Litorinameren ylin ranta Suomessa

Pro gradu -tutkielma

Susanne Åberg

4.10.2013

HELSINGIN YLIOPISTO
GEOTIETEIDEN JA
MAANTIETEEN LAITOS
GEOLOGIAN OSASTO

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section	Laitos – Institution – Department
Matemaattis-luonnontieteellinen tiedekunta	Geotieteiden ja maantieteenlaitos

Tekijä – Författare – Author

Susanne Åberg

Työn nimi – Arbetets titel – Title

Litorinameren ylin ranta Suomessa

Oppiaine – Läroämne – Subject

Geologia

Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
Pro gradu -tutkielma	4.10.2013	79 s. + 3 liitettä

Tiivistelmä – Referat – Abstract

Litorinameri kuuluu viimeisimmän jääkauden jälkeisiin Itämeren vaiheisiin, joka alkaa Anculysjärvi-vaiheen jälkeen Tanskan salmien avauduttua noin 9000–7500 vuotta sitten ja se on merkittävä vaihe Itämeren historian kannalta. Pro gradu -tutkimuksen tarkoituksena oli tehdä Gis-pohjainen tietokanta Litorinameren ylimmästä rannasta Suomessa ja mallintaa sen avulla Litorinameren ylimmän rannan sijainti 10 ja 25 metrin tarkkuuksien korkeusmallin avulla. Mallinnuksen tarkoitus oli luoda päivitetty ja numeerisessa muodossa oleva versio Erosen ja Hailan 1992 Litorinameren ylimmästä rannasta.

Litorinameren ylimmän rannan tason pystyy tunnistamaan rantahavaintokohteista kuten kivivöistä, rantavalleista ja rantatörmistä, jotka esiintyvät sopivalla korkeudella. Järvien ja soiden kuroutumis-ajankohtien avulla voidaan tunnistaa, mihin asti Litorinameren murtoveden laajin levinneisyys ulottuu. Tämä voidaan havaita sedimentissä niin sanottuna Clypeus-rajana tai makeanveden ancylussavien muuttumisesta murtoveden litorinasaviksi. Epätasaisen maankohoamisen ja rantapintojen kallistumi-sen vaikutuksesta Litorinameren ylin ranta on diakroninen eli se esiintyy Suomen eri alueilla eri ajan-kohtana. Litorinameren ylimmästä rannasta puhuttaessa on huomioitava se, että se on paikoin syn-tynyt heti Litorinamerivaiheen alussa kuten Pohjanmaalla tai myöhemmin, kuten Etelä-Suomessa, jossa Litorinameren ylimmän rannan muodostumat ovat litorinatransgression aikaisia. Diakronisuudes-ta ja transgression vaikutuksesta Litorinameren ylin ranta on syntynyt paikasta riippuen noin 8000–6500 vuotta sitten.

Muinaisrantatietokantaan koottiin kirjallisuudesta tunnetut Litorinameren muinaisrantahavainnot ja kuroutumishavainnot LiDAR-laserkeilausaineistoa, jonka resoluutio on 2 metriä, sekä DEM 25 metrin korkeusmallia apuna käyttäen. Kohteista tehtiin pistemäistä dataa, jolla on korkeus ja sijainti. Tavoit-teena oli myös löytää uusia rantahavaintokohteita LiDAR-aineiston avulla. Tietokantaan saatiin kerät-tyä 584 rantahavaintokohdetta ja 102 kuroutumiskohdetta, jotka jaettiin havaintojen luotettavuuden perusteella viiteen luokkaan. Tietokannan parhaiden pisteiden avulla mallinnettiin Litorinameren ylintä rantaa (LI) kuvastava taso vektoripohjaista TIN-interpolointimenetelmää käyttäen. Luodun tason avul-la laskettiin kaksi eri tarkkuuksista LI-tasoa esittävä rasteri vähentämällä se sekä DEM 10 metrin kor-keusmallista että DEM 25 metrin korkeusmallista. Muodostetut rasterit kuvastavat eri alueiden suh-teellista korkeutta ja Litorinameren syvyyttä Litorinameren ylimmän rannan aikana. Nämä rasterit luo-kiteltiin kahteen luokkaan niin, että vesi ja maa-alueet erotettiin toisista ja niistä tehtiin LI-tasoa kuvas-tavat polygonit.

Mallintaminen oli haastavaa, sillä rantahavaintokohteet eivät jakaudu tasaisesti ympäri Litorinameren vaikutuspiiriä. LI-tason korkeus vaihtelee Virolahden alueen noin 21 metristä luoteeseen päin korke-nevana niin, että se on Helsingin alueella noin 32 metriä, Turun ja Salon alueella noin 45–52 metriä korkeuden kohotessa Pohjanmaan alueella noin 100 metriin. Korkein Litorinameren rantahavainto si-jaitsee Ylitornion Huitaperin rinteellä 108,4 metrissä. Mallintamisen tulokset muistuttavat hyvin paljon vanhoja Litorinameren ylintä rantaa kuvastavia karttoja, mutta ne ovat paljon yksityiskohtaisempia kuin edeltäjänsä. Toisaalta ainakin 25 metrin resoluution kartta on vielä hyvin karkea ja siinä on nähtävissä apuna käytetyn korkeusmallin virheet. 10 metrin resoluution kartta on puolestaan jo melko tarkka, mutta se kaipaa vielä parantelua. Muinaisrantatietokanta ja sen avulla luotujen karttojen toivotaan helpottavan ja edistävän Litorinameren ylimmän rannan tutkimusta.

Avainsanat – Nyckelord – Keywords

Litorinameri, Muinaisrantatietokanta, ASD, Muinaisranta, GIS, Korkeusmallit, Interpolointi

Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited

Kumpulan Tiedekirjasto

Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information

Pro gradu -tutkielmaan liittyvä tietokanta on saatavilla GTK:n hakupalvelusta: http://hakku.gtk.fi

HELSINGIN YLIOPISTO – HELSINGFORS UNIVERSITET – UNIVERSITY OF HELSINKI

Tiedekunta/Osasto – Fakultet/Sektion – Faculty/Section	Laitos – Institution – Department
Faculty of Science	Department of Geosciences and Geography

Tekijä – Författare – Author
Susanne Åberg

Työn nimi – Arbetets titel – Title
The Highest Shoreline of the Litorina Sea in Finland

Oppiaine – Läroämne – Subject
Geology

Työn laji – Arbetets art – Level	Aika – Datum – Month and year	Sivumäärä – Sidoantal – Number of pages
MSc thesis	4.10.2013	79 p. + 3 appendices

Tiivistelmä – Referat – Abstract

The Litorina Sea is the latest Baltic Sea stage, which has dated to begin about 9000−7500 years ago. The sea phase developed after the Ancylus Lake when the straits of Denmark opened, and it is a distinctive phase within the Baltic Sea history. This MSc thesis aims to create a GIS based database about the highest stand of the Litorina Sea in Finland and to reconstruct its extent by interpolating it's shorelines with the resolutions of 10 and 25 meters. The purpose was also to make an updated version of the highest Litorina Sea shoreline map by Eronen and Haila 1992.

The highest shoreline of the Litorina Sea can be observed in ancient shoreline relicts such as stone belts, beach ridges, cliffs and terraces. The widest extent of the Litorina Sea's brackish water can be detected from isolation horizons within mire and lake sediments. It can be distinguished as Clypeus limit or physically as a chance where the clays of the Ancylus Lake turn into clays of the Litorina Sea. The highest shoreline of the Litorina Sea is diachronous and its level in different regions of Finland varies due to the uneven uplift and inclining of the shorelines. It is important to note that the highest shoreline of the Litorina Sea has occurred in some regions at the beginning of the Litorina Sea stage like in Ostrobothnia or later by the time of the Litorina transgression in other places like in southern Finland. Depending on the location, the highest shoreline of the Litorina Sea occurred about 8000 −6500 year ago due to its diachronity and the impact of transgression.

All known shoreline and isolation observations were collected from the literature in the database with the help of LiDAR DEM with a resolution of two meters, and DEM 25. Observations were used to create a database with the information of coordinates and observed altitude. The aim was also to find new shoreline sites. Altogether 564 shoreline observations and 102 isolation observations were collected in the database and they were classified to five classes according to their reliability. The highest shoreline of the Litorina Sea (LI) was reconstructed with the help of the best observation points by using vector based TIN interpolation. Two different resolution LI representing rasters were created by subtracting the formed TIN model from two separate DEM models: DEM 10 and DEM 25. Calculated raster grids represent the relative altitude and the depth of the Litorina Sea at its highest stage in different areas. These rasters were classified into two classes, which other class represents area covered with water and other represents land area, and they were converted into polygons.

Modeling was challenging because observations were not evenly distributed among the sphere of influence of the Litorina Sea. The altitude of LI increases in north-west direction from about 21 m in Virolahti area to about 32 m in Helsinki area, 45–52 m in Turku and Pori and to 100 m in Ostrobothnia area. Highest observation altitude of the Litorina Sea is in Ylitornio in the slopes of the Huitaperi at the level of 108.4 m. The results of the modeling resemble earlier maps of the highest shoreline of the Litorina Sea but they are more detailed. On the other hand the 25 m resolution map is still very coarse reflecting the errors of DEM 25 model. However, the 10 m resolution map is rather detailed, but it still needs some enhancement. Ancient Shoreline Database and associated fine-resolution maps are published to facilitate and promote the research related to the highest stage of the Litorina Sea.

Avainsanat – Nyckelord – Keywords
Litorina Sea, Ancient Shoreline Database, ASD, Ancient Shoreline, GIS, DEM, Interpolation

Säilytyspaikka – Förvaringställe – Where deposited
Kumpula Campus Library

Muita tietoja – Övriga uppgifter – Additional information

The Ancient Shoreline Database is available on the server of the Geological Survey of Finland: http://hakku.gtk.fi.

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO 5

2. GEOLOGINEN TAUSTA 9

2.1. Ylimmän Litorina-rannan tasoon vaikuttavat tekijät Suomessa 9

2.1.1. Maankohoaminen ja geoidin muutokset 10

2.1.2. Eustaattinen merenpinnan kohoaminen 11

2.1.3. Murtoveden laajin ulottuneisuus 12

2.1.4. Litorinatransgressio 14

2.2. Litorinameren rantapinnat ja niiden alueellinen esiintyminen 15

2.2.1. Tyypilliset rantakerrostumat ja -muodostumat 15

2.2.2. Litorinameren rantapintojen luokittelu 17

2.2.3. LI-taso 18

2.2.4. Tunnetut LI-tason korkeudet Suomessa 19

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO 24

3.1. Yleistä 24

3.2. Tietokannan rakenne ja sisältö 25

3.3. Uusien rantahavaintokohteiden määrittäminen LiDAR-korkeusmallin avulla ... 33

3.4. Kohteiden tarkastelu maastossa 34

3.5. Luokittelun perusteita 35

3.5.1. Rantahavaintojen luokittelu 35

3.5.2. Kuroutumistietokannan luokittelu 36

3.6. Litorinameren ylimmän rannantason rekonstruktio interpoloinnin avulla 37

3.7. Polygonien korjaus 41

4. TULOKSET 41

4.1. Havaintoja rantapintakohteiden esiintymispaikoista 41

4.2. Rantataso- ja kuroutumistietokanta 42

4.3. TIN ja interpolointi 44
4.4. DEM 25 metrin korkeusmallin avulla laskettu LI-taso 46
4.5. DEM 10 metrin korkeusmallin avulla laskettu LI-taso 46
4.6. LiDAR-korkeusmallin avulla laskettu LI-taso 48
5. TULOSTEN TARKASTELU 50
5.1. Maankohoamisen vaikutus 51
5.2. Koordinaattien ja sijaintitietojen epävarmuustekijät 51
5.3. DEM ja LiDAR-korkeusmallien eroavaisuudet 52
5.4. Uusien LiDAR-korkeusmallin avulla löydettyjen kohteiden tulkinnat 53
5.5. Alkuperäisviitteistä johtuvat epävarmuustekijät 54
5.6. Kohteiden korkeuksien virhelähteet 54
5.7. TIN-korkeusmalli LI-tason mallintamisessa 57
5.8. Litorinameren rantapintojen alueelliset piirteet 60
5.8.1. Virolahden ja Haminan alue 60
5.8.2. Helsingin, Keravan, Porvoon ja Askolan alue 61
5.8.3. Raaseporin alue 62
5.8.4. Lounais-Suomi 63
5.8.5. Kankaanpään, Pomarkun ja Lavian alue 64
5.8.6. Pohjanmaan alue 65
5.8.7. Iin Alue 68
5.8.8. Pellon ja Ylitornion alue 69
5.8.9. Rovaniemen alue 70
5.8.10. Ahvenanmaan alue 71
6. JOHTOPÄÄTÖKSET 71
7. KIITOKSET 73
8. VIITELUETTELO 73
9. LIITTEET 80

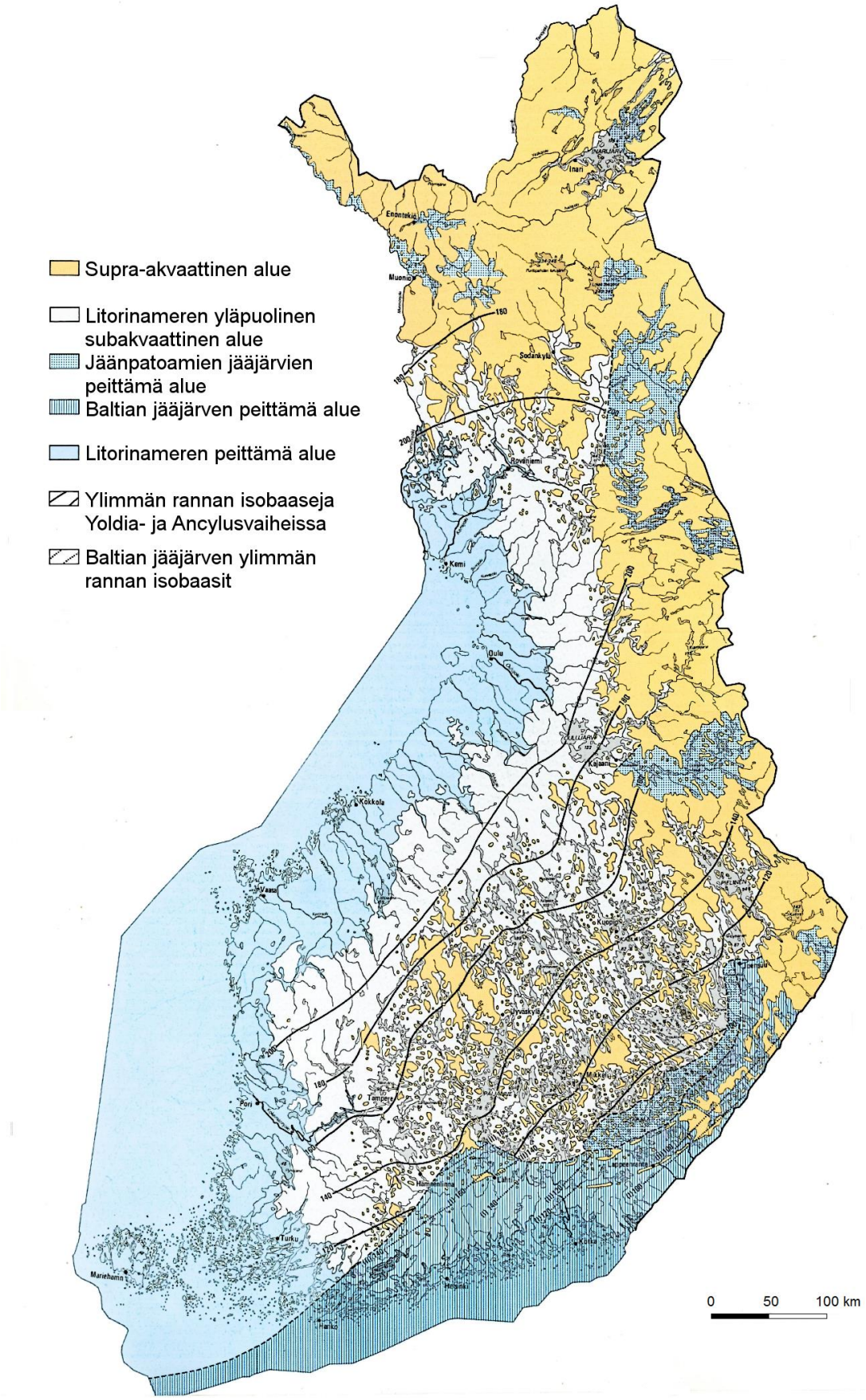
1. JOHDANTO

Itämeri on merkittävä sisämeri, jonka valuma-alueella on useita valtioita ja se on myös historiallisesti tärkeä merialue. Itämeren allas on syntynyt jo kauan ennen holoseenikautta ja se on ollut syvänne ainakin Ediacarakauden aikana (635−541 Ma (International Commission on Stratigraphy 2013)), sillä tämän kauden sedimenttikivet edustavat syvänteen vanhimpia sedimenttejä (Shogenova et al. 2009). Itämeren altaan aluetta ovat kuluttaneet kvartäärikaudella useat eri jäätiköitymisvaiheet ja viimeisimmän jääkauden, Myöhäis-Veikselin jälkeen Itämeren historia on tarkasti tunnettu. Jäätikkö alkoi vetäytyä Itämeren altaan alueelta noin 16 000 vuotta sitten, jolloin muodostui Baltian jääjärven alkuvaihe (Houmark-Nielsen ja Kjær 2003, Andrén et al. 2011). Tämän jälkeen Itämeressä ovat vaihdelleet meri- ja järvivaiheet. Baltian jääjärvivaihe päättyi kun jäätikkö oli vetäytynyt Toisen Salpausselän sisäpuolelle Suomen alueella. Tämä johtui siitä, että samoihin aikoihin Keski-Ruotsissa aukesi meriyhteys jäätikön vetäydyttyä Billingenin vuoren pohjoispuolelle ja patoutuneen Baltian jääjärven vedenpinta laski 25 metriä muutamassa vuodessa (Björck et al. 1996) ja Itämeren allas yhtyi valtameren tasoon. Tämä ajankohta on ajoitettu tapahtuneen 11 700 BP (kalibroitu C^{14}-ikä), jonka jälkeen alkoi Yoldiameri-vaihe, jonka alkua pidetään usein Holoseeniepookin alkuna (Walker et al. 2009). Itämeri oli yhteydessä valtamereen ja sen tasolla, mutta varsinainen vähäsuolainen murtovesivaihe kesti vain noin 300 vuotta (Björck 1995), jonka jälkeen suolaisuus alkoi laskea ja Vänern-järven ympäristön maankohoamisen seurauksena Itämeren allas kuroutui noin 10 700 BP (kalibroitu C^{14}-ikä) Ancylusjärveksi (Andrén et al. 2011).

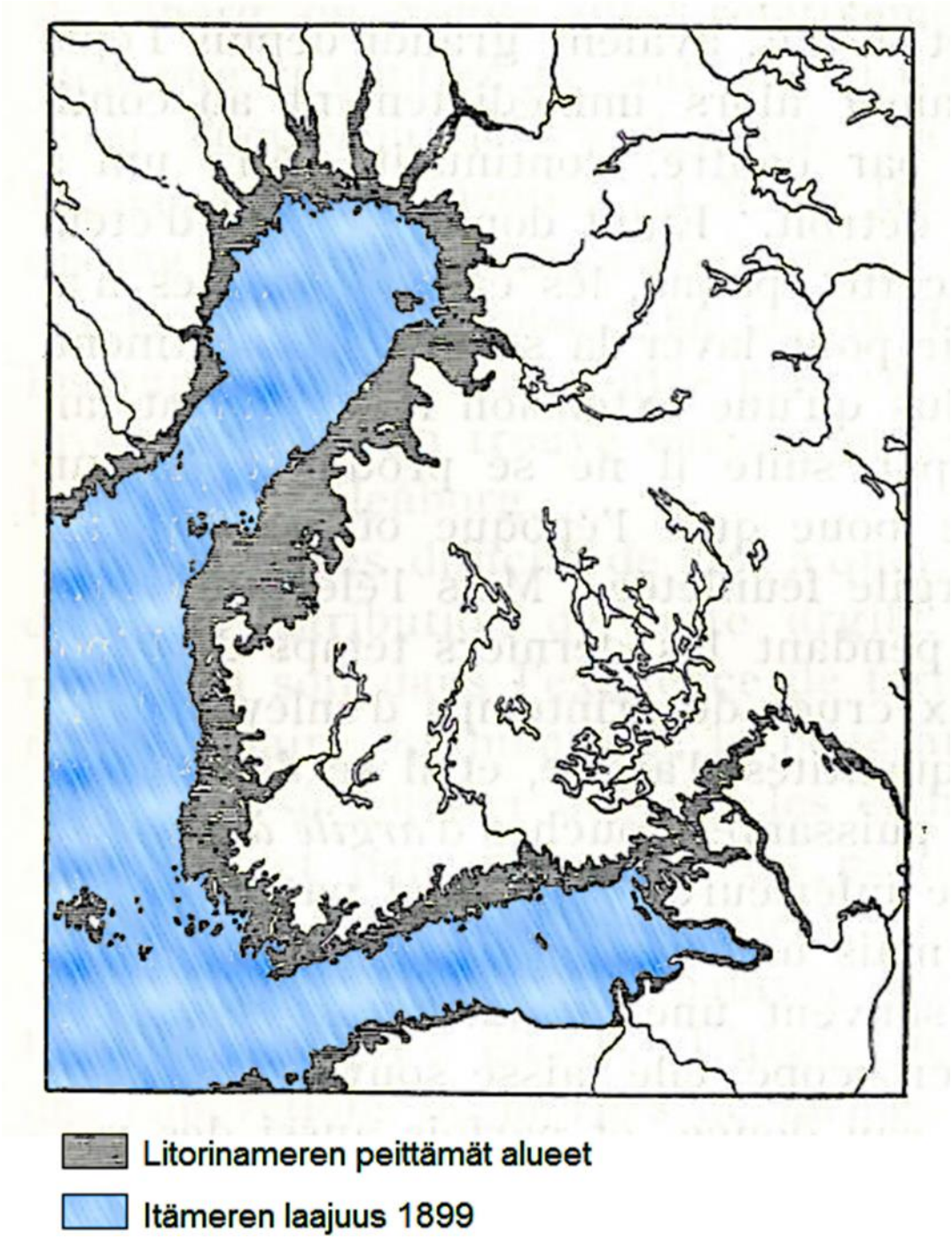
Litorinamerta pidetään yleensä nykyisen Itämeren edeltäjänä. Vaiheen alkuna voidaan pitää hetkeä, jolloin Tanskan salmien läpi pääsi virtaamaan suolaista merivettä Itämeren altaaseen noin 9800 BP (kalibroitu C^{14}-ikä) (Andrén et al. 2000). Sen sanotaan yleensä alkaneen kuitenkin vasta noin 8500 BP–8000 BP (kalibroitu ikä) jälkeen (mm. Andrén et al. 2000). Vanhemmissa tutkimuksissa Litorinameren alkuna pidetään noin 7500 BP (Eronen 1992), joka olisi kalibroituna noin 8300 vuotta sitten. Tätä edeltävää vaihettumisvaihetta (noin 9000−7500 vuotta sitten) kutsutaan Mastogloiameri-vaiheeksi, jonka voi tunnistaa sille erityisistä vähäsuolaisissa vesissä esiintyvissä piileväyhteisöistä ja sedimenteistä (mm. Hyvärinen 1984). Litorinameren nimi on

peräisin *Littorina littorea* -kotilon nimestä (Donner 1995). *Littorina*-kotilo ei selviä vedessä, jonka suolaisuus on alle 8 ‰ (Rosenberg ja Rosenberg 1972). Litorinameri edustaa Itämeren historian suolaisinta vaihetta, sillä se oli Yoldiamerta ja nykyistä Itämerta suolaisempi. Holoseenia edeltävän interglasiaalin, Eem-interglasiaalin aikainen (130 000–150 000 vuotta sitten) (Andren et al. 2011) Eem-meri oli Litorinamertakin suolaisempi (Eronen 1992). Litorinameren vedenpinnan suhteelliseen korkeuteen ovat vaikuttaneet sekä valtameren pinnan eustaattinen nousu että maankohoaminen (Eronen 1974, Björck 1995). Litorinavaiheessa tapahtui ainakin yksi transgressio (mm. De Geer 1890, Eronen 1974), joka johtui siitä, että merenpinnan eustaattinen nousu oli nopeampaa kuin suhteellinen maankohoaminen. Tähän syynä oli se, että mannerjäätikkö oli sulanut aikaisemmin Skandinavian alueella ja maankohoaminen alkoi hidastua, kun vielä samaan aikaan Pohjois-Amerikan jäätiköiden sulaminen jatkui pitäen yllä merenpinnan eustaattista kohoamista. Veiksel-jääkauden jäätiköiden viimeisten rippeiden sulamisen jälkeen noin 7600 vuotta sitten (Yu et al. 2007) maankohoamisen vaikutus ylitti merenpinnan nousun Itämeren altaan alueella ja Tanskan salmet muuttuivat kapeammaksi, mikä aiheutti suolaisuuden vähentymistä Itämeren altaassa. Lindström (1886) tunnisti kahden erilaisen kotilolajin, *Littorina littorea* ja *Limnea ovata* esiintymisajankohtaa Itämeren stratigrafiassa Gotlannista, joiden mukaan Itämeren myöhäisimmät vaiheet nimettiin Litorinamereksi ja Limneamereksi. Litorinameren suolaisuus alkoi vähentyä meriyhteyden kaventuessa (Eronen ja Ristaniemi 1992) johtaen siihen, että Litorinameri-vaihe päättyi noin 4000 vuotta sitten. Litorinameren jälkeistä vaihetta kutsutaan Limneamereksi sen sedimenteissä esiintyvän *Limnea ovata* -kotilon mukaan (Fredén 1979, Eronen ja Haila 1992).

Tämän Pro gradu -tutkimuksen tavoitteina oli muodostaa rantahavaintoja varten paikkatietojärjestelmiin soveltuva tietokanta, kerätä sinne järjestelmällisesti kirjallisuudessa esitetyt tulokset ja tehdä tarkennettu versio Erosen ja Hailan vuoden 1992 kartasta (Kuva 1). Tämän lisäksi tavoittena oli etsiä uusia Litorinmeren ylimmän rannan kohteista erilaisten paikkatietomuotoisten aineistojen avulla. Litorinameri on merkittävä vaihe Itämeren historiassa ja sen tutkiminen on keskeisellä sijalla holoseeniepookin tuntemuksena. Sen ylimmän rannan sijainti on tunnettu summittaisesti jo 1800-luvun lopulta (Kuva 2) (Sederholm 1899) ja sen isobaasit on tunnettu jo karkeasti viimeistään 1900-luvun alussa (Kuva 3) (Sederholm 1910). Litorinameren ylin ranta rajaa myös löyhästi Pohjanmaan alueen happamat sulfaattimaat ja todennäköisesti myös Länsi- ja



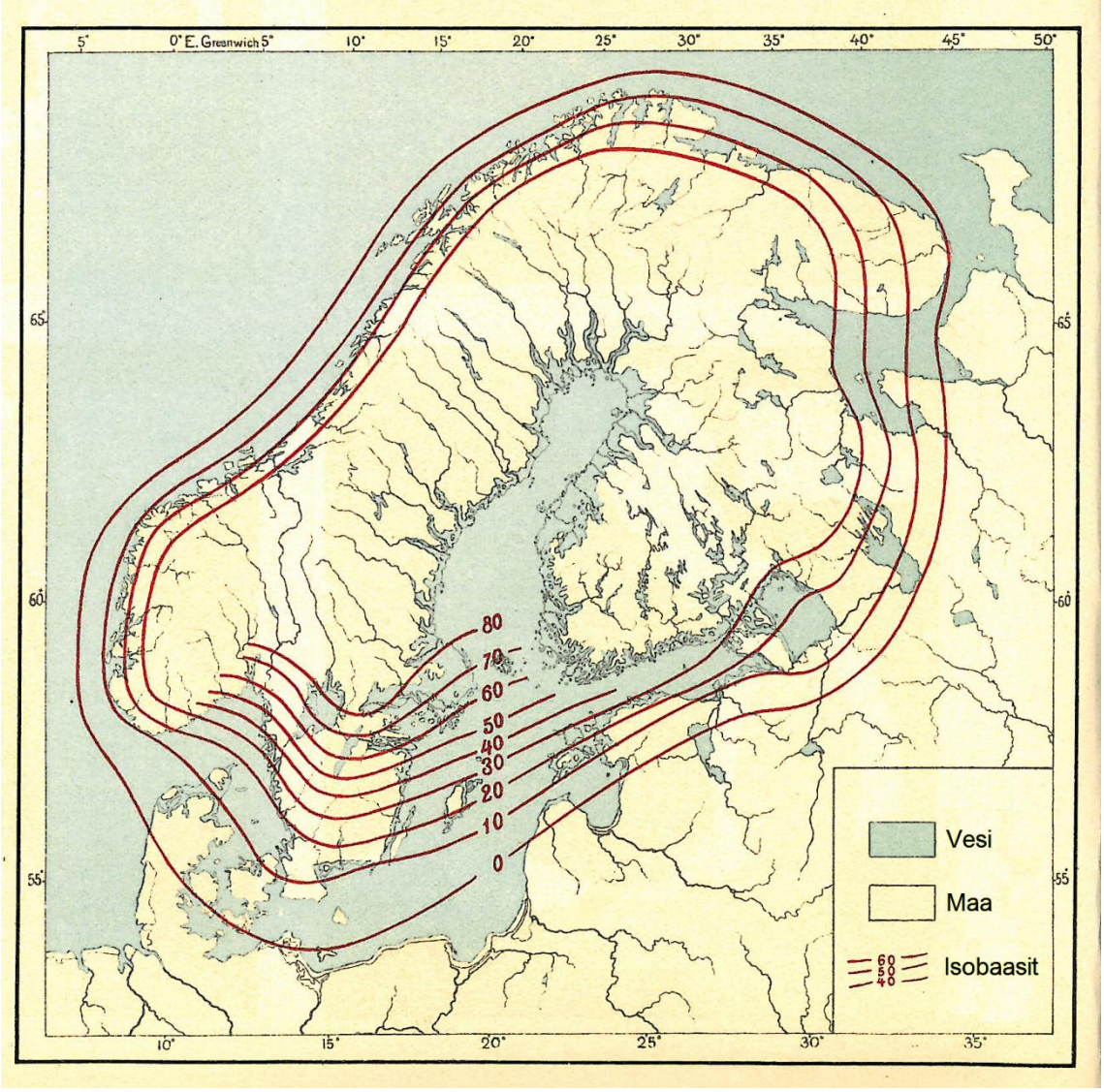
Kuva 1: Litorinameren ylin ranta ja ylin ranta (supra-akvaattiset alueet) Erosen ja Hailan (1992) kartassa. Muokattu Erosen ja Hailan (1992) mukaan.



