäksi lajin uhkana ovat mm. runsastuneet pienpetokannat sekä pienestä populaatiokoosta johtuva sisäsiittoisuuden riski. Laji hyötyy säännöllisestä jääeroosiosta useammallakin tavalla. Jääeroosio estää rantaniittyjen pensoittumisen ja toisaalta luo vesirajaan kasvitomia lietepohjaisia laikkuja, joissa etelänsuosirrit mieluusti ruokailevat.

Vähäinenkin rantaniittyjen umpeenkasvuun vaikuttava jääeroosion heikkeneminen vaikuttaa suoraan etelänsuosirrin elinmahdollisuuksiin. Koska laji vaatii yhtenäisiä ja pinta-alaltaan suuria, matalakasvuisia rantaniittyjä on laji herkkä jääeroosion vaikutusten vähenemiselle. Liminganlahden etelänsuosirripareihin ei hankkeilla ole vaikutusta, mutta Isomatalan-Maasyvänlahden sekä Siikajoen Säärenperän alueen pesiviin etelänsuosirripareihin jääeroosion vähenemisellä saattaa olla vaikutusta.

Vaikutusten merkittävyys on lyhyellä aikavälillä todennäköisesti vähäinen, mutta johtuen lajin pienestä populaatiokoosta sekä lajin vaateliaista elinympäristövaatimuksista vaikutusten merkittävyys saattaa olla kohtalainen pidemmällä aikavälillä. Ilman rantaniittyjen laidunnusta laji todennäköisesti katoaisi kaikilta Oulun-seudun jäljellä olevilta pesimäpaikoilta.

Suopöllö (Asio flammeus)

Suopöllö esiintyy ja ajoittain myös pesii alueen kaikilla Natura-kohteilla. Laji viihtyy puoliavoimessa ympäristössä ja kykenee elämään myös peltoaukeilla ja kulttuuriympäristöissä. Rantaniityt kuuluvat lajin saalistusalueeseen, mutta laji ei suoranaisesti ole riippuvainen matalakasvuisista rantaniityistä. Jääeroosion mahdollisesta heikkenemisestä aiheutuva rantaniittyjen umpeenkasvu ei todennäköisesti uhkaa merkittävästi alueen suopöllöpopulaation elinmahdollisuuksia.

Pikkutiira (Sterna albifrons)

Iso osa Suomen pikkutiirroista pesii Oulun seudulla ja suurin pesimäkolonia sijaitsee Tauvonniemen dyynialueella. Laji on yrittänyt pesintää myös Oulunsalon Nenännokan tiirakoloniassa ja tulevaisuudessa lajille sopivia pesimäluotoja voivat olla mm. Karinkannanmatala ja useat muutkin niukkakasvuiset ja hiekka/somerikkopohjaiset saaret. Laji vaatii pesimäympäristöltään avaruutta ja usein lajin pesä on puhtaalla hiekalla tai somerikolla. Pesimäympäristölle on tyypillistä niukkakasvuisuus jota erityisesti jääeroosio ylläpitää Oulun seudulla. Laji on Suomen niukkalukuisimpia pesimälajeja ja myös sen maailmankanta on uhanalainen ja nopeasti vähentynyt (mm. Tucker 1994)²⁰

Jääeroosion heikkeneminen saattaa pitkällä aikavälillä vaikuttaa matalien hiekkapohjaisen luotojen ja niemenkärkien umpeenkasvua edistävästi ja samalla pikkutiiralle soveliaat pesimäpaikat vähenisivät alueelta. Nykyisin arvioidulla hankkeiden vaikutusalueella ei ole pysyvää pesivää pikkutiirapopulaatiota. Nykytilanteessa jääeroosion heikkeneminen ei lajia uhkaa, mutta pidemmällä aikavälillä sopivien pesimäpaikkojen niukkeneminen saattaa vaikuttaa lajin elinmahdollisuuksia heikentävästi. Vaikutusten merkittävyys on nykytilanteessa kuitenkin vähäinen.

²⁰ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Alueella pesii myös mainittujen paikkojen lisäksi Isomatalan, Säärenperän ja Liminganlahden (suupuolen Lamunkari) alueella.

3.3.2.2 Kansallisessa uhanalaisluokituksessa (Rassi ym. 2010) mainitut pesimälajit ja hankkeen vaikutukset alueella esiintyviin kansallisessa uhanalaisluokituksessa mainittuihin lintulajeihin

Alueen Natura-kohteilla tai niiden ulkopuolella esiintyy kymmeniä kansallisessa uhanalaisluokituksessa mainittuja lintulajeja, joista osa kuuluu myös Lintudirektiivin liitteen I lajeihin. Näistä vain osa on riippuvaisia avoimista, jääeroosion vaikutuksen alaisista ranta-alueista.

Pesimälinnusto

Rantasipi (*Actitis hypoleucos*) Luokka silmälläpidettävät NT

Rantasipi kuuluu alueen ranta-alueiden vakiolajistoon ja se viihtyy monentyppisillä ranta-alueilla kaikkein tiheimmin ruovikoituneita alueita lukuun ottamatta. Laji suosii puoliavoimia ympäristöltään vaihtelevia ranta-alueita ja välttää esim. laajoja hiekkarantoja. Laji pesii tavallisesti rantavyöhykkeen ulkopuolella usein kaukanakin rannasta, mutta poikueet tuodaan aina varttumaan rantavyöhykkeelle. Uudessa uhanalaisluokituksessa laji otettiin mukaan luokkaan silmälläpidettävät (NT) koska lajin pesimäkanta Suomessa on selkeästi laskenut.

Rantasipi on elinympäristövaatimuksiltaan melko väljä, mutta se hyötyy kuitenkin jääeroosion muokkaamista rannoista. Laji ruokailee mieluusti kasvittomilla jäiden repimillä lietelaikuilla, joiden reunamille poikueetkin usein tuodaan varttumaan. Rantaniityn ruovikoituminen karkottaa lajin muualle vaikka laji ei vaadi aivan matalakasvuisimpia rantaniittyjä elinympäristökseen.

Lajin pesimäpopulaatio alueella on vankka eikä jääeroosion mahdollinen muuttuminen ja tästä seuraava rantaniittyjen kasvillisuuden muuttuminen vaikuta välittömästi lajin elinmahdollisuuksiin alueella. Pidemmällä aikavälillä tapahtuvat muutokset saattavat kuitenkin vähentää alueella pesivien rantasipien määrää. Vaikutusten merkittävyyttä voidaan arvioida kuitenkin vähäiseksi, koska laji esiintyy myös muilla ranta-alueilla ja jopa rakennetuilla ja hoidetuilla rannoilla.

Punajalkaviklo (*Tringa totanus*) Luokka NT

Punajalkaviklo on Oulun seudun ranta-alueiden runsaslukuisimpia kahlaajalajeja ja sen elinympäristövaatimukset ovat melko väljät. Nykyisin laji pesii jopa Perämeren pienialaisilla ulkosaarilla. Lajin tiheimmät pesimäkannat löytyvät kosteapohjaisilta avarilta laidunnitiltä, mutta laji voi pesiä jopa hyvin umpeutuneilla ruovikkorannoillakin, kunhan alueelta löytyy pienialaisia lietealueita poikasten kasvuympäristöksi. Laji hyötyy rantojen avoimuudesta, mutta ei ole siitä täysin riippuvainen.

Lajin pesimäpopulaatio alueella on vankka eikä jääeroosion mahdollinen muuttuminen ja tästä seuraava rantaniittyjen kasvillisuuden muuttuminen vaikuta välittömästi lajin elinmahdollisuuksiin alueella. Pidemmällä aikavälillä alueen pesimäkanta saattaa kuitenkin taantua, mikäli rantaniittyjen umpeutuminen on laajamittaista.

Niittykirvinen (*Anthus pratensis*) Luokka NT

Niittykirvinen on monenlaisten avomaiden laji, joka pesii myös matalakasvuisilla rantamil-la. Kasvillisuuden umpeutuessa laji katoaa nopeasti. Niittykirvinen suosii Perämeren alueella laajoja matalakasvuisia ranta-niittyjä, joista useimmat ovat laidunnettuja tai säännöllisesti niitettyjä hoitoniittyjä. Sen elinympäristövaatimukset alueella ovat pitkälti samantapaiset kuin etelänsuosirillä.

Lajin pesimäpopulaatio alueella on vankka eikä jääeroosion mahdollinen muuttuminen ja tästä seuraava rantaniittyjen kasvillisuuden muuttuminen vaikuta välittömästi hävitä koko pesimäkantaa alueelta. Pidemmällä aikavälillä tapahtuvat muutokset saattavat kuitenkin vähentää alueella pesivien niittykirvisten määrä merkittävästi. Ilman alueen rantaniittyjen laidunnusta ja niittoa lajin pesimäkanta alueella olisi huomattavasti nykyistä vähäisempi.

Keltavästäräkki (*Motacilla flava*) Luokka vaarantuneet (VU)

Keltavästäräkki on monenlaisten kosteapohjaisten avomaiden pesimälaji, joka suosii erityisesti hyvin märkiä suoalueita pesimäympäristökseen. Laji pesii myös niityillä ja ihmisen muokkaamassa ympäristössä. Kulttuuriympäristössä laji suosii laidunniittyjä. Laji viihtyy myös puoliavoimessa ympäristössä, mutta yleensä niityn umpeutuminen johtaa lajin häviämiseen paikalta. Keltavästäräkki pesii mieluummin löyhissä kolonioissa ja tiheimät populaatiot keskittyvät optimiympäristöihin.

Lajin kannan taantuminen näkyy myös vaikutusalueella ja rantaniittyjen umpeutuminen johtaa lajin häviämiseen alueelta. Nykyisin laji pesii vielä kaikilla hoidetuilla ranta-alueilla, mutta laiduntamattomilla alueilla laji on hyvin niukka. Laji hyötyy jääeroosioista erityisesti ravinnonhankinnassaan. Keltavästäräkit saalistavat mieluummin niukkakasvuisilla tai jopa kasvittomilla alueilla selkärangattomia. Pidemmällä aikavälillä tapahtuvat muutokset saattavat vähentää alueella pesivien keltavästäräkkien määrää jonkin verran. Ilman alueen rantaniittyjen laidunnusta ja niittoa lajin pesimäkanta alueella olisi huomattavasti nykyistä vähäisempi.

Alueella levähtävä muuttolinnusto ja jääeroosion muutosten vaikutus niihin

Osa alueen poikki kulkevista kahlaajista sekä vesilinnuista levähtää Liminganlahden pohjukassa, johon jääeroosion muutosten vaikutus on arvioitu hyvin vähäiseksi. Kuitenkin erityisesti syksyllä kahlaajat levähtävät laajalla alueella Hailuodon-Siikajoen ja Oulunsalon rannoilla ja myös syysmuuttavat vesilinnut sijoittuvat laajemmalle alueelle. Merkittäviä syysmuutonaikaisia levähdysalueita ovat mm. Isomatalan-Tömpän alue sekä Siikajoella Säärenperän – Varessäikän välinen ranta-alue.²¹ Syksyllä vesilinnut kerääntyvät matalille, avoimille ranta-alueille, joissa metsästyspaine on pienempi ja petoriski vähäisempi. Kahlaajille merkittävimpiä ranta-alueita ovat matalat kasvittomat tai niukkakasvuiset lietepohjaiset ranta-alueet, joissa on ravinnoksi sopivia selkärangattomia riittävästi. Säännöllinen jääeroosio luo näitä kohteita, joiden sijainti voi vaihdella vuosittain. Kahlaajille ruokailu-alueiksi soveltuvia laajoja lieterantoja on Suomessa niukasti ja näistä merkittävimmät löytyvät Oulun seudulta sekä Perämeren pohjukan-Merenkurkun väliseltä alueelta.

Mikäli jääeroosion vaikutukset alueen rantavyöhykkeeseen heikkenevät merkittävästi lisää tämä rantojen umpeenkasvun nopeutta ja vaikuttaa erityisesti kasvittomien lietepohjaisten alueiden syntymiseen. Pidemmällä aikavälillä tämä vaikuttaa muuttolintujen sijoittumiseen alueella. Jos merkittävä osa alueen lieterannoista kasvaa umpeen, alueen merkitys muuttolintujen levähdys- ja ruokailualueena tulee vähenemään.

²¹ Kari Koivula, Annamari Markkola ja Sami Aikio: Kevät ja syysmuuton; kiljuhanhi mainittava tässä

3.4 Selvityksen epävarmuustekijät

Selvityksen merkittävin epävarmuutta aiheuttava perustekijä on lähtöaineistojen puutteellisuus ja ennen kaikkea rantoihin kohdistuvan jääeroosion vaikutusten mittaaminen. Jääeroosion merkit ovat alueen rannoilla helposti havaittavissa, mutta systemaattista laskennallista seuranta-aineistoa jäiden vaikutuksista ei ole olemassa, vaikka jääeroosion merkitys maannousemarannikon rantojen dynamiikkaan on tiedostettu ja sen merkitys tiedetään huomattavaksi. Mittayksikön puuttuessa on selvityksessä tyydyttävä arvioimaan vaikutusten suuntaa ja sen merkittävyyttä hyvin yleisellä tasolla.

Natura-kohteiden arvioinnin puutteita ovat Natura-luontotyyppien rajausten puuttuminen. Vaikka alueen Natura-luontotyytit tunnetaan, niiden tarkkoja rajoja ei ole määritelty kuin Liminganlahden pohjoisosista Koppanan ja Riutunkarin väliltä.

Uhanalaisen putkilokasvilajiston esiintymien nykytila tunnetaan hyvin vain Liminganlahden pohjoisosista sekä Huikun alueelta. Rönsysorsimon esiintymät ja populaatiokoko tunnetaan hyvin, mutta esim. lajin Siikajoen esiintymän nykytilaa ei tiedetä. Ruijanesikon, nelilehtivesikuusen ja upossarpion esiintymien nykytilaa ei tiedetä etenkin Natura-alueiden ulkopuolelta. Liminganlahden pohjukan pohjansorsimoesiintymiä lukuun ottamatta myös tiedot pohjansorsimon esiintymistä ovat vajavaisia. On mahdollista jopa todennäköistä, että em. kasvilajien populaatiodynamiikalle jään liikkeiden muovaama laikkudynamiikka on keskeinen ympäristön elementti. Asiaa ei kuitenkaan (Pohjansorsimoa lukuunottamatta) ole tutkittu. Tämän vuoksi laikkudynamikan muutosten vaikutusten arviointi on hyvin epävarmaa.

Alueen Natura-kohteiden pesimälinnusto tunnetaan varsin hyvin, mutta Siikajoen Säärerperän alueen pesimälinnuston nykytila tunnetaan huonosti etelänsuosirriä lukuun ottamatta. Osa alueesta on inventoitu kesällä 2010, mutta koko vaikutusalueetta ei.

3.5 Yhteenveto vaikutuksista luontoarvoihin

Nyt tehdyssä arvioissa on pyritty kuvaamaan jääeroosion muutosten vaikutusta alueen Natura-kohteisiin, uhanalaisiin putkilokasveihin sekä niihin lintulajeihin, joihin jääeroosion muutosten aiheuttamat kasvillisuusmuutokset erityisesti kohdistuisivat. Jäiden liikkeiden muutokset nyt tarkastelun kohteena olevalla alueella arvioitiin vähäisiksi ja erityisesti Natura-alueille kohdistuva jääeroosio ei merkittävästi tule heikentymään. Jääeroosio on alueella hyvin merkittävä rantoja muokkaava tekijä ja osa alueen uhanalaisista putkilokasvilajeista on siitä jopa riippuvainen. Myös osa alueen rantaniityillä pesivistä lintulajeista on riippuvainen avoimista jäiden repimistä niukkakasvuisista tai kasvittomista laikuista, jotka ovat merkittäviä mm. ravinnonhankinnan kannalta. Uhanalaista putkilokasvilajeista erityisesti upossarpio ja rönsysorsimo vaativat avointa rantavyöhykettä ja upossarpio on vedessä kasvavana lajina siitä jopa riippuvainen. Nyt tehdyn arvion perusteella jääeroosio alueella ei kokonaisuutena merkittävästi heikkene heikkene, mutta paikallisesti tapahtuvat muutokset keskittyvät luontoarvoinlaan merkittävimmille alueille, kuten Isomatalan-Härkäsaikan alueelle. Tämän perusteella vaikutukset niittyarantojen osalta kokonaisuutena ajatellen vähäiseksi, mutta joidenkin lajien ja selvitysalueen mittakaavassa pienialaisten alueiden osalta muutokset saattavat muodostua pitkällä aikavälillä merkittäviksi. Näiden arviointiin sisältyy suuria epävarmuuksia, koska muutoksia harvoin tapahtuviin jääeroosiohäiriöihin ei ole selvitetty.

3.6 Kokemusperäinen historiatieto

Kokemusperäisen ja tieteellisesti dokumentoidun historiatiedon (Hailuodossa 22.11.2010/Annunen K., Annunen T., Lepistö A., Ruonala U., Tönkyrä K., Tönkyrä M., Maikkola M., Oja J., Leppäranta M., Rintamäki H., Kalliomäki T.) mukaan tärkein hankealueen rantoja ja luotoja muokkaava tekijä on aaltoeroosio. Jokavuotisissa syysmyrskyissä rannat muuttavat muotoaan ja aallot, hiekka sekä suuret kivet vievät liikkueessaan luotojen yli kaiken eloperäisen mennessään.

Jääeroosio sen sijaan riippuu sääolosuhteista ja jään laadusta. Historiatietojen perusteella tärkein rantoja muokkaava jääeroosion muoto on jäiden pystyliike. Tätä vertikaalista jäiden liikettä tapahtuu vuosittain useampia kertoja. Tällöin alkutalven kovilla etelä-lounaistuulilla meriveden pinta nousee rannoille ja jäätyy kiinni rantakasvillisuuteen. Uusi ylävesi irrottaa jäät ja kiinni jäätyneen kasvillisuuden ja vie ne viimeistään jäiden sulaessa mukanaan. Tähän ilmiöön ei liikenneyhteydellä (jäätie ilman lauttaa/jäätie ja lautta) ole havaittu olevan vaikutusta. Jääeroosioselvityksessä ja jään liikkeiden mallinnuksessa on keskitytty tutkimaan ainoastaan jäiden horisontaalista liikettä jota tapahtuu huomattavasti harvemmin, jolloin sen vaikutukset kokonaisjääeroosioon jäävät vähäisiksi.

Ennen lauttayhteyden avaamista 1968 ei jääkentässä tapahtunut yli 20 cm tai sitä paksumpien jäiden massiivisia liikkeitä. Ohuimmat jäät (10-20 cm) rikkoontuivat ja lähtivät liikkeelle sopivien sääolosuhteiden vallitessa. Edellytyksenä jäiden liikkeelle oli alkutalven kova etelä-lounaistuuli ja sen aiheuttama meriveden pinnan huomattava nousu. Ilmiö toistui 1-2 kertaa kymmenessä vuodessa. Ensimmäiset lautat eivät olleet jääolosuhteisiin tarkoitettuja, joten nykyisen kaltaista läpi talven avointa railoa ei jääkentässä ollut vaan jääkentän vahvistuttua yli 20 cm:ksi se tarttui rantoihin, luotoihin ja suunnitellun kiinteän yhteyden kohdalla oleviin matalikoihin, eikä liikkunut horisontaalisesti sen jälkeen ollenkaan vaan sulii keväällä paikoilleen.

Ensimmäinen muutos jääolosuhteiden luonnonmukaiseen käyttäytymiseen tuli 1970-luvun alussa kun murtajaliikenne käynnistyi Perämerellä, joskin muutoksen vaikutus Huikun ja Riutun väliselle merialueelle oli vähäinen. Ympärivuotisen laivaliikennöinnin vaikutukset (avoväylä, alusten peräaalto) lisäsivät sen sijaan Hailuodon länsirannan ja hankealueen pohjoisosan luotojen jääeroosiota kovilla länsi-luoteistuulilla. Tuolta ajalta on hankealueelta rekisteröity yksi suurempi jäiden liikkuminen vuodelta 1972, jolloin 25 cm vahva jääkenttä työntyi Oulunsalon rantaan.

Jääolosuhteisiin tarkoitettujen suurlauttojen käyttöön oton jälkeen 1980-luvulla lisääntyivät horisontaaliset jäiden liikkeet (avoväylä, lauttojen peräaalto). Viimeisen 30 vuoden aikana on havaittu 3-4 tilannetta, jossa yli 20 cm jäät ovat lähteneet liikkeelle. Keskimäärin tämä tarkoittaa ilmiön toistumista n. 10 vuoden välein, joskin ilmiö on täysin riippuvainen sääoloista ja lauttojen auki pitämästä railosta jääkentässä.

Huolimatta siitä että suuria jääkenttien liikkeitä ei alueella ennen 1970-lukua ole ollut, uhanalaiset lajit ovat kuitenkin alueella menestyneet. Tämä tarkoittaa kiistatta sitä, että rantoja muokkaavat ensisijaisesti muut voimat kuin horisontaalinen jäiden liike. Jääeroosioselvityksen ja historiatietojen valossa kiinteän liikenneyhteyden rakentaminen palauttaa tilanteen samankaltaiseksi kuin se oli ennen 1970-lukua. Aaltoeroosiota ja horisontaalista jääeroosiota esiintyy jatkossakin sääolosuhteista riippuen. Edelleenkin alkutalven poikkeukselliset sääolosuhteet (kova etelätuuli, meriveden pinnan nopea nousu) aiheuttavat 10-20 cm:n jäiden irtoamista ja horisontaalista liikkumista todennäköisesti keskimäärin 5-10 vuoden välein sääoloista riippuen. Jääkentän vahvistuttua yli 20 cm:ksi, se tarttuu rantoihin, luotoihin ja pengertiehen eikä liiku sen jälkeen ollenkaan, ja sulaa keväällä paikoilleen.

Jääeroosion esiintyminen riippuu jään rakenteesta ja sääolosuhteista. Suurin osa maailman ilmastoa tutkivista tiedemiehistä on sitä mieltä että maapallon ilmasto lämpenee. Ilmaston lämpeneminen merkitsee Hailuodon leveysasteilla lauhempia ja tuulisempia talvia, jolloin paksun jään aika lyhenee talven molemmista päistä. Tämä ilmiö lisää vertikaalista jääeroosiota ja mahdollistaa myös entistä tiheämmän horisontaalisen jäiden liikkeen, kuitenkin sääoloista riippuen. Myös ihmisen toiminnalla on merkitystä uhanalaisten kasvien elinolosuhteiden parantamisessa. Jo kertaalleen lopetettu ja uudelleen aloitettu rantaniittyjen laidunnus ja niitto edistävät osaltaan uhanalaisten lajien elinympäristöjen säilymistä.

Maankohoaminen Perämeren alueella jatkuu vielä ainakin 5000-10000 vuotta. Maankohoaminen ilmiönä on vaikutuksiltaan voimakkaampaa kuin tämänhetkisten pahimpien skenaarioiden (IPCC) mukainen merivesien pinnan nousu. Käytännössä maankohoaminen heikentää aalto- ja jääeroosiota. Toisaalta maankohoamisen myötä syntyy uusia luotoja ja hiekkaisia rantoja, joita uhanalaiset ja harvinaiset lajit suosivat. Todennäköistä kuitenkin on, että maankohoamisen vaikutukset syrjäyttävät eroosivoimat, eikä uhanalaisia lajeja jossakin vaiheessa enää alueella esiinny, ja saari kasvaa kiinni mantereeseen.

4 Lähteet ja kirjallisuus

Alestalo, J. & Häikiö, J. (1975). Ice features and ice-thrust shore forms at Luodon-selkä, Gulf of Bothnia, in winter 1972/73. *Fennia* 144: 1–24.

Jokimäki, J. ja Hamari, S. 2007: Kevitsan kaivoshankkeen Natura- arviointi. Lapin vesitutkimus Oy.

Koistinen, J. 2004. Tuulivoimaloiden linnustovaikutukset. Suomen ympäristö 721. 42 s. Ympäristöministeriö.

Koskimies, P. 1994: Linnuston seuranta ympäristöhallinnon hankkeissa. Vesi- ja ympäristöhallinnon julkaisuja. Sarja B Nro 18. Vesi- ja ympäristöhallitus. Helsinki.

Leivo, M. 1996: EVA Suomen kansainvälinen erityisvastuu linnustonsuojelussa. *Linnut* 31: 34-39.

Leivo, M., Asanti, T., Koskimies, P., Lammi, E., Lampolahti, J., Mikkola-Roos, M. & Viro-lainen, E. 2002: Suomen tärkeät lintualueet FINIBA. BirdLife Suomen julkaisuja (No 4). 142 s. BirdLife Suomi. Suomen ympäristökeskus.

Leppäranta, M. (1981b) On the structure and mechanics of pack ice in the Bothnian Bay. *Finnish Marine Research* 248, 3–86.

Leppäranta, M. (1983) A growth model for black ice, snow ice and snow thickness in subarctic basins. *Nordic Hydrology* 14(2): 59–70.

Leppäranta, M. (2005) *The Drift of Sea Ice*. Springer-Verlag, Heidelberg. Germany, 290 p.

Leppäranta M. & K. Myrberg (2009) *Physical oceanography of the Baltic Sea*. Springer-Praxis, Heidelberg, Germany.

Leppäranta, M. and Wang, K. (2002) Sea ice dynamics in the Baltic Sea basins. *Proceedings of 15th IAHR Ice Symposium, Dunedin, New Zealand*.

Leppäranta, M., E. Palosuo, H. Grönvall, S. Kalliosaari & A. Seinä (1988) Itämeren jäätalven vaiheet (leveyspiiristä 57°N pohjoiseen). *Finnish Marine Research* 254, liite 2.

Leppäranta, M., Lensu, M., Kosloff, P. and Veitch, B. (1995) The life story of a first-year sea ice ridge. *Cold Regions Science and Technology* 23: 279–290

Leppävuori, M. & T. Kokko (1979) Meriväylien jääolosuhteet. Esiselvitys. Merenkulkuhallitus ja Viatek Oy. Helsinki.

Markkola, J. 2008: Hailuodon Itämenälle suunniteltujen tuulivoimaloitten Natura-arvio. 74 s. Tuulitaito.Insinööritoimisto Erkki Haapanen Oy.

Markkola, J. & Merilä, E. 1998: Hailuodon Ison Matalan - Härkäsäikän luonnonsuojelualueen käyttö- ja hoitosuunnitelmaehdotus. 194 s. + 11 liitettä. ISBN 952-91-0606-8. Conservation of Liminganlahti Wetland Life-Nature project. Oulu.

Markkola, J. & Ohtonen, A. 1996: Hailuoto. Teoksessa: Ohtonen, A., Kakko, A. & Piispainen, J.: Pohjois-Pohjanmaan linturetkiopas: 56–76. Pohjois-Pohjanmaan lintutieteellinen yhdistys ry. Oulu.

Myrberg, K., Leppäranta, M. and Kuosa, H. (2006) *Itämeren fysiikka, tila ja tulevaisuus*. Yliopistopaino, Helsinki, 201 s.

Niemelä, Marika 2009: Biotic interactions and vegetation management on coastal meadows. Faculty of Science, Department of Biology, University of Oulu, University of Oulu, Finland. Väitöskirja. *Acta Univ. Oul. A* 529, 2009

Palosuo, E. (1963) The Gulf of Bothnia in winter. II. Freezing and ice forms. *Merentutkimuslaitoksen Julkaisu/Havsforskningsinstitutets Skrift* 208. Helsinki.

Palosuo, E. (1975) Formation and structure of ice ridges in the Baltic. *Winter Navigation Research Board*, Rep. No. 12. Board of Navigation, Helsinki.

Perrins, C.M (toim.) 1998: Complete Birds of the Western Palearctic CD-ROM. Oxford University Press.

Pohjois-Pohjanmaan liitto 2005: Pohjois-Pohjanmaan maakuntakaava. <http://www.pohjoispohjanmaa.fi/file.php?1370>.

Pöyry Energy Oy 2007: WPD Finland OY Suurhiekan merituulipuisto. Ympäristövaikutusten arviointiohjelma. 51 s.