Kuva 2: Litorinameri vuoden 1899 kartassa. Muokattu Sederholmin (1899) mukaan.

Etelä-Suomen, joiden sijainnin tunteminen on tärkeää rakentamisen ja maankäytön kannalta. Tutkimuksen tarkoituksena oli kerätä kaikki tunnetut Litorinameren ylimmän rannan tason muinaisrantahavainnot ja kuroutumiskohteet samaan tietokantaan rannansiirtymistutkimuksen helpottamiseksi. Tutkimuksen kanssa samaan aikaan Annika Åberg teki tietokannan ja mallinnuksen Itämeren ylimmän rannan kohteista. Kohteet etsittiin erilaisten GIS-pohjaisten karttojen avulla ArcGIS 9.3.1 ohjelmalla (©

ESRI). Rantahavaintoihin liittyvät kohteet tarkistettiin ja tallennettiin tietokantaan. Kohteille annettiin uudet ID-numerot siten, että rantahavaintokohteiden numerot alkoivat luvusta 9001 ja kuroutumiskohteet luvusta 3001. Tavoitteena oli myös käyttää vuoden 2008–2011 LiDAR DEM -laserkeilausaineistoa apuna kohteiden sijaintien löytämiseen sekä löytää sen avulla uusia rantahavaintokohteita. Työ sisälsi muutamien kohteiden maastotarkistuksia.



Kuva 3: Vuoden 1910 kartta Litorinamerestä ja sen isobaaseista. Muokattu Sederholmin (1910) mukaan.

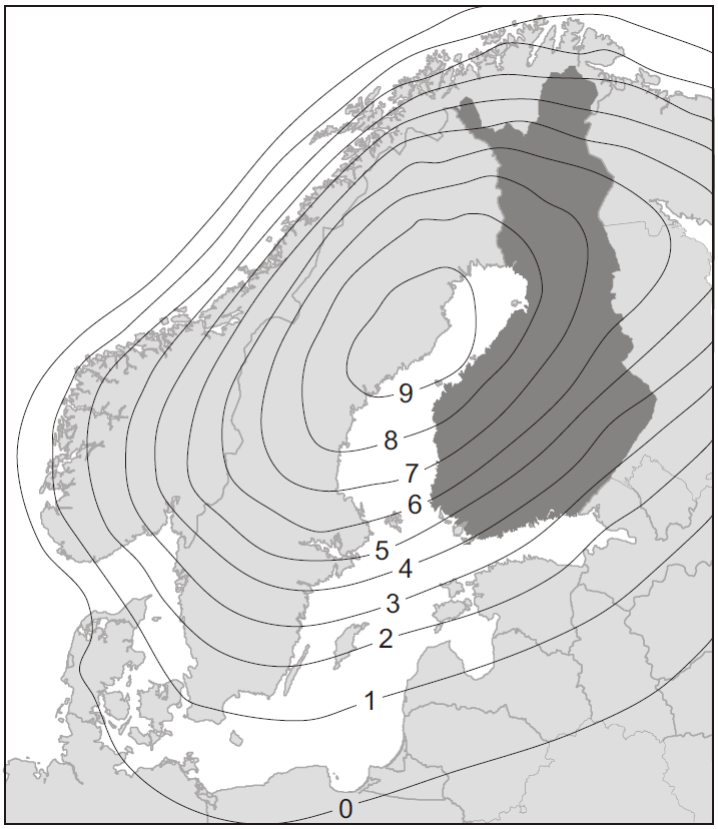
2. GEOLOGINEN TAUSTA

2.1. Ylimmän Litorina-rannan tasoon vaikuttavat tekijät Suomessa

2.1.1. Maankohoaminen ja geoidin muutokset

Geoisostaattinen maankohoaminen johtuu siitä, että jääkauden aikaisen mannerjäätikön sulaessa maankuori pyrkii tasoittumaan isotaattisesti jäätikön massan poistuttua (Vuorinen et al. 2009). Mannerjäätikkö oli muodostanut Suomen alueen kallioperään laajan painanteen Veiksel-jääkauden aikana (mm. Lundqvist 1986) ja näkyvä maankohoaminen on alkanut Veiksel-jääkauden mannerjäätikön alkaessa sulaa noin 13 900 vuotta sitten Suomen alueelta, jonka ikä on kalibroitu Niemelän (1971) ja Saarniston ja Salosen (1995) arvioimasta 12 000 BP:n iästä. Myöhäis-Veiksel-jääkauden jäätikkö oli paksuimmillaan Pohjanlahden alueella 2−3 km ja se oheni joka ilmansuuntaan tältä keskusalueelta (mm. Denton ja Hughes 1981, Fjeldskaar et al. 2000, Siegert et al. 2001). Maa oli painunut yli 800 metriä nykyistä tasoa alemmaksi maanpainumisen keskusalueella, ja kartiomaisen painautuman vaikutus ulottui myös jään laajimman levinneisyyden ulkopuolelle ns. proglacial forebulge -vyöhykkeeseen asti, joka tarkoittaa jäätikön painaman alueen ympärillä olevaa aluetta, missä maan oli kohonnut alkuperäiseen tasoonsa nähden (Mörner 1979). Jäätikön alkaessa sulaa pois, isostaattisesti painuneet vyöhykkeet alkoivat siirtyä vetäytyvän jäätikön mukana (Lundqvist 1986). Pohjanlahden alue on ollut syvemmälle painunut kuin Kaakkois-Suomi, siitä johtuen kallioperä eri puolella Suomea on kallistunut jäätikön massan aiheuttaman epätasaisen isostaattisen palautumisen takia (ks. kartat Eronen 1974, Eronen ja Haila 1992). Maankohoaminen on nopeinta alueilla, joissa on ollut paksuin jääpeite, sillä näillä alueilla vallitsee voimakkain isostaattinen epätasapaino jäiden peräännyttyä alueilta. Tämän takia Pohjanlahden alueen maankohoaminen on ollut nopeinta jäätikön sulaessa alueelta noin 9300 BP (Glückert 1989, Miettinen et al. 1999), joka on kalibroituna noin 10 500 vuotta sitten. Noin 8500 BP maankohoaminen alkoi hidastua merkittävästi (Miettinen et al. 1999), joka vastaisi kalibroituna noin 9500 vuotta sitten. Tämän lisäksi, koska sulaminen on tapahtunut yleispiirteissään noin kaakosta luoteeseen päin, ovat maankohoamisen nopeuden erot Pohjanmaan ja Kaakkois-Suomen välillä huomattavia. On kuitenkin huomioitava, että maankohoamisen nopeus vähenee joka ilmansuuntaan maankohoamisvyöhykkeen keskipisteestä Suomen ja Ruotsin alueella (mm. Kakkuri 1987, Feldskaar et al. 2000). Maa puolestaan vajoaa Alankomaiden, Norjanmeren ja Luoteis-Venäjän alueella (Feldskaar et al. 2000). Litorinameri-vaiheen alussa Pohjanlahti oli syvimmillään Suomen alueella noin 110 metriä nykyisen meren pinnan alapuolella kun taas Virolahden alue oli vain noin 20

metriä merenpinnan alapuolella nykyiseen tasoon nähden esimerkiksi Erosen (1974) kartasta tulkittuna. Nykyiset maankohoamisen isobaasit muistuttavat hyvin paljon sijainnillisesti Litorinameren aikaisia, mutta niiden arvot ovat pienentyneet huomattavasti (Kuva 4).



Kuva 4: Nykyinen maankohoaminen Fennoskandiassa. Isobaasien korkeudet mm a^{-1}. Kuva on muokattu Ojala et al. 2013 mukaan kuvasta Kakkuri 2012. Maankohaminen on suurinta Pohjanmaan alueella.

Maankohoamiseen liittyy myös geoidin kohoaminen, mikä johtuu suurimittakaavaisesta geoidin muodon muutoksesta (Kakkuri 1987). Sjöberg (1983) mallinsi kuoren massan muutoksien avulla geoidin kohoamisen Fennoskandian alueella. Tämän lisäksi geoidin kallistuminen on kolmas tekijä, joka vaikuttaa maan kohoamiseen, mutta sen vaikutus Fennoskandian alueella häviää glasioisostaattisen kohoamisen vaikutuksen alle (Kakkuri 1987).

2.1.2. Eustaattinen merenpinnan kohoaminen

Merenpinnan eustaattinen nousu johtuu puolestaan Myöhäis-Veiksel-jääkauden mannerjäätiköiden sulamisesta Litorinameri-vaiheen ja sen edeltäjien (Baltian jääjärven,

Yoldiameren ja Ancylusjärven) aikana. Koska Itämeren altaan yhteys valtamereen on vaihdellut Itämeren kehitysvaiheiden aikana siten, että järvi- ja merivaiheet ovat vuorotelleet, eustaattinen merenpinnan vaihtelu on glasioisostaattisen maankohoamisen ohella vaikuttanut Itämeren altaan vedenpinnan tasoon. Myöhäis-Veikselin manner-jäätikkö vetäytyi Suomesta noin 10 000 vuotta sitten (9000 BP, kalibroimattomana C^{14}-ikänä) ja jäätikkö suli lopullisesti Ruotsista 9500 vuotta sitten (8500 PB, kalibroimattomana C^{14}-ikänä) (Lundqvist 1986). Litorinameri-vaihe alkaa Tanskan salmien avautumisesta, jolloin se on ollut yhteydessä mereen. Pysyvän meriyhteyden takia Litorinameren pinnankorkeuden vaihteluun sen koko historian aikana on vaikuttanut sekä maankohoaminen ja eustaattinen merenpinnan vaihtelu. Litorinameri-vaiheessa Tanskan salmien yhteys valtameriin oli myös leveämpi kuin nykyisen Itämeren yhteys mereen.

2.1.3. Murtoveden laajin ulottuneisuus

Yksi selkeimmistä Litorinameren ylimmän rannan tunnistuskeinoista on, että sen tunnistaa murtoveden laajimman levinneisyyden rajasta sedimenttikerrostumien stratigrafisten tutkimusten (piilevät) perusteella. (Eronen 1983). Murtoveden laajin ulottuneisuus on hyvä tuntomerkki Litorinameren ylimmän rannan tunnistamiseen, sillä Litorinameri oli Yoldiamerta selvästi suolaisempi, ja koska Yoldiameri oli nykyiseen Itämereen verrattuna hyvin vähäsuolaista (Heinsalu 2001) ja nykyistä Itämerta selvästi laajempi (mm. Eronen 1974 kartta). Yoldiameri oli hyvin vähäsuolainen, koska mannerjäätikön sulaminen toi siihen niin paljon makeaa vettä, ettei Keski-Ruotsissa olleesta salmesta Itämeren altaaseen virrannut suolainen vesi päässyt vaikuttamaan sen saliniteettiin kuin vain noin 300 vuotta (Björck 1995). Yoldiameren suolaisuuden syvän veden alueella on arvioitu olevan noin 3–15 ‰ (Wastegård ja Schoning 1997). Ancylusjärven suolapitoisuus alkoi kasvaa noin 9000 vuotta sitten ja tällöin sanotaan Mastogloiameri-vaiheen alkaneen. Mastogloiameri on nimetty *Mastogloia*-piileväsuvun mukaan (Donner 1995). Pohjanlahden alueella Litorinameren suolaisuus oli suurimmillaan jopa 8 ‰, kun nykyään se on van noin 2 ‰ (Eronen ja Ristaniemi 1992).

Murtoveden ilmeneminen voidaan havaita biostratigrafisien menetelmien, kuten piileväanalyysin avulla, koska piilevien populaatiot reagoivat helposti veden suolaisuuden muutoksiin. Piilevissä tietyt lajit suosivat yleensä suolaisuudeltaan tietynlaista vettä.

Litorinameren alkamisena pidetään usein *Campylodiscus clypeus* -piilevän ilmestymistä sedimentteihin, joka tapahtuu usein veden muuttuessa murtovedeksi suolaisuuden lisääntyessä (Donner 1964, 1966). Murtoveden laajinta levinneisyysaluetta rajaa Clypeus-raja, joka kuvastaa *Campylodiscus clypeus* -piilevän laajinta levinneisyyttä (Sundelin 1922). Clypeus-raja on eri-ikäinen eri osissa Itämeren aluetta. Pohjanlahdella sen ikä on noin 7000 BP (kalibroituna noin 7900 vuotta sitten), mikä on satoja vuosia nuorempi kuin Suomenlahden alueen ikä, joka on noin 7300 PB (Eronen 1974) (kalibroituna noin 8100 vuotta sitten). Tämä johtuu siitä, että suolainen vesi levisi itämeren altaan eri alueille eri aikaan. Clypeus-raja ei ole morfologinen rannantaso vaan sen sijaan biostratisgrafinen horisontti sedimenttisarjassa (Glückert 1976). Clypeus-raja ei ole myöskään suoraan Tanskan salmien avautumisen ajankohta, sillä suolainen vesi ei pystynyt heti leviämään koko Itämeren altaan alueelle (Eronen 1974).

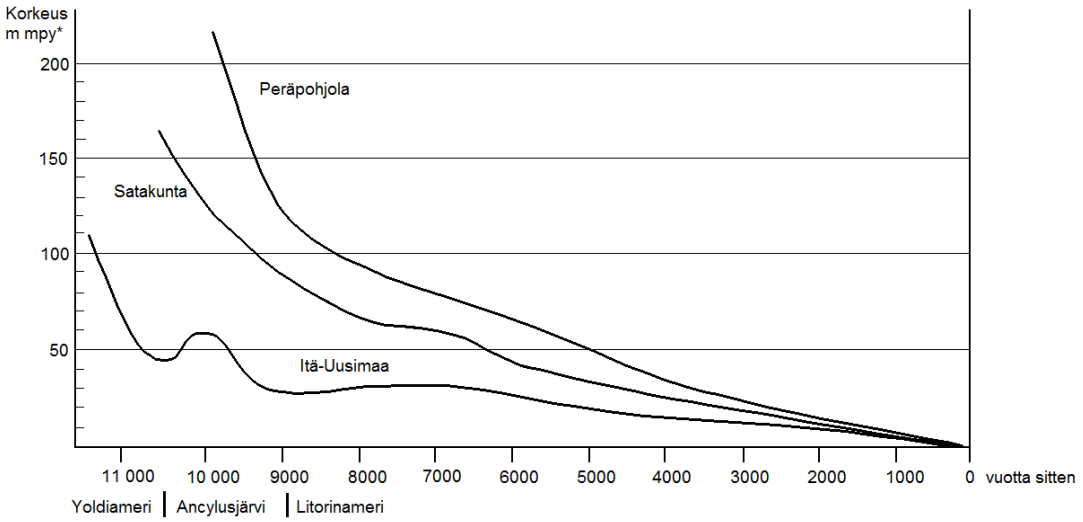
Toinen tärkeä aineisto Litorinameren ylimmän rannan määrittelemiseksi ovat järvien ja soiden kuroutumisajankohdat merestä. Stratigrafisesti Litorinameren voi tunnistaa usein sedimenttisarjassa sen perusteella, että Anculysjärven harmaa savi muuttuu vihreänharmaaksi liejuksi (Ignatius et al. 1981). Litorinamerestä kuroutuneet järvet ovat myös erotettavissa, sillä murtoveteen muodostuva sedimentti eroaa makean veden järvisedimenteistä. Makeassa vedessä on eri piilevälajistot kuin suolaisessa vedessä (mm. Räsänen 1983). Järven kuroutumisen merestä voi tunnistaa vaiheesta, jossa suolaisen meren lajit muuttuvat makeaveden lajeiksi lyhyen murtovesivaiheen jälkeen (mm. Hafsten 1983, Räsänen 1983). Haldenin (1917) mukaan *Campylodiscus clypeus* -piilevää esiintyy kuroutuvassa altaassa, kunnes meren korkeimman veden taso ei enää ylety kuroutumiskynnyksen yläpuolelle. Näiden vaiheiden havaitseminen sedimentti-sarjassa soveltuu Litorinamerestä kuroutuneiden järvien tunnistamisen avuksi.

Litorinameren murtoveden laajinta levinneisyyttä voidaan arvioida myös Cladocera-analyysin avulla. Sarmaja-Korjosen ja Hyvärisen (2002) mukaan Cladocera-analyysia voidaan käyttää transgressioiden, järvien kuroutumisten ja rannansiirtymisten tutkimuksissa vaihtoehtoisena tutkimusmetodina, jos piileväanalyysi epävarma. He tekivät Cladocera-analyysin Ruokolamminsuosta, josta Miettinen (2002) oli tehnyt piileväanalyysin.

2.1.4. Litorinatransgressio

Etelä-Suomen alueella Litorinameri-vaiheen ylin rantataso muodostui Litorina-transgression aikana noin 8000–6500 vuotta sitten. Litorinatransgression aikana eustaattinen merenpinnan nousu ylitti maankohoamisen. Litorinatransgression on havaittu tapahtuneen eri aikoina eri puolilla Itämeren allasta (mm. Eronen 1974). Tästä johtuen se on diakroninen kuten korkeimman merenpinnan korkeus, joka on subakvaattisen ja supra-akvaattisen alueen raja. Litorinameren ylin rantataso ei edusta missään Itämeren ylintä rantatasoa, sillä Suomi oli vapautunut jäästä kokonaan jo Anculysjärvi-vaiheen aikana, minkä jälkeen maankohoaminen on yhä jatkunut. Litorinatransgressio ei ylitä Anculysjärven tai muiden aikaisempien vaiheiden ylimpiä rantatasoja missään päin Suomea. Litorinatransgression suuruus vaihtelee eri osissa maata. Litorinatransgressio näkyy vain Suomen etelä- ja kaakkoisosissa (Kuva 5), sillä Helsingin alueelta länteen maankohoaminen on ollut suurempaa kuin transgressiosta johtuva merenpinnan nousu (Hyvärinen 1980).

Litorinatransgressio tutkimuksellisesti haasteellinen monelta osin. Eronen (1974) on todennut, että Litorinatransgressio tulee aiheuttamaan sekaannusta useiden eri tutkijoiden erilaisten tulkintojen takia. Osa tutkijoista on sitä mieltä, että Litorinavai-



Kuva 5: Rannansiirtymiskäyriä eri puolilta Suomea. Kuva on muokattu Taipaleen ja Saarniston (1991) mukaan. *Tarkoittaa meren korkeutta suhteessa nykyiseen merenpintaan, johon on sisälletty maankohoamisen vaikutus. Litorinatransgressiota ei ole havaittavissa Peräpohjolan alueella. Satakunnassa ja Itä-Uusimaan alueella Litorinatransgression voi havaita pieninä kohoumina käyrissä.

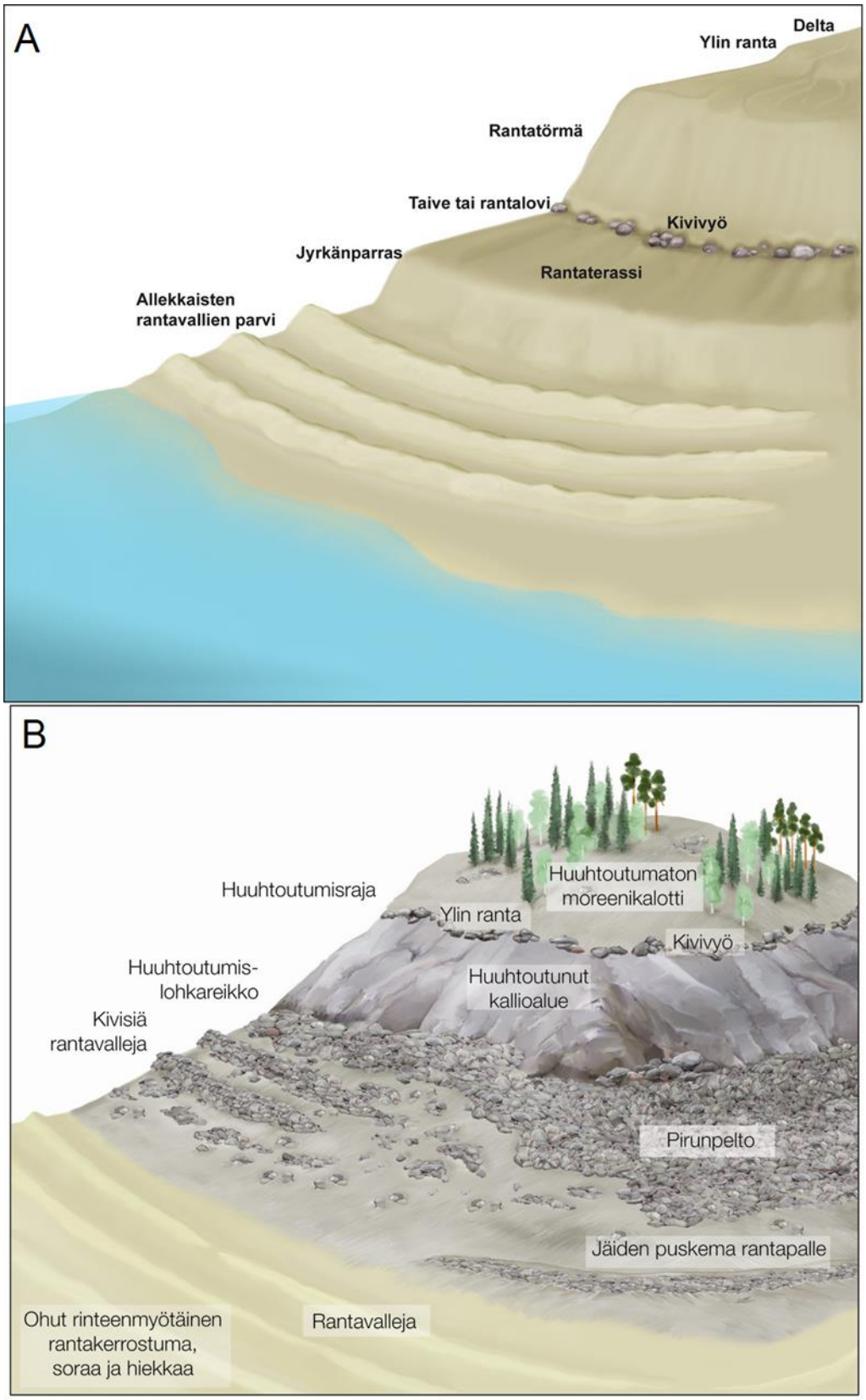
heen transgressioita on vain yksi ja osa uskoo niitä olleen useampia. Esimerkiksi De Geer (1890) ja Eronen (1974) uskoivat, että transgressiota oli vain yksi, mutta sen korkeus ja ikä vaihtelevat eri alueilla. Hyyppä (1932), Salmi (1961) ja Donner (1966) puolestaan päättelivät, että transgressiota on ollut useita.

2.2. Litorinameren rantapinnat ja niiden alueellinen esiintyminen

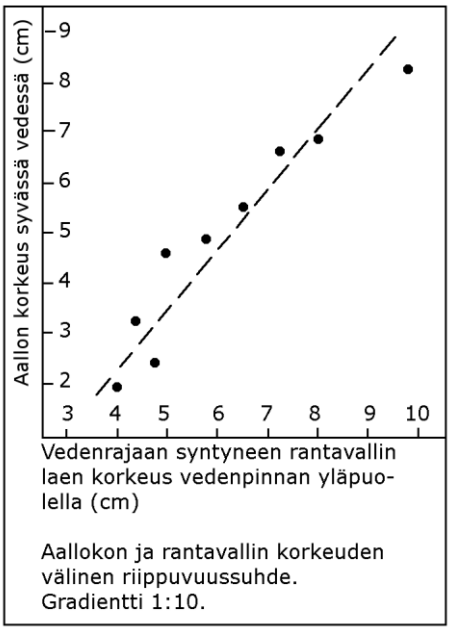
2.2.1. Tyypilliset rantakerrostumat ja -muodostumat

Litorinameran ylimmän rannantason tunnistamiseksi LiDAR-korkeusmallin avulla on tärkeä perehtyä morfologisesti havaittaviin pintoihin, kuten rantamuodostumiin ja muinaisrantoihin. Rantapintoja on monenlaisia. Parhaiten tunnistettavissa olevat rantamuodostumat pystytään havaitsemaan luonnossa muotonsa ja asemansa perusteella. Tunnistettavissa olevia rantamuotoja ovat mm. rantakivikot, rantapalteet ja rantatörmät (Kuva 6) (mm. Oksanen 1998). Muinaisrantamuodostumat luonnossa voidaan havaita esimerkiksi kivivöinä. Tällainen muinaisrantatyyppi esiintyy yleensä moreenimuodostumissa, josta hienompi aines on kulunut pois aallokon vaikutuksesta. Jos muinaisranta on syntynyt lajittuneeseen muodostumaan kuten harjuun, sen havaitseminen luonnossa on paljon vaikeampaa varsinkin, jos alueella on paljon kasvillisuutta. Lajittuneen aineksen muodostumiin syntyy usein rantavalleja aallokon eroosion ja kerrostavaan vaikutuksen myötä. Rantavalleja voi olla allekkain useissa eri tasossa merenpinnan korkeuden vaihtelun takia. Regressiivisillä alueilla, joissa vedenpinta on laskenut tasaisesti, vallien ikä nuorenee niiden korkeuden madaltuessa. Usein kuitenkin toistuvat transgressiot ja regressiot ovat saattaneet vaikuttaa alueella ja vallien ikäjärjestystä on tällöin vaikea arvioida. Esimerkiksi alueilla, joissa on ollut Litorina-transgressio, ylempänä oleva valli saattaa olla nuorempi. Eroosion ollessa voimakkain lajittuneen maalajin muodostumiin syntyy rantatörmiä, jotka muodostuvat aallokon voimakkaan eroosion vaikutuksesta. Vallien korkeuteen suhteessa merenpinnankorkeuteen on vaikuttanut sen muodostumisen aikana vallinnut aallokon korkeus (Kuva 7) (King 1959, Glückert 1967). Rantavallit, jotka syntyvät aallokon vaikutuksesta merenpinnantason yläpuolelle kuvaamaan merenpinnantasoa, ovat tyrskyvalleja (King 1959).

Rantapalteet ovat puolestaan järven tai meren jääpeitteisen ajan aikana jäätikön rannalle työntämiä muotoja, kun vesistön jäätikkö on laajentunut talven aikana. Palteet voivat



Kuva 6: Muinaisrantatyypit. Kuvassa A on esitetty lajittuneen aineksen maaston muinaisrantatyyppejä. Kuvassa B on esitetty moreenialueen tyypillisiä muinaisrantatyyppejä. Litorinameren ylimmän rannantason aikana muodostui lähinnä rantavalleja, rantatörmiä, kivivöitä, rantaterasseja ja rantapalteita. Kuvat: © Harri Kutvonen.



Kuva 7: Rantavallin korkeus suhteessa sen muodostumisen aikaiseen aallokon korkeuteen. Kuva on muokattu Glückertin (1967) mukaan kuvasta King (1959).

koostua klastisesta kivivyön lohkareikosta tai pelkästään maaperän aineksesta. Rantamuotoja syntyyn myös aallokkoeroosion vaikutuksesta, jossa aallokko kuluttaa ja kuljettaa kiviainesta. hienoaines huuhtoutuu yleensä pois ja jäljelle jää vain karkein aines. Törmät ovat puolestaan lähinnä aallokkoeroosion muodostamia jyrkänteitä tai jyrkkiä seinämiä.

Rantamuotoja syntyy myös kerrostumalla. Niistä morfologisesti havaittavia muotoja ovat jokisuistoihin syntyneet deltat ja kuivanmaan deltat eli sandurit, joiden pintaosan useat uomat ovat muodostuneet vedenpinnan yläpuolelle sekä rantaterassit. Litorinameren deltojen pintakerrokset (topset) osoittavat muinaista merenpinnatasoa. Sandureissa vedenpinnan korkeustason määrittäminen on vaikeampaa, sillä niiden topset-kerrokset ovat syntyneet veden pinnan yläpuolelle. Sandureita ei tosin ole voinut syntyä Litorinavaiheessa, sillä siihen aikaan mannerjäätikkö oli jo sulanut kokonaan Suomen alueelta ja ne vaativat sulavan jäätikön reuna-alueen ympäristön muodostuakseen. LI-tason deltat ovat myös Itämeren altaan ylimpään rantaan verrattuna harvinaisia eikä niitä ole juurikaan tunnistettu kirjallisuudessa.