Seinä, A. and Peltola, J. (1991) Duration of the ice season and statistics of fast ice thickness along the Finnish coast 1961–1990. *Finnish Marine Research* 258, 46 pp. SMHI & Merentutkimuslaitos, 1982

Rassi, P. Alanen, A., Kanerva, T. & Mannerkoski, I. 2001: Suomen lajien uhanalaisuus 2000. 432 s. Ympäristöministeriö & Suomen ympäristökeskus. Helsinki.

Rautiainen, P.; Björnström, T.; Niemelä, M.; Arvola, P.; Degerman, A.; Erävuori, L.; Siikamäki, P.; Markkola, A.; Tuomi, J. & Hyvärinen, M. 2007: Management of three endangered plant species in dynamic Baltic seashore meadows. *Applied Vegetation Science* 10: 25–33, 2007

Suomen Luontotieto Oy 32/2009: Oulunsalo-Hailuoto pengertien ja tuulivoimalapuisto-hankkeen suunnittelualan pesimälinnustoselvitys 2009.

Suomen Luontotieto Oy 33/2009: Oulunsalon- Hailuodon välisen kiinteän yhteyden ja tuulipuiston ympäristöselvitykset. Kevätmuuton selvitys 2009.

Suomen Luontotieto Oy 34/2010: Siikajoen Varessäikän ja Merikylänlahden tuulipuistojen ympäristöselvitykset. Kevätmuuton seurantaselvitys 2010

Suomen Luontotieto Oy 36/2010: Siikajoen Varessäikän ja Merikylänlahden tuulipuistojen ympäristöselvitykset. Pesimälinnustoselvitys 2010

Suomen Luontotieto Oy 36/2009. Oulunsalon-Hailuodon kiinteän yhteyden ja tuulipuiston lähialueen kasvillisuus selvitys 2009.

Suurhiekan linnusto ja arvio suunnitellun tuulipuiston linnustovaikutuksista. WPD Finland Oy. 2009.

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

Tucker, G.M: & Heath, M. F. 1994: Birds in Europe: their Conservation Status. Bird Life Conservation Series No. 3. 600 s. Cambridge, UK:

Ympäristöministeriö 2007a: Suomessa tavattavat lintudirektiivin I liitteen lajit.
[http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9046 & lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9046&lan=fi)

Ympäristöministeriö 2007b: Suomen kansainväliset vastuulajit.
[http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1891 & lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=1891&lan=fi)

Ympäristöministeriö 2007c: Suomen kansainväliset vastuulajit, linnut.
[http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9837 & lan=fi](http://www.ymparisto.fi/default.asp?node=9837&lan=fi)

Ympäristöministeriö, Keski-Pohjanmaan liitto, Pohjanmaan liitto, Pohjois-Pohjanmaan liitto, Lapin liitto (2004). Tuulivoimatuotantoon soveltuvat alueet Merenkurkussa ja Perämerellä. Suomen Ympäristö 666. Helsinki 2004. 145 s.

5 Liitteet

- Liite 1 Mauri Määttäsen lausunto: Oulunsalo-Hailuoto pengertien ja tuulivoimalapuiston vaikutuksista lähialueiden rantojen jääeroosioon
- Liite 2 Rintamäki H., Leppäranta M., Oja J., Kalliomäki T., Maikkola M., Hailuoto-laisten kokemuksia jääeroosiosta, keskustelutilaisuus 22.11.2010
- Liite 3 Hailuodon kunnan lausunto jääeroosiotarkastelusta tehtyihin selvityksiin

Lausunto Oulunsalo-Hailuoto pengertien ja tuulivoimalapuiston vaikutuksista lähialueiden rantojen jääeroosioon .

Jääeroosio

Jääeroosiovaikutusten selvitysraportti on perusteellinen ja ottaa huomioon merkittävimmät tekijät pengertien ja tuulivoimalaperustusten rakentamisen vaikutuksista. Erityisen tärkeä on kokemustiedon kerääminen lähtökohdaksi ja numeerisen mallin ennuste jään liikkumisen muutoksista ehdotetun rakennusprojektin jälkeen. Tämä antaa arvion jään liikkumisen muutoksista ja siten jääeroosio-osuuden muutoksesta, mutta ei huomioi kokonaisuutta, sillä rantojen eroosio koostuu sekä aaltojen että jään yhteisvaikutuksista. Koska tieyhteyden ja tuulivoimalaperustusten rakentaminen ei vaikuta aaltoeroosioon, ovat jääeroosion lieventymisen vaikutukset rantoihin vähäisempiä kuin raportissa on esitetty.

Perustelut. Todellinen jääeroosion osuus rannan maaperän ja meren pohjan muokkauksessa.

- Eroosio johtuu sekä aaltojen että jään yhteisvaikutuksista. Merkittävää aaltojen eroosiovaikutusta esiintyy kymmeniä kertoja vuodessa kun taas merkittävää jäänousua rannoille harvemmin kuin kerran vuodessa. Aaltoeroosio on joka kerta tunteja pitkä prosessi, jossa ensin huuhtoutuu maaperän hienoin aines pois ja sen jälkeen isompikin kivaines. Aaltoeroosio kohdistuu sulaan maaperään. Lisäksi sen vaikutus ulottuu vedenpinnan korkeudesta riippuen pitkälle 0-vedenrajan rantaviivan sekä ala- että yläpuolelle riippuen rannan jyrkkyydestä. Jää työntyy loivalle rannalle helposti liukuen melko yhtenäisenä levynä, jolloin vaikutus jäätyneeseen rantamaaperään on vähäinen, mutta monivuotisiin kasveihin (onko yleensä monivuotisia kasveja talvella maan päällä?) ja pensasiin merkittävä. Usein lumi vielä suojelee rannan jäätynyttä maaperää ja kasvustoa jään rannalle nousun yhteydessä. Jään liiketapahtuma on lyhytkestoinen, tyypillisesti alle 10 minuuttia. Alueella ei ole liikkuvia ahtojäävalleja, jotka voisivat aiheuttaa pohjaeroosiota veden alla. Alhaisella veden pinnan tasolla jää ei lähde liikkeelle. Rantakivien pohjan kyntäminen jään liikahdusten yhteydessä on vaikutuksiltaan vähäistä ohuella jäällä verrattuna paksun kiintojään aiheuttamiin isompien kivien liikahduksiin jään lämpölaajenemisliikkeiden johdosta. Viimemainittu muokkaus ei kuitenkaan vähene pengertien ja tuulivoimalapuiston takia.
- Arvion jään aiheuttamasta eroosiovaikutuksen suuruudesta voi saada vertaamalla samantapaisia ranta-alueita. Kohdealueelta ja sen lähistöltä löytyy rantoja, jotka ovat olleet alttiina vain aaltojen aiheuttamalle eroosiolle sekä alueita, joissa on esiintynyt sekä aaltojen että jään aiheuttamaa eroosiota. Näiden alueiden eroosioiden ero voi vain osittain kehittyä pengertien ja tuulivoimalapuiston rakentamisen jälkeen nyt tarkastelluilla jääeroosion vaikutusalueilla.
- Edellisen perusteella raportissa esitetyn arvion mukainen jääeroosion merkittävä lieveneminen, so. maalle työntymisen väheneminen tai siirtymien lyheneminen, aiheuttavat kokonaiseroosiolle – aaltojen ja jään yhteisvaikutus – todennäköisimmin vain lieviä muutoksia.

Tuulivoimalapuiston vaikutus

Tuulivoimalapuisto ei yksin riitä pysäyttämään tai pitämään paikoillaan alle 30 cm paksuisia jäättä. Tuulen pyyhkäisyala lounaasta on niin suuri, että vedennousun irrottaessa jääkentän rannoista jää lähtee liikkeelle, sillä harvassa – suuruusluokkaa 400 m etäisyydellä toisistaan – sijaitsevien tuulivoimalaperustusten yhteenlaskettu jäänmurtamisvoima ylittyy moninkertaisesti. Lisäksi jään murtuminen perustuksia vasten alkaa progressiivisesti tuulen yläpuolisilta perustuksilta. Jääkenttä pysähtyy pengertiehen. Yhdessä pengertie ja tuulivoimalaperustukset edesauttavat kiintojään stabiloitumista hieman ohuemmalla jäällä kuin pelkästään yksinomaan pengertien vaikutuksesta. Pengertiehen nähden tuulivoimalapuiston vaikutus jään liikkumiseen on verraten vähäinen.



Trondheim, 31.3.2011, Mauri Määttä
Visiting professor (NTNU), Arctic technology
Emeritusprofessori (TKK), Lujuusoppi

KESKUSTELUTILAISUUS HAILUOTOLAISTEN KOKEMUKSISTA JÄIDEN LIIKKEISTÄ JA VAIKUTUKSISSA

Aika	maanantai 22.11.2010 klo 15.15 alkaen
Paikka	Hailuodon kunnanvirasto/johtokeskus
Kutsutut	Markku Maikkola, Hailuoto, jääeroosioselvitysryhmän jäsen Kalevi Annunen, Hailuoto Tuomo Annunen, Hailuoto Ahti Lepistö, Hailuoto Urpo Ruonala, Hailuoto Kalevi Tönkyrä, Hailuoto Markku Tönkyrä, Hailuoto Matti Leppäranta, Helsingin yliopisto, kiinteän yhteyden ja tuulipuiston vaikutukset jäävoimiin ja jäiden liikkeisiin Jyrki Oja, Suomen Luontotieto Oy, kiinteän yhteyden ja tuulipuiston vaikutukset rantojen luontoarvoihin Tapio Kalliomäki, Destia, dokumentointi Heimo Rintamäki, Destia, Infrasuunnittelu, jääeroosioselvityksen vetäjä
Tiedoksi:	Risto Leppänen, POP ELY, liikenneyhteyden YVA:n hankevastaava, jääeroosioselvityksen tilaaja Marjo Paavola, POP ELY, jääeroosioselvitysryhmän puheenjohtaja Jouni Riihelä, Destia, Infrasuunnittelu

Asialista

Keskustelutilaisuuden tavoitteena on koota paikallisten ihmisten kokemuksia jäiden liikkeistä ja vaikutuksista Hailuodossa ja Hailuodon ympäristössä. Haetaan kokemuksia mm. mihin jäiden vaikutus on merkittävimmin kohdistunut, mitkä ovat jäiden aiheuttamia merkittävimpiä vaikutuksia luonnolle ja ihmisten toiminnoille, onko merkittävintä toistuvat normaalit jäävaikutukset vai poikkeavan voimakkaat ilmiöt, miten lauttaliikenne on muuttanut jäävaikutuksia, missä sää- ja jääoloissa vaikutuksia eniten syntyy ja tulevaa ajatellen, miten arvioidaan jäävoimien muuttuvan kiinteän yhteyden tai tuulipuiston vaikutuksesta. Tilaisuus dokumentoidaan videoimalla ja asiantuntijoiden kirjaamin muistiinpanoin.

Tilaisuus liittyy liikenneyhteyden ja tuulipuiston YVA -selvityksessä laaditun jääeroosioselvityksen täydentämiseen YVA -yhteysviranomaisen antaman lausunnon mukaisesti. Jääeroosioselvityksen täydentäminen valmistuu helmikuussa 2011.

- Keskustelutilaisuuden avaus ja järjestäytyminen (15 min)
 - o koollekutsijat Markku Maikkola ja Heimo Rintamäki
 - o dokumentoija Tapio Kalliomäki
- Johdatus keskusteluun (15 min)
 - o Matti Leppäranta ja Jyrki Oja
- Keskustelu (ajankäyttö tarpeen mukaan)

- o paikallisten ihmisten kokemuksia ja tietoja, vapaa sana
- o projektin asiantuntijoiden kysymyksiä paikallisille
- o tilaisuuteen on valmisteltu kartta luontoarvoista ja alustavia tietoja jääeroosion kohdistumisesta, karttaan voi merkitä kommentteja ja projektin asiantuntijat kirjaavat keskeiset asiat muistioon.
- Johtopäätökset saadusta palautteesta (15 min)
 - o projektin asiantuntijoiden johdolla
- Varaus paikallisten haastatteluille koskien lauttaliikenteen historiaa
 - o Tapio Kalliomäki

Heimo Rintamäki

Videotallenteesta tekstitetty muistio.

Matti Leppäranta: Hailuoto on osa Perämerta ja Perämeri on maailmanlaajuisestikin ollut ihan omanlaisensa allas meristä, koska se jäätyy aina. Nykyisen tietämyksen mukaan Perämeri on jäätynyt vuodesta 1720 joka talvi ja luultavasti myös paljon sitä ennenkin. Jäätalvi on ollut puoli vuotta kylminä talvina ja viime vuosien leutoina talvina jäätalvi on ollut alle kuukauden mittainen, mutta joka tapauksessa se on kauttaaltaan joka talvi mennyt jäähän.

Siinä jääkentässä on kaksi keskeistä vyöhykettä. Toinen on ajojää, jossa jäät ajelehtii tuulten ja virtausten mukana ja sitten on kiintojää rannikon tuntumassa, joka nimensä mukaisesti ei liiku. Ajojään ja kiintojään rajahan ei ole mikään selkeä viiva tuolla luonnossa tai meren rannalla, vaan se elää ja vaihtelee vähän sen mukaan kuinka paksua jää on. Tänäkin kun tultiin tänne niin ajojää oli tuossa ihan lauttaväylällä, ja taas jos jää on hyvin paksua, yli puoli metriä paksua, niin silloin koko Perämeri on kiintojäässä ainakin jonkun aikaa.

Jään fysiikassa, miksei myös ekologian puolella, hyvin monipuoliset olosuhteet Perämerellä ollut ja sen vuoksi se on hyvin merkittävä tutkimusalue ihan globaalistikin eikä vain Suomessa.

70-luvun loppupuolella oli useita tutkimushankkeita Hailuodon ympäristössä, mutta enemmänkin tuolla Marjanniemen puolella. Siellähän on kiintojään ja ajojään reunavyöhykkeet ja siellä oltiin paljon ja Perämeren tutkimusasemalla sitten monena talvena asuttiin ja tehtiin näitä töitä.

Mantereen puolella, joka tämän koko hankkeen tutkimuskohteena on, siellä me ollaan vähemmän tehty työtä. Lautalla ja jäätietä pitkin on tultu monesti tästä ylitse, mutta tutkimuslaitteet on tuolla Marjanniemen puolella, joten mantereen puolella kokemusperäinen tieto on meillä vähäisempää.

Talven aikana sinne muodostuu kiintojää, ja nykyisen käsityksen mukaan noin 30cm jää muodostaa kiintojään, joka saattaa kovilla tuulilla liikkua ja ajautua jopa rannalle. Yksi kysymys, joka tulee aina esille, on tämä ilmastonmuutosasia, mikä on mediassa vähän ylilyötykin, mutta tällaisia keskimääräisiä arvioita on tehty, että vuonna 2100 vuoden keskilämpötila olisi 3 astetta korkeampi kuin tällä hetkellä. Näiden laskelmien mukaan talvi lyhenee 2-3 viikkoa molemmista päistä, eli jos nyt on Hailuodon jäätalvi 6 kuukauden mittainen niin se olisi sitten 4.5-5 kuukautta silloin.

Talven suurin jääpaksuus vaihtelee näiden havaintojen mukaan 45-115cm ja näillä lämpenemisillä mitä nyt on arvioitu niin 20-30cm siitä olisi sitten pois sadan vuoden kuluttua. Jos minimissään jään paksuus olisi 15 -20cm, niin sittenhän jäät voisivat liikkua läpi talven koko saaren ympäristössä.

Ilmastonmuutoskenaariot ovat jonkinlaisia arvauksia, koska luonto on paljon monimutkaisempi kuin mallit joihin laskelmat perustuu, mutta asiana on syytä ottaa huomioon, että on mahdollista että tulee tällainen leudompi jakso, jossa jäätalvi on vähän lyhyempi ja jäät sitten vähän ohuempia. Ja toinen mikä tähän ilmastonmuutosasiaan liittyy on vedenpinnan nouseminen. Nykyisten parhaiden arvausten mukaan maapallon merenpinta nousisi puoli metriä sadassa vuodessa ja kun täällä maa nousee metrin niin tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että näennäinen maan nousu onkin sen puoli metriä sadassa vuodessa. Tässä maapallon vedenpinnan kohoamisessa on kaikkia epävarmuustekijöitä taustalla ja vaihteluväli ennusteissa on aika iso.

Näyttää siltä ettei poliittinen tahto riitä Itämeren rehevöitymisen pysäyttämiseen, Perämeren alueellahan se ei ole vielä kovin paha tilanne, kun verrataan Suomenlahteenkin, mutta tietysti sama vesihän täällä kiertää, joten on todennäköistä että rehevöityminen ainakin lähivuosina jatkuu.

Mitä tapahtuu jos lauttayhteys ja jäätieyhteys korvataan penkereellä, miten se vaikuttaa jääolosuhteisiin?

Se tieto mikä meillä on perustuu laajemmissa mittakaavoissa tehtyihin tutkimuksiin Perämeren alueella.

Yksityiskohtaista tietoa ei paljonkaan ole Hailuodon ja mantereen välisistä asioista, eli se kokemuseräinen tieto mikä teillä kaikilla on sitten hyvin tärkeää ja tarpeellista senkin puolesta, että me teemme kahdentyyppisiä laskelmia, eli se laskelma mikä tilanne on nyt ja mikä tilanne olisi tällaisen penkereen rakentamisen jälkeen.

Ne laskelmathan on kiinnittettävä oikeiksi edes silloin kun on tämä nykyinen tilanne, eli siihen tämä kokemuseräinen tieto on hyvin tärkeää.

Milloin jää kiinteytyy kiintojääksi tässä meidän tarkastelualueella?

Kuinka paksut jäät siellä saattaa liikkua?

Kun jäät ajautuu rantaan, missä tätä rantaanajautumista tapahtuu useimpina vuosina ja missä sitä tapahtuu ääritapauksissa (vähemmän kuin kerran kymmenessä vuodessa)?

Jonkinlainen käsitys miten tämä rantaanajautuminen täällä ympäristössä jakautuu. Ja sitten on ahtojäitä, näitä silminnähden rökkiöitä, joita matalikoille täällä alueella syntyy. Kuinka tyypillistä tämä on ja tapahtuuko myös näiden rökkiöiden kanssa, että ne kulkeutuu jään mukana ja kyntävät siellä sitten jään pohjia?

Tärkeintä on jään liikkumiseen liittyvät asiat. Koska sääolosuhteet muuttuvat niin hitaasti, niin jään rakenne itsessään todennäköisesti säilyy samankaltaisena.

Luonto on kuitenkin monimutkainen ja erityisesti alueella, jossa suhteellisesti meren syvyys vaihtelee paljon, on syvänteitä ja matalikoita ja saarten muodot ja rantojen muodot on hyvin moninaisia, joten niitä on sitten hyvin vaikea matemaattisten laskelmien avulla tai sitten joidenkin laboratoriakokeiden avulla koittaa jäljitellä ilman selkeämpiä paikalliseen kokemukseen perustuvaa tietoa.

Kysymyksiä:

Lauttayhteys avattiin 1968, kuinka usein jäät työntyvät väylälle ja estää liikenteen.

(Kuinka usein lauttaliikenne on estynyt jäiden puristuksen vuoksi?)

Onko jäiden puristus rikkonut jäätietä?

Jyrki Oja: Tämän työn lähtökohtana on ympäristöviranomaisten suuri huoli, että jos kiinteä yhteys eli pengertie tuohon tulee, se vaikuttaisi näiden rantojen eläimistöön ja itseasiassa koko alueeseen. Käsitalue tarkoittaa lähinnä Liminganlahtea ja Hailuodon ja Oulunsalon välistä aluetta.

Tärkeä arvio on kuinka suurella alueella jääeroosion muutokset vaikuttaisivat. Tuskin missään Suomessa on tommoista aluetta, jossa on suojelualuetta noinkin paljon. Laskeskelin, että tuon

alueen rantaviivasta on eri asteisesti suojeltu 65%, Sen lisäksi täytyy muistaa, että myös niillä alueilla joita ei ole suojeltu, on uhanalaista lajistoa, eli sellaista lajistoa jolla on EU:n luontodirektiivin liitteen kaksi suojaa. Jos tosiaan sellaisia lajeja siellä on, niiden elinmahdollisuudet tulee turvata ja yksikään hanke ei saa vaikuttaa sillä tavoin, että jonkin uhanalaisen kasvin kasvupaikka merkittävässä määrin heikentyisi. Tämä on työn lähtökohta.

Kun ympäristövaikutusten arviointia lähdettiin tekemään, niin piti aluksi kerätä biologinen lähtöaineisto, perusaineisto, ja tuolta alueelta tehtiin yhteensä kymmenen erilaista luontoselvitystä. Sieltä tutkittiin pohjaeläimet, rantojen kasvillisuus ja pesimälinnusto. Ja sitten lähinnä tuulipuiston tarpeisiin tutkittiin muuttavat linnut eli tehtiin kevät- ja syysmuuttoselvitys. Viime kesänä sitä jatkettiin tuulipuiston osalta eli seurattiin mitä paikalliset linnut siellä tekee, mihin ne lähtee ruokailemaan ja lintuluodot esimerkiksi inventoitiin aika laajalta alueelta. Pohjoisin kohde oli Äijänkumpeleen luoto ja Karinkannan matala oli viime kesän eteläisin paikka eli tuolta alueelta on olemassa tietoa.

Se huoli mikä ympäristöviranomaisilla on tietysti se, että kun jäiden liike on ehkä kaikkein suurin rantoja muokkaava voima, jos se nyt jostain syystä heikkenee, niin tapahtuuko tässä niin, että rannat kasvavat umpeen. Se uhka on aivan todellinen. Jos jäiden liikkumisia ei enää tulisi tapahtumaan, niin tämmöisellä alueella joka on matala ja rannat on maapohjaltaan semmoisia, että puusto ja pensaisto sinne nopeasti leviää, niin näin kyllä tulee tapahtumaan.

Hyvä esimerkki on Pensaskari -niminen luoto. Vaikka se on hyvin matala, niin se on täysin pensaikkoinen ja täysin puustottunut luoto. Lintujen pesimäluotona se on huono, siellä pesii muutama merihanhi ja tukkasotka, mutta esimerkiksi kaikki tiirat ja lokit sieltä puuttuu. Se on tyystin erityyppinen kuin muut luodot sillä alueella. Jostain kumman syystä jäät eivät vaan ole runnoneet sitä aluetta, eli se on päässyt umpeutumaan.

Lauttaväylän vieressä on toinen esimerkki, Jussinmatala, sehän muuttuu joka vuosi. Jommastakummasta luodon päästä jäät vyöryvät yli ja siitä lähtee kasvillisuus pois, ja jos siihen jokin puuvartinen kasvi tulee niin se aika äkkiä sieltä häviää.

Luotojen pysyminen puuttomina ja matalina tarkoittaa sitä, että ne ovat linnuille hirveän tärkeitä pesimäpaikkoja. Näiden luotojen tärkeyttä voisi esimerkillä kuvastaa: Kolmenkoivunkarin edustalla on semmoinen pieni, ehkä aarin kokoinen luoto, jossa oli 2009 viiden neliömetrin laikulla oli 33 tukkasotkan pesää. Eli emot oikeastaan kosketti toisiaan. Noita vastaavanlaisia paikkoja on paljon tuolla ja mikäli tämmöiset kohteet umpeutuu, niin pesivä vesilintukanta aika äkkiä taantuu.

Koko alue on siitä erikoinen, että vaikka tuossa näyttää että noita luotoja on paljon, niin niitä saisi olla paljon enemmänkin. Vesilintuja, varsinkin tukkasotkia ja näitä merellä pesiviä lajeja, olisi paljon enemmän. Hyvä esimerkki on se, että kun on tehty tuulipuiston myllyille perustuksia, ihan jokapuolella tässä Perämerellä näihin perustuksiin on heti tullut vesilinnut pesimään. Riutunkarin ja Huikun aallonmurtajilla on tukkasotkan pesiä ja tietysti tiirujen pesiä vaikka kuinka paljon.

Linnusto on yksi tärkeä arvo, mutta se kaikkein tärkein arvo liittyy maannousemarannikon kasvillisuuteen. Eli tällä alueella on viisi poikkeuksellisen uhanalaista kasvilajia, joista upossarpio ja pohjansorsimo on sellaisia lajeja, joita ei muualla maailmassa oikeastaan käytännössä ole. 70% koko maailman upossarpioista esiintyy tällä alueella. Se on aika vaatimaton vedessä kasvava putkilokasvilaji.

Rönsysorsimo on sellainen matala, maanmyötäinen heinä, hyvin vaatimattoman näköinen. Nyt ollaan alettu ajattelemaan, että se olisi Suomen ainoa selkeästi kotoperäinen, endeeminen laji, eli jota ei missään muualla maapallolla ole.

Isomatalan alueella on 90% Suomen Rönsysorsimoista. Tornionjokilaaksosta löytyi esiintymä yhdestä paikasta kaksi vuotta sitten ja sitten Liminganlahden puolella on muutamissa kohdin pieniä esiintymiä. Ympäristöarvot ovat täällä siis poikkeuksellisen suuria, ja sen vuoksi lähdetäänkin nyt jääeroosiota tutkimaan ja nimenomaan jääeroosion vaikutuksia rantoihin.

Esimerkiksi Huikun alueella, jossa on ollut rantatontteja myynissäkin, on muutamassa kohdin ihan selkeästi näkyvissä, että jäät ovat tunkeutuneet pitkälle sinne pensaikkoon. Siellä on pajut nurin ja sitten kun rupeaa katsomaan sitä rantaa ja pohtimaan: minkä ihmeen ne tähän on tullut nyt, minkä takia tässä on näin tapahtunut?

Tämmöisiin asioihin haetaan nyt vastauksia ja lähinnä haetaan vastauksia siihen, että kuinka säännöllisiä nämä ovat ja tuleeko tässä pengertien rakentamisen yhteydessä tapahtumaan niin, että tällainen rantoihin kohdistuva jäiden repivä voima häviäisi? Minä haluaisin kuulla onko vanhoja havaintoja näistä epäennustettavista säätekijöistä, eli myrskyn aiheuttamista ahtojäälleista ja tällaisista rantoihin kohdistuvista vaikutuksista.

Olin itse sattumalta Haukiputaalla 2009 katsomassa ja dokumentoimassa uudenvuoden myrskyä. Sehän oli hurjan näköistä, kun yhdessä päivässä nousi 20 metriset jäävallit sinne rantaa vasten.

Olen nyt kahtena kesänä pistänyt ylös sellaisia paikkoja, missä tosiaan tapahtuu selkeästi joka talvi tällaisista jäiden murjovaa vaikutusta. Aloitetaan Oulunsalon puolelta, Nenänokanniemi, joka on tavallaan tämän harjun reuna-alue, tuntuu että sen maaston rakenne ja muoto muuttuu joka talvi, eli selkeästi siellä on (jäiden) vaikutusta.

Toisaalta tämä Lauttarannan puoleinen pää, niin sanottu Riutun kainalo, näyttää siltä ettei siellä ole minkäänlaista vaikutusta eli se on pikkuhiljaa umpeutumassa. Kun jäät eivät revi sitä rantapenkkaa niin järviruoko on sellainen laji, että se tosi nopeasti valtaa ne alueet ja tossa Riutun kainalossa niin on käymässä. Nyt siinä on toki laidunnus aloitettu, eli se muuttaa vähän sitä tilannetta. Sama juttu tuolla Huikun puolella ja ehkä tuossa Ojakylän lahdellakin, siellä on tiettyjä paikkoja joissa jäät nousee rannoille ja jyrää sitä kasvillisuutta ja luo avointa kasvutilaa näille uhanalaisille lajeille.

Tässähän on semmoinen suurempi historiallinen tarkastelu, joka täytyy ottaa huomioon. Ihan varmasti tuolla Hailuodon alueella ja myös Oulunsalon alueella vielä 50-luvulla suurin osa noista rantaniityistä ja varmaan rantametsistäkin oli laidunnettuja, eli siellä oli takuulla karjaa ja karjahan piti huolen siitä, että rannat pysyivät avoimina. Tällainen pitkäaikainen karjanlaidunnus hävittää kaikki pajut ja muutkin, eli se pitää maaston puhtaana ja estää esimerkiksi tällaisen järviruoko'n tapaisen kasvin leviämisen. Nyt kun karjanlaidunnusta ei suuressa mittakaavassa tuolla alueella enää ole, tämä umpeutuminen pääsee tapahtumaan aika nopeasti ellei sitten voimia tule meren suunnalta.