2.2.2. Litorinameren rantapintojen luokittelu

Litorinameri-vaiheessa merenpinnataso oli koko ajan muuttumassa niin kuin nykyisenkin Itämeren rannantaso maankohoamisen ja eustaattisen merenpinnan vaihteluista johtuen. Litorinameren rannantasojen luokittelu on monimutkaista eikä se ole kovinkaan helposti korreloitavissa eri paikkojen välillä, rantatasojen diakronisuudesta johtuen. Monet tutkijat ovat esittäneet useita teorioita Litorinameren pinnan tasojen vaihteluista eikä vieläkään ole täyttä yksimielisyyttä, mitkä eri Litorinameren vaiheiden rantatasot vastaavat toisiaan (mm. Eronen 1974). Yleensä käytetään luokitusta LI, LII, LIII jne. (mm. Glückert 1976). LI on yleensä Litorinameri-vaiheen korkein taso (Hyyppä 1966). Useiden tutkijoiden, kuten esimerkiksi Hyyppän (1932), Salmen (1961) ja Donnerin (1966) mukaan nimet LI, LII, LIII jne. kuvastavat eri Litorinatransgressiota. Myöhemmissä tutkimuksissa niitä kutsutaan Litorinameren eri vaiheiden tasoiksi. LI-taso edustaa vanhinta tasoa ja LII toiseksi vanhinta tasoa (Taulukko 1). Täten mitä suurempi roomalainen numero tasossa on sitä nuorempaa Litorinameren rantaa se kuvastaa. Tässä tutkimuksessa ei kuitenkaan oteta kantaa muiden kuin LI-tason ja paikoin LII-tason sijainnista ja korkeuksista.

Taulukko 1: Litorinameren tasot ja niiden iät eri tutkijoiden mukaan. Muokattu Glückert (1976) mukaan. Taulukossa esitetyt iät ovat alkuperäisiä mahdollisesti kalibroimattomia ikiä. Berglundin (1964, 1971) iät kuvaavat Litorinameren tasojen ikiä Etelä-Ruotsissa. Glückertin (1976) iät ovat Suomesta. Hatakan ja Glückertin (1995) iät ovat interpoloituja ikiä vanhemmista viitteistä Eronen et al. (1993) ja Glückert (1976), jotka on kalibroitu Stuiver ja Pearson (1993) ja Pearson ja Stuiver (1993) käyrien avulla.

Glückert (1976):		Berglund (1964, 1971):		Hatakka ja Glückert (1995) cal. Ikä:	
LI	5000–4500 BC	I	5000–4700 BC	LI	7500
LII	3500 BC	II	4500–4300 BC	LII	6830
LIII	2700 BC	III	3900–3600 BC	LIII	5800
LIV	2000 BC	IV	3500–3300 BC	LIV	4850
LV	ca. 1300 BC	V	2700–2500 BC	LV	3900
LVI	600 BC	VI	2100–1900 BC	LVI	2880
LVII	200 BC			LVII	1950
LVIII	1400 AD			LVIII	630

2.2.3. LI-taso

LI-taso on yleensä Litorinameren ylin rantataso. Tässä gradussa käytetään nimitystä LI-taso Litorinameren ylimmästä rannasta. LI on kuitenkin vaikeasti määriteltävissä, koska sillä on useita merkityksiä. LI-taso on yleensä Litorinameren vanhin rantataso ja samalla myös korkein. LI-tasosta puhuttaessa on tärkeää huomioida, ettei se vastaa suoraan Clypeus-rajaa, sillä LI-taso on morfologinen taso ja Clypeus-raja on biostratigrafinen taso. Clypeus-raja esiintyy usein juuri ennen LI-tasoa (Donner 1964). Vanhoissa

viitteissä esimerkiksi Aario (1935) käyttää Litorinameren ylimmästä rannasta termiä L.G (Litorina Grenze). LI-taso esiintyy Helsingistä itään päin Litorinatransgression tasossa, kun taas Pohjanmaan alueella LI-taso edustaa Litorinameren vanhinta tasoa (Ramsay 1926). Ylimmän Litorinarannan ikä vaihtelee maan eri osissa, ja Pohjanlahden ylimmän rannan ikä on noin 7000 C^{14}-vuotta sitten (kalibroimaton) (Eronen 1974), joka on kalibroituna noin 7900 vuotta sitten. Salmi (1961) arvioi Hyypän (1960) diagrammin avulla LI-tason iäksi Virolahden alueella noin 4500 eKr. eli noin 6500 vuotta sitten ja LII-tason iäksi noin 4000 eKr. eli noin 6000 vuotta sitten. Kalibroituna Salmen (1961) LI-tason ikä olisi noin 7400 ja LII-tason ikä noin 6800 vuotta sitten. Hatakan ja Glückertin (1995) kalibroidun iänmäärityksen mukaan LI-taso oli Lounais-Suomessa 7500 vuotta sitten. LI-taso ei aina ole kuitenkaan ylin Litorinameren rannantaso, vain joillain alueilla LII-taso saattaa olla korkeammalla Litorinatransgressiossta johtuen. Esimerkiksi Virossa myöhemmin muodostunut LII-taso kohoaa LI-tason yläpuolelle sen ylittaessä LI-tason korkeuden Tallinnan alueella Donnerin (1969) rannansiirtymis-diagrammien mukaan. Hyypän (1963) mukaan LI-taso on kallistunut kaakko-luodesuunnassa maankohoamisen takia niin, että se nousee luoteeseen päin noin 20 cm kilometriä kohden kun taas Glückertin (1976) mukaan LI-taso kasvaa luoteeseen päin korkeutta Lounais-Suomen alueella noin 15 cm kilometriä kohden.

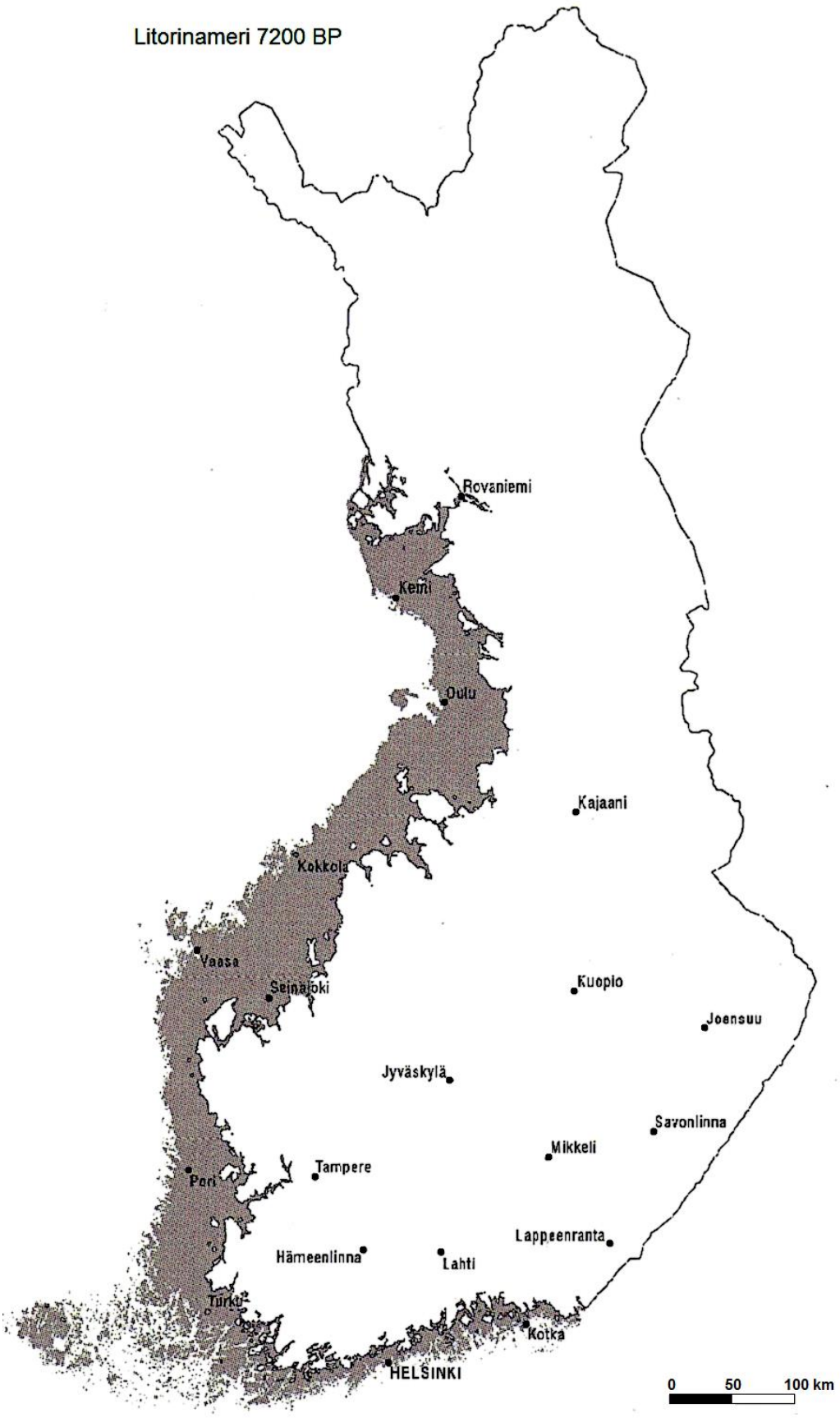
2.2.4. Tunnetut LI-tason korkeudet Suomessa

Kaakkoisimmassa osassa Suomea Litorinameren ylin ranta on kaikkein alimpana ja sen korkeus on mahdollisesti vain noin 19–21 metriä nykyisestä merenpinnasta. Virolahden alueella ylin ranta sijaitsee noin 23 metrin korkeudella merenpinnasta (Miettinen 2002). Salmen (1961) mukaan Litorinameren ylin ranta on 24,5 m Virolahdessa Ruoko-lamminsuon alueella. LII-taso on Salmen (1961) mukaan enintään noin 23,5 m korkeudella. Matalimmillaan Litorinameren ylin ranta on puolestaan noin 20 metrin korkeudessa Miehikkälän ja Virolahden kaakkoisimmissa osissa. 20 metrin isobaasi kulkee juuri Suomen kaakkoisosan itäpuolelta (ks. kartat Eronen 1974 ja Eronen ja Haila 1992). Venäjän puolella LI-tason korkeus on Säkkijärven alueella Viipurista itään hieman yli 20 metriä sen laskiessa kaakkoon kohti Pietaria noin 5 metriin (Hyyppä 1932). Suursaaressa Litorinameren ylimmän rannan muinaisrannat ovat syntyneet noin 24 metrin korkeudelle nykyisestä merenpinnasta ja niiden korkeudet ovat rinnas-tettavissa Viipurin ja Tallinnan alueiden Litorinatasoihin (Heinsalu et al. 1999).

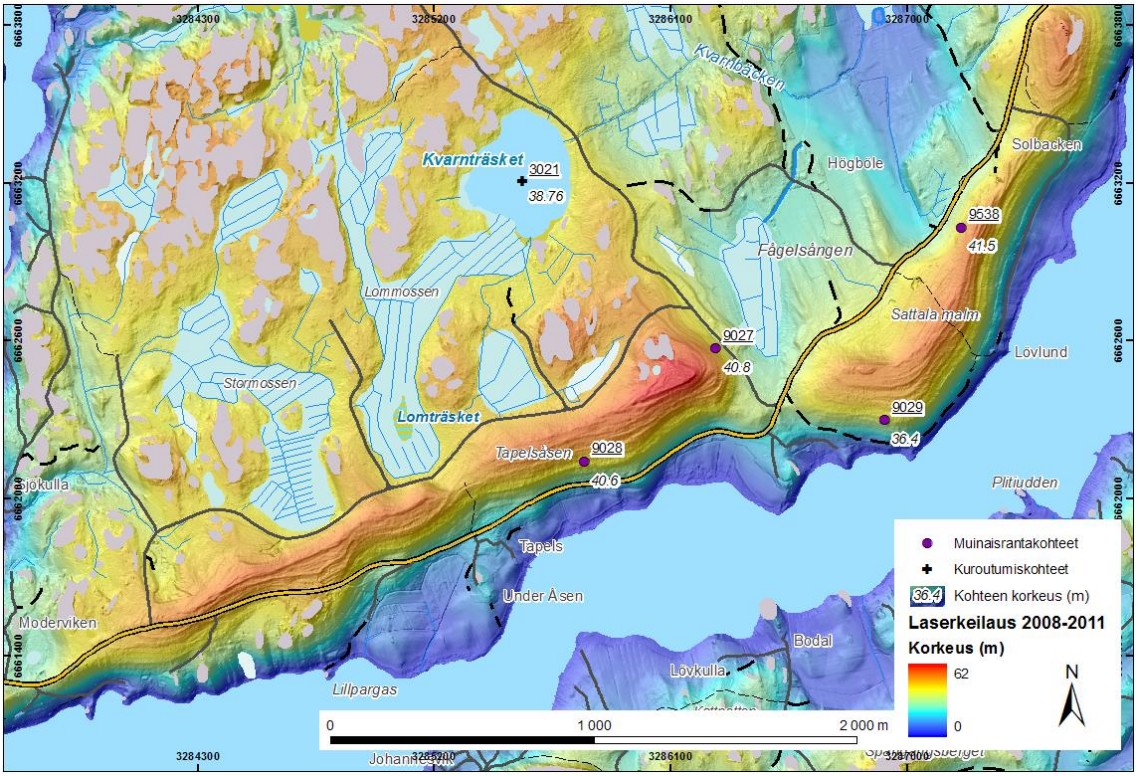
Lännempänä Askolan alueella Litorinameren ylin ranta sijaitsee noin 32,5 m korkeudella merenpinnasta (Tynni 1966).

Litorinameren ylimmän rannan piirissä huomioitava piirre on se, että Helsingin alue kuuluu vaihettumisalueeseen, jossa Litorinameren transgressio muuttuu regressioksi (Hyvärinen 1980). Alueen ylimmän Litorinameren ylin rantataso vaihtelee melko paljon, esimerkiksi Hyyppä (1937) on todennut sen olevan Helsingin ja Espoon alueella noin 33 metriä (Kuva 8), kun taas Aario (1935) mukaan Espoon alueella LI:n korkeus on noin 30–35,5 m. Toisaalta Erosen (1974) mukaan Litorinameren ylin ranta on vajaa 30 metriä nykyistä merenpintaa korkeammalla. Bodomjärven alueella Espoossa mahdollinen Litorinameren rannantaso menee noin 33–34 metrin korkeudella LiDAR-korkeusmallin avulla tutkittuna. Aario (1935) ja Hyypän (1937) tulkinnat vahvistavat teoriaa sen mahdollisesta sijainnista. Myös Tikkasen ja Oksasen (2002) 7200 BP Litorinameren taso sijoittuu hyvin lähelle tätä kohtaa (Kuva 9).

Kuva 8: LI-tasolla oleva kivivyö Espoon Friisinkalliossa noin 33 metrin korkeudella merenpinnasta. Aluetta on tutkinut mm. Törnroos (2000). Kohde on tietokannassa numerolla 9113.



Kuva 9: Tikkasen ja Oksasen (2002) rekonstruktio Litorinamerestä. Muokattu Tikkasen ja Oksasen (2002) mukaan.



Kuva 10: Tunnettuja rantahavaintokohteita Raaseposista, Bromarvin tien varrelta. Alueen kivivyöt ja rantatörmät ovat hyvin selkeästi havaittavissa. Aluetta on tutkinut mm. Rudeberg (1925a): kohde 9538, 9029 ja 9028, Aurola (1938): kohde 9027 ja Eronen et al. (1993): kuroutumiskohde 3021. Koordinaatit ovat KKJ 3 järjestelmässä. Peruskartta on MML:n Topographic database for printing. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

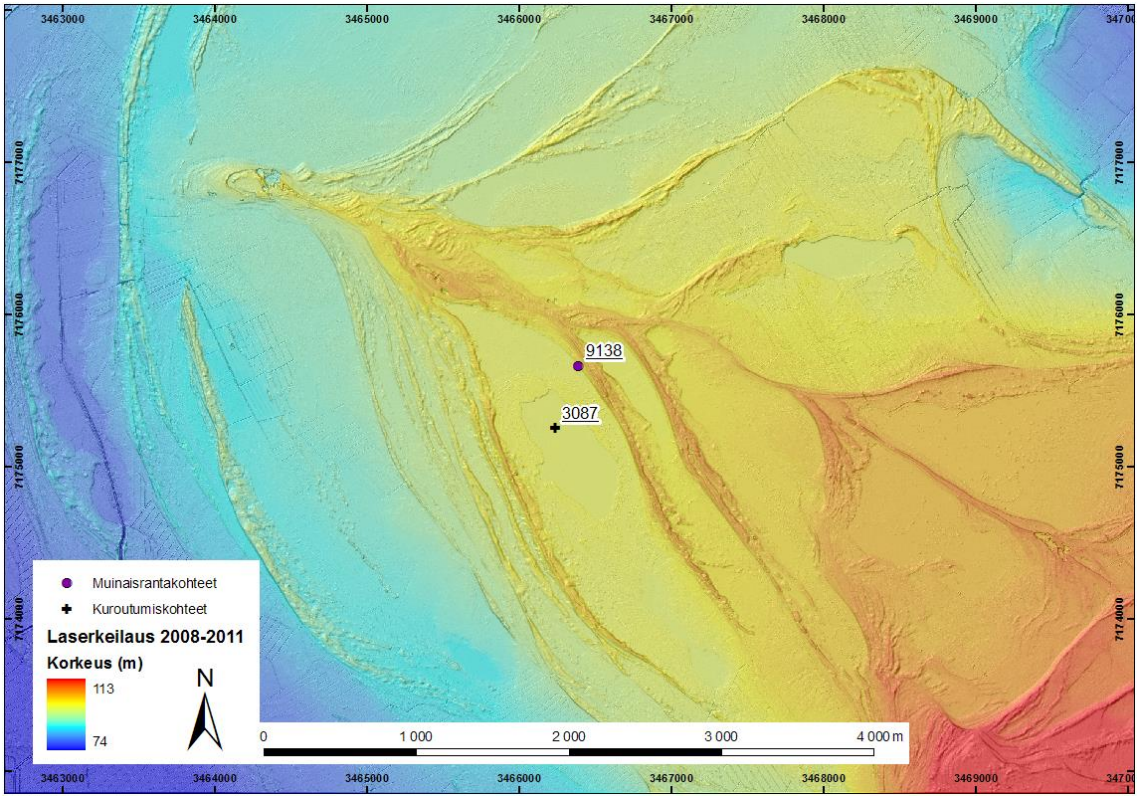
Lounais-Suomen alueen Litorinameren ylimmän tason sijaintia on tutkittu hyvin paljon (Kuva 10). Aluetta ovat tutkineet mm. Rudeberg (1925a ja 1925b), Aurola (1938), Glückert (1976) ja Ristaniemi ja Glückert (1988). LI-tason isobaasit ovat luode-koillinen suunnassa ja LI-taso sijaitsee alueesta riippuen siten, että Ensimmäisellä Salpausselällä se on noin 40 metriä sen kohotessa noin 60 metriin Säkylän Pyhäjärven alueella (Glückert 1976). Turun eteläpuolella Piikkiössä LI-taso on noin 48 metrin korkeudella (Pyökäri 1976). Salpausselillä on paljon selkeitä muinaisrantakohteita, sillä ne koostuvat lajittuneesta maalajeista kuten hiekoista ja sorista, joihin muodostuu helposti törmiä ja rantavalleja aallokon vaikutuksesta. Lounais-Suomen LI-tason isobaasit ulottuvat Ahvenanmaalle asti. Ahvenenmaan aluetta on tutkinut lähinnä Glückert (1978) ja hänen mukaan LI-taso on alueella noin 52–59 metrin korkeudella, joka vastaa korkeudeltaan Lounais-Suomen LI-tason korkeutta. Hän tutki myös alueen LI-tasolla olevia soita, joiden kuroutumiskynnyksien korkeudet vastaavat ranta-havaintojen korkeuksia eli noin 53–59 metrin korkeutta.

Litorinameren ylin tunnettu ranta on kirjallisuuden perusteella noin 100 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella ja se sijaitsee Pohjanmaalla (Eronen 1992). Glückertin (1989) mukaan ylimmän Litorinarajan sijainti vaihtelee Pohjanmaan alueella noin 88–100 m mpy. Alueen ylimmän Litorinarannan sijainnit vaihtelevat kaakko-luodesuunnassa. Glückertin (1989) kartan mukaan 90 metrin isobaasi kulkee Karijoen, Kauhajoen linjaa pitkin läpi Kuortaneen ja Alajärven. 95 metrin isobaasi kulkee puolestaan Jurvan, Lapuan ja Evijärven linjaa pitkin. Litorinameren ylimmät rannat, jotka saavuttavat noin 100 m mpy sijaitsevat Oravaisen, Kannuksen ja Ylivieskan linjan kohdalla.

Pohjois-Pohjanmaan alueen ylin Litorinaranta sijaitsee paikasta riippuen noin 100–90 metrin korkeudella (Kuva 11). Alueelta on tehty vain muutamia Litorinameren ylimpään rantaan liittyviä tutkimuksia verrattuna Etelä- ja Keski-Suomeen. Esimerkiksi Eronen tutki vuonna 1974 muutamia järviä Oulun seudulla. Sanginkylässä sijaitseva Iso-Vuotunki kuvastaa rajaa, jota ylemmäksi Litorinameren laajin levinneisyys ei ole voinut ulottua, sillä Erosen (1974) mukaan se sijaitsee metrin Litorinarajan yläpuolella eikä siinä ole havaittavissa murtoveden esiintymistä kuin Mastogloia-vaiheen verran. Täten alueen ylin Litorinaraja sijaitsee alle 94,5 m mpy. Erosen tutkima Vähä-Vuotunki (korkeus 93,5 m mpy) edustaa mahdollisesti Litorinameren ylintä rantaa, sillä se on kuroutunut altaaksi 6480 C^{14}-vuotta sitten eli kalibroituna noin 7800 vuotta sitten.

Litorinaraja Lapissa on melko huonosti tunnettu. Viitteitä siitä antavat useiden tutkijoiden määrittämät isobaasikartat kuten esimerkiksi Erosen ja Hailan (1992) kartta ja Erosen (1974) kartta. Hyyppä (1966) on myös tutkinut järviä alueelta ja niiden korkeudet viittaavat siihen, että Lapissa LI-tason korkeus vaihtelee noin 105–99 metrin korkeudella. Muutamia kuroutumiskohteita on myös tutkinut Saarnisto (1981), mikä viittaa LI-tason olevan korkeammalla kuin 92 metriä. Erosen (1974) mukaan Rovaniemen alueella ylin Litorinaranta on korkeudella noin 90 metriä merenpinnasta. Tunnettuja rantahavaintokohteita Lapista ei löytynyt kirjallisuudesta, mutta se ei poissulje vaihtoehtoa, ettei niitä voisi vielä löytyä. Saarniston (2005) mukaan Rovaniemen Litorinameren ylimmän rannan korkeus on määritetty piilevien avulla alueiden järvisedimenteistä, sillä hänen mukaansa Litorinameren ylin rantaa ei näy maastossa muinaisrantana. Saarniston (1992, 2005) mukaan Litorinameri ulottui vielä noin 7800–7400 vuotta sitten Vanttauskosken ja Ounasjoen laaksoihin, jonka jälkeen ne vapautuivat vedestä. Tämä viittaisi siihen, että Litorinameren ylimmän rannan aikana

Litorinameri ulottui pitkälle sisämaahan Rovaniemen alueella. Tämä ilmiö on jo tunnettu ainakin mm. Sederholm (1899) (Kuva 2) ja Sederholm (1910) (Kuva 3) kartoissa, joissa näkyy Rovaniemen alueelle tunkeutunut merenlahti.



Kuva 11: Rantavalleja Torankankaalla Muhoksen ja Utajärven rajalla. Rantavallit ovat muodostuneet jäätikön perääntyessä alueelta noin 8600–7100 vuotta sitten (TUURA 2011). Kohteen rantavallit kuuluvat TUURA-alueeseen TUU-11-057 (Mäkinen et al. 2011). Osa valleista on muodostunut Litorinameren ylimmän rannantason aikaan, kuten valittu sijaintipiste 9138. Kuroutumiskohde 3067 on Gunnar Branderin löytämä kohde (ks. Okko 1949). Litorinameren ylimmän rannan rantavallit ovat muodostuneet noin 95,7 metrin korkeudelle. Koordinaatit ovat KKJ 3 järjestelmässä. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

3. TUTKIMUSMENETELMÄT JA AINEISTO

3.1. Yleistä

Tutkimuksessa kerättiin kirjallisuudessa tunnettuja Litorinameren ylimmän rannan rantahavaintokohteita, joiden tarkat sijainnit etsittiin kirjallisuuden ja erilaisten karttojen avulla sekä myös LiDAR DEM -korkeusmallin ja Maanmittauslaitoksen (Maanmit-

tauslaitos 2013e,f) DEM 25 metrin korkeusmallin (Digital Elevation Model) avulla (Maanmittauslaitos 2013d). Kartta-aineistoina käytettiin Maanmittauslaitoksen pohjarastereita ja oikeaväri-, mustavalko- ja vääräväri-ilmakuvakarttoja (Maanmittauslaitos 2013g). Tämän lisäksi apuna käytettiin myös muita peruskarttoja ja kuten Maanmittauslaitoksen ja HALTIKin peruskarttatietokannan Topographic database for printing -karttaa. (Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013). Näiden lisäksi käytettiin erilaisia maaperäkarttoja kohteiden maalajin varmentamiseen tai tunnistamiseen. Karttoina käytettiin Geologian tutkimuskeskuksen (GTK) maaperäkarttoja: 1:20 000/50 000 (GTK 2013a) yhdistelmäkartta, 1:200 000 (GTK 2013b), 1:1 000 000 (GTK 2013c). Apuna käytettiin myös Tapio Väänäsen tietokantaa, johon oli koottu muinaisrantahavaintoja (Tapio Väänänen, suullinen tiedonanto 2012).

Kuntien nimet on määritetty vuoden 2011–2012 kuntajaon mukaan (Maanmittauslaitos 2013a). Kohteiden korkeuden määrittäminen on puolestaan tehty aina LiDAR-korkeusmallista, jos kohteen koordinaatit osuvat LiDAR-korkeusmallin alueen sisään. Osassa kohteista korkeuden määritys on pitänyt tehdä DEM 25 metrin korkeusmallista (Maanmittauslaitos 2013d), koska koko Suomen LiDAR-korkeusmallia ei ollut saatavilla, sillä laserkeilaus on vasta tehty osasta Suomen aluetta ja tämän lisäksi kaikkia jo olemassa olevia aineistoja ei ole vielä käsitelty käytettävään muotoon. Loppuvaiheilla tuli käyttöön 10 metrin resoluution DEM-korkeusmalli (Maanmittauslaitos 2013c). Maanmittauslaitoksen karttoja on käytetty Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston lisenssin ehtojen mukaisesti (Maanmittauslaitos 2012). DEM 10 metrin korkeusmallia ei ehditty käyttää yhdenkään kohteen sijainnin määrittämiseen. Sitä hyödynnettiin kuitenkin Litorinameren ylimmän rantatason rekonstruktion laskemiseen. Lähteissä oli käytetty useita eri koordinaattijärjestelmiä mm. kaistakorjattua KKJ koordinaatistoa, yhtenäiskoordinaatisto KKJ 3:ta WGS-84:ää. Ne muutettiin Kansalaisen karttapaikan koordinaattimuutosohjelman avulla KKJ 3 koordinaattijärjestelmään (Maanmittauslaitos 2013b). Kohteet saivat uudet sijaintikoordinaatit, jos alkuperäisistä suoraan muutetut koordinaatit olivat tutkimuksen kannalta epäsopivalla paikalla.