Kalevi Tönkylä: Lauttaväylään ja jäiden liikkeisiin... minulla on vahva näkemys, että nyt kun lauttaväylä on ympäri vuoden auki, se on aika tavalla vaikuttanut siihen, että näitä jäiden liikkeitä tapahtuu. Se ura antaa siinä jollain tavalla tällaisen alkuliikkeen mahdollisuuden, ja sen jälkeen kun tommonen kenttä lähtee liikkeelle, niin silloin siellä ei kevyet vastukset paina. Minun käsitykseni mukaan ennen jäiden liikkeitä eivät olleet tällaisia kuin ne ovat nyt olleet. Nämä entistä vahvemmat jääkentät ovat nykyisin liikkuneet, eivät pelkästään ne ohuet jäät jotka ennen liikkui ja kasaantui, vaan siinä on tosiaan tällaista paksumman jään liikkeitä. Niinkuin siellä Haukiputaan puolella se oli kuitenkin useamman kymmenen sentin vahvuista, kun se silloin liikkui joskus joulun seutuvilla.

Oma näkemykseni jäiden eroosion vaikutukseen rannalla on, ettei se ole pelkästään se, mitä nämä isojen jääkenttien liikkeet aiheuttaa siellä. Kun matalalla vedellä muodostuu jäätä siihen ranta-alueelle, se jää sitoutuu myös sinne pohjakerrokseen ja kasvillisuuteen, ja kun merivesi nousee, se nostaa näitä kasvustoja ja muuta. Näkyy hyvin paljon, että siellä syntyy tällaisia isoja avoimia laikkuja, joista kaikki kasvillisuus on poissa. Se on tällainen tekijä, joka varmasti jatkuu vaikka tänne on minkälainen liikenneyhteys tahansa. Tähän siirtymiseen... järviruoko leviää hyvin paljon tällä tavalla, näiden jäiden mukana, jäät tarttuu kasvillisuuteen, sitovat, vesi nousee, jäät nostaa järviruoko'n juurineen, siirtää uuteen paikkaan ja kun jäät sulaa ne laskeutuu sinne. Tällaisista liikkumista tapahtuu hyvin paljon.

Kalevi Annunen: Tosiaan kun lunta on siellä heinikossa ja vesi nousee, kastelee sen, vesi laskee,

se jäätyy kiinni ja taas vesi nousee niin silloin lähettiin.

Heimo Rintamäki: Eli ei tarvitsekaan puhua ihan jäästä koko ajan vaan...

Kalevi Annunen: Eikä ku se on justiin tätä... lumi joka kastuu ja...

Matti Leppäranta: Lautan aukasun jälkeen, kun sitä liikettä on ollut, onko se molempiin suuntiin vai onko se enemmän etelästä pohjoiseen olevaa liikettä?

Kalevi Tönkyrä: Riippuen tuulista, mutta on se molempiin suuntiin, ei se yhteen suuntaan ole. Se saa sen alkuliikkeen siitä.

Heimo Rintamäki: Onko lauttaliikenne topannut luonnonolojen takia, ettei ole pystynyt liikkumaan?

Urpo Ruonala: Kyllä se aikanaan silloin kun oli heikompia lauttoja. Keväällä tapahtui sellaista, että ne jäät aiheutti niin paljon puristusta, mutta ei nämä nykyiset vehkeet, voimakkaammat lautat ole ilmeisesti joutuneet ongelmiin.

Ahti Lepistö: Silloin ensimmäisen lautan aikana kun kevätjää lähti liikkeelle, niin jäät meinas siirtää matalikolle sitä lauttaa.

Matti Leppäranta: Olen joskus tällaisen väittämän kuullut tässä yhteydessä, että keväällä jäät mieluummin sulaa paikalleen ja syksyllä liikkuu, mutta onko se niin että ne liikkuu läpi talven?

Ahti Lepistö: Se oli 60-70 -luvulla sellainen tapaus.

Kalevi Tönkyrä: Alkuvuosina lauttaliikenne oli kovimman talvikauden pysäyksissä ja pioneerit ampui sitten lauttaväylän auki ja liikenne alkoi siitä, eli se ei tosiaan läpi talven kulkenut.

Markku Tönkyrä: Jään liikehommaan, ensinnäkin pitää olla vertailukohta ennen vuotta 1968. Mitä minä oon kuullut vanhoilta ihmisiltä niin 1900-luvulla ei ainakaan ole ollut semmoisia jään liikkeitä tuossa Santosen kupeella.

Toinen luku '68 jälkeen on 1985, jolloin tuli tämä iso lautta, merisiltalautta. Se tekee niin ison peräaallon. Mulla on viime kesältä semmoinen havainto, kun olin verkoilla Äijänkumpeleen pohjoispuolella täysin tyynellä ilmalla, niin lautan peräaalto tuntui siellä ja Oulun väylää meni iso laiva, niin se tuli kohta se laivan peräaalto kans. Se lauttaväylän ja Oulun väylän välillä on nykyään niin kova se aallokko, että se särkee tämmöset heikot jäät hyvin herkästi.

Minusta ne ei liiku, siinä on muutama kerta ... siinä on 1991 ja 2006 pahimmat kun liikkui ne paksut jäät. Mutta 1991 oli suurin tuho mitä se on tehnyt, silloinhan se tukki sen Oulunsalon penkan kokonaan. Silloin nousi vesi yhtäkkiä, se nousi noin tunnissa liki metrin. Ne oli 40 cm paksut jäät Lumijoen selällä, kun ne lähti liikkeelle.

Heimo Rintamäki: Sieltä päin tuuli silloin?

Markku Tönkyrä: Se oli kova lounaistuuli. Tässä haluaisin, että vertailtaisiin vähän sitä miten talvet on tulleet. Minä kalastan Ojakylän lahdella ja siinä talvikalastuskausi alkaa 15.11. - 1.12. välillä melko vakiona ja se on ollut sitä oikeastaan ainakin 30-40 vuotta. Mutta jos verrataan miten jäätie nykyään avataan, niin se on pitkästi uuden vuoden puolella. Eli se on selvä yhteys tällä lauttaväylällä siihen, ja ennen kun se kansi tuli siihen niin se oli vain muutama päivä ja siinä pystyi ajamaan.

Heimo Rintamäki: Eli sulla oli iso sanoma, että kun kalusto on kasvanut ja nopeutta pidetään niin aaltomuodostuma on myös joka leviää laajalle.

Markku Tönkyrä: Ja se koko ajan syö sitä jään reunaa ja siitä lähtee se alkuliike, sitten tulee joku

kova tuuli ja siitä lähtee sitten se liike. Eli mun uskomus on, että jos lauttaväylä ei ole auki, niin tuossa ei liiku jäät sen kummemmin kuin ne on ennenkään liikkunut.

Tuomo Annunen: Ylös ja alas.

Jyrki Oja: Potkurivirta on ihan totta. Mähän oon sukeltanut koko tuon väylän itseasiassa kumpaakin puolen. Tyynellä kelillä 300m päässä se tuntuu niin että jalat heiluu vedessä. Siinä on noin 300m matkalta pohja puhdasta hiekkaa. Kun siitä lähdetään pohjoiseen, siellä on 10cm epämääräinen turveliejukerros, toi on aivan puhdas tuo väli. Tietysti se on niin iso lautta ja siinä on niin isot koneet ja tuo on niin matalaa vettä, että siinä saattaa hyvin syntyä sellainen aalto ja se tosiaan tuntuu 300 metriä väylältä.

Kalevi Tönkyrä: Tuntuuko se... sä puhut ilmeisesti pohjasta...

Jyrki Oja: Se tuntuu koko vesikerroksessa.

Kalevi Tönkyrä: Kyllä kai se pinnassa tuntuu pidemmällä...

Jyrki Oja: Pinnassa tulee aaltona, mutta selkeästi näkee että se koko vesimassa liikkuu. Tietysti talvella sellaisessa tilanteessa jos se menee jään alle, se pompottaa sitä niinkuin autokin pompottaa sitä.

Urpo Ruonala: Olin 60-luvun kahta puolen paikallisella liikennöitsijällä renkinä ja se liikenne aloitettiin suurinpiirtein itsenäisyyspäivän seutuvilla ja se jää oli semmoista 20cm paksua, eikä se ikinä lähtenyt mihinkään liikkeelle vaikka tuuli kuinka paljon, kyllä se pysyi rannoissa kiinni. Joskus nousi vesikin aika paljon ja jäät pysyi. Mutta nyt kun tuli tämä lautta ajamaan tähän, niin sen jälkeen se on liikkunut siinä kahta puolta kyllä.

Heimo Rintamäki: Mitä ajoit, minkälaista? Raskasta autoa tuotiin sinne?

Urpo Ruonala: Pienoisbussia semmoselle 20cm jäälle.

Heimo Rintamäki: Puhuttais nyt sellaisesta 3 tonnin painorajoituksesta?

Urpo Ruonala: Joo vähintään vaatis sen verran.

XX: Semmonen 2 tonnia.

Heimo Rintamäki: Tässäkin täytyy muistaa, että silloinen iso auto on nykyinen pieni auto painoltaan.

Urpo Ruonala: Se tarkoittaa sitä, ettei sille jäälle ei sellaista autoa saisi viedä nykyisillä säännöillä.

Kalevi Annunen: Silloin ei ollut kuin se yksi auto, nyt niitä saattaa olla 50.

Heimo Rintamäki: Voisitko tuosta tarkentaa mitä liikennemäärä vaikuttaa jäähän?

Kalevi Annunen: Sanotaan semmonen puolen metrin jää, jää väsy siinä ja yksi tie kestää viikon korkeintaan. Viime talvena oli 7 tietä ja parhaana talvena on ollut 14. Kun autoja kulkee jatkuvasti, siihen tulee hiushalkeamaa ja se ei ehdi jäätymään ollenkaan ja sitten se rasahtaa yhtäkkiä.

Heimo Rintamäki: Onko jäätiellä joku vaikutus jääkentän pysyvyyteen, vai onko se kumminkin vaan sitä, että siinä ei uskalla antaa kaluston ajaa, heikentääkö se niin paljon että voitais katsoa että jääkenttä heikentyy siitä...

Kalevi Annunen: Niin tästä väylästä?

Kalevi Annunen: Minusta sen paksun jään aikana se tie kestää paremmin kun se väylä antaa perään. Professori varmaan tietää paljonko.. sanotaanko tuommoinen kilometrin kenttä, kun tulee kova pakkanen niin sehän supistuu ja lauhalla se laajenee niin ... tämä vaikuttaa siihen.

Ahti Lepistö: Minulla on samanlaisia havaintoja. Eivät vanhat miehet ole koskaan puhuneet, että olisi niitä hirmu röykkiöitä tullut.

Urpo Ruonala: Minulla on ainakin semmoinen käsitys, että jos siihen rakennetaan kiinteä tieyhteys tai tuulipuisto tai tehdään siihen mitä hyvänsä, niin se entinen tilanne vaan palautuu. Ei se siitä kummene mihinkään, se on sitten se luonnontilanne mikä kuuluisikin ilmeisesti olla. Ja se on totta tosiaan, että ne jäät lähtee rannalta, nousee ylös ja vie maata mennessään. Siellä se eroosio saattaa olla suurempi kuin nämä jään liikkeet, koska nämä jään liikkeet on aika harvinaisia.

Olin tuolla Marjaniemessä kutterinhoitajana vähän rapiat 30 vuotta. Noita oikein kovia tuulia, jolloin jäät lähti paksuina liikkeelle, niitä sattui loppujen lopuksi aika harvoin. Ne lähti sellaisina alle kaksikymmensenttisinä liikkeelle, mutta sitten kun ne vahveni sinne pariinkymmeneen senttiin niin ne jytkähti ja tekivät pohjakiinteimiä, ja sen jälkeen ne ei enää liikkunut. Ohuempi jää menee semmoseksi supoksi ja sitten paksu jää tekee pohjakiinteimiä, että se jytkähtää paikalleen tuolla länsipuolella. Täällä on niin tiheässä noita kareja ja lyhyitä nuo avonaiset paikat, että se vaatii melkosen tuulen, että ne lähtee yleensä menemään ja tosiaan vesikin pitää olla isona, että ne lähtee liikkeelle.

Heimo Rintamäki: Siinä oli aika iso kannanotto siihen, että mikä on vertailutilanne.

Markku Tönkylä: Minulla on tuolla Lumijoen selällä verkkopyynnistä sellaisia kokemuksia, että kun siihen laitetaan verkkoja ja jos tulee huonot ilmat, alkaa lauhtuu kelit, se syö jäätä lauttaväylästä päin. Minä asun siinä Santossa niin minä voin rannalta käydä katsomassa tilannetta, niin sen tietää että nyt ku rupeaa sula sieltä näkymään niin pitää kohta lähteä ottamaan verkkoja pois. Tosiaan tuiki harvoin lähtee semmoisena selkäkenttänä, vaan se särkyy siitä silleen pikkuhiljaa.

Heimo Rintamäki: Kun tätä meri-infraa rakennetaan ja tavallaan tilanne stabiloituu paikalleen eli kiinnityspisteitä on yhä enemmän, niin rupeaako Hailuoto pysymään paikallaan, ettei jäät enää vie Hailuotoa pois? Silloin jääkentät olisivat enemmän paikallaan?

Urpo Ruonala: Luonnollisesti joo, tuolla länsipuolella siellähän on vähän isommat meret ja muut, mut siellä on näitä kasuuneita tuon tuostakin ja sitten kun nuo pohjakiinteimät tulee, ei niitä nyt kovin tiheään tule, mutta kun ne tulee niin se tilanne stabiloituu siellä, estää jäitä liikkumasta. Paitsi sitten Merikallain länsipuolella, siellähän ne liikkuu koko talven, nyt kun laivat ajaa menemään.

Tuomo Annunen: Niin ne on liikkunut aina.

Urpo Ruonala: No joo jonkun verran, mutta ei niin paljon.

Tuomo Annunen: Ei se keskijää koskaan ole kiinni.

Urpo Ruonala: Tästäkin kartasta näkee, että tässä on liikuntasäama tässä Suomen puolella. Nyt on ollut länsi-etelä -tuuli ja se on pukannut tänne, ja sitten kun tulee koillistuuli niin se pukkaa sen takaisin.

Tuomo Annunen: Ja se keskikohta hölkkyy edestakaisin.

Heimo Rintamäki: Väliälinpäättös: ihminen voi vaikuttaa jäiden liikkumiseen.

Kalevi Annunen: Kun tie aurataan ja lingotaan, jäähän nousee, se on vettä kevyempää. ja sitten vallien paino on täällä, niin se taivuu näin. Ja sitten täältä nousee, niin vallin alle tulee raitoja ja tähän keskitielle. Siinä pitää olla aina varatie vieressä, se yleensä hajoaa se tie jota liikennöidään.

Ahti Lepistö: 60-luvulla kun ei ollut läpi talven laivaliikennettä, ne jäät pysyi paikallaan, siitähän moottorikelkalla kuljettiin laivaväylällä monet talvet. Ei ollut sitä hydrokopteria. Jotain railoja saattoi olla, mutta ei ne mitenkään isosti liikkuneet.

Matti Leppäranta: Liminganlahti, tapahtuuko siellä koskaan liikettä, ihan tietysti ääritapauksissa, mutta muuten ...

Urpo Ruonala: En kyllä osaa kuvitella sellaista ilmaa, että siellä lähtis jää liikkeelle. Tuommonen paksumpi jää tietenkin, tuommonen lisu menee, mutta kymmensenttinen tuskin lähtee enää mihinkään.

Matti Leppäranta: Luin jonkun raportin joulukuusta 1972, silloin siellä oli hieman mennyt rannalle Liminganlahdelle asti, sen suuaukolle ja siihen oli tullut sitten isompia valjeja.

Urpo Ruonala: Suuaukolle ehkä...

Matti Leppäranta: Tosiaan liikahduksia oli havaittu siellä, mutta ilmeisesti se oli ihan äärimmäinen tapaus.

Heimo Rintamäki: Ja se perustuu siihen, että jää on pohjassa kiinni joka paikassa?

Urpo Ruonala: Ei välttämättä, onhan se jää aika sitkeää loppujen lopuksi. Se tarvitsee jotain aaltoa tai muuta, että se alkaa murtumaan. Tai sitten pitää veden nousta niin paljon, että se on rannalta irti ja sitten se lähtee menemään..

Matti Leppäranta: Melkein metrin nousi vesi silloin joulukuussa 1972.

Urpo Ruonala: Silloin se lähtee herkästikin liikkeelle, kun sattuu olemaan pidemmällä matkalla vesi plussan puolella hyvästi puoli metriä tai sillä lailla ja sitten tulee hyvä, pitkä tuuli länsi-etelältä, se nousee vielä enempi, se on niin korkea vedennousu...

Kalevi Annunen: Minun aikana 205 on ollut yli kaiteita ei nähnyt ollenkaan, kun meni lautalle.

Ahti Lepistö: Pitäis varmaan olla enemmän kuin kolme metriä se tien korkeus.

Matti Leppäranta: Koska se 205cm sitten oli?

Kalevi Annunen: Se oli pikkulaita, minä en sitä vuotta muista..

Heimo Rintamäki: Onko se tilanne silloin sellainen, että lounaasta puhaltaa ja voiko se tulla yhdensuuntaisen pitkän puhurin kautta vai onko se niinkuin, että se avittaa länsituulella. Tarkoittaa se aina niin, että tuulensuunta vielä samalla muuttuu?

Tuomo Annunen: Tuulee ensin lounaalta ja sitten pyörähtää luoteelle, silloin se käyttää hirveän isona, vaan se ei ole kuin hetkellisesti.

Heimo Rintamäki: Eli se on nostanut veden ja sitten paluuvirtaus...

Tuomo Annunen: Niin se saa kovat virtaukset aikaan.

Urpo Ruonala: Silloin on Oulussa korkealla vesi.

Kalevi Tönkyrä: Se on Oulussa ja nimenomaan vaikuttaa tuolle välille. Se 205 oli ilmeisesti Oulun mittauskorkeus?

Markku Tönkyrä: Se oli silloin 1991 se kävi jotain 180 cm...

Heimo Rintamäki: Tällainen yleinen tieto, mitä tilastoja on tutkittu, semmoinen normaali yläraja on ollut keskivedestä 1.8 metriä ja sitten alaspäin 1.2 metriä.

Markku Maikkola: Merentutkimuslaitoksen tutkimusprofessorin mukaan Hailuodon meriveden korkeuden lukemat ovat oikeastaan lähempänä Raahen kuin Oulun lukemia. Ehkä jossain siellä puolessa välissä, hänellä oli sellainen näkemys.

Kalevi Tönkyrä: Tämän kysyn sen takia, että siihen on myös siihen yläpuolella vaikuttava tekijä, mikä on Oulujoen virtaus, onko se 450 kuutiota sekunnissa vai onko se 50...

Heimo Rintamäki: Mistä päin tänne pääsee teidän mielestä pahimmat myräkät ja jäät puskemaan rannalle?

Urpo Ruonala: Kyllä se on Länsi-etelä -tuuli.

Ahti Lepistö: Länsi-etelä, se vesi nousee eniten...

Markku Tönkyrä: Oulunsalon puolelle länsituuli on tehnyt pahimmat jäävuoret.

Heimo Rintamäki: Tarkoittaako se, että se ottaa salmesta jäät vai ottaako se...?

Markku Tönkyrä: Se on tuullut etelältä, lounaistuuli ja sitten kun se kääntää tuulen sinne lännelle, niin ne lähtee monesti nuo jäät tuosta liikkeelle.

Matti Leppäranta: Tuleeko Hailuodon itärantaan koskaan mitään?

Markku Tönkyrä: Hyvin harvoin. Se on niin pieni selkä sieltä Oulunsalosta päin, ja kun siinä on matalaa ja se on vähempänä vesi silloin.

Kalevi Tönkyrä: Entäs tuolta koillisen puolelta sitten?

Markku Tönkyrä: Ei sieltä kyllä... eikä pohjoistuulikaan tuo, no kyllähän siihen huipun pohjoisrannalle siihenhän pohjoistuuli kasaa, mutta se kasaa ne siihen törmään, kun siinä on se jyrkkä matala siellä ennen, se ei ole siis maata vasten vaan... siinä on parisataa metriä pitkät säiät, joihin se tökkää sitten.

Kalevi Tönkyrä: Pohjoistuulella on vesi matalana, että se ottaa kiinni siellä säikiin.

Matti Leppäranta: Entäs jos vesi on korkealla valmiiksi ja sitten kääntyy pohjoisen puolelle, se on ilmeisesti niin harvinainen tilanne...

Markku Tönkyrä: Jäät on niin kaukana silloin pohjoistuulella, ettei se vesi kerkeä mennä ennenkuin ne tulee takaisin. Laivat ovat kasvaneet, ne on paljon isompia nykyään, niitä vähän harvempaan kulkee, mutta ne on isompia ja tekevät isomman peräaallon, niin koko tämä Hailuodon pohjoispuoli elää erilailla. Sinne ei tule niin herkästi kiintojäitä. Eipä oikeastaan ole tullut viiteentoista vuoteen kiinteitä jäitä vanhan vuoden puolella, no silloin 2002 tuli, mutta se oli poikkeustalvi. Silloin oli sellainen talvi, että 29.11. ajettiin tuosta yli ensimmäisen kerran autolla. Ja se oli semmonen talvi, että ajoin seuraavan kerran huhtikuussa lautalla.

Heimo Rintamäki: Onko lumisuusvaihtelulla ja jääoloilla eroa, vai onko tämä vakio lumipeite?

Kalevi Annunen: Lumitalvena ei tule jäätä, kun se suoja sitä, tulee paljon ohuimmat jäät. Viime talvena oli paljon lunta, mutta jää tuli sinne jo syksystä.

Matti Leppäranta: Kohvajäätä oli varmaan paljon viime talvena.

Kalevi Annunen: Ei sitä silti, kun ei sitä suojannut ollenkaan, ei yhtään kertaa. Sitten keväällä vasta suojasi.

Tuomo Annunen: Ja isoon veteen teki.

Heimo Rintamäki: Se oli jo oikein talvi.

Markku Tönkylä: Ja eikö ne helmikuun puolella alkanut täällä ne lumisateet?

Kalevi Annunen: Ja sehän painoi sitten vesille koko selän tuolla, että lumen alla oli joka paikassa 20-30 cm vettä. Tiekin piti tehdä aivan lauttaväylän reunaan. Potkurivirta painaa suppoa sinne, ja se kannatti sitä jäätä niin sieltä sai kuivaa ainoastaan.

Markku Maikkola: Sillä on aika olennainen merkitys minkälaiseen veteen se kansi tulee, jos se tulee matalaan veteen niin sitten jääeroosiota esiintyy.

(ei tullut viime talvena matalaan)(eikö ne aika isoon veteen tullut)

Heimo Rintamäki: Tämä on varmaan iso havainto, joka ei ole ihan ristiriidaton.

Kalevi Annunen: Se on vähän ristiriitainen. Minä kyllä inttäisin, ettei sillä ole merkitystä tekeekö se kannen isoon vai matalaan veteen. Kun merivesi nousee, se käy metsän rajassa, ja kun se laskee alle liittoveden, se vesi pakenee sieltä maan päältä pois, ei siihen jää kuin se kohvajää, just se joka tarttuu niihin...

Kalevi Tönkylä: Se vaikutus siinä on, että tarttuu eri paikasta pohjaan kiinni riippuen siitä veden korkeudesta. Silloin kun on korkea vesi niin se tarttuu likempänä pajupensaita, silloin kun on matalempaa vesi niin se tarttuu enempi siellä ulkona.

Kalevi Annunen: Törmärajasta se katkasee, ja vesi laskee sieltä maanrajasta, se ei menekään samasta reiästä vaan se painaa kauas jälle sen.

Heimo Rintamäki: Jos on jäät tullut matalaan veteen, onko ollut isompia vaikutuksia kuin jos jäät on tullut korkeaan veteen?

Markku Maikkola: Se vaikuttaa varmasti tähän pohjaeroosioon enemmän, kun se tekee matalaan veteen kannen, taas sitten rannalla vaikutukset on isompia toisessa tapauksessa. Aina jonkinlaisia muutoksia tulee kuitenkin.

Heimo Rintamäki: Insinööri heittää, että jäät puskee tuulivoiman kuitenkin nurin, ettei kannata laittaa tai sitten edestakas penkan jäät tuhoaa. Voidaanko me sanoa, että jäällä on tällainen voima? Minä heitin tällaisen äärimmäisen, että se aiheuttaa rakennettuun ratkaisuun tuhoa. Ja nythän meillä on liittovedestä, meillä on 3.5m minimikorkeus ... ollaan myös pohdittu sitä, että pitääkö sinne tehdä penkkaa jäitä varten Peruskysymys: mitä voi tapahtua pengertielle?

Heimo Rintamäki: Mitä jäät voi pengertielle tehdä, mistä päin? Toinen kysymys tuulivoimasta, jos sinne puolen kilometrin ruudukkoon tulee 50 myllyä..

Ahti Lepistö: Ne ankkuroi silloin, että jäät ei ainakaan nousisi siihen tielle, jos siellä tuulimyllyjä on.

Ahti Lepistö: Jos siellä tuulimyllyjä on, ne ankkuroi jäät niin, ettei ne ainakaan nousisi siihen tielle.

Heimo Rintamäki: Yhteisvaikutus voisi olla tämä?

Ahti Lepistö: Niin minun mielestäni. On ne sen verran massiivisia, ei siinä niin hirveän paksut jäät lähde liikkeelle.

Kalevi Annunen: Ja paikalleen tuossa keväällä sulaa.

Ahti Lepistö: Niinhän ne tekee..

Markku Tönkyrä: Se tie ja sillat tulee pysymään siinä paikallaan, jos se maltetaan rakentaa sellaiseen väliin, ettei se siinä rakentaessa mene. Sillon ku se lautta ajaa siinä vielä niin...

Heimo Rintamäki: Eli rakentamisen aika on sinusta mielenkiintoista?

Markku Tönkyrä: Kyllä.

Urpo Ruonala: Minun kokemuksen mukaan tuntuu ihan uskomattomalta, että siihen jäitä tulisi.

Tuomo Annunen: Näin se on minunkin mielestäni. Ei liiku varmaan mihinkään. Ohuet jäät voi liikkua, mutta mitä merkitystä sillä on?

Ahti Lepistö: Jos siihen tuulimyllyjä tulee, niin ei ne jäät sitten tielle asti tule, kyllä minä sitä mieltä olen.

Urpo Ruonala: Onhan se tienpohjakin kuitenkin aika leveä, että se toppaa jo sinne.

Ahti Lepistö: Siinä on karkeaa kiveä penkan reunalla niin se toppaa....

Tuomo Annunen: Siellä on isot voimat kyseessä tuolla Marianniemen satamassa, eihän se pengeri ole mennyt miksikään.

Urpo Ruonala: Ei miksikään. Ei sitä ole tarvinnut edes korjata.

Ahti Lepistö: Ja se on avomeri siellä.

Tuomo Annunen: Siellä on kovat paineet.

Matti Leppäranta: Siellähän ne ahtojäät jää vähän ulommas, matalikon takia...

Markku Tönkyrä: Kyllä siinä on tullut ihan paksut jäät penkkaakin vasten.

Ahti Lepistö: On siellä joskus, mutta sehän onkin avomerialuetta

Markku Tönkyrä: Mutta ei ole pystynyt silti sille penkalle mitään.

Ahti Lepistö: Ei ole pystynyt.

Urpo Ruonala: Eikös siellä ole nelisen metriä vettä siinä heti aallonmurtajan takana? Melko syvältä pääsee velli tulemaan siihen, ei tuolla toisella puolen saarta ole vastaavaa tilannetta.