3.2. Tietokannan rakenne ja sisältö

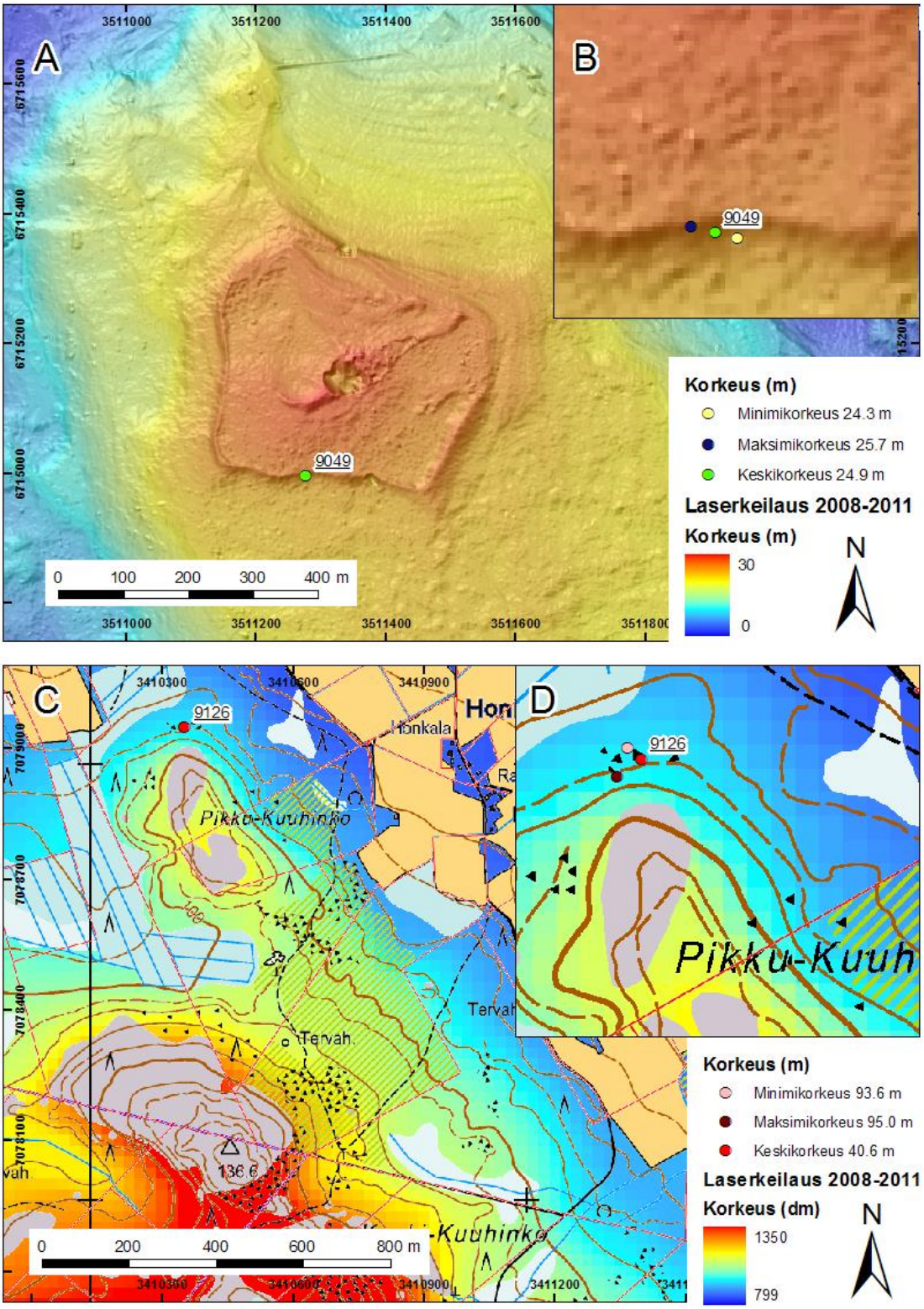
Yksi tutkimuksen tärkeimmistä tavoitteista oli luoda rantahavaintotietokanta (Ancient shoreline database, lyh. ASD). Tietokanta koostuu sekä Litorinameren ylimmän rannan rantahavainto ja kuroutumiskohteista että A. Åberg, (2013) gradun ylimmän rannan rantahavaintokohteista ja kuroutumiskohteista. Tietokannasta tehtiin paikkatietomuotoinen taulukko (Liite 3a ja 3b). Tietokantaan kerättiin kaikki tunnetut rantahavainto- ja kuroutumiskohteet ja ne luokiteltiin havaintojen luotettavuuden perusteella viiteen luokkaan. Kohteet numeroitiin uusien ID-numeroiden (ID_GTK) avulla, jotka alkavat kuroutumiskohteilla numerosta 3001 ja rantahavaintokohteilla numerosta 9001. Kaikissa rantahavainto- ja kuroutumiskohteissa on sijaintitieto KKJ 3 koordinaatistossa. Rantahavaintotietokannassa on määritetty kohteen keskimääräinen korkeus, joka vastaa usein koordinaattipisteen korkeutta ja tämän lisäksi arvioidut maksimi- ja minimikorkeudet, jotka ovat usein määritetty LiDAR- tai DEM 25 metrin korkeusmalleilta (Kuvat 12 ja 13 ja Taulukko 2). Kuvista tehdyillä korkeusprofiileilla voidaan havaita törmien ja vallien eroavaisuudet selkeämmin (Kuva 14 ja Kuva 15). Kuroutumistietokantaan on kerätty puolestaan järvien ja soiden kuroutumiskynnyksen korkeudet ja nykyiset pinnankorkeudet (Taulukko 3). Ahvenanmaan alueelta ei ollut tarkkaa korkeusmallia saatavilla vaiheessa, jossa tietokanta luotiin (Kuva 16). Alueen kohteiden sijainnit ja korkeudet mitattiin korkeuskäyrien korkeuksien avulla (Kuva 16). Nykyinen pinnankorkeus on määritetty alueesta riippuen LiDAR- tai DEM 25 metrin korkeusmallilta ja kuroutumiskynnys on usein otettu suoraan viitteestä, sillä sitä on vaikea määritellä korkeusmallien avulla. Tämän lisäksi kuroutumistietokannan on kirjattu ylös kohteiden tunnetut C^{14}–radiohiiliajoitukset, jotka on kalibroitu uudelleen kalenterivuosiksi Calib6.10-kalibroitiohjelman (Stuiver ja Reimer 1993) avulla käyttäen Reimerin et al. (2009) IntCal09 kalibrointikäyrää. Tietokannan rakenne ja sisältö on kuvattu tarkemmin Liitteessä 1.

Taulukko 2: Rantahavaintokohteiden taulukon sarakkeet ja esimerkkikohde.

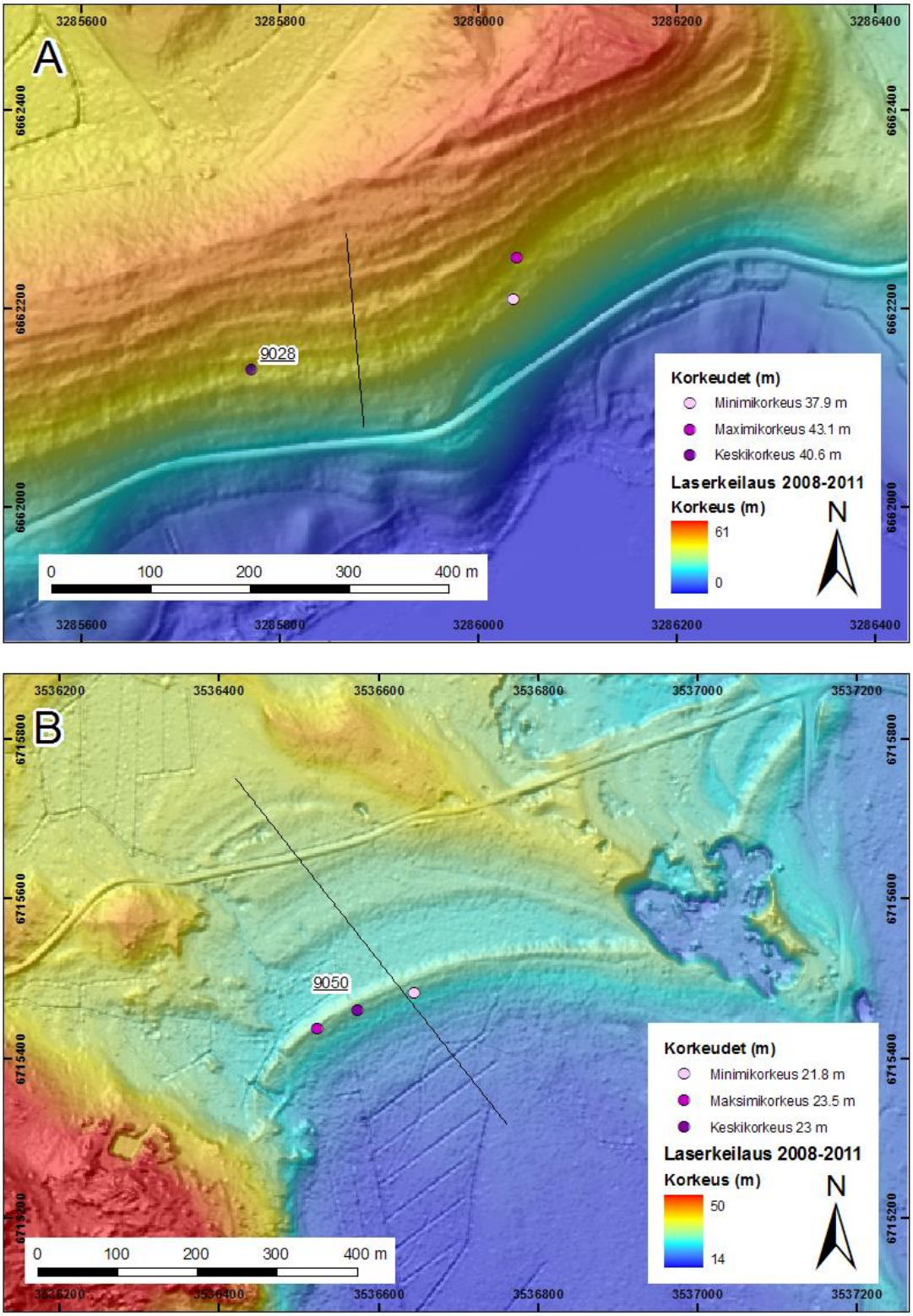
ID_GTK	9028
ID_org	17
Data_type	Published_and_verified
Site	Tapelsåsen SE
Locality	Raasepori
Easting_KKJ3	3285771,096
Northing_KKJ3	6662138,096
Easting_org	2453026
Northing_org	6656196
Descr_coord_man	Coord_det
Descr_coord_text	Alkuperäiset koordinaattit (Tapio Väänänen) KKJ 2. Kokonaan uudet KKJ 3 koordinaatit. Siirretty vain hieman ylemmäksi.
Landform_type	Stone_belt
Shore_altitude_MEAN	40,6
Shore_altitude_MIN	37,9
Shore_altitude_MAX	43,1
Shore_altitude_org	41,7
Descr_alt_man	Alt_corr
Stage_org	LI
Highest_shore	No
Stage_interpr	Litorina_transgr
Study_year	1925
Author	Gillis Rudeberg
Reliab_class	Class2
Notes	LI-tason kivivyö. Tapio Väänäsen pisteissä korkeus 42 m. Suuri vaihteluväli. Myös Aurola 1938 tutkinut kohdetta.
Reference2	Rudeberg, G. 1925. Om nivåförändringarna i sydvästra Finland. Geografiska annaler 1925 H. 4. S. 343–352. Aurola, E. 1938. Die Postglaziale Entwicklung Des Südwestlichen Finnlands. Bulletin de la Commision géologique de Finlande, 121, 7–166.
Dm	406
DEM	laserDEM
Reconstr	Yes

Taulukko 3: Kuroutumiskohteiden taulukon sarakkeet ja esimerkkikohde.

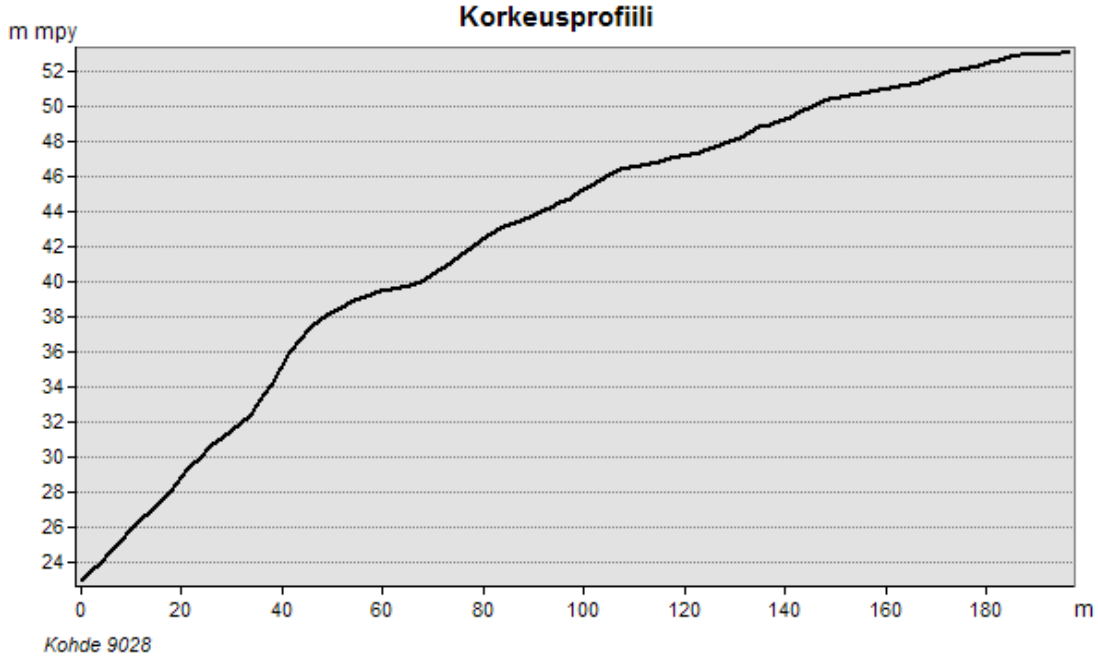
ID_GTK	3021
ID_org	124
Site	Kvarnträsket
Locality	Raasepori
Easting_KKJ3	3285536
Northing_KKJ3	6663207
Easting_org	23°09'
Northing_org	60°02'
Descr_coord_man	Coord_corr
Descr_coord_text	Alkuperäiset ovat WGS-84, mutta niiden virheiden ja karkeuden takia kokonaan uudet KKJ 3 koordinaatit LIDAR-korkeusmallien avulla.
Site_type	Lake
Site_altitude	36,9
Threshold_altitude	38,76
C14_age	6605
C14_code	GrN-19940
C14_error	40
C14_cal_MED	-5552
C14_cal_MIN	-5486
C14_cal_MAX	-5617
Stage_org	LI
Highest_shore	No
Stage_interpr	Litorina_early
Study_year	1993
Author	Matti Eronen et al.
Reliab_class	Class1
Notes	Treshold N2000, Viite : Vuorela et al. 2009. Järvestä myös toinen ajoitus artikkelissa Eronen 1993
Reference2	Eronen, M., Glückert, G., van de Plassche, O., van der Plicht, J., Rajala, P. & Rantala, P. 1993: The postglacial radiocarbon-dated shoreline data in Finland for the Nordic Data Base of Land Uplift and Shorelines. Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKi), Project NKS/KAN 3, subproject 3.2.4.2, 1992–93, Stencil. 1–40.
Dm	388
DEM	laserDEM
Reconstr	No



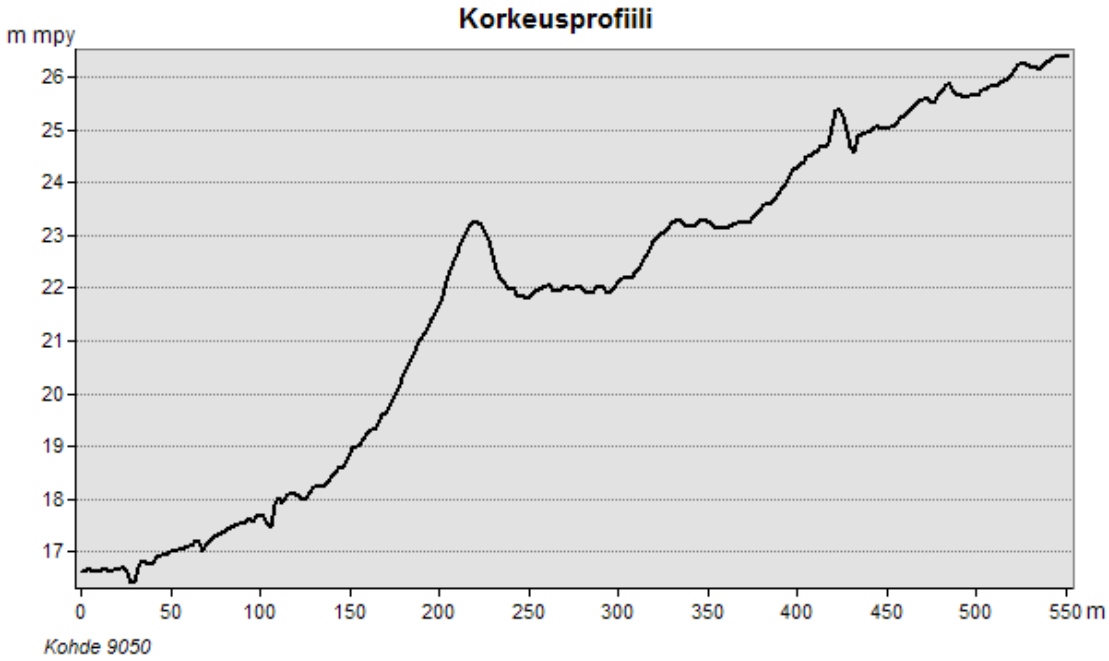
Kuva 12: Esimerkkejä kohteiden korkeuksien mittaamisesta. Kuvassa A on LiDAR-korkeusmallin ja MDOW-vinovarjovalaistuksen avulla mitattu rantatörmä Haminan Munavuoresta, (kohde 9049) jota on tutkinut (Hyyppä 1937). Kuvassa B on korkeusmittausesimerkki DEM 25 metrin korkeusmallilta. Lähikuvassa voi nähdä selvästi DEM 25 karkeuden. Kohde 9126 on kivivyö ja se on Glückertin et al. (1993) tutkima kohde. Pohjakartat: Peruskarttarasteri: © Maanmittauslaitos 2013. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013. Korkeusmalli 25 m: © Maanmittauslaitos 2013.



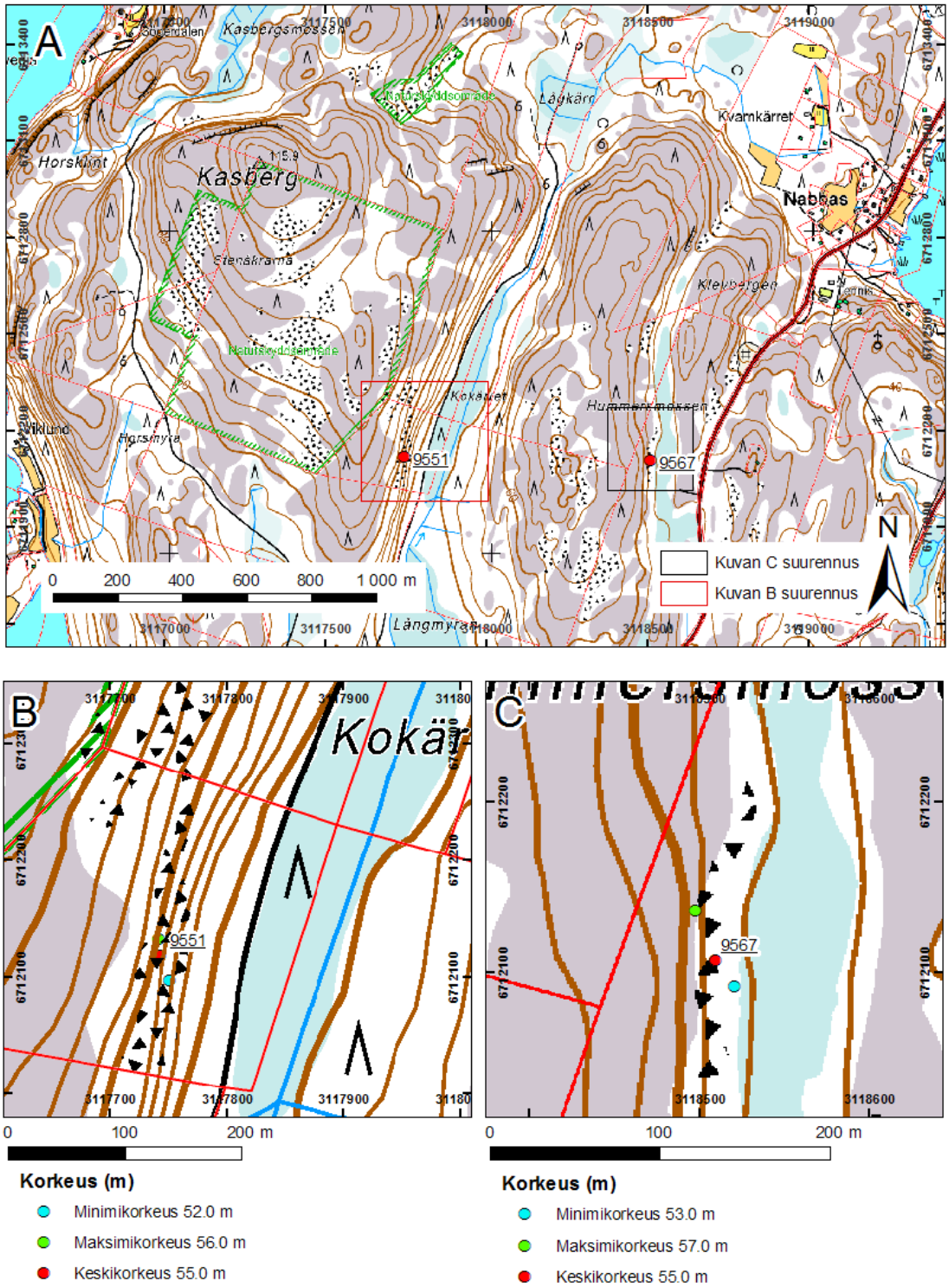
Kuva 13: Esimerkkejä kohteiden korkeusmittauksista LiDAR-korkeusmallin avulla. Kuvassa A on kivivyö ja rantatörmä Tapelsåsenin rinteeltä, Raaseporista Toisella Salpausselällä. Kohdetta on tutkinut Aurola (1938). Kuvassa B on rantavalli Virolahden Ruskosuon pohjoislaidalla. Kohde 9050 on TUURA-kohde TUU-05-004 (TUURA 2011, Mäkinen et al. 2011). Kaikki korkeudet on mitattu LiDAR-korkeusmallista vinovarjovalaistuksen avulla. Mustat viivat kuvaavat kohtia, joista korkeusprofiilit on tehty (Kuva 14 ja 15). Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.



Kuva 14: Kohteen 9028 korkeusprofiili. Rantatörmän voi havaita profiilissa noin 40–41 m korkeudella. Myös heikommin kehittyneitä törmiä voi nähdä ainakin noin 32, 46, 49 ja 51 metrin korkeuksilla.



Kuva 15: Kohteen 9050 korkeusprofiili. Selkeä rantavalli erottuu voimakkaasti korkeuskäyrältä noin 22–23 metrin korkeudella. Tämän takana voi nähdä voimakkaan rantatörmän noin 300–350 metrin etäisyydellä alkupisteestä, jonka korkeus vaihtelee myös välillä 22–23 metriä. 18–17 metrin korkeuksien alueella olevat kuopat johtuvat Ruokosuonsuon ojitusojista ja noin 25 metrin korkeudella oleva piikki johtuu tiestä, joka kulkee alueen läpi (ks. Kuva 13).



Kuva 16: Ahvenanmaan alueen kohteiden korkeuksien mittaus on tehty korkeuskäyrien avulla, sillä alueelta ei ollut sopivaa korkeusmallia tietokannan luonnin aikana. Kohteet 9551 ja 9567 ovat alun perin Glückertin (1978) tutkimia. A on yleiskartta alueelta, B on lähikuva Kasbergin kivivyöstä ja C on lähikuva Västerklevebergin kivivyöstä. Pohjakartat: Peruskarttarasteri: © Maanmittauslaitos 2013.

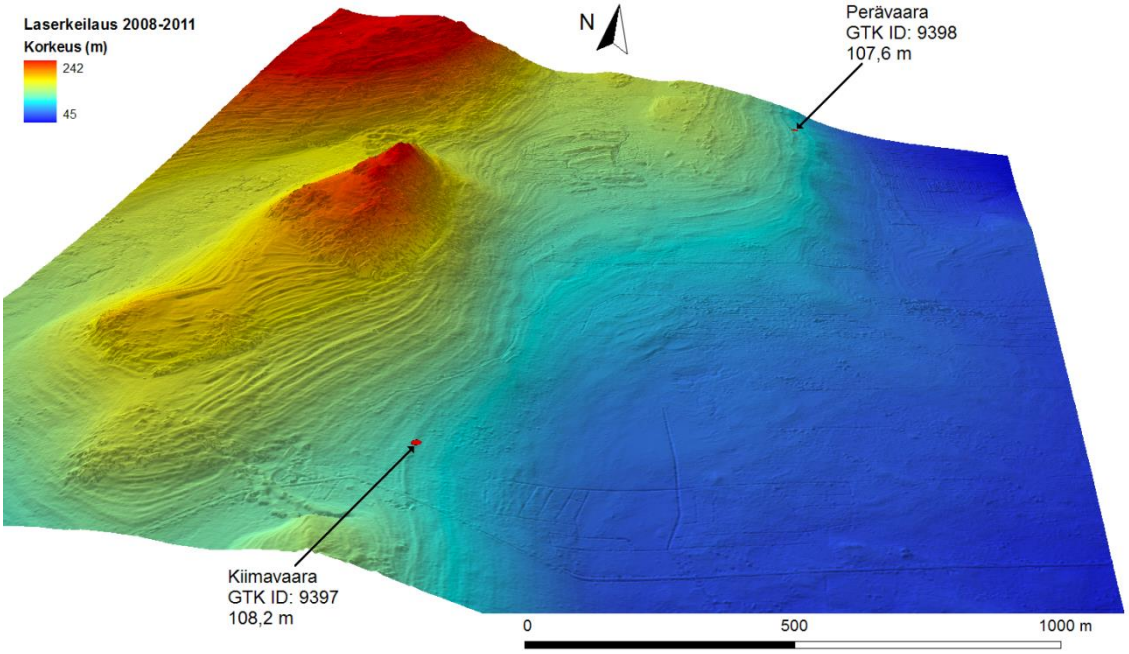
3.3. Uusien rantahavaintokohteiden määrittäminen LiDAR-korkeusmallin avulla

LiDAR-korkeusmalli on hyvin tarkka, sillä sen resoluutio on 2 metriä. Tästä johtuen se soveltuu rantahavaintojen tutkimiseen. Kun LiDAR-korkeusmallista tekee vielä MDOW-vinovarjovalaistuksen (Multidirectional Oblique-Weighted Hillshde) (Mark 1992), muodostumat ovat selkeästi havainnoitavissa. MDOW-vinovarjovalaistus eroa tavallisesta vinovarjovalaistuksesta siten, että siinä tehdään monisuuntainen vinovarjovalaistus korkeusaineistosta tavallisen yksisuuntaisen varjostamisen sijaan (Mark 1992). LiDAR-korkeusmallista tehdystä MDOW-vinovarjovalaistuksesta pystyy tunnistamaan hyvin selkeästi ainakin rantavallit ja terassit, deltat, de geer moreenit, rantatörmät ja monia muita maaperän geomorfologisia ominaispiirteitä. Litorinameren ylimmän rannan tapauksessa tärkeimmiksi tunnistettaviksi kohteiksi osoittautuvat rantavallit (Kuva 17), törmät ja terassit. Useat rantavallit ja rantatörmät ovat selvästi havaittavissa LiDAR-korkeusmallissa ja niistä on usein helppo etsiä aikaisempaan tietoon yhdistettävissä oleva valli tai törmä.

Litorinameren ylimmän rannan rantavallit ovat luonnossa fyysisesti havaittavissa, mutta ne näkyvät jopa paremmin LiDAR-korkeusmallista. Moreenimuodostumien rantamuodostumat ovat vaikeammin erotettavissa LiDAR-korkeusmallista. Tämän takia kivivyön voi todeta varmuudella olevan kivivyö vain, jos kohteen menee tarkistamaan paikan päältä maastosta tai, jos esimerkiksi peruskartalla tai maaperäkartalla on kivikkoa. Uusissa kohteissa kivivyö-tyyppiin on sisälletty kiviset rantavallit moreenialueella. Tästä johtuen useat mahdollisesti moreenialueella esiintyvät vallimaiset kohteet on luokiteltu tyyppiin kivivyö eikä valli. Koska tutkimuksen apuna käytettyjen GTK:n maaperäkartat ovat resoluutioltaan joissain paikoissa vain 1:200 000 (GTK 2013b), on mahdoton sanoa, mikä on niiden täsmällinen pistekohtainen maalajityyppi. Parhaimmillaan resoluutio oli 1:20 000/50 000 (GTK 2013a), mutta tämän resoluution GTK:n maaperäkartat kattoivat vain osan Suomea.

Suurinta osaa tunnistetuista kohteista ei ole ajoitutettu, joten niiden meri/järvivaiheet on arvioitu niiden sijainnin ja korkeuden suhteen siten, että Helsingin seudulta länteen päin ylimmät Litorinameren vaiheet on usein arvioitu Litorinameren varhaisvaiheessa muodostuneiksi, kun taas Kaakkois-Suomen ylimpien Litorinarantahavaintojen on arvioitu muodostuneen Litorinatransgression aikana. Tämä jaottelu johtuu siitä, että

useat tutkijat (mm. Hyvärinen 1980) ovat todenneet Litorinatransgression tapahtuneen vain Suomen kaakkoisosissa, joissa maankohoaminen on ollut tarpeeksi hidasta. Ilman ajoituksia on siis syytä olettaa, että läntisen Suomen ylimmät Litorinameren rantamuodostumat ovat muodostuneet jo Litorinameren varhaisvaiheessa, sillä mitään varsinaista transgressiota alueella ei tapahtunut suhteellisen nopeasta maankohoamisesta johtuen (mm. Glückert 1989).



Kuva 17: LI-tasolla oleva rantavalli Ylitorniosta. Rantavallin korkeus on mitattu LiDAR-korkeusmallilta. Noin 107–108 m korkeudella oleva valli edustaa Suomen ylimpiä Litorinameren muinaisrantoja. Kuvan korkeutta on liioiteltu 3-kertaisesti kolmiulotteisuuden selkeyttämiseksi. Kuva on tehty ArcScene-ohjelmalla (© ESRI). Mittajanan pituus pätee vain etureunassa. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

3.4. Kohteiden tarkastelu maastossa

Taulukko 4: Maastossa tarkastellut rantahavaintokohteet (ks. tarkemmin Liite 3a). * Jukka-Pekka Palmu, suullinen tiedonanto.

ID_GTK	X (KKJ 3)	Y (KKJ 3)	Paikka	Korkeus	Tyyppi	Kommenti	Viite
9113	3373466,015	6675899,732	Friisinkallio	33,6	kivivyö	Näkyy maastossa selkeästi, mutta LiDAR-korkeusmallissa huonosti.	Törnroos 2000
9114	3362929,2	6677279,64	Hvittträsk	34,5	rantatasanne	Moreenin ja hiekan kontaktin läheisyydessä.	Palmu 2012*
9115	3341647,636	6671642,753	Gladens	36,7	rantatörmä	Melko selkeästi havaittavissa oleva rannantaso.	Palmu 2012*
9116	3341022,002	6671674,896	Bäckkärr	36,9	rantavalli	Kohde on näkyy paremmin LiDAR-korkeusmallissa kuin luonnossa.	Palmu 2012*
9117	3342331,899	6673189,927	Göks	36,7	rantatörmä	Kohde erottuu maastossa selkeästi, aukealla alueella.	Palmu 2012*

Muutamaa rantahavaintokohdetta käytiin tarkastelemassa maastossa (Taulukko 4). Näistä kohteista varmistettiin niiden muodostumatyyppi. Luonnossa tarkastellut kohteet olivat lähinnä rantavalleja ja rantatasanteita. Kohteiden korkeuksia ei mitattu maastossa vaan sen sijaan ne mitattiin LiDAR-korkeusmallilta kuten osa muista kohteista, joita ei käyty tarkastelemassa maastossa.

3.5. Luokittelun perusteita

3.5.1. Rantahavaintojen luokittelu

Rantahavainnot on luokiteltu 1:stä 5:een niin, että 1 on paras luokka sekä rantahavaintokohteissa että kuroutumiskohteissa (Taulukko 5 ja Taulukko 6). Rantahavaintotietokannassa 1- ja 2-luokan kohteet ovat parhaita kohteita, jotka eroavat toisistaan lähinnä havainnon keskikorkeuden tarkkuuden perusteella siten, että 2-luokassa sallitaan suurempi vaihteluväli. 3-luokan kohteissa puolestaan on ongelmia niiden korkeuden määrittämisessä kartalla, mutta niiden sijainti tunnetaan. 4-luokan kohteiden sijainti on ainakin osin hukassa tai sen mahdollinen sijainti on mittakaavaltaan suurella alueella. Niiden korkeus saattaa olla myös muutaman metriä LI-tason ylä- tai alapuolella. 5-luokan kohteet edustavat luokittelun alhaisinta tasoa. Ne ovat joko sijainniltaan täysin hukassa ja tai ovat mahdollisesti jonkun muun kuin LI-tason rantoja, esimerkiksi LII-tason, LIII- tai AV-tason rantoja tai jopa tuntemattomia. Kohteiden keskikorkeus (Mean altitude) on keskeisimmässä osassa tässä tutkimuksessa, sillä sen perusteella on valittu kohteen sijainti ja sen mukaan on määritelty kohteen ympäröivän alueen LI-tason korkeus.

Luokka 4 on ongelmallinen luokka, sillä se sisältää sijainniltaan hukassa olevia kohteita sekä korkeudeltaan ongelmallisia kohteita. Toisinaan kohteet, jotka pitäisi luokitella luokkaan 4 saattavat päätyä jopa luokkaan 1 tai 2 kohteiden selkeyden takia. Tällaisia ovat kohteet, joilta puuttuu alkuperäinen koordinaatti, mutta joiden sijainti on pystytty määrittämään esimerkiksi alkuperäisviitteen suurimittakaavaisesta kartasta tai tarkan kuvailun avulla. Jotta kohde on päässyt luotettavimpaan luokkaan 1, sen pitää täyttää seuraavat kriteerit: kohteen on esiinnyttävä viitteessä mainitulle tyypille sopivassa maalajityypissä, kohteen morfologian pystyy havaitsemaan silmämääräisesti LiDAR-korkeusmallin vinovarjovalaistuksesta tai kohteen kohdalla esiintyy peruskartassa

esimerkiksi selkeä kivivyö. Varmimpia kohteita tässä tapauksessa ovat hiekka-muodostumien rantavallit, jotka esiintyvät usein LiDAR-korkeusmallissa niin selkeästi, että voidaan melko luotettavasti päätellä rantatasojen esiintyvän juuri niiden kohdalla. Toisaalta myös peruskartassa esiintyvä lohkareikko saattaa olla hyvä kohde, jos se esiintyy kauttaaltaan keskimäärin samalla korkeudella.

Taulukko 5: Rantahavaintotietokannan (Shoreline Landform Database) alkuperäinen luokittelu.

Shoreline Landform Database (SLD)	
Luokka 1:	Varma havainto, jolla on vain pientä korkeus-vaihtelua (< 4m)
Luokka 2:	Varma havainto, jolla on merkittävämpiä korkeusvaihteluita (> 4m)
Luokka 3:	Julkaistu kohde, jolla on epävarmuutta korkeudessa (mitattuna 2 tai 10 m DEM:sta)
Luokka 4:	Julkaistu kohde, jolla on epävarmuutta mm. sijainnissa tai kohteen tunnistamisessa kartalta
Luokka 5:	Epävarma tai validoimaton kohde tai havainto

3.5.2. Kuroutumistietokannan luokittelu

Kuroutumistietokannassa luokittelu viiteen luokkaan oli tehty hieman eri perusteilla kuroutumiskohteiden erilaisten virhetekijöiden takia (Taulukko 6). 1- ja 2-luokan kohteissa tarkka sijainti (järvi, suo) tunnettiin ja niistä oli tehty C^{14}–ajoitus, jolla piti olla geologiseen ajankohtaan sopiva ikä ja oletetulla korkeudella oleva kuroutumis-kynnys. Kuroutumiskynnyksen korkeus on merkittävä, sillä se kuvastaa sitä, oliko esimerkiksi transgression aikana Litorinameren ylimmän merenpinnan mahdollista ylittää altaan reunan matalinta kohtaa Litorinatransgression aikana vai oliko järvi jo kuroutunut ennen Litorinameri-vaiheen alkua. 2-luokassa ajoitus voi olla hieman epävarmempi, mutta kuroutumiskynnyksen korkeus ei saa merkittävästi erota alueen LI-tason korkeudesta. 3-luokassa sallitaan jo selkeät ongelmat ajoituksessa tai sen puuttuminen kokonaan, jos kohteen luotettavuus muuten on kohdallaan. Esimerkiksi sen kuroutumiskynnyksen on vastattava lähes alueen LI-tasoa.

Luokka 4 ja luokka 5 edustavat epävarmempia kohteita. 4-luokan määrittely on tehty seuraavin perusteluin. Ensinnäkin kohteen korkeus eroaa yli metrillä alueen valitsevasta LI-tason korkeudesta. Toinen kriteeri on se, ettei kohteesta ole tehty ajoitusta ja sen tunnistaminen Litorinameren ylimmän rannan tasoon perustuu esimerkiksi piilevä-

analyysiin. Kohteen sijainti on kuitenkin oltava varma. 5-luokan kohteet ovat hyvin vaikeasti määriteltäviä tai niiden sijainti on vaikeasti tulkittavissa.

Taulukko 6: Kuroutumistietokannan (Isolation Database) alkuperäinen luokittelu.

Isolation Database (ISD)	
Luokka 1:	Varma kohde, joka on ajoitettu moderneilla menetelmillä (esim. AMS 14C), jolla on pienet vaihteluvälit ajoituksessa
Luokka 2:	Varma kohde, joka on ajoitettu moderneilla menetelmillä (esim. AMS 14C), mutta merkittävä virhe tai suuri vaihteluväli ajoituksessa
Luokka 3:	Hyvin tunnettu julkaistu kohde, jolla on merkittäviä epävarmuustekijöitä sijainnissa tai kuroutumiskynnyksen korkeudessa tai näkyviä epvarmuustekijöitä tai epäselvyyksiä ajoituksessa
Luokka 4:	Vähemmän tärkeä kohde, jolla on epävarma sijainti, korkeus tai epäselvyyksiä esim. sedimentti stratigrafiassa
Luokka 5:	Epävarma tai validoimaton kohde tai havainto

3.6. Litorinameren ylimmän rannantason rekonstruktio interpoloinnin avulla

Interpolointimenetelmänä käytettiin kolmioverkkomallia eli TIN-mallia (Triangulated Irregular Network). Rantahavainto- ja kuroutumistietokannan pisteiden avulla laskettiin pinta, joka kuvastaa ylimmän Litorinameren rannantasoa (ns. LI-tasoa). Ranta- ja kuroutumistietokannasta valittiin ensin vain kahteen parhaimpaan luokkaan kuuluvat kohteet eli 1-luokan (class 1) ja 2-luokan (class 2) kohteet. Näiden lisäksi valittiin muista luokista joukko pisteitä, jotka tukivat interpolointia (Taulukko 7 ja 8). Ahvenanmaalla ei tässä vaiheessa voitu käyttää minkäänlaista korkeusmallia, joten Ahvenanmaan kohteista valittiin myös parhaimmat kohteet, jotka edustivat luokkaa 3 ja luokkaa 4. Näiden lisäksi kuroutumistietokannasta osa 3-luokan (class 3) kohteita otettiin interpoloinnin avuksi. Osa 1- ja 2-luokan pisteistä poistettiin interpoloinnista niiden epäsopivien korkeuksien takia suhteessa niitä ympyröiviin alueisiin (Taulukko 9 ja 10). Koska TIN-mallin avulla ei voida ekstrapoloida, oli varsinaisten rantahavainto- ja kuroutumiskohteiden lisäksi käytettävä erillisiä apupisteitä, jotka antoivat viitteellisen korkeustason, mutta ne eivät ole oikeita rantahavainto- eivätkä kuroutumiskohteita. Näiden apupisteiden avulla joko helpotettiin hankalien kohtien interpolointia tai

vaihtoehtoisesti niiden avulla ekstrapoloitiin ranta- ja kuroutumishavaintojen ulkopuolista aluetta, jotta saatiin koko Litorinameren vaikutuksen alainen alue Suomessa mallinnettua. Interpolointiin käytettiin yhteensä 397 rantahavaintokohdetta ja 16 kuroutumiskohdetta ja näiden lisäksi 38 apupistettä.

Taulukko 7: Interpoloinnissa käytetyt 3, 4 ja 5 luokan rantahavaintokohteet.

ID_GTK	Paikka	Korkeus	Syy lisäykseen
9008	Pakoaitauksenmäki	94,5	Parantaa interpoliontia harvapisteisellä alueella.
9318	Pökkylä	66,8	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9356	Ruuhisalo	79,1	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9374	Vesisuo	95,4	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9380	Takkavihtakivi	98,8	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9406	Pimiäranta	93,3	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9410	Jäkäläkangas	90,7	Ongelmallinen kohde, vaihdettu luokkan 3 interpoloinnin jälkeen.
9420	Kortejänkä	93,3	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9434	Hannusmalmen	29,4	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9435	Uvberget	29,4	Virheelinen kohde, vaihdettu luokkan 5 interpoloinnin jälkeen.
9551	Kasberget	55	Ahvenanmaan interpolointi.
9552	Bistorpberget	52	Ahvenanmaan interpolointi.
9553	Gamlan	59	Ahvenanmaan interpolointi.
9554	Havisbergen	57,5	Ahvenanmaan interpolointi.
9555	Kummelberget	57	Ahvenanmaan interpolointi.
9556	Gunnarsklint	57	Ahvenanmaan interpolointi.
9561	Långbergen	55	Ahvenanmaan interpolointi.
9562	Vårdberget	53,5	Ahvenanmaan interpolointi.
9563	Västerbergen	56	Ahvenanmaan interpolointi.
9564	Västerberget	56,2	Ahvenanmaan interpolointi.
9565	Ryssugnarna	56,2	Ahvenanmaan interpolointi.
9566	Orrdals klint	55,3	Ahvenanmaan interpolointi.
9567	Västerklevsberget	55,7	Ahvenanmaan interpolointi.
9568	Brännklint	53,3	Ahvenanmaan interpolointi.
9569	Storberget	55,5	Ahvenanmaan interpolointi.
9570	Höckleberget	53,3	Ahvenanmaan interpolointi.
9571	Båtsmanberget	54	Ahvenanmaan interpolointi.
9572	Tranvikbergen	53	Ahvenanmaan interpolointi.
9573	Knutsbodaberget	52,2	Ahvenanmaan interpolointi.
9574	Bläsan	52,5	Ahvenanmaan interpolointi.
9575	Kasberget	54	Ahvenanmaan interpolointi.
9577	Överbybergen	54	Ahvenanmaan interpolointi.
9578	Ingbyberget	55	Ahvenanmaan interpolointi.
9579	Kolsvedja	53,5	Ahvenanmaan interpolointi.
9580	Rösberg	55,3	Ahvenanmaan interpolointi.
9582	Laakavuori	95,3	Ongelmallinen kohde, vaihdettu luokkan 3 interpoloinnin jälkeen.

Taulukko 8: Interpoloinnissa käytetyt 3 ja 4 luokan kuroutumiskohteet.

ID_GTK	Paikka	Korkeus	Syy lisäykseen
3086	Onkilampi	101,8	Parantaa interpoliontia harvapisteisellä alueella.
3089	Hoikka	93	Parantaa interpoliontia harvapisteisellä alueella.
3098	Kapustavuoma	105	Parantaa interpoliontia harvapisteisellä alueella.

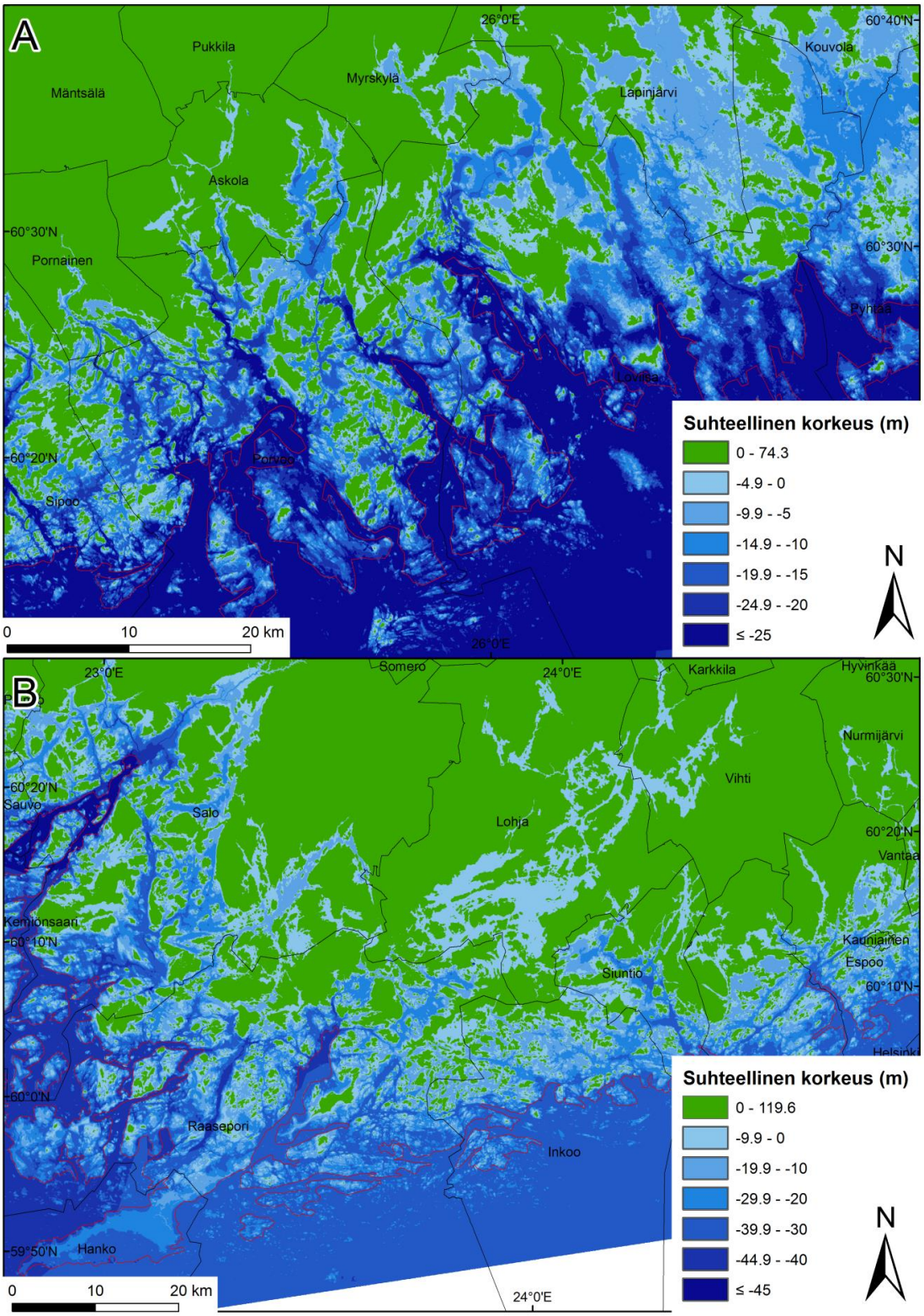
Taulukko 9: Interpoloinnista poistetut 1 ja 2 luokan rantahavaintokohteet.

ID_GTK	Paikka	Korkeus	Syy poistoon
9029	Sattala malm SE	36,4	Liian matala korkeus suhteessa ympyröiviin kohteisiin.
9105	Kuggom	26,9	Liian matala korkeus suhteessa ympyröiviin kohteisiin.

Taulukko 10: Interpoloinnista poistetut 1 ja 2 luokan kuroutumiskohteet.

ID_GTK	Paikka	Korkeus	Syy poistoon
3021	Kvarnträsket	38,76	Liian matala korkeus suhteessa ympyröiviin kohteisiin.
3058	Lammaslampi	32,05	Liian matala korkeus suhteessa ympyröiviin kohteisiin.

TIN-malli, joka kuvastaa Litorinameren ylimmän rannan sijaintia kullakin alueella, muutettiin 25 metrin solukoon rasteriksi. TIN-mallin laskenta tehtiin desimetreissä ja kokonaisluvuilla, jotta laskenta rasteriksi olisi mahdollisimman sujuvaa. Rantaviivan sijainti laskettiin vähentämällä Litorinameren ylintä rannantasoa esittävä rasteri korkeusmalleja vasten kuten Oksanen (1998) oli tehnyt gradussaan. TIN-korkeus-mallista tuotettu rasteri vähennettiin sekä DEM 10 metrin korkeusmallista että DEM 25 metrin korkeusmallista. DEM 10 metrin korkeusmallista vähentäminen piti tehdä jakamalla korkeusmalli palasiksi suurien tiedostokokojen takia. Vähennyslaskun avulla tuetetut rasterien solut jakautuivat positiivisiin ja negatiivisiin arvoihin sen mukaan olivatko ne LI-tason alla vai yllä (Kuva 18). Negatiiviset arvot kuvastivat kohteen suhteellista syvyyttä Litorinameren ylimmän rannan vaiheen aikana ja positiiviset arvot kuvastivat suhteellista korkeutta suhteessa Litorinameren ylimpään rantatasoon. Luokittelemalla kyseinen rasteri negatiivisten ja positiivisten arvojen mukaan saatiin Litorinameren ylin ranta näkyväksi. Tämän jälkeen vähennyslaskuista muodostuneet rasterit uudelleenluokiteltiin niin, että negatiiviset arvot (meren pinnan alle jäävät alueet) saivat uuden arvon nolla ja positiiviset arvot (meren pinnan yläpuolella olevat alueet) saivat arvon yksi. Uudelleen luokiteltu rasteri muutettiin polygoniksi siten, että meret ja maa-alueet erottuivat toisistaan omiksi alueiksi.



Kuva 18: 10 metrin resoluution vähennyslaskurasterit luokiteltu niin, että Litorinameren ylimmän rannan yläpuoliset alueet (rasterin solun arvo >0) on luokiteltu yhteen luokkaan maa-alueiksi ja Litorinameren ylimmän rannan alapuolelle jäävät alueet (rasterin solun arvo <0) on luokiteltu syvyyden mukaan kuvastamaan meren suhteellista syvyyttä Litorinameren ylimmän rannantason aikaan. Kuvassa A on Porvoon ja Loviisan seudun suhteellinen syvyys ja kuvassa B Raaseporin ja Lohjan seudun suhteellinen syvyys. Syvyydet eivät ole todellisia syvyyksiä, sillä niiden korkeudet perustuvat nykyiseen

maanpinnantasoon, joten niissä ei ole huomioitu myöhemmin tapahtunutta sedimentaatiota ja eroosiota, jotka ovat muuttaneet maastonmuotojen korkeudet nykyiselle tasolle. Punainen raja kuvastaa rantaviivaa. Hallinolliset rajat: © Maanmittauslaitos 2013.

3.7. Polygonien korjaus

Valmiiden DEM 10 metrin korkeusmallin avulla luotujen polygonien virheet korjattiin. Niistä poistettiin ylimääräiset LI-tason yläpuolelle jääneet reiät ja pienet virheelliset kolmiomaiset polygonit, jotka kuvastivat yhden muita korkeammalla olevan DEM-korkeusmallin rasteria. Joillakin alueilla muokattiin polygonin ulkorajan muotoa luonnollisemmaksi. Joillakin alueilla puolestaan laajennettiin polygonin reunaa. Soiden sisällä olevat matalikot ja kohoumat (suon kasvusta johtuvat pintamuodot), jotka ovat joko reikiä tai yksittäisiä pieniä polygoneja poistettiin polygonista, sillä suot ovat muuttuneet ajan kuluessa eikä niiden korkeuskasvu tai rimpien ja jänteiden sijainti kuvaa millään tavalla muinaisrantaa. Rakennetuilla alueilla poistettiin hiekkakuopista teistä ja rautateistä sekä rakennuksista ja muista rakennetuista alueista johtuvia virheitä. Polygoni korjattiin vain osittain ajanpuutteen takia. Sen korjaus jäi kesken Pöytyän ja Mynämäen linjalle, jonka eteläpuoliset alueet mukaan lukien Ahvenanmaa ehdittiin korjata. Tämän lisäksi Pöytyän ja Mynämäen linjan pohjoispuolen huomattavimmat virheet korjattiin, mutta vain karkeasti. 25 metrin rekonstruktion polygina ei korjattu.

4. TULOKSET

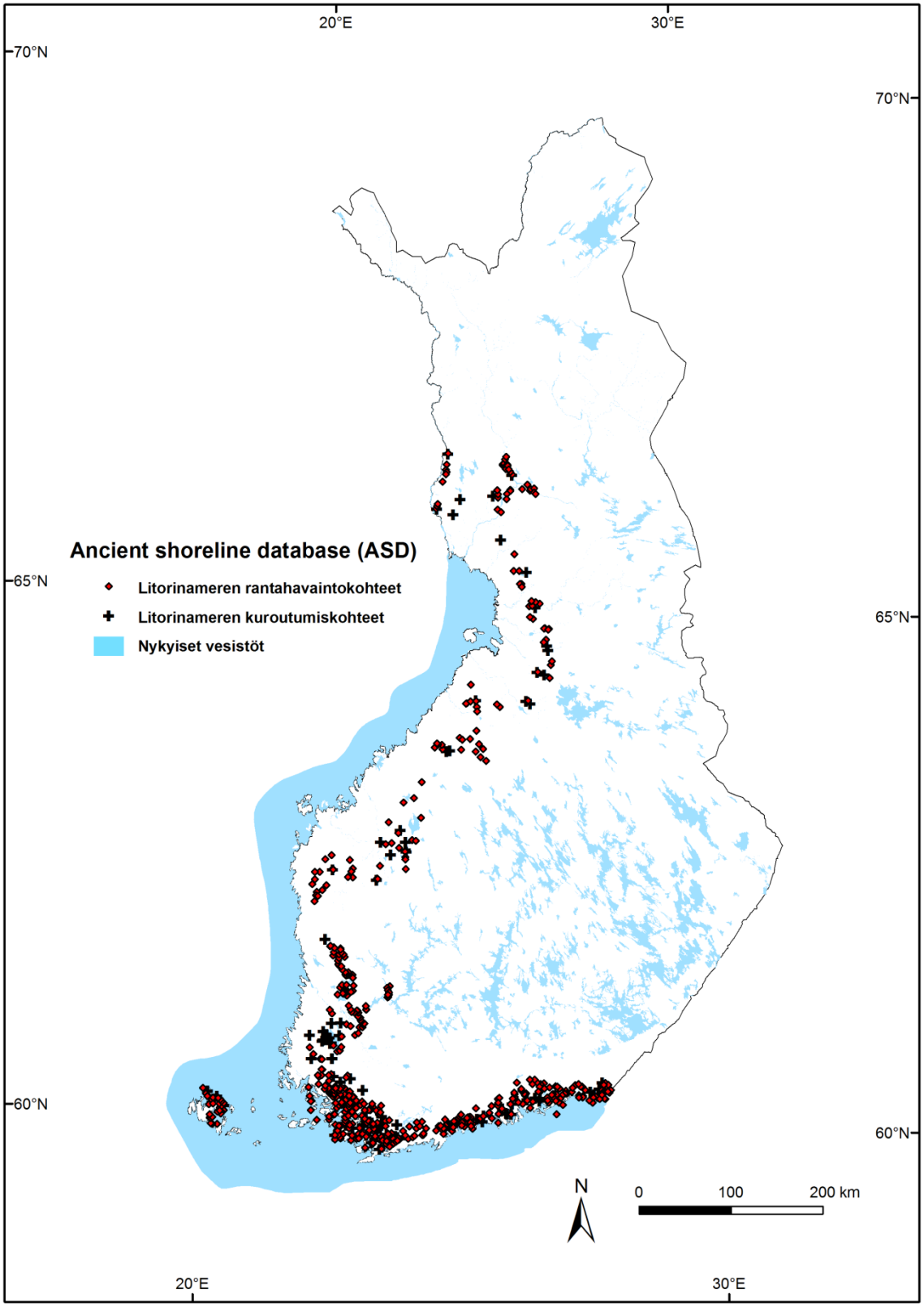
4.1. Havaintoja rantapintakohteiden esiintymispaikoista

LiDAR-korkeusmallin mukaan useat ylimmät Litorinameren rantatasot esiintyvät Kaakkois- ja Etelä-Suomen alueella pelto- ja metsäalueiden rajoilla. Nykyiset peltoalueet ovat olleet Litorinameren ylimmän rannan vaiheessa merenlahtia, joihin on kerrostunut hienosedimenttejä kuten Litorinasavia ja -liejuja. Toinen selkeä havainto on myös se, että monesti tie kulkee suoraan mahdollista Litorinatasoa pitkin. Tämä ilmiö saattaa johtua siitä, koska rantatasot ovat olleet aallokon eroosion vaikutuksen alaisina ja täten ne ovat lajittuneita, sopivat ne hyvin kantavina maalajeina tienrakennuspaikoiksi. On kuitenkin todennäköistä, että tienrakentamisessa ei ole pyritty

tarkoituksen mukaisesti rakentamaan Litorinarannatasojen kohdalle, vaan ne vain juuri sattuvat olemaan ominaisuuksiltaan tienrakentamiseen sopivia kohteita. Toisaalta ovathan tiet monesti rakennettu juuri tarkoituksella lajittuneiden maalajien muodostumien päälle kuten harjuilla ja Salpausselille.

4.2. Rantataso- ja kuroutumistietokanta

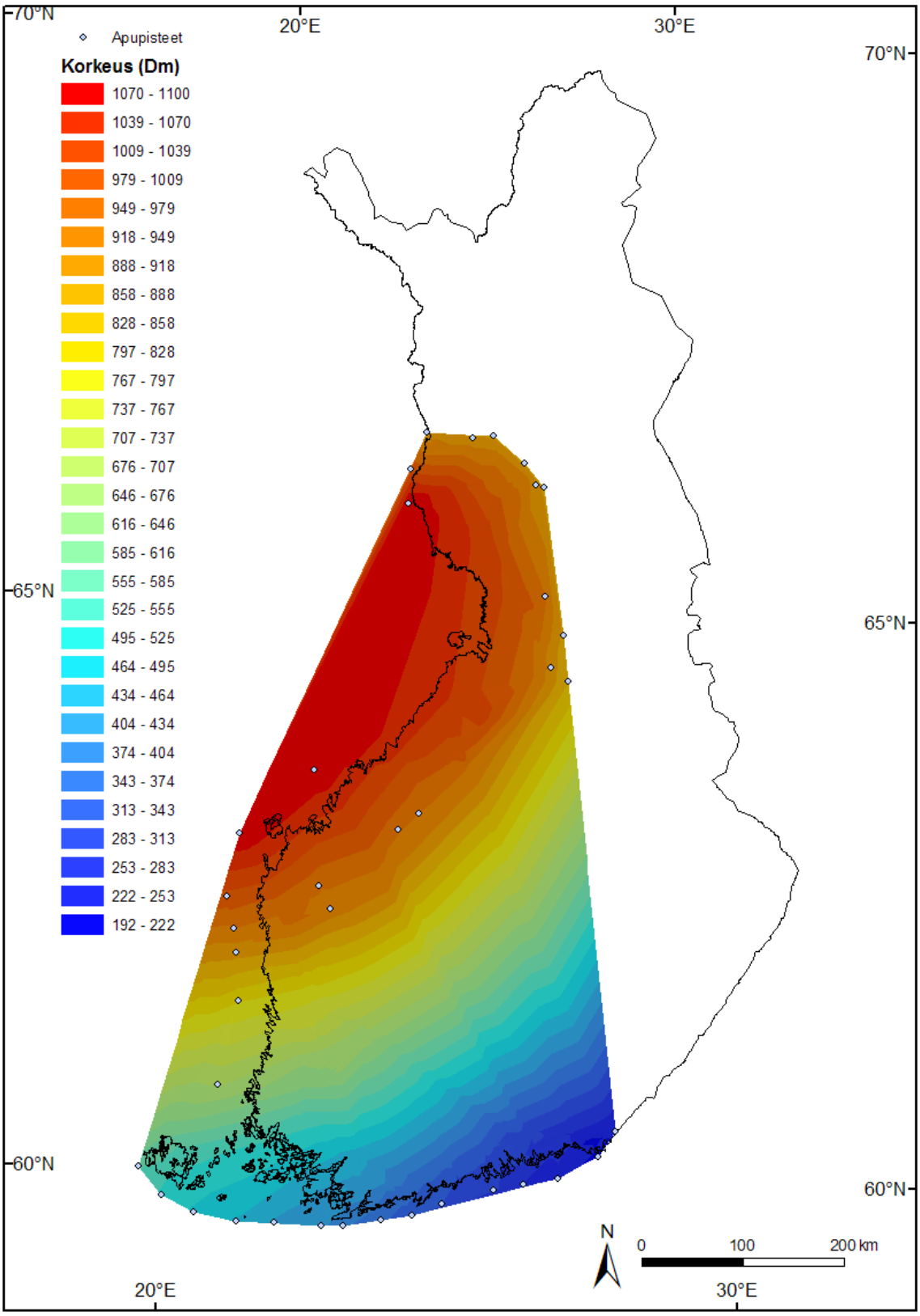
Tietokannassa on kattavasti lähes kaikki kirjallisuudessa tunnetut kohteet (335 rantahavaintokohdetta ja 102 kuroutumiskohdetta) ja tämän lisäksi siinä on 249 uutta LiDAR-korkeusmallin avulla löydettyä rantahavaintokohdetta. Rantahavaintokohteita oli siis yhteensä 584 (Kuva 19). Kohteet ovat myös ensimmäistä kertaa järjestelmällisesti samassa koordinaattijärjestelmässä. Ongelma on kuitenkin se, etteivät kohteet ole tasaisesti jakautuneet Litorinameren ylimmän rannantason vaikutuspiirissä.