Heimo Rintamäki: Te olette siis aika vakuuttuneita siitä, että jos siellä vain olisi penkka, unohdetaan tuulivoima, niin se penkka jo kiinnittää, kun lautta ei ole siellä enää murtamassa? Nythän on ajateltu niin, että kun kiinteä tulee niin ei tarvitse sitä jäätietä pitää ja jos lauttaliikennettä kehitetään kovasti ollaan ajateltu ettei silloinkaan olisi jäätieyhteyttä. Te olette sitä mieltä, ettei ole sellaista luonnontilannetta, että pyöräkuormaajat lähtee töihin teidän yhteyttä avaamaan?

Urpo Ruonala: Vaikea kuvitella.

Kalevi Annunen: En usko.

Ahti Lepistö: Hyvin harvinainen tapaus.

Heimo Rintamäki: Toinen kysymys luonnonvoimista, millainen tie on teidän mielestä on liukkauden kautta syksyllä avoveden aikaan?

Urpo Ruonala: Varmasti on joskus liukas.

Heimo Rintamäki: Se on siis varma nakki, se on merellä oleva väylä ja liukkauden torjunnasta täytyy vaan huolehtia. ... Rannoista on puhuttu paljon, mutta mitä teidän mielestänne näille matalille luodoille tapahtuisi?

Urpo Ruonala: Mä ajelin silloin polvihousupoikana moottoriveneellä Ouluun päin ja oli puhetta kolmen puun saaresta, siinä oli tosiaan kolme puuta ja nyt on täysi metsä päällä. Teki ihminen mitä teki, kyllä näillä saarilla varmasti puuta kasvaa tässä vuosikymmen eteenpäin. Luonto tekee töitä 24 tuntia vuorokaudessa, ihminen vain kahdeksan, ei sille mahda mitään.

Jyrki Oja: (kadonnut suulonen) ... Jussinmatalaa kun katselin, niin jotenkin mulla on sellainen vaikutelma, että siinä on joskus ollut enemmän pensaikkoo ja puita. Ikäänkuin viimeisen kymmenen vuoden aikana olisi ollut paljon voimakkaampaa jääeroosiota. Ja sama tämä Kolmenkoivunkari, siitä oli 2009 puolet maatuovasta, orgaanisesta aineksesta hävinnyt, eli siinä oli pelkkä kivikko jäljellä. Ihan kuin olisi veitsellä leikattu. Onko teillä sellainen käsitys, että noilta saarilta olisi viimeisen kymmenen vuoden aikana hävinnyt kasvillisuutta rannalta? ... (saapaskari, kirveskari)

Markku Tönkyrä: Kävin Laitakarissa nyt kesällä ja minusta se tosiaan oli niin kertakaikkiaan kivikkoiset ne rannat nyt, että siitä on varmaan syönyt jotakin.

Jyrki Oja: Jotenkin vaan näytti kummalliselta, ei sopinut siihen luontaiseen kehitykseen, että onko ollut semmoisia tilanteita (havaintoja)?

Kalevi Tönkyrä: Onko se ollut ihan hiekka matala?

Jyrki Oja: Se on ollut hiekka, siinä on isoja kiviä jäljellä. Mä itseasiassa kahlasin siinä ympäristössä. Ei siinä ole mitään jäljellä.

Kalevi Tönkyrä: Tuo hieno hiekkahan liikkuu vahvasti.

Jyrki Oja: Nyt kun kävin tuossa Rautamatalalla vai -kalliolla, siinä näytti ihan samanlaiselta. Vai onko kysymyksessä se, että vesi nousee kesän aikana niin paljon, että se huuhtelee aikaisempaa enemmän.

Kalevi Tönkyrä: Tuossa Santosen etelärannalla on sellainen ilmiö, että se rantaviivahan on paikoin siirtynyt nyt sanotaanko viiden vuoden aikana. Siinä liikkuu niin paljon hiekka nykyään, että se muotoilee sitä rantaa aivan uusiksi.

Jyrki Oja: Tuossahan on ollut vanhat syvyystiedot olemassa, nythän se luodattiin uudestaan ja lukemat muuttui aika huomattavasti. Meillä oli sellaisia pisteitä, missä mä sukelsin tuon väylän läpi kahteen kertaan, ja en voinut luottaa siihen vanhaan karttaan ollenkaan. Piti olla neljä metriä vettä, niin oli napaan asti. Toisaalta kun piti olla 7-8 metrin syvänteitä, niin ei ne ollut kuin 4-5 metrin eli selvästi oli muokkaantunut. Sitten taas toisaalta tuo Huikun syväne, mun mielestä se oli jopa syventynyt. Se tarkoittais sitä, että siellä on virtaus lisääntynyt tai johonkin se hiekka on siitä lähtenyt.

Tuomo Annunen: Se on paljon nyt vaihdellut, se vaihtelee vuosittain, riippuen miten tuulee. Silloin liikkuu vedet hirveästi ja silloin se muuttuu.

Urpo Ruonala: Onko Äijänkumpeleella pysynyt vielä se kummeli paikallaan?

Jyrki Oja: On.

Urpo Ruonala: Ei siellä sitten ilmeisesti kovin paljon ole jäät liikkunut.

Heimo Rintamäki: Otit mun mielestä mielenkiintoisen asian, että vuodet ei ole veljeksiä.

Tuomo Annunen: Niin ei ole veljeksiä, ja kovat myrskyt ja koko kesän nytkin tuullut. Vedet liikkunut aivan hirveästi. Nousee ja laskee. Yhtä rumbaa on ja silloin muuttuu rannat.

Heimo Rintamäki: Ja pohjat myös.

Tuomo Annunen: Jopa syvällä 10 metrin vedellä muuttuu. Esimerkiksi Luotteenokalla haettiin yhtä kivikkoa, siitä oli tarkat merkit, mutta sitä ei löytynyt. Paljon ne liikkuu.

Heimo Rintamäki: Me eletään tässä tutkimuksessa isomman muutoksen ympärillä kuin ollaan ymmärrettykään. (kehotus kysymyksiin)

Matti Leppäranta: Jos verrataan syysjäitä ja kevätjäitä, onko nämä kevätjäiden kuormitukset kovin pahoja?

Urpo Ruonala: Mun kokemuksen mukaan kevätjäiden kuormitus ei ole niin kova kuitenkaan, koska keväällä on useasti ihan seisovia ilmoja kuukausikaupalla. Onko pari kertaa Marianniemessä ollut, että rantaan asti on lyönyt kunnan röösät.

Ahti Lepistö: 30 vuoden aikana.

Urpo Ruonala: Kevätjäiden liikkuminen on aika harvinaista.

Kalevi Tönkyrä: Kevätjäät ovat heikompia, eli ne on harkkoisempia, hajoavat helpommin.

Urpo Ruonala: Todennäköisesti tuolla Hailluodon ja Riutunkarin välillä kevätjäät, jos siinä ei lauttaväylää ole, niin ne sulaa siihen paikalleen suurella todennäköisyydellä.

Matti Leppäranta: Nämä jäälevyt jotka työntyy rannalle, niin nehän on varmaan niitä kovia alkutalven jäitä sitten, jotka pitempiä matkoja menee.

Heimo Rintamäki: Onko näkökulma sellainen, että nyt on ollut sellainen pumppaava vuosi, että me nähdään tällainen hetki.

Tuomo Annunen: Tämä kesä on ollut vähän semmoinen pumppaava kesä.

Heimo Rintamäki: ... Mitkä on ne pahimmat tuhot mitkä Hailuodossa on tullut?

Kalevi Tönkyrä: Mökin seinästä tuli jääteli sisälle ja mökin harjalta sai astua jääkasan päälle. Seinää vasten oli pystysuora kasa.

Markku Tönkyrä: Siinä oli semmoinen 1956 rakennettu mökki, joka kaatui kyljelleen. 40cm paksut jäät tulivat sinne rantapenkalle. Se vesi nousi hurahtamalla, kun se teki sen harvinaisen, ja se tuli koko Santosen ja Hanhisen välinen kenttä sitä loivaa rinnettä ylös eikä katkonutkaan niinkuin tavallisesti, että se rupeais röösäämään. Se teki varmasti suurimmat aineelliset tuhot Hailuodossa mitä on koskaan jäät tehneet. Eikös se ollut 1991?

(**Heimo Rintamäki:** Piirretään kartalle...)

Kalevi Tönkyrä: Tuo punainen viiva, jonka piirsin, tuossa on se 1991 millon tuli ne...

Heimo Rintamäki: Mistä päin sitten sun mielestä pahin jäämassa liikkui?

Markku Tönkyrä: Etelältä se tuuli. Joulukuun noin 20. päivä. Ja tapaninpäivänä ryttäs tuonne Riutunkarille.

Kalevi Tönkyrä: Tämä on kaikki sellaista aluetta, missä pohjaanjäätyminen aiheuttaa eroosiota, mutta mulla on käsitys, että se ei ainakaan isommasti tulisi muuttumaan on siinä kiinteä tieyhteys tai tämä nykyinen liikenne. (Rupukannokka - Siikonen)

Tuomo Annunen: Siikosessa on se pitkä matala nokka, siihenhän se yleensä ryttää sitä säikkää vasten, siinähan on ollut aina röysä.

Heimo Rintamäki: Tämä on semmoinen mikä tapahtuu säännöllisesti?

Markku Tönkyrä: Se on semmoinen paikka, että siihen tulee myös kaakkotuulella joskus Liminganlahden perästä päin jäät. Jos sinä kysyt sitä, että kuinka laajalle alalle se vaikuttaa niin minä sanoisin, että se vaikuttaa tuonne Siikajoen Karinkantaan tai tuonne Varessäikkään asti, koska silloin kun lähtee nuo Lumijoen selän jäät liikkeelle, niin se vaikuttaa sinne ihan Lumijoen Varjakkaa myöten. Sillä on tänne etelään päin varmasti iso vaikutus.

Heimo Rintamäki: Nyt puhutaan lautan vaikutuksesta?

Markku Tönkyrä: Niin silloin kun ne rupeaa ne jäät pysymään siinä paikallaan.

Heimo Rintamäki: Mitenkäs sitten kun kiinteä tulee, niin todetaan että jääkenttä pysyy siellä luonnollisempana.

Tuomo Annunen: Niinkuin ennenvanhaan.

Markku Tönkyrä: Tällä on semmoinen vaikutus tällä Lumijoen selän jäätilanteella ja jäiden pysymisellä, varsinkin nykyään kun kalastus on mennyt miksi menee, sitä ei syksyllä sulasta vedestä tahdo pystyä kalastamaan. Mielellään tietenkin aikaisemmin mitä nyt, mutta nytkin on jo hyvä tilanne jos nyt tulis pysyvät jäät, niin siitä kerkeis saada niitä kaloja jonkin verran.

Mutta se on ollut viime vuodet semmoista, ettei siihen pysty panemaan jäänaluspöyryntä muuta kuin ihan tänne Ojankylänlahden perukkaan, siellä ne jäät pysyy. Mutta se olisi kalaista vettä tuo selkä jos siihen vaan pääsis kalastamaan. Sillä on kalastuksen kannalta kyllä todella merkitystä.

Heimo Rintamäki: Kysytään naapurin puolelta, eli Oulunsalon puolelta. Tuossahan on Nenännokka, joka on yhtälailla myllerryksen paikka. Onko teillä sieltä tietoa, onko samantyyppistä kuin täällä teidän puolella vai onko siellä lujempaa jäiden vaikutusta.

Markku Tönkyrä: En usko, että on lujempaa kun siinä on noita saaria enemmän.

Heimo Rintamäki: Ja Liminganlahti käytiin jo aikalailla varmana tietona, että Liminganlahti on niin kiinnittyvä...

Urpo Ruonala: Kyllä se on pikkuinen vesialue ja matala.

Jyrki Oja: Jos tuohon tulee se kiinteä yhteys ja sitten Huikun puolelle tulee kaikkein suurin silta-aukko, siinä on semmoinen tilanne, että siinä virtaus kasvaa ja se varmaan tekee sellaisen tilanteen ettei se ihan heti jäädy. Se lisää sitä jäätöntä kautta, ja jos mä oikein muistan niin oli arvioitu aika pitkäksi se sula.

Heimo Rintamäki: Sulaa ei ole mietitty, mutta virtausvaikutus ja pohjaeroosion vaikutus oli kilometrejä.

Jyrki Oja: Se tarkoittais sitä, että jos on lauhvoja kelejä ja muuten jäätyminen pääsis ehkä käyntiin niin se sula olis aika pitkälle. Siinähan nyt syntyy tavallaan lauttaväylä etelä-pohjois -suuntaan ja

arvioidut virtausnopeudet oli aikamoiset.

Heimo Rintamäki: Asiantuntijan mukaan virtausnopeudet ovat sellaisia, että ne tulevat aiheuttamaan pohjastressiä, ei voimakasta sellaista, mutta virtausnopeus ylittyy niin, että hiekka saattaa lähteä liikkeelle. Periaatteessa kysymys kuuluu, että kun tulee tällainen virtauspaikka tähän, että mitä se vaikuttaa?

Tuomo Annunen: Nouseeko siinä virtaus kovin hirveästi, kun se on koko väli melkeen matalaa, eikä sen yli paljon virtaa nytkään.

Heimo Rintamäki: ... Se padottaa sen verran, että poikkileikkausvirta heikkenee 10-15% penkereen ansiosta. Sentin verran korkeus vaan toki muuttuu, mutta kyllä virtausnopeus kasvaa. Sama vesimäärä pitää kulkea. ... Nyt pitää muistaa, että minä puhun avovesiajasta. Käydäänpä tosiaan tämäkin keskustelu, että mitä jääkenttä voisi vaikuttaa, onko se virtaus tuossa voimakas silloin kun on jäät. Sitähän ei malli pysty tutkimaan. Mites kun lautta ajaa talviaikaan - meidän tiedetään että tuulella ne ajaa vastatuulta päin kun virtaus on niin kova, että täytyy ajaa vinossa - onko talviaikana sama ilmiö? Siitähän me päästään vesivirtaukseen jollakin tavalla kiinni.

Kalevi Annunen: Siinähan on ränni, eihän se pääse siitä vaikka se haluais.