Kuva 19: Litorinameren ylimmän rannantason rantahavainto- ja kuroutumiskohteet. Rantahavaintokohteet ovat merkitty punaisella pisteellä ja kuroutumiskohteet mustalla plusmerkillä. Kuvasta ilmenee, että kohteet eivät ole tasaisesti jakautuneet Litorinameren ylimmän rannantason vaikutusalueella. Suomen rajat, Hallinnolliset rajat: © Maanmittauslaitos. Nykyiset vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

4.3. TIN ja interpolointi

TIN-mallin luominen valituilla pisteillä oli haastavaa. Kaikki 1- ja 2-luokan kohteet eivät soveltuneet TIN-interpolointiin ja niistä osa jouduttiin poistamaan interpoloinnin sujuvuuden varmistamiseksi. Viimeisin versio interpoloinnista oli odotuksia vastaava ja siivotun näköinen (Kuva 20), koska korkeuden vaihtelut mukailevat esimerkiksi Erosen (1974) isobaasikartan isobaaseja. Paikoin osa kohteista aiheuttaa sen, että TIN-mallissa on alueita, jotka ovat ympäröiviä alueita matalammalla tai korkeammalla. Yksittäinen piste saattaa aiheuttaa kolmion kärjen venymisen hyvin pitkäksi tai väärään paikkaan. Varsinkin alueilla, joissa on vähän havaintoja, kolmioiden muodot saattavat aiheuttaa virheellisiä korkeusarvoja niiden venyessä kaukaisen pisteen takia hyvin pitkulaisiksi. Yleispiirteissään TIN on melko onnistunut, mutta se ei ole täydellinen, sillä pienikin muutos kohteiden sijainnissa tai korkeusarvoissa muuttaa sitä paljon.



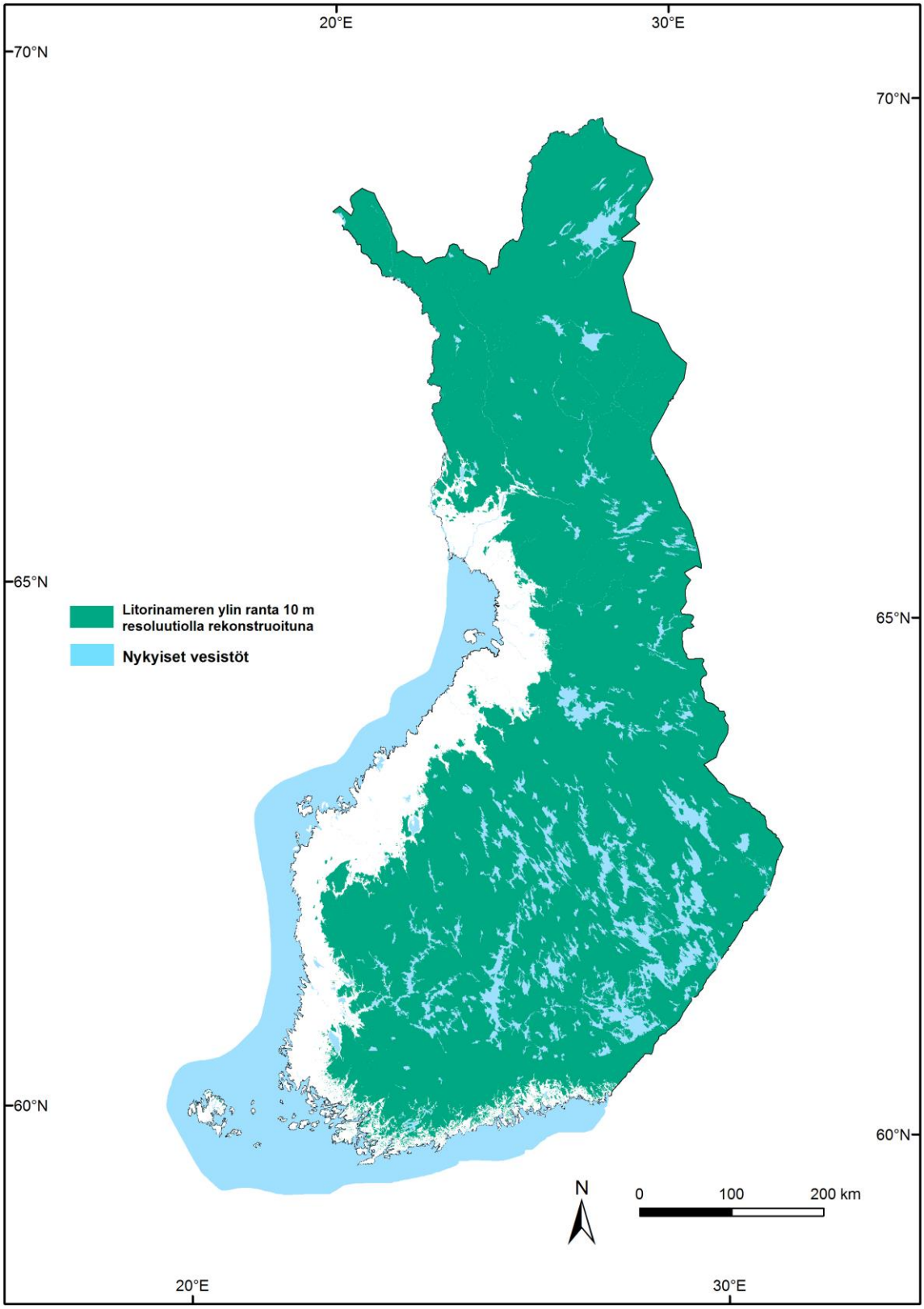
Kuva 20: TIN-malli, joka kuvastaa Litorinameren ylimmän rannan korkeutta sen vaikutuspiirissä. Kuvassa on myös esitetty apupisteet, joita käytettiin TIN-mallin reunojen ekstrapolointiin ja joidenkin harvapisteisten alueiden parantamiseen. Suomen rajat, Hallinnolliset rajat: © Maanmittauslaitos 2013.

4.4. DEM 25 metrin korkeusmallin avulla laskettu LI-taso

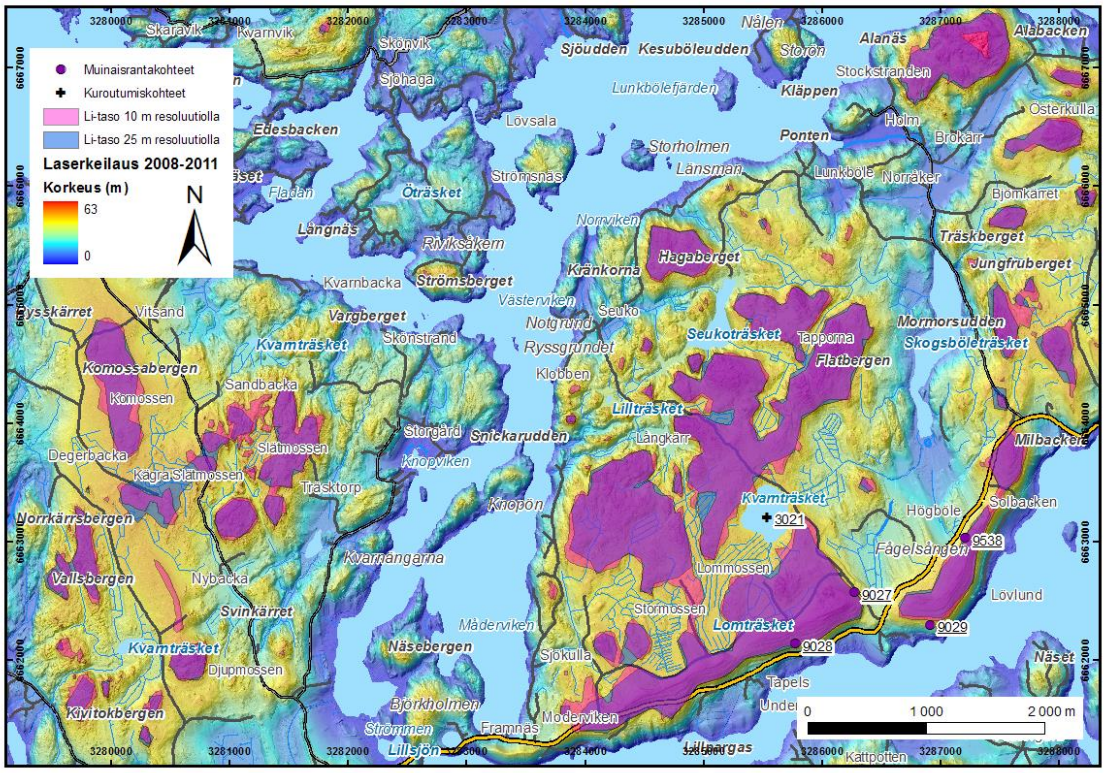
DEM 25 metrin korkeusmallin avulla laskettu rantaviiva on yksityiskohtaisempi kuin aiemmat LI-tason rantaviivat. Kuitenkin lähemmässä tarkastelussa rantaviiva on vielä selvästi karkeahko, ja sen piirteissä heijastuvat DEM 25 metrin korkeusmallin laskennalliset virheet. Paikoin raja on hyvin kulmikasta ja tämä on ongelmallista erityisesti laajoilla tasaisilla alueilla. Tämän lisäksi DEM 25 -korkeusmalli on laskettu N60 järjestelmän mukaan, mikä kuvastaa maankohoamisen tasoa 1960-luvulla (Kääriäinen 1963). Tästä johtuen DEM-korkeusmallista mitatut tasot ovat noin 20–40 cm (ks. Vuorela et al. 2009 Fig. 10) liian matalalla Lounais-Suomen ja Pohjois-Pohjanmaan välisellä alueella.

4.5. DEM 10 metrin korkeusmallin avulla laskettu LI-taso

DEM 10 metrin korkeusmallin avulla laskettu kartta oli tutkimuksen tärkein rekonstruktio (Kuva 21). DEM 10 metrin korkeusmallin avulla laskettu LI rannantaso on selvästi yksityiskohtaisempi ja todellisuutta enemmän vastaava (Kuva 22) kuin DEM 25 metrin korkeusmalli. Korkeusmallista laskettu Litorinameren ylin ranta myötäilee maastonmuotoja yksityiskohtaisemmin kuin 25 metrin DEM. Siinä on myös vähemmän virheitä kuin DEM 25:ssä, sillä sen korkeudet ovat määritetty N2000 järjestelmän mukaan (Maanmittauslatos 2013e), joka kuvastaa Suomen maanpinnan kaltevuutta vuonna 2000 (Ardalan et al. 2010, Poutanen et al. 2011). Selkeiten havaittavissa oleva ongelma on kuitenkin lähemmässä tarkastelussa se, että muodostunut taso on huippujen rinteillä ja kapeissa jokilaaksoissa kallellaan. Mäenhuippujen mallinnettu LI-taso on pohjois- ja itärinteillä monin paikoin matalammalla kuin etelä- ja länsirinteillä. Vastaavasti koilliseen suuntautuneissa jokilaaksoissa pohjoisrannat ovat korkeammalla kuin etelärannat. Tämä virhe ei kuitenkaan voi johtua varsinaisesti koordinaattivirheistä, sillä rekonstruktiossa käytettiin lähinnä vain EUREF-fin (EUREF_FIN_TM35FIN) ja KKJ 3 ja kaistakorjattu KKJ. Näiden koordinaatistojen väliset erot ovat paljon suurempia. Esimerkiksi EUREF-fin eroaa KKJ 3:sta siten, että kohteet ovat noin 150 metriä eri suuntiin paikasta riippuen (Maanmittauslaitos 2010). Esimerkiksi Etelä-Suomen alueella kartalta tulkittuna EUREF-fin-koordinaatiston mukaiset kohteet ovat noin 200 m idässä ja noin 50 m pohjoisessa verrattuna KKJ 3:een. On mahdollista, että maankaltevuudella Litorinameren ylimmän rannan aikana olisi jotain tekemistä ilman-



Kuva 21: Litorinameren ylin ranta Suomessa. Taso on laskettu DEM 10 metrin korkeusmallin avulla. Suuressa mittakaavassa karkeampi DEM 25 metrin korkeusmallin avulla rekonstruoitu taso ei eroa juurikaan 10 metrin resoluution kartasta. Suomen rajat, Hallinnolliset rajat: © Maanmittauslaitos 2013. Nykyiset vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

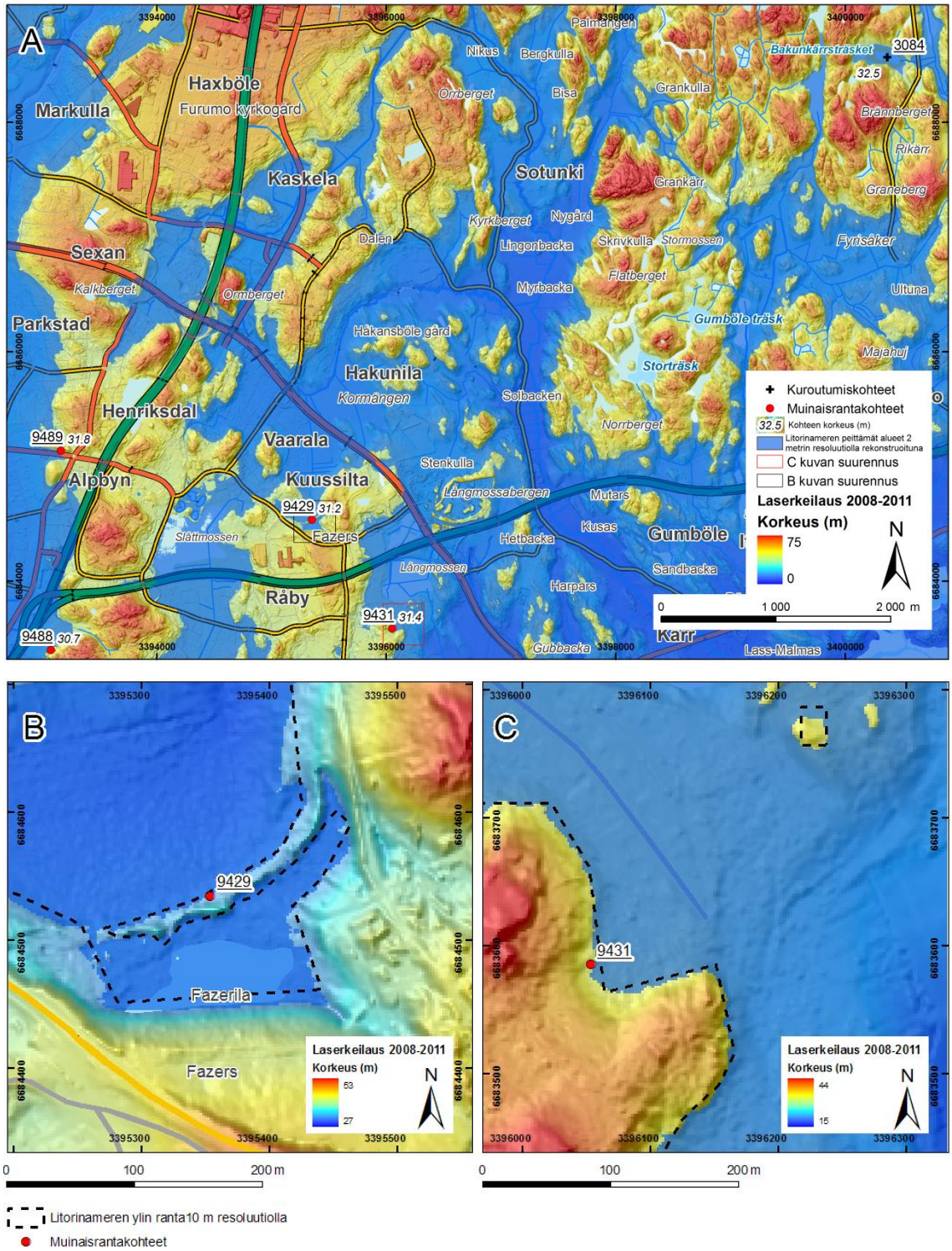


Kuva 22: LI-tason eroavaisuuksia Toisen Salpausselän alueelta Raaseporista DEM 25 ja DEM 10 metrin korkeusmallin resoluutioilla laskettuna. Kartassa voi havaita selkeästi, että 25 metrin resoluution LI-tason polygonit (sininen alue) ovat kulmikkaampia ja huonommin maastonmuotoja mukailevampia kuin 10 metrin resoluution LI-taso (vaaleanpunainen alue). Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013. Tiet ja paikannimet, pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

suuntakohtaisten erojen taustalla, sillä Lounais- ja Etelä-Suomessa etelä- ja länsirinteet ovat olleet syvemmälle merenpintaan nähden kuin itä- ja pohjoisrinteet. Vastaavasti koilliseen suuntautuneissa jokilaaksoissa esimerkiksi Pohjanmaan alueella maanpinta on ollut syvemmällä länsi- ja pohjoisrinteillä Litorinameren ylimmän rannan aikana. Maanpinnan kaltevuuden tasoituttua nykytilanteeseen syvemmällä olleet alueet ovat kohonneet korkeammalle kuin vähemmän painuneet alueet.

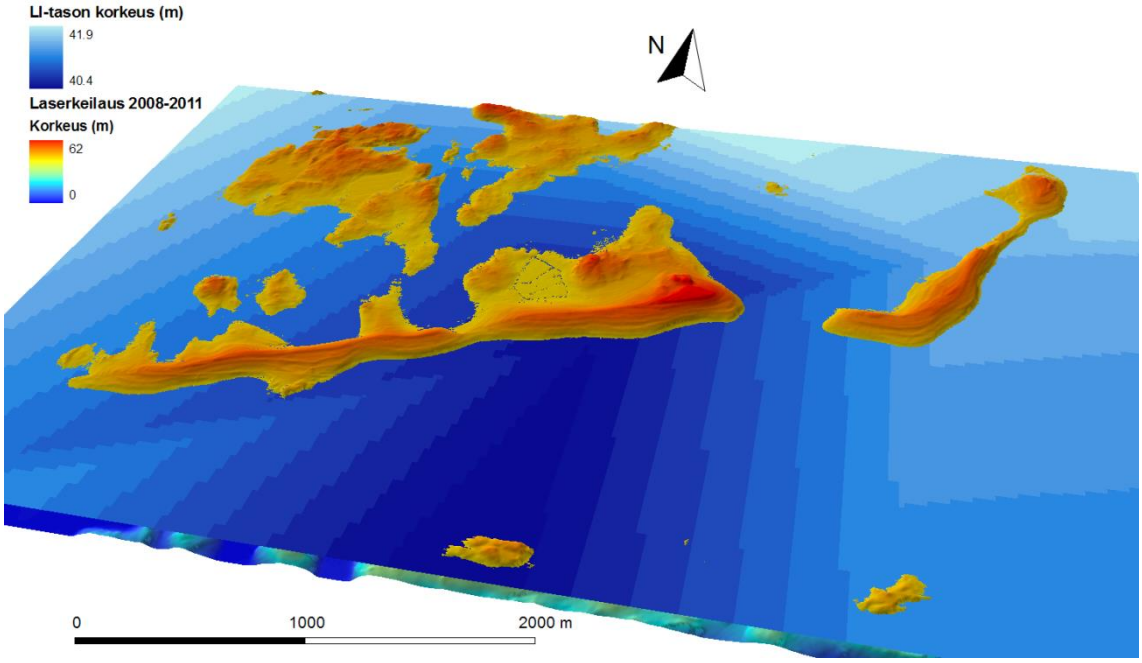
4.6. LiDAR-korkeusmallin avulla laskettu LI-taso

LiDAR-korkeusmalin avulla laskettu LI-taso oli kokeilu, koska se kattaa vain Helsingin alueen. LiDAR-korkeusmallin avulla laskettu Litorinameren LI-taso on hyvin tarkka (Kuva 23). Siitä pystyy näkemään pienipiirteisiä muotoja ja se myötäilee hyvin maastonmuotoja. Sen korkeudet ovat myös N2000 järjestelmän mukaisia. Paikoin malli myötäilee rantavalleja, jotka saattavat olla todellisia LI-tason rantavalleja. MDOW-



Kuva 23: LI-taso on mallinnettu Helsingin Hakunilan alueelta 2 metrin tarkkuudella LiDAR-korkeusmallia apuna käytettynä. Kuvassa A näkyy LiDAR-korkeusmallin ongelmat LI-tasoa mallinnettaessa. Rakennetut alueet ja muokatut alueet eivät ole mallintuneet oikein. Lähikuvista B ja C näkee eron suhteessa 10 metrin resoluutiolla rekonstruoituun Litorinameren ylimpään rannantasoon (katkoviiva). Bakunkärrträsket (kohde 3084) on Hyvärisen (1979) tutkima kohde, jonka korkeus on 32,5 m ja se on kuroutunut Anculys/Litorina vaihdoksessa. Kohteet 9429 ja 9431 ovat Jukka-Pekka Palmun (suullinen tiedonanto 2012) uusia rantahavaintokohteita. Kohteet 9489 ja 9488 ovat Hyypän (1937) kohteita. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013. Tiet ja paikannimet, pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

vinovarjovalaistuksen avulla LiDAR-korkeusmallin topografian yksityiskohdat saadaan selvästi silmin havaittaviksi. Litorinameren ylintä rantaa voidaan tarkastella LiDAR-korkeusmallin suhteen myös kolmiulotteisesti. Asettamalla 3D-mallissa ArcScene-ohjelmassa (© ESRI) LiDAR-korkeusmallin palanen ja pala TIN-mallista muutettua rasteria oikein korkeuksiensa suhteessa saadaan kolmiulotteinen vaikutelma muinaisesta Litorinameren ylimmästä merenpinnan tasosta (Kuva 24).



Kuva 24: Sattala malmin ja Tapelsåsenin alueen Litorinameren ylin ranta 3D-mallina (ArcScene: © ESRI). Merenpinnan tason korkeudet vaihtelevat välillä 40,4–41,9 m ja se on leikattu pala TIN-mallin rasteriversiosta. Korkeuksia on liioiteltu kaksinkertaisesti kuvassa 3D-vaikutelman tehostamiseksi. Mittajana pätee vain etureunaan kolmiulotteisuuden takia. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

5. TULOSTEN TARKASTELU

Rantatasojen tarkka määritys on vaikeaa, sillä virheitä voi esiintyä sekä alkuperäislähteissä että LIDAR-korkeusmallissa tai DEM 10 ja 25 metrin korkeusmalleissa tai niistä rekonstruoiduissa kartoissa. Virheitä voi olla myös mittaustekniikoissa, sillä rantapintojen, järvien ja soiden korkeusmittaukset ovat tehty eri menetelmillä eri aikoina. Vanhimmat havainnot ovat 1900-luvun alusta, joten on selvä, että niiden kaikki yksityiskohdat mukaan lukien korkeusmittaukset, eivät enää päde tai on mahdollista, että ne on mitattu alun perin hieman epätarkasti.

5.1. Maankohoamisen vaikutus

Edelleen jatkuva maankohoaminen on pääsyy siihen, että järvien ja rantahavaintojen korkeudet ovat saattaneet muuttua. Myös geoidin muodonmuutokset Skandinavian alueella aiheuttavat ajan kuluessa pieniä muutoksia sekä korkeudessa että horisontaalisessa sijainnissa (Sjöberg 1983, Kakkuri 1987). Geoidin muutokset ovat kuitenkin pienellä aikavälillä (noin 100 vuotta) vain senttien luokkaa, sillä Fennoskandian alueen suurin geoidin kohoaminen on noin 0,68 mm vuodessa (Sjöberg 1983). Sekä maankohoaminen että geoidin muutokset voivat kuitenkin aiheuttaa sen, että 1900-luvun alussa mitatut kohteet ovat korkeudeltaan liian matalia, sillä niiden korkeus on noussut sadan vuoden aikana jopa yli puoli metriä. Esimerkiksi maan kohoaminen Pohjanlahden ympäristössä Oulun alueella on ollut noin 7 mm vuodessa (mm. Kakkuri 1987, Ekman 1996), jolloin maa olisi kohonnut 100 vuodessa noin 70 cm.

5.2. Koordinaattien ja sijaintitietojen epävarmuustekijät

Toinen selkeä ongelma, joka esiintyy lähteissä, ovat väärin määritetyt koordinaatit tai liian karkeat, pyöristetyt koordinaatit. Esimerkiksi Eronen et al. (1993) on käyttänyt maantieteellisiä WGS-84 koordinaatteja, jotka ovat vain minuuttien tarkkuudella. Tämä aiheuttaa sen, että yhdenkään järven koordinaatit eivät osu paikalleen, koska suurin osa kohdejärvistä on pieniä (Kuva 25A). Rantahavaintokohteissa virheelliset koordinaatit aiheuttavat sen, että kohteen sijainnin joutuu arvioimaan. Usein alueella on kuitenkin jokin muinaisrantaan viittaava piirre, esimerkiksi kivivyö peruskartalla tai valli silmin havaittavissa LiDAR-korkeusmallilta. Jos mitään selkeää viiteteitä muinaisrannasta kohteen nimisen alueen lähistöllä tai sen alkuperäisten koordinaattien lähistöllä ei ole, on mahdotonta sanoa, missä kohteen pitäisi olla. Tästä johtuen muutamat tunnetut kohteet jäivät kokonaan pois tietokannasta tai ne luokiteltiin luokkaan 5.

Rantahavainnoissa olevia virhelähteitä voi olla vaikea hahmottaa. Sekä mitattu korkeus että koordinaatit voivat olla virheellisiä. Vaikka koordinaatti olisi vain hieman väärä se vaikuttaa pahimmillaan korkeuteen hyvin paljon, sillä LiDAR-korkeusmalli on niin tarkka, että pienikin siirto saattaa muuttaa korkeutta jopa metrien luokkaa. Tämän lisäksi, jos alkuperäinen korkeus on mitattu vain metrin tarkkuudella ja samalla väärin, voi oikean rantahavainnon löytäminen LiDAR-korkeusmallilta olla hyvin vaikeaa.

Usein rantahavainnot ovat nimetty jonkin lähellä olevan paikan mukaan. Esimerkiksi Glückert (1989) on vain nimennyt kohteet, mutta mistään ei ilmene, minkä tyyppisiä rantahavaintoja ne ovat tai edes niiden mitattua korkeutta. Metrin tarkkuudella mitatut korkeudet on saatavilla Tapio Väänäsen taulukoimista pisteistä, mutta niissäkin saattaa olla virheellisiä korkeuksia, sillä esimerkiksi Kuortaneen korkeudella Litorinameren rantahavaintojen korkeudet ovat siinä noin 100 metriä, vaikka Glückert et al. (1993) mukaan Kuortaneen alueen korkein Litorinataso sijaitsee noin 91–92 metrin korkeudessa. Myös isobaasikartat (mm. Eronen 1974, Eronen ja Haila 1992, Glückert et al. 1993) tukevat tätä korkeustasoa.

Joskus rantahavainnot osuvat suoraan hiekkakuoppaan ja ranta on kaivattu pois, mikä tekee niiden korkeuden ja oikean sijainnin arvioinnista mahdotonta (Kuva 25B). Useat tunnetut kohteet sijoittuvat myös alueille, jotka ovat nykyään rakennettua aluetta. Tällöin on vaikea määritellä, mikä oli kohteen alkuperäinen korkeus tai kuinka paljon sen muoto on muuttunut rakentamisen takia.

5.3. DEM ja LiDAR-korkeusmallien eroavaisuudet

LiDAR-korkeusmallin ja DEM 25 metrin korkeusmallin välillä on selkeitä eroja, jotka aiheuttivat ongelmia kohteiden tarkan sijainnin ja korkeuksien määrittämisessä. Alueilla, joissa ei ole LiDAR-korkeusmallia, rantahavaintojen sijainnin hahmottaminen on hyvin vaikeaa. Koska alkuvaiheessa käytetyn DEM-korkeusmallin tarkkuus on 25 metriä, kohteiden sijaintia ei pystytty määrittelemään kuin 25 metrin ruudun tarkkuudella. Toisaalta myös yhden 25 m kertaa 25 m ruudun viereinen ruutu saattaa olla selvästi korkeammalla kuin viereinen. Korkeuden määritteleminen DEM-korkeusmallista on aina vain suuntaa antavaa. Jos korkeudet olisi mitattu alun perin DEM 10 metrin korkeusmallin avulla, niin niiden sijainnit ja korkeudet olisivat voineet olla tarkempia.

Toisaalta kuroutumisaineistossa DEM-korkeusmallista otetut korkeudet saattavat olla ainakin järvien keskimääräisen pinnantason määrittelyssä järkevämpiä, sillä LIDAR-korkeusmallin yksittäisten pikselien korkeustasot vaihtelevat hyvin paljon jopa lähes tasaisella pinnalla aineiston tarkkuudesta johtuen. Tämän lisäksi LiDAR-korkeusmallin pikselien korkeus on ilmoitettu usean desimaalin tarkkuudella, jolloin järven

keskimääräisen pinnankorkeuden määritteleminen on jopa vaikeampaa laseraineistosta kuin DEM 25 metrin korkeusmallista. Yleensä DEM 25 metrin korkeusmallin järven pinnankorkeus vastaa MML:n peruskartan järvien korkeutta (Maanmittauslaitos 2013g).

5.4. Uusien LiDAR-korkeusmallin avulla löydettyjen kohteiden tulkinnat

Tässä työssä myös muodostumatyyppi voi olla väärin määritelty, sillä kohteista vain hyvin harva on käyty tarkistamassa erikseen maastosta. Muodostumatyypit on määritelty sen mukaan kivivyöksi ja rantavalleiksi/törmiksi esiintyvätkö ne lajittuneessa maalajissa (kuten hiekka, siltti…) vai lajittumattomassa (esimerkiksi moreenissa). Törmä ja valli ovat erotettu toisistaan vinovarjovalaistuksessa esiintyvien silmien havaittavien morfologisten piirteiden avulla. Törmä on melko helppo tunnistaa suuresta jyrkästä varjosta. Rantavallit puolestaan näyttävät MDOW-vinovarjovalaistuksessa rappusmaisilta tasoilta. Toisinaan törmiä saattaa esiintyä useita allekkain, jolloin niiden erottaminen rantavalleista on vaikeaa.

Koska kohteet on havaittu vain LiDAR-korkeusmallista muita karttoja apuna käyttäen, on joissain kohteissa mahdoton sanoa, ovatko ne todella muinaisrantoja vai jotain muuta. Tästä johtuen jopa osa 1-luokan kohteista saattaa olla huonoja. 1-luokan uudet kohteet ovat hyvällä korkeudella suhteessa alueelliseen LI-tasoon ja ne ovat LiDAR-korkeusmallissa esiintyviä selkeitä morfologisia piirteitä. Osa uusista kohteista todettiin laadultaan huonoiksi myöhemmässä tarkastelussa. Siitä huolimatta niiden alkuperäiseen luokitteluun ei enää puututtu toistaiseksi paitsi kaikkein huonoimmissa kohteissa (ks. Taulukko 7), sillä varsinaisen kohteen huonolaatuisuus ei ole interpoloinnin laatua heikentävä tekijä, jos sen mitattu korkeus sopii ympäröivien alueiden pisteiden ja alueen isobaasien kanssa yhteen. Koska kaikkien uusien kohteiden korkeudet oli määritetty täsmälleen sopimaan isobaasien tai alueellisen LI-tason korkeuden mukaan, huonotkin kohteet toimivat interpoloinnissa kuten muut sopivalla korkeudella olevat 1-luokan kohteet, jotka ovat todellisia muinaisrantakohteita. Näistä huolimatta ilman luontotarkastelua ja kenttätutkimusta on mahdoton sanoa, ovatko ne todella muinaisrantoja vai ei.

Kaikesta huolimatta LiDAR-korkeusmallin avulla on mahdollista löytää uusia perusteltuja muinaisrantakohteita, sillä ne ovat parhaillaan hyvin selkeitä

vinovarjovalaistuksen avulla. Tämän lisäksi, jos kaikista rantahavaintokohteista tehtäisiin 3D-malli, oli mahdollista rekonstruoida, miltä Suomen maisemat mahdollisesti näyttivät, kuin Litorinameren pinta Suomessa oli korkeimmillaan.

5.5. Alkuperäisviitteistä johtuvat epävarmuustekijät

Rantahavaintodiagrammien epäselvähköt tyyppijaottelut saattavat aiheuttaa väärintulkintaa. Myös sijaintitiedon ongelmat kuten alkuperäisten koordinaattien puute saattaa aiheuttaa muodostuman virhetulkintaa, jos erilaisia muodostumatyyppejä sijaitsee lähellä toisiaan. Esimerkiksi alun perin mahdollisesti kivivyöksi diagrammista tulkittu kohde saattaa muuttua koordinaattien puutteessa rantavalliksi tai törmäksi, jos alueella sijaitsee lajittunutta ainesta. Tarkoituksena oli kuitenkin pitää alkuperäiset muodostumatyypit ja arvioida mahdollisimman hyvin niille sopivat sijainnit oikean nimisissä kohteissa ja niille sopivissa maalajeissa.

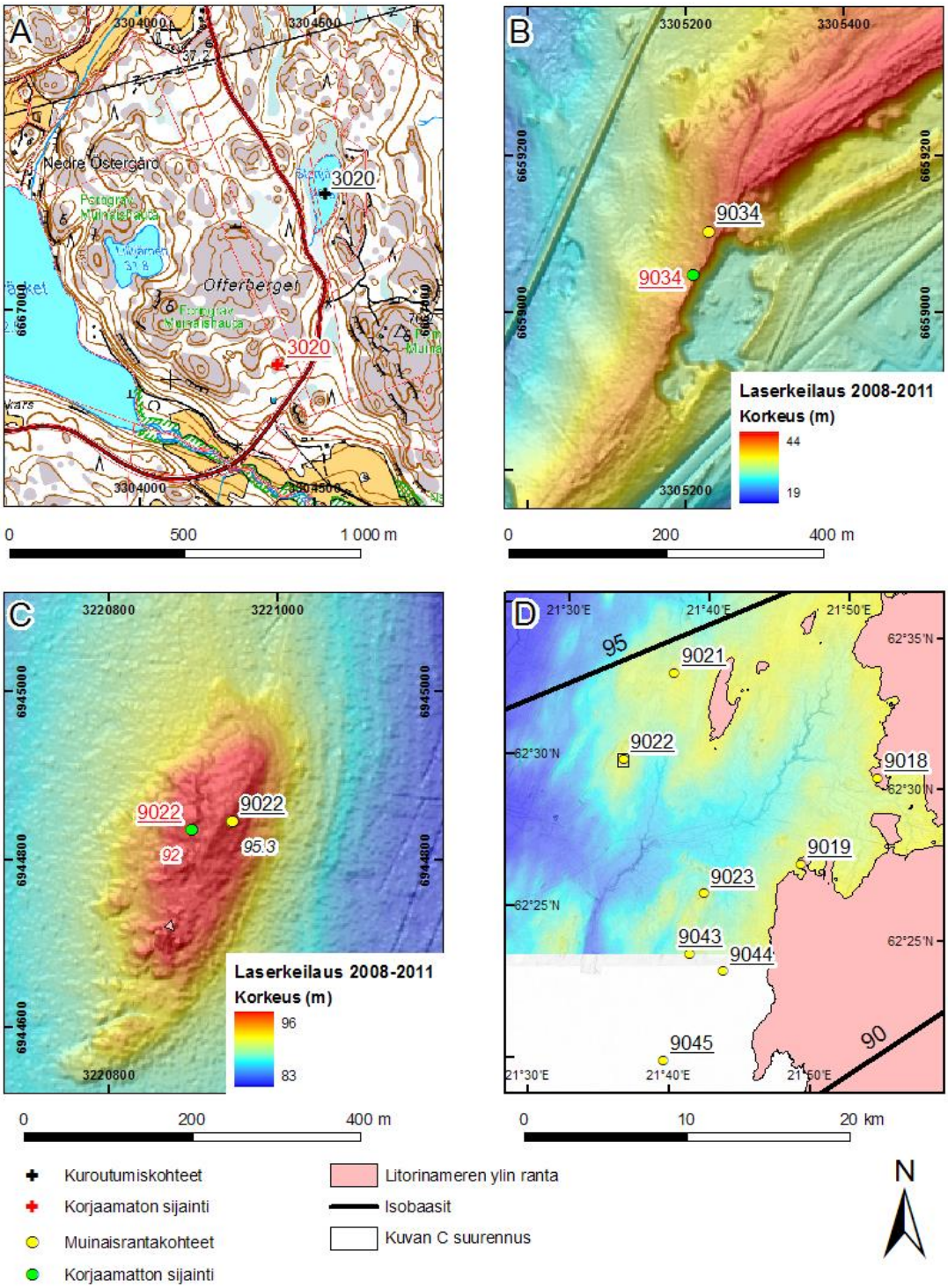
Alkuperäisviitteiden vaikein ongelma olivat nimensä muuttaneet kohteet. Aurolan (1938) tutkimuksissa olleista soista suurin osa on nykyään eri nimisiä kuin ne olivat alkuperäisen tutkimuksen aikaan. Niiden sijaintitiedot olivat myös hyvin karkeita, joten joidenkin soiden löytäminen alkuperäiselle paikalle oli lähes mahdotonta.

5.6. Kohteiden korkeuksien virhelähteet

Kohteen korkeus saattaa erota hieman myös alkuperäisestä, sillä interpoloinnin helpottamiseksi koordinaatittomissa kohteissa on pyritty löytämään juuri isobaaseja (esimerkiksi Eronen 1974, Eronen ja Haila 1992 ym.) vastaavia korkeuksia (Kuvat 25C ja 25D). Huomioitava tekijä on myös se, että useiden viitteiden alkuperäiset korkeudet joko puuttuvat tai niiden korkeus on arvioitava artikkelissa olevasta rantahavaintodiagrammeista kuten Glückertin (1976) artikkelin tapauksessa. Tällöin on mahdoton tietää, kuinka paljon niiden virheet poikkeavat alkuperäisistä mitatuista korkeuksista, joka lisää korkeudenmäärittelyihin uusia virhetekijöitä. Tämä aiheuttaa sen, että alkuperäisen rantahavaintodiagrammin korkeudet saattavat hieman erota määritettyjen pisteiden koordinaateissa olevista korkeuksista. Toisaalta rannansiirtymisdiagrammin pallo tai soikio merkki vie tilaa usein useamman metrin korkeusväliltä, joten on vaikea määritellä, mikä alkuperäisen korkeuden oli tarkoitus olla ilman täsmällistä

korkeustaulukkoa. Rantahavaintojen keskiarvokorkeudet on pyritty tasaamaan niin, että ne menisivät isobaasien kannalta sopivammin sen sijaan, että olisivat matemaattisia keskiarvoja. Tämä on täytynyt tehdä siksi, sillä useissa kohteissa joko vaihteluvälin maksimin tai minimi on LI-tasolla. Jos näistä arvioitaisiin todelliset keskiarvot, tasoissa olisi niin paljon korkeusvaihtelua, että se hankaloittaisi interpolointia monimutkaistamalla korkeustasojen vaihtelua tietyillä alueilla.

Toisaalta joillain alueilla muodostuu ongelmaksi se, että selkeämpi rantataso esiintyy useita metrejä ylempänä, kuin alkuperäinen korkeus (Kuva 25C). Varsinaiseksi ongelmaksi tämä muodostuu silloin, kun LiDAR-korkeusmallista ei löydy viitettä vastaavalla korkeudella sijaitsevaa tasoa, mutta sen sijaan ylemmällä tai alemmalla korkeudella on selkeä rantataso. Viitteiden kohteiden korkeudet suhteessa LiDAR-korkeusmalliin vastaaviin kohtiin ovat lähes poikkeuksetta hieman matalammalla. On siis vaikea määrittää, mikä on oikea LI-taso, onko se alkuperäisellä korkeudella sijaitseva kohde vai hieman ylempänä oleva LiDAR-korkeusmallissa oleva taso. Tämä muodostuu ongelmaksi varsinkin Turun ja Salon seudulla, jossa Glückert (1976) on tehnyt paljon rantahavaintotutkimuksia. Alue on lähes kokonaan laserkeilausalueen sisällä, mutta Kemiönsaareen päin mennessä osa kohteista on jouduttu määrittämään vain DEM 25 metrin korkeusmallin avulla, sillä LiDAR-korkeusmalli ei kattanut aluetta tutkimuksen aikana. Glückertin (1976) kohteiden ongelmana tällä alueella on, se että kohteiden huiput riittävät vain juuri ja juuri LI-tason tuntumaan. Tämä voi johtua mahdollisesti DEM-korkeusmallin karkeudesta eli siitä, että jos mäen huippu on alle 25 x 25 metriä, se ei välttämättä näy korkeusmallissa. Mutta se aiheuttaa samalla epäilyksiä siitä, että Gückertin (1976) mittaamat LI-tasot todella ovat nykyäänkin vastaavilla korkeuksilla, sillä jos ne DEM-alueella olevissa kohteissa saattavat olla juuri alarajoissa. Toisaalta itse DEM-korkeusmallin ja LiDAR-korkeusmallin erot saattavat aiheuttaa ongelman korkeusvaihteluiden loogisuuteen, sillä useilla alueilla DEM 25 metrin korkeusmalli on noin metrin ylempänä kuin LIDAR-korkeusmalli samalta alueelta. Tämä aiheuttaa ongelmia mallinnukseen alueilla, joissa korkeus on mitattu LiDAR-korkeusmallita, sillä rekonstruktion laskemiseen käytettiin DEM 10 ja DEM 25, mikä aiheuttaa sen, että rannantasot jäävät rekonstruktiossa noin 1 metriä liian alhaisiksi. On kuitenkin erityisen tärkeä huomioida se, että lopulta nimenomaan luonnolliset tekijät ja maantieteelliset sijainnit ratkaisevat, millä korkeudella Litorinameri on todellisuudessa korkeimmillaan ollut.



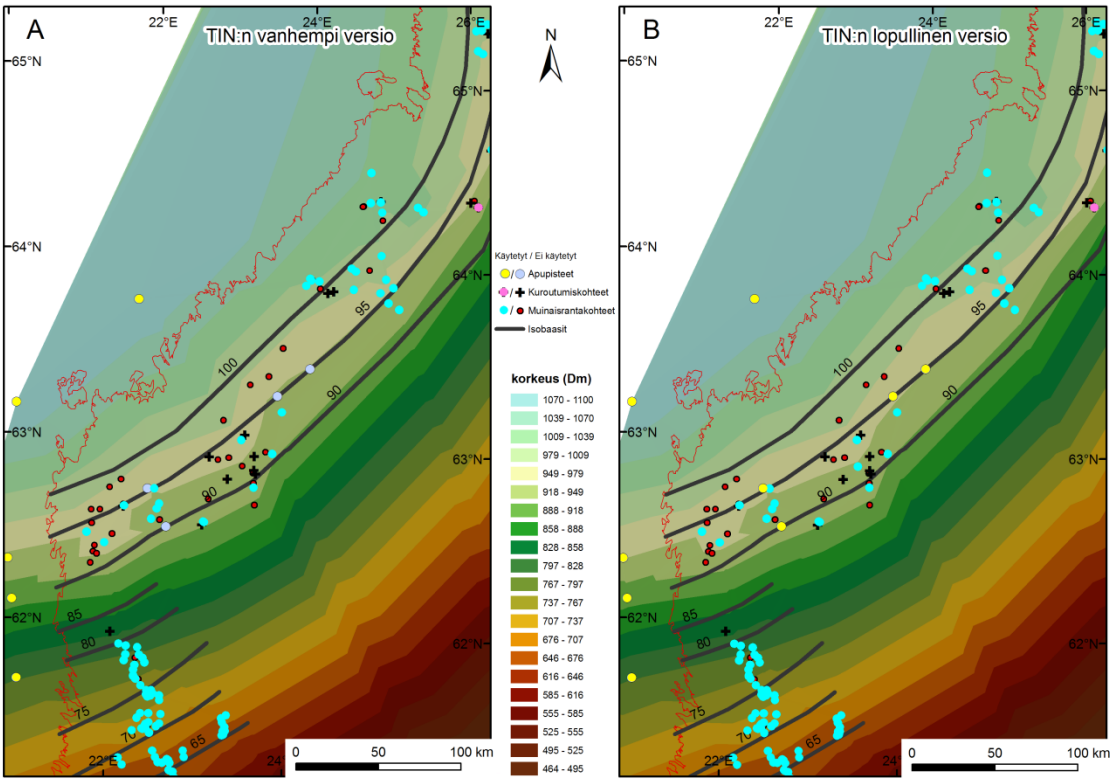
Kuva 25: Esimerkkejä sijainti- ja korkeusvirheistä. Kuvassa A on esitetty järvikohteen 3020 (Stortjärnen) alkuperäinen sijainti ja korjattu sijainti. Järveä on tutkinut Eronen et al. (1993). Alkuperäiset koordinaatit (WGS-84) olivat: N°=23°29' ja E°=60°04' vastaa KKJ 3 koordinaatistossa X=3304394,955 ja Y=6666841,753. Uudet koordinaatit (KKJ 3) X=3304531 ja Y=6667332 ovat sijoitettu siten, että ne osuvat järven keskelle, kohdalle, mistä nykyinen pinnankorkeus on mitattu. Kuvassa B on esitetty sijainnin korjaus ongelmallisen sijainnin takia. Alkuperäinen sijaintitieto (Tapio Väänäsen taulukko) osuu hiekkakuopan

reunalle. Korjattu kohta on noin samalla korkeudella samassa törmässä, mutta paremmassa kohdassa. Tämä kohde 9034 (Dragsvik) on Ristaniemen ja Glückertin (1988) kohde, joka oli alun perin korkeudella 39 m ja se on siirretty hieman ylemmäksi korkeudelle 39,5 m paremman sijainnin saamiseksi. Kuvassa C on esitetty korkeuden muutos. Kohde 9022 (Goljatberget) on Glückertin (1989) kohde, jonka alkuperäinen korkeus on 92 m (alkuperäinen sijainti Tapio Väänänen). Korjattu uusi korkeus on ylempänä törmämäisessä kohdassa 95,3 m korkeudella. Kuvassa D on Goljatbergetin alueen ympäristöä ja isobaasit, (perustuu Eronen (1974) isobaasiehin), joidenka perusteella korkeuden muutos on tehty, sillä Goljaberget (9022) on lähempänä 95 m isobaasia kuin 90 m isobaasia. Kuvan D muut kohteet: 9018, 9019, 9021, 9023, 9043, 9044 ja 9045 ovat alun perin Glückertin (1989) kohteita. Litorinameren ylin ranta on 10 m resoluution rekonstruktio. Kuvasta C voidaan havaita, että mallintaminen ei ole oikein onnistunut korkeusmuutoksesta huolimatta, sillä vain pieni huippu on mallinnetun LI-tason yläpuolella. Tämä johtuu osin todennäköisesti DEM 10 karkeudesta. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013. Kuvan A pohjakartta on peruskarttarasteri: © Maanmittauslaitos 2013.

5.7. TIN-korkeusmalli LI-tason mallintamisessa

Oksanen (1998) ja Burrough ja McDonnell (1998) ovat todenneet, että rannansiirtymismallinnukseen parhaiten sopiva interpolointimenetelmä on TIN-malli. TIN-malli sopiikin hyvin myös Litorinameren ylimmän rannan mallintamiseen. Pisteiden epätasainen esiintyminen ei aiheuta varsinaisia ongelmia, mutta TIN-malli saattaa muuttua hyvin paljon yhden pisteen lisäämisestä tai vähentämisestä (Kuva 26). Koska LI-tason mallintamisen pisteet muodostavat puolikaaren muotoisen alueen Etelä- ja Länsi-Suomen alueella, muodostuu Keski-Suomen alueelle hyvin suuria kolmioita, joissa yhdenkin pisteen lisääminen tai poistaminen muuttaa radikaalisesti mallinnusta. Ongelma on kuitenkin pienempi, miltä se vaikuttaa, sillä sen suurin vaikutus on Keski-Suomen alueella, joka on kokonaan LI-tason yläpuolella. Myös yksittäiset pisteet aiheuttavat paikoin anomalioita, joissa korkeus eroaa ympäröivistä alueista muutamilla metreillä. Pahimmat anomaliat aiheuttavat pisteet on poistettu ennen viimeisintä versiota täysin riippumatta luokittelusta, sillä jopa osa 1-luokan pisteistä aiheuttaa hankalia anomalioita. Harvapisteisillä alueilla yksi piste saattaa vaikuttaa kokonaisuudessa LI-tason sijaintiin. Esimerkiksi Lappajärven eteläpuolella on hyvin harvapisteinen alue, johon vaadittiin apupiste ja 4-luokan kohde parantamaan interpolointia. Tämä muutos nosti LI-tasoa useita metrejä ylemmäksi, mitä se olisi ollut ilman sitä, sillä TIN:in kolmio veti puolikaaren muotoisen alueen liian kulmikkaaksi. Ylipäätään apupisteiden asema oli mietittävä tarkasti, sillä ne vaikuttivat yllättävän paljon TIN:in muotoon ja täten LI-tason korkeuksien sijaintiin. Järvien ja soiden, jotka ovat

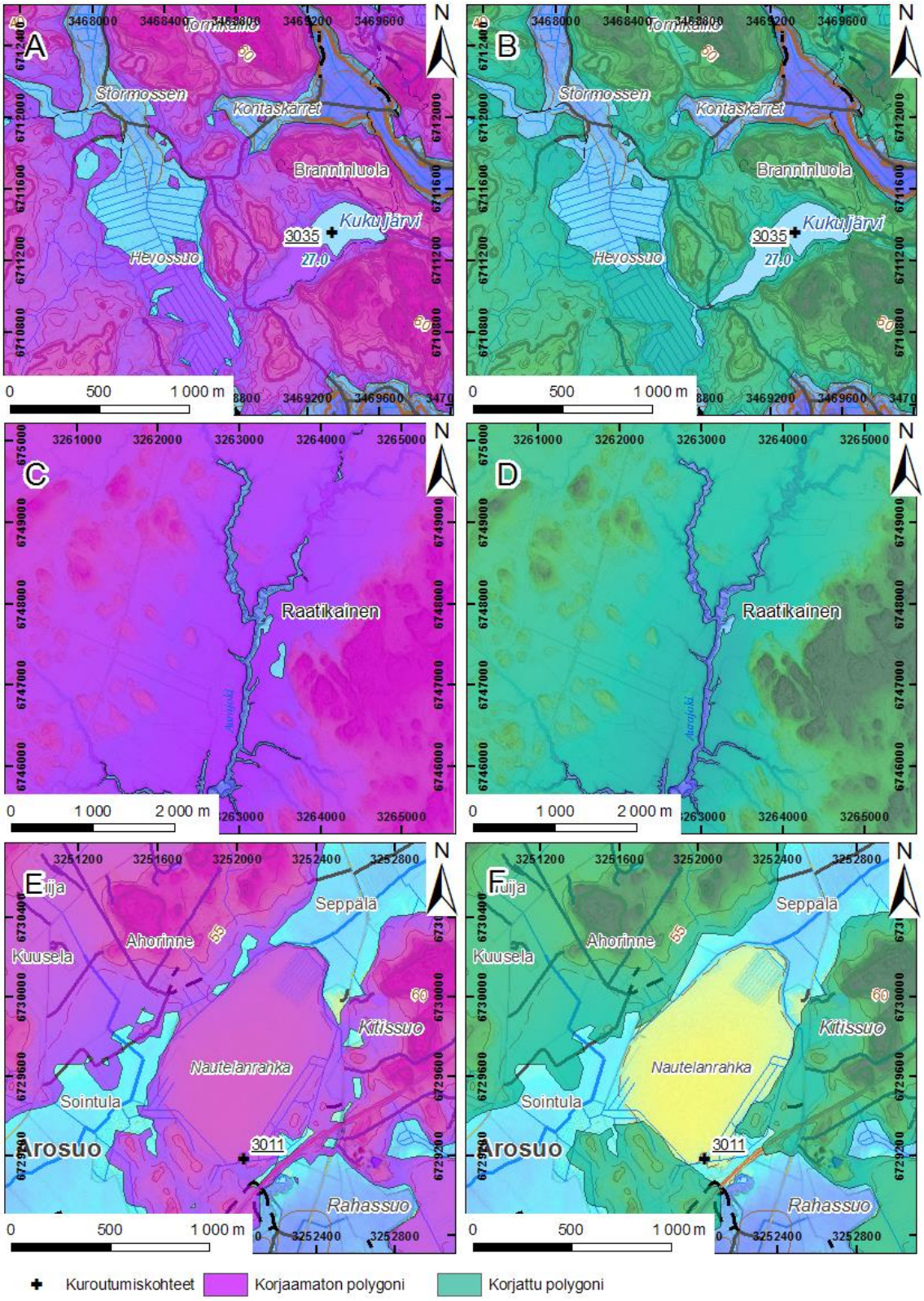
Litorinameren ylimmän rannan tasossa, mallintaminen interpoloinnissa on vaikeaa, sillä vaikka interpoloitu taso, joka kuvaa järven kuroutumiskynnyksen tasoa, olisi onnistunut, niin järvi saattaa jäädä LI-tason yläpuolelle (Kuvat 27A ja 27B). Tämä johtuu siitä, että korkeusmallin järven nykyinen pinta on usein korkeammalla, mitä kuroutumiskynnys TIN-mallilla. Tämä aiheuttaa sen, että vähennyslaskun jälkeen järvi tai suo on jäänyt liian korkealle Litorinameren ulottumattomalle alueelle, vaikka todellisuudessa ne kuuluisivat LI-tason alapuolelle. Jokilaaksot ovat myös ongelmallisia, sillä ne eivät ole olleet välttämättä samanmuotoisia Litorinameren ylimmän rannan aikaan kuin nykyään. Tässä mallinnuksessa jokilaaksot ovat jätetty, siten kun ne ovat mallintuneet ja ne on siistitty turhista reistä ja pienistä polygoneista (Kuvat 27C ja 27D).



Kuva 26: Kuvista näkee, miten paljon yksittäisten pisteiden muutokset vaikuttavat LI-tason korkeuksiin eri alueilla. A. Vanhemmassa versiossa LI-taso on matalammalla 95 ja 100 metrin isobaasien välillä kuin kuvassa B, joka esittää vastaavaa aluetta lopullisessa versiossa. Lopulliseen version kartan alueelle on lisätty 4 apupistettä ja yksi 4 luokan piste. Pisteiden värit kuvastavat sitä onko niitä käytetty TIN-mallissa vai ei. Isobaasit perustuvat Erosen (1974) isobaaseihin. Hallinnolliset rajat: © Maanmittauslaitos 2013.

Rakennetuilla alueilla tulee mallintamisessa ongelmalliseksi tiet ja suuret liikenneväylät ja rakennukset (Kuvat 27E ja 27F). Usein matalikko tai muinainen merenlahti saattaa

jäädä suuren tien taakse reiäksi ja täten Litorinameren ylimmän rannan piirin ulkopuolelle. Toisinaan järvien ja jokien yhteydet ovat myös katkenneet tien takia ja ne



Kuva 26: Korjatun ja korjaamattoman 10 metrin resoluution LI-tason polygonin eroavaisuudet. Kuvissa A, C ja E on esitetty, miltä polygonit näyttivät ennen korjausta suoraan polygoniksi muuttamisen jälkeen. Kuvissa B, D ja F on esitetty, miltä alueet näyttivät korjauksen jälkeen. Polygonissa olevia virheitä on

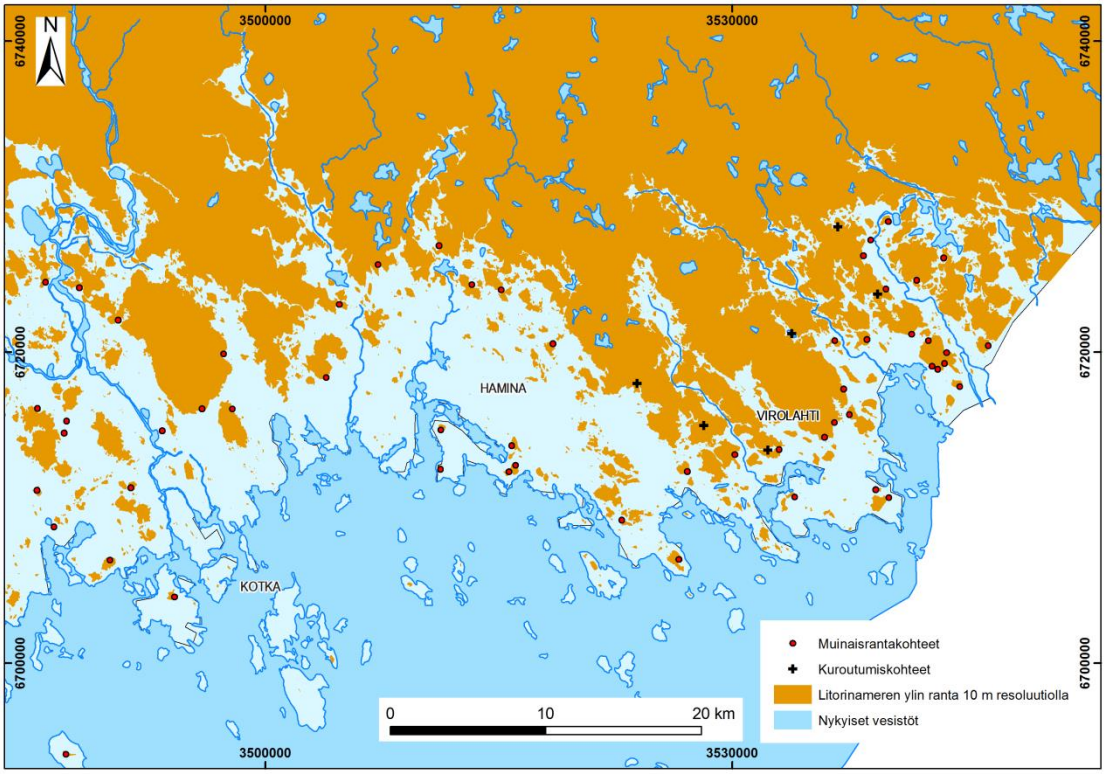
muun muassa kuvassa A havaittava järviallas, joka ei ole mallintunut oikein. Kuvassa E ja F on puolestaan ongelma suon kohdalla, joka on mallintunut väärin, sillä mallinnus huomioi vain suon pinnan, joka on paljon korkeammalla kuin sen kuroutumiskynnys. Kukulijärvi (kohde 3035) on Miettisen et al. (1999) kohde ja Nautelanrahka (kohde 3011) on Aurolan (1938) kohde. Kuvassa D on korjattu kuvan C ylimääräisiä reikiä. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013. Pohjakartat: © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

---

pitää avata korjaamalla polygoni. Suuret rakennukset aiheuttavat puolestaan turhia polygoneja, jotka vaikuttavat saarilta. Myös suuret sillat saattavat aiheuttaa turhia polygoneja. Tiet aiheuttavat polygoneihin myös turhia lippoja, mutta näistä korjattiin vain ne, jotka olivat helposti korjattavissa.