Markku Tönkyrä: Kun miettii noita virtapaikkoja tuossa, nehän syksyllä jäätyy, niihin tulee kansi päälle samanlailla. Jäähän on heikompi ja ohuempi niissä tietyissä paikoissa, mutta niihin tulee kuitenkin se kansi päälle. Mutta sitten keväällä saattaa olla sivussa reilut puolen metrin jäät ja nämä määrätyt paikat sulaa, ne on täysin paljaat.

Ahti Lepistö: Tuossa itätörmässä, Hailuodon kaakkoispuolella, siinä tulee aina sula ensimmäisenä, kun jäät alkaa sulamaan.

Kalevi Annunen: Tuossa Huikussa kun lähdetään tänne eteläpuolelle, siinä on niin sanottu Siikosen reikä. Kun Kalevi pitää vielä jäätietä auki niin se saattaa olla sulana jo reikä siinä. Mutta nytkin siinä on jo ohut jää päällä.

Matti Leppäranta: Keväällä tulee se vesi? Ohuempi lumi että aurinko menis siitä läpi?

Markku Tönkyrä: Eiku siinä käy niin kova virta, mutta syksy ei siihen sillä lailla vaikuta.

Matti Leppäranta: Kun Perämeri rupee jo lämpenemään, sieltä tulee sitten lämmintä vettä siihen?

Markku Tönkyrä: Ei kun se on ihan samaa rantaa. Sillä lailla vois ehkä ajatella, että onko sillä tuossakaan niin hirveää vaikutusta.

Jyrki Oja: Itseasiassa tuo asia oli niin, ettei kukaan pysty sanomaan, että tuleeko se sula siihen. Kukaan ei pystynyt siihen vastausta antamaan, miten se lämmin vesi tulee siitä pohjasta. Jos siinä on niin kova virtaus, niin sitten sula on suuri ja just näissä isoissa siltahankkeissa yllättäviin paikkoihin tullut näiden pengerten ... Hyvinkin pienet penkereet saattaa aiheuttaa pitkiä sulia

Heimo Rintamäki: Jätkänsilta Rovaniemellä on hyvä esimerkki. Niin kumma kun ei mitään tehty sen kummempaa kuin siltapenkere.

Jyrki Oja: Köyliönjärvellä on myös hyvä esimerkki, järvi jossa ei ole käytännössä virtauksia, tehtiin pengertä niin yhtäkkiä on sulana.

Kalevi Tönkyrä: Onko supouttamisella tulosta kumpaakaan suuntaan, onko se virtausnopeus kuitenkin niin pieni ...

Heimo Rintamäki: Ei varmaan (sosiaalisten vaikutusten osalla...) Monet asetti sellaisen näkökulman, että virtausten muuttuessa jääaika siinä mielessä on vähän lyhyempi.

Kalevi Tönkyrä: Eikö tuo ole nimenomaan se paikka joka ratkaisee jäätien aukaisemisajankin?

Kalevi Annunen: On joo.

Heimo Rintamäki: Ei sen kummempi, se on se päävirtauskanava.

Jyrki Oja: Tuolla alueella on tosiaan kovia virtauksia, itseasiassa kovimpia mitä minä olen Perämerellä sukeltaessa koskaan törmännyt, ihan hellekelilläkin. Jostain syystä tuo pohjan muoto on semmoinen, nimenomaan tuolla missä tuo nuoli on, sillä alueella vesi virtaa todella lujaa. Sen näkee pohjasta, kun se on aivan puhdas. Pintavesi voi olla 15-16 astetta niin se on 7-8 asteista tuon alueen vesi. Eli se tulee todella syvältä, jostain koukkaa sitä vettä.

Markku Maikkola: Mulle on tullut sellainen kuva tämän hankkeen tiimoilla, kun näitä asioita on tutkittu ja pengottu, että jääeroosion vaikutusta on esiintynyt aina ja tulee esiintymään tietynlaista, mutta nämä isot ryminät vähenee jos tuossa on umpinainen kansi läpi talven.

Heimo Rintamäki: Viisi tärkeintä asiaa: Havainto vaikuttavuudesta, kun kiinteitä rakenteita sinne tehdään niin ääri-ilmiöiden mahdollisuus heikkenee.

Markku Maikkola: Semmoinen kuva on tullut, että ne kaksi asiaa jotka vaikuttaa luontoon jatkossa on sää ja maankohoaminen.

Heimo Rintamäki: Olisi hyvä selvittää minkälaiseen veteen jäät tulee, siitä käytiin keskustelua ... Yksi mielenkiintoinen oli perusolosuhteiden merkitys kalastukselle, sitä ei ole kukaan positiivisena arviona tuoda esille eli suomeksi sanottuna jääkenttä pysyy silloin varmemmin paikallaan. Sitten mun mielestä äärettömän iso havainto on lautan vaikutus. Ja kun lautta vaikuttaa niin vaikuttaa laivatkin. Luotojen muutos, vähän oli tulos että eletään sellaista suursäätilaa että on vispannut tuulet. Virtausasiasta todettiin että virtauksia on totta kai kun on tällainen läpipaikka niin se ilmiö on täällä olemassa.

Matti Leppäranta: Liminganlahden tilanne...

Heimo Rintamäki: Se on hyvin kriittinen kohta, se on tällainen ei vaikutuksia. Tuleeko Oulunsalon puolelle rannoille yhtälailla jäät kuin Hailuodon puolelle?

Kalevi Annunen: Siihen kalasataman kohdalle, mutta ei nekään siihen penkkaan yllä.

Heimo Rintamäki: Vaikutusalue oli mun mielestä

Markku Tönkyrä: Vaikutusalue on tietenkin tuonne pohjoispuolelle samanlainen, ei niin kauas, mutta ainakin niihin lähimpiin saariin.

Heimo Rintamäki: ...tuulen suunta ja tuulen kääntyminen.



Hailuodon kunnan lausunto jääeroosiotarkastelusta tehtyihin selvityksiin

Hailuodon historia ensin kesäisin ja myöhemmin ympärivuotisesti asuttuna saarena on kulttuurihistoriallisesti selvitetty 800-luvulle saakka.

Tarkasteltaessa kiinteän yhteyden ja tuulivoimarakentamisen vaikutuksia luonnonympäristöön olisi lyhytkatseista ja virheellistä jättää huomioimatta riittävän pitkä tarkasteluajanjakso. Koska tieteellistä dokumentointia on suoritettu lähes ainoastaan 1900 – luvun loppupuolella on dokumentoidun aineiston kerääminen ollut haasteellista. Käytännössä ainoa käytettävissä oleva tieto on peräisin paikallisten, ikänsä jään ja sen eri ominaisuuksien kanssa tekemisissä olleiden, saaren asukkaiden haastatteluista ja sukupolvilta toiselle siirtyneestä perimätiedosta.

Hailuodon kunta muodostaa lausuntonsa hankkeen puitteissa kootun historiallisen tiedon perusteella. Lausunnossamme olemme eritelleet kolme eri ajanjaksoa ja analysoimme niiden vaikutuksia suhteessa suunniteltuun rakentamiseen ja sen vaikutuksiin.

1. Tilanne 1950 – luvulle saakka ennen lauttaliikennettä, jolloin laiduntaminen oli merkittävin rantojen kasvillisuutta rajoittava tekijä.
2. Tilanne vuoden 1968 jälkeen lauttaliikenteen aikana, jolloin laiduntaminen aikaisemmassa laajuudessa oli jo lopetettu.
3. Tilanne nykyisessä käytössä olevien tehokkaiden suurlauttojen ollessa käytössä (vuodesta 1988).

Asiantuntijalausunnoista ja historiallisista tiedoista ilmenevät seuraavat seikat:

- laiduntamisella on ollut erittäin merkittävä vaikutus rantojen avoimena pysymisessä,
- lauttaliikenne on toiminut ympärivuotisesti vasta nykyisten suurlauttojen aikana,
- lauttaliikenteen ja erityisesti sen aikaansaaman jäätömän väylän on havaittu lisäävän jäiden liikkumista tuulen vaikutuksesta,
- jäiden pystysuora liike on merkittävin jääeroosiota aiheuttava ilmiö eikä se ole riippuvainen ihmisen toiminnasta
- virtausten aiheuttama jäiden heikkeneminen ja sen vaikutus jäiden liikkumiseen tuulen vaikutuksesta,
- historialliseen tietoon perustuen yli 20 cm jäät eivät liikkuneet ennen suurlauttojen lauttaliikennettä, ohuemmat jäät ovat liikkuneet aina liikenneyhteydestä riippumatta,
- historiatietojen perusteella suurimmat syyt jäiden liikkeisiin johtuvat sääilmiöistä, kuten tuulen voimakkuus ja meriveden korkeus,
- rantoja muokkaa voimakkaasti syksyisin myös aaltoeroosio, jonka vaikutukset ovat silmin havaittavia,
- ilman jokavuotisia ilmiöitä rannat ja luodot kasvavat umpeen muutamassa vuodessa,
- maankohoamisen merkitys on suuri ja näkyy viimeisen 50 vuoden aikaisten havaintojen perusteella selvästi rantojen ja luotojen kasvillisuuden ja puuston lisääntymisenä

Analyysi

- mahdollinen kiinteän yhteyden ja tuulivoiman rakentaminen poistaa lauttaliikenteestä aiheutuneen haitan ja edesauttaa merkittävästi tilanteen palautumista luonnonmukaiseksi
- jäiden pystysuora liike lisääntyy jonkin verran patoamisvaikutuksen vuoksi
- laiduntamisen lopettamisen jälkeinen rantojen kasvillisuutta rajoittava tekijä on palautettavissa mahdollisen entisöimistoimenpiteiden ja luonnon monimuotoisuutta edistävän hoitolaidunnuksen avulla
- nykyisen lautan aiheuttama peräaalto ja sen jäätä rikkova vaikutus sekä avoin väylä ovat historiallisen tiedon valossa aiheuttaneet 1990- ja 2000 luvun suuret jään liikkeet



Johtopäätökset

Hailuodon kunnan lausunnossa vaaditaan edellä mainittujen seikkojen huomioimista sekä jääeroosioselvitystä täydennettäväksi siten, että mahdollinen rakentaminen ja sitä kautta saavutettava lauttaliikenteen lopettaminen vaikuttaa merkittävästi tarkastelualan olosuhteiden palautumiseen luonnolliselle tasolle. Kun tarkastelun vertailukohdaksi nostetaan mahdollisimman luonnonmukainen tilanne ennen lauttaliikennettä laiduntamisen loputtua, lauttaliikenteen lopettaminen ennallistaa ja parantaa alueen olosuhteita saattaen ne luonnonmukaiseen tilaan. Tämä yhdistettynä tosiasiaan, että perimätiedon mukaan paksujen yli 20 cm jäiden massiivista vaakasuoraa liikettä ei ole havaittu ennen suurlauttaliikennöntiajanjaksoa, vahvistaa nykytilanteen ihmisen aiheuttamaksi häiriöksi alueen luonnonolosuhteissa.

Lisäksi Hailuodon kunta esittää, että selvityksessä huomioidaan jäiden pystysuora liike merkittävimpana jääeroosion tekijänä jonka vaikutus on jatkuvaa ja erittäin paljon merkityksellisempää kuin kerran noin vuosikymmenessä tapahtuva tuulen vaikutuksesta aiheutuva jäiden vaakasuora massiivinen liike. Malli ja tehdyt tarkastelut eivät ota kantaa siihen, että suunniteltavien siltojen virtausaukkojen kohdalla virtaukset tulevat vahvistumaan, jolloin on varsin todennäköistä, että jäiden vaakasuoraa liikettä esiintyy edelleen virtausaukkojen pysyessä sulina.

Hailuodon kunta esittää lisäksi tarkastelualueelle lisättäväksi ennallistamis- ja hoitotoimenpiteitä hoitolaidunusta tai muuta vastaavaa toimenpidettä, jolla varmistetaan että alueen elinolosuhteet pysyvät edelleen uhanalaisille kasveille suotuisina.

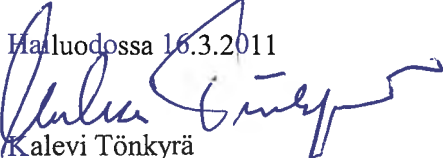
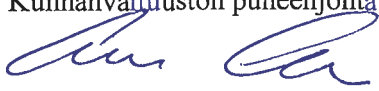
Maankohoamisen ja sen aiheuttaman jää- ja vesieroosion heikkenemisen sekä rantakasvillisuuden lisääntymisen myötä tulevat uhanalaiset lajit häviämään alueelta ilman lieventäviä toimenpiteitä liikenneyhteydestä riippumatta.

Edellä mainituilla historiallisilla faktoilla ja niiden perusteella tehtävillä johtopäätöksillä täydennettynä yllä esitetyillä toimenpiteillä kokonaisvaikutus tarkasteltavaan viiteen kasviin ja tarkastelualan jääeroosioon on vähintään vähäinen alueen luonnonolosuhteita parantavalla tavalla.

Yllä esitettyjen johtopäätösten valossa aaltojen, tuulen aiheuttaman vedenpinnan nousun ja sen seurauksena syntyvän jääeroosion vaikutus kasvuston elinolosuhteisiin ei muutu liikenneyhteyden rakentamisen yhteydessä.

Lopuksi Hailuodon kunta esittää huolensa siitä, että ympäristöministeriön virkamiesten Natura-lausunnossaan esittämä luonnonsuojelulainsäädännön ja luontodirektiivien tulkinta haitallisten vaikutusten merkittävydestä korostuu kohtuuttomasti ja perusteettomasti, ja asettaa Hailuodon kunnan asukkaat ja muutkin alueella liikkuvat eriarvoiseen asemaan, sekä rajoittaa liikenteen ja liikenneturvallisuuden kehittämistä yhteiskunnan kehityksen, yleisen edun, sosiaalisuuden ja talouden kannalta kohtuuttomasti.

Hailuodossa 16.3.2011


Kalevi Tönkyrä
Kunnanvaltuuston puheenjohtaja
Lauri Suomela
Kunnanhallituksen puheenjohtaja
Ari Nurkkala
Kunnanjohtaja
Markku Maikkola
Kunnaninsinööri

Pohjois-Pohjanmaan elinkeino-,
liikenne- ja ympäristökeskus
Veteraanikatu 1
PL 86, 90101 Oulu
puh. 020 636 0020
www.ely-keskus.fi