5.8. Litorinameren rantapintojen alueelliset piirteet

5.8.1. Virolahden ja Haminan alue

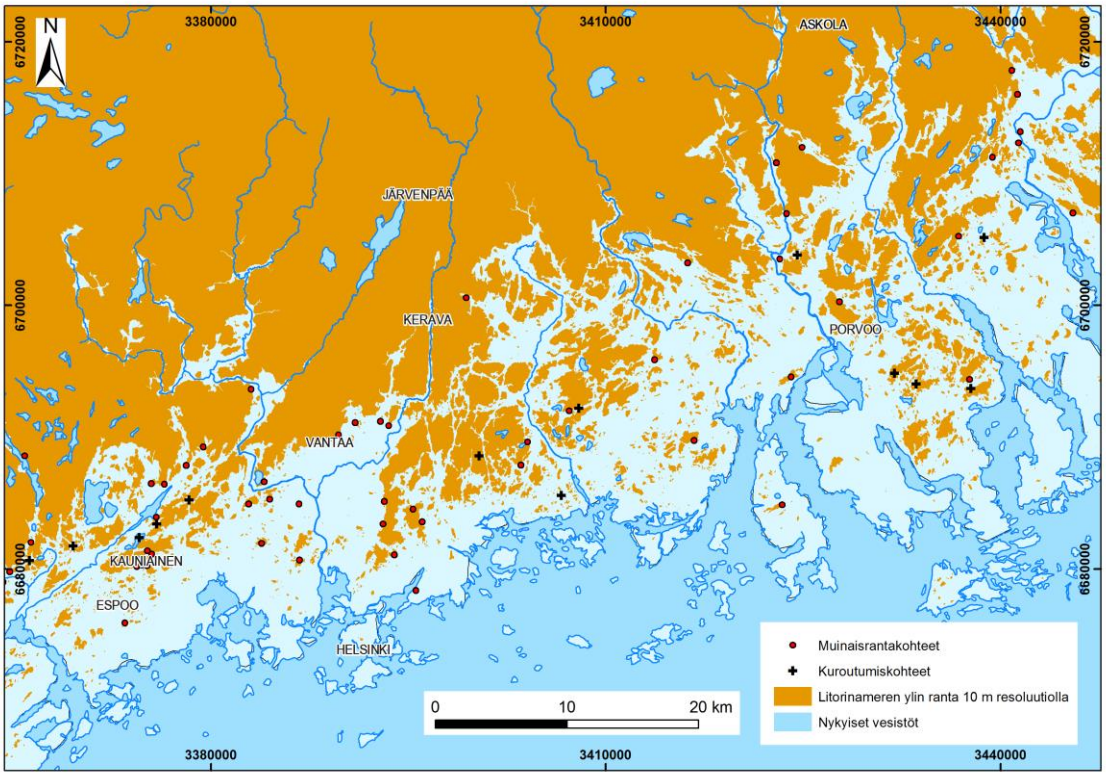


Kuva 28: Virolahden ja Haminan alueiden 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

Haminan alueella on useita rantapintoja noin 22,6 metrin korkeudella LiDAR-korkeusmallista tulkittuna. Paikoin on havaittavissa kahta eri korkeutta: noin 21 metriä ja noin 23 metriä. Näistä kahdesta eri tasoita on vaikea määritellä, kumpi niistä edustaa

nimenomaan LI-tasoa. Toinen tasoista saattaa edustaa joko LII-tasoa tai AV-tasoa. On kuitenkin mahdollista, että matalampi taso on syntynyt ensin ja korkeampi taso vasta Litorinatransgression aikana. On myös mahdollista että nämä kaksi eri korkeudella olevaa tasoa vastaavat hieman lännemmässä olevia Salmen (1961) tulkitsemaa noin 24,5 m LI-tasoa ja 23,5 m LII-tasoa. Alueen tunnetut kohteet edustavat korkeuksia 24,9 metriä esimerkiksi Haminan Munavuoren rantatörmä (Hyyppä 1937) tai Virolahden Ruokosuon laidalla oleva rantavalli (TUURA 2011), joka on noin 23 metriä. Alueella on ylipäätään vähän kirjallisuudesta löytyviä kohteita, joten oikeasti jo löydettyjen kohteiden määrä on tuntematon. Näiden tekijöiden takia alue oli haasteellinen mallintaa (Kuva 28).

5.8.2. Helsingin, Keravan, Porvoon ja Askolan alue



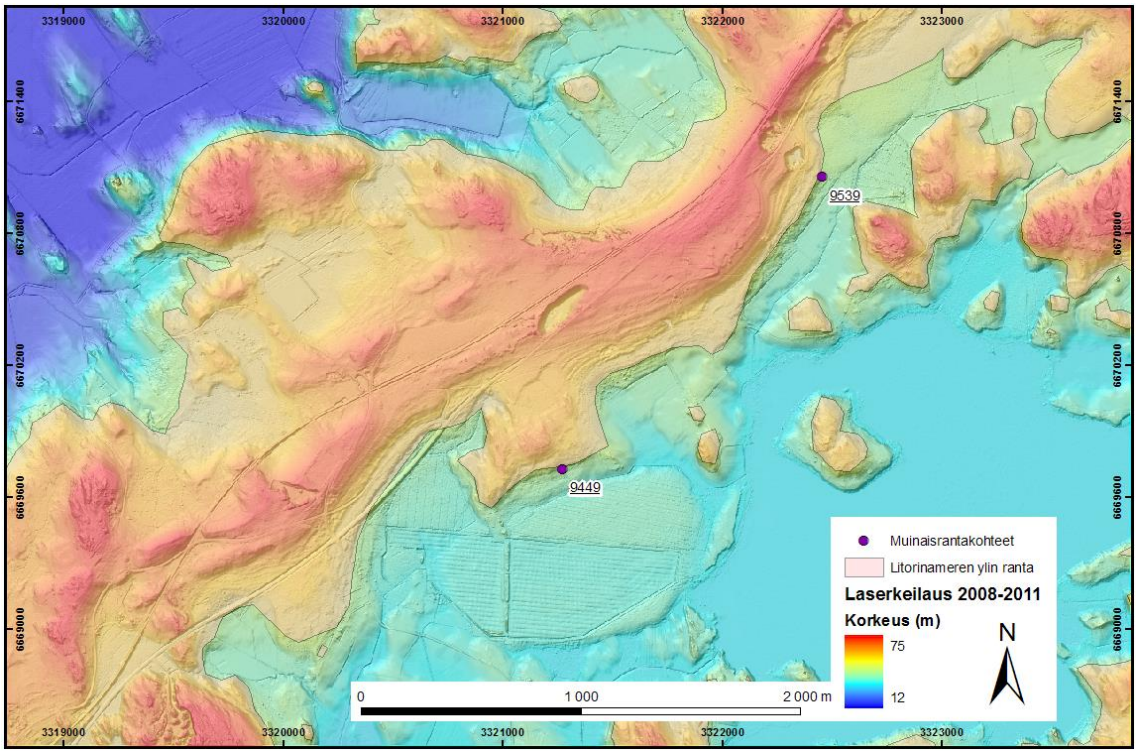
Kuva 29: Helsingin, Keravan, Porvoon ja Askolan alueiden 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

Alue (Kuva 29) kuuluu Litorinatransgression esiintymisalueen läntiselle rajavyöhykkeelle. Tällä alueella Litorinameren rannansiirtyminen on useiden tutkijoiden mielestä ongelmallista (mm. Eronen 1974, Hyvärinen 1980). Esimerkiksi Eronen (1974) on todennut Askolan ja Helsingin alueiden LI-tasojen sijaitsevan samalla korkeudella noin

30–32 metrin korkeudella. Hyvärisen (1980) mukaan Helsingin alueella ei esiinny Litorinatransgressiota. Sen sijaan Askolassa sen on arvioitu olevan jopa 4 metriä (mm. Aario 1935, Tynni 1966).

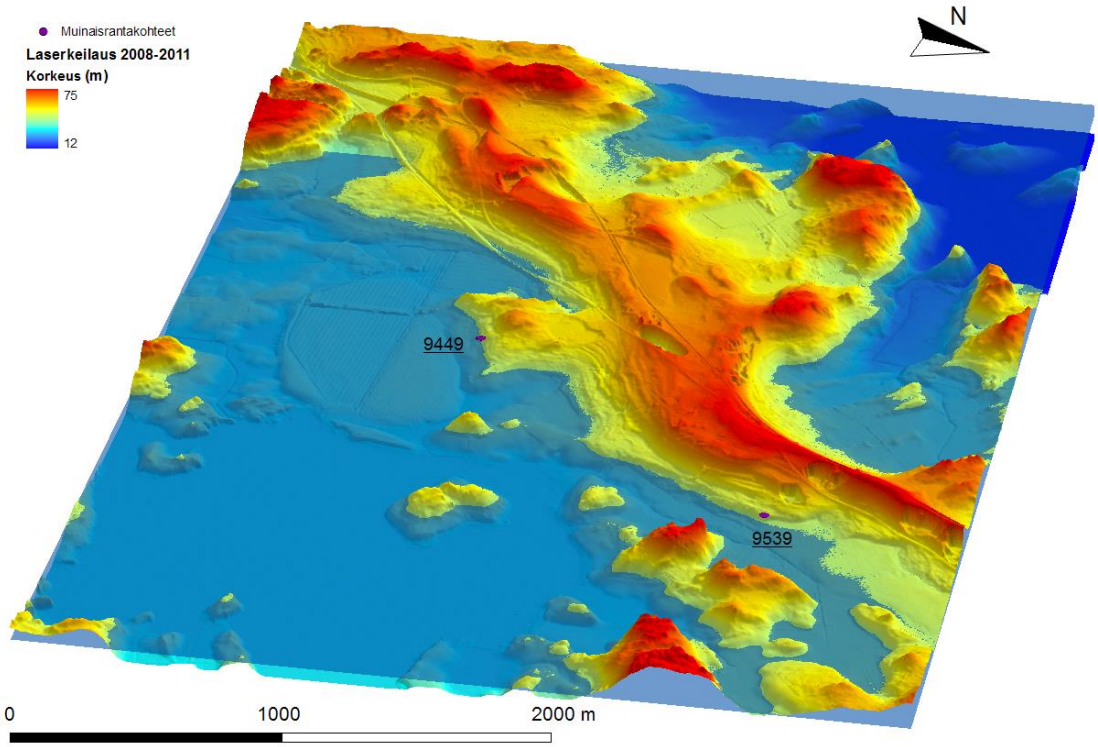
LiDAR-korkeusmallin tulkintojen, Litorinameren ylimmän rannan rekonstruktion ja tunnettujen rantahavaintojen perusteella, Helsingin alueella sijaitsee kahta eri tasoa. Ylempänä oleva noin 32,5 metrin taso ja alempana oleva noin 30,5 metrin taso (mm. Hyyppä 1937). 30 metrin tasolla olevat kohteet sijaitsevat paikoin lännempänä kuin 32 metrin taso, joka on maankohoamisen suunnan vastaista. Pohjois-eteläsuuntaiset vaihtelut voivat vaikuttaa tähän ilmiöön. Mutta on kuitenkin todennäköistä, että vaihtelut LI-tason korkeudessa ovat paikallisia sen mukaan, miten Litorinatransgressio on vaikuttanut kuhunkin alueeseen.

5.8.3. Raaseporin alue



Kuva 30: Litorinameren ylin ranta Raaseporissa, Ensimmäisellä Salpauselällä 10 m resoluutiolla rekonstruoituna. LI-tason korkeus on alueella noin 38–39 m. Litorimereri on muovannut selkeät rantatörmät Salpausselän rinteellä, jotka näkyvät hyvin LiDAR-korkeusmallin ja MDOW-vinovarjovalaistuksen avulla. Aluetta tutkinut mm. Rudeberg (1925a), kohde 9539 ja Ristaniemi ja Glückert (1988), kohde 9449. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

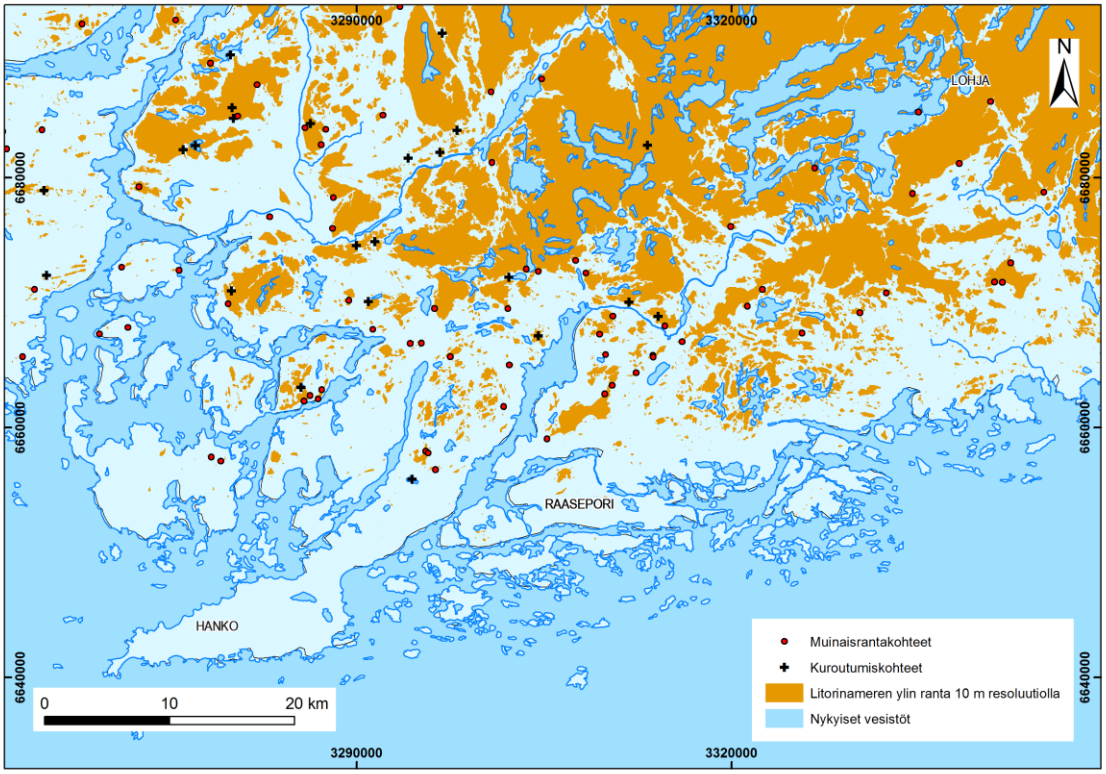
Alueen merkittävin muodostuma on Ensimmäinen Salpausselkä. Raaseporin alueella Salpausselän itäpuolen ja länsipuolen rantavallit ja törmät sijaitsevat samassa tasossa noin 38–39 metrin korkeudessa (Kuvat 30 ja 31). Glückertin (1976) kartan mukaan 40 metrin isobaasi menee Ensimmäisen Salpausselän suuntaisesti alueen läpi. Alueen mallintaminen onnistui hyvin selkeiden rantatörmien ja rantavallien takia, mutta paikoin LiDAR-korkeusmallin ja DEM 10:n pienet korkeuserot aiheuttivat ongelmia.



Kuva 31: Litorinameren ylin ranta Raaseporissa, Ensimmäisellä Salpausselällä samalta alueelta kuin yllä oleva kuva. 3D-mallin (ArcScene: © ESRI) korkeudet ovat 5-kertaisia luonnolliseen verrattuna. Merenpinnan korkeudeksi kuvassa on asetettu 39 metriä. MIttajana pätee vain itäreunassa kolmiulotteisuuden takia. Laserkeilaus 2008−2011: © Maanmittauslaitos 2013.

5.8.4. Lounais-Suomi

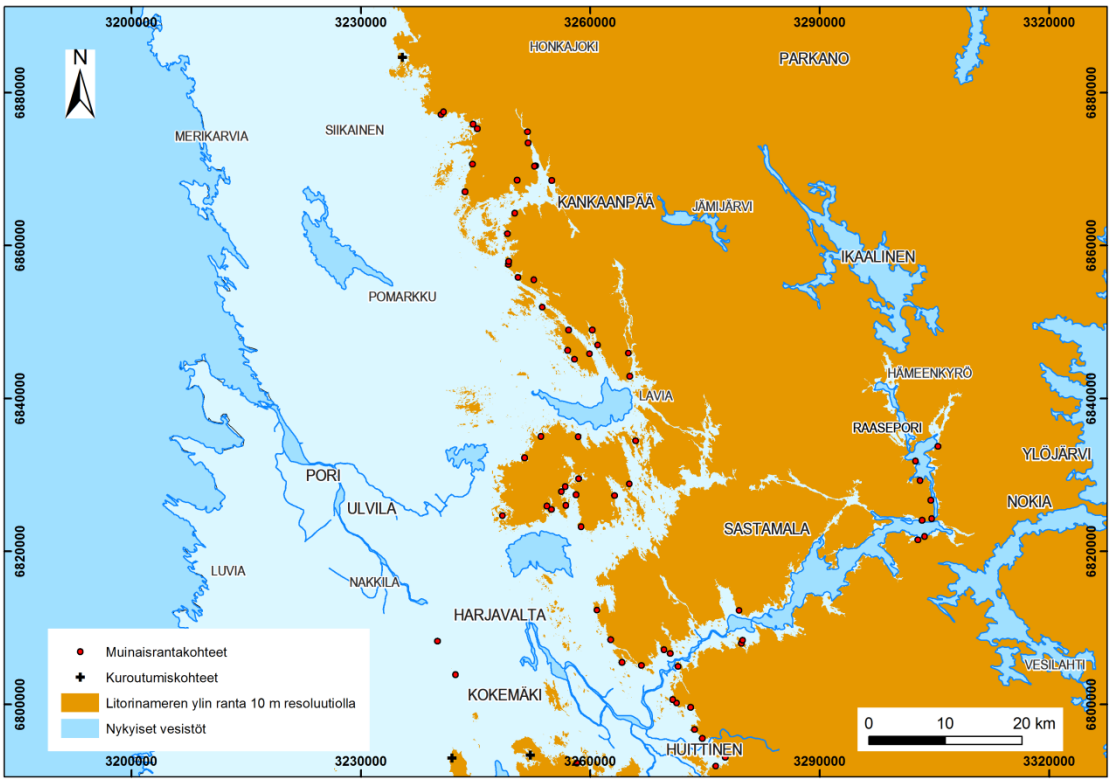
Glückert (1976) on tehnyt alueelta paljon rantahavaintoja. Niiden korkeudet perustuvat todennäköisesti N60 järjestelmään. Korkeudet tähän työhön on otettu alkuperäisviitteen korkeuksien ja isobaasien avulla. Mutta koska täsmällisiä sijaintikoordinaatteja ei ole rantahavaintokohteista, on todennäköistä, että kohteet saattavat sijaita nykyään noin 29–30 cm korkeammalla, mitä niiden alkuperäiset korkeudet olivat (Vuorinen et al. 2009). Interpolointi oli kuitenkin melko sujuvaa tällä alueella (Kuva 32) suuresta kohteiden määrästä ja niiden mahdollisista liian alhaisista tasoista huolimatta.



Kuva 32: Lounais-Suomen alueen 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

5.8.5. Kankaanpään, Pomarkun ja Lavian alue

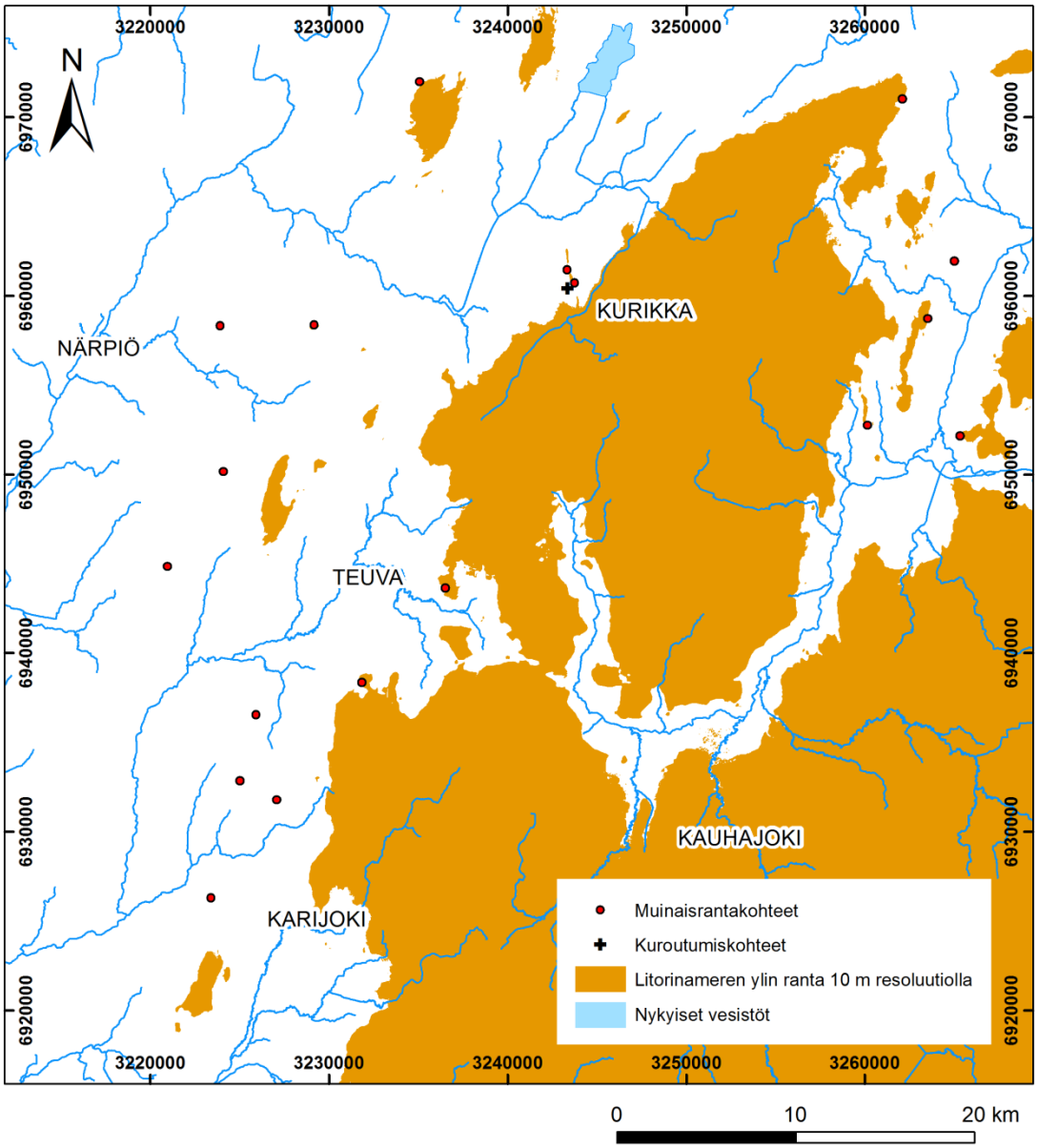
Alueella (Kuva 33) on useita rantatasoja noin 79–81 metrin korkeudella laajalla alueella pohjois-etelä suunnassa. Nämä tasot ovat LiDAR-korkeusmallissa paljon voimakkaammin näkyviä, kuin vastaavan alueen LI-tasoon kuuluvat rantapinnat (noin 76–77 metriä). Erosen (1974) ja Erosen ja Hailan (1992) LI-isobaasikartoissa 80 metrin isobaasi kulkee pohjoisempana Siikaisen, Honkajoen ja Karvian linjaa pitkin. Kankaanpäähän siirryttäessä selkeämpiä rantatasoja on isobaasien perusteella arvioidulla LI-tason korkeudella. Toisaalta Kankaanpään alueella parhaimmat rantatasot ovat noin 84–86 metrin korkeudella. N2000 ja N60 erot aiheuttavat sen, että alueella N2000 järjestelmän mukaiset korkeudet ovat noin 38–40 cm korkeammalla kuin N60 järjestelmän (Vuorela et al. 2009). Tämä ei kuitenkaan riitä selittämään sitä, miksi selkeimmät rantatasot ovat melkein yli 5 metriä korkeammalla, kuin niiden pitäisi olla tunnettujen LI-isobaasien perusteella. On mahdollista, että myöhäiset Ancylusvaiheen muinaisrannat esimerkiksi AV-vaiheen rannat ovat paremmin muodostuneita alueella kuin Litorinameren rannantasot.



Kuva 33: Kankaanpään, Pomarkun ja Lavian alueiden 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

5.8.6. Pohjanmaan alue

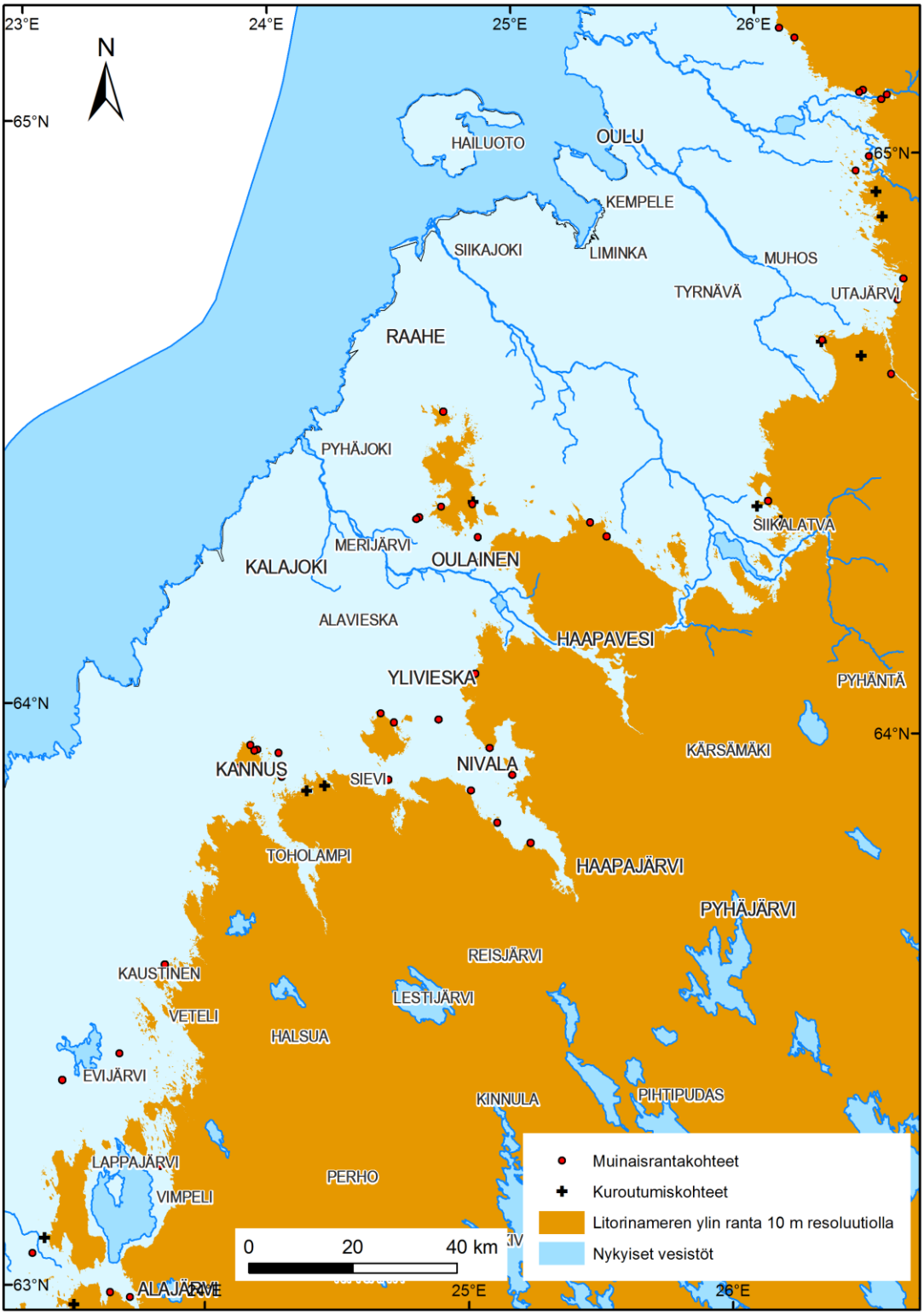
Pohjanmaan alueen korkeustason interpolointi on vaikeaa, sillä tutkittuja kohteita, jotka ovat sopivia interpolointiin, löytyi vähän kirjallisuudesta. Aluetta ovat tutkineet mm. Glückert et al. (1993) ja Eronen (1974). Suuri osa tunnetuista tutkituista kohteista ei sovellu Litorinameren ylimmän rannantason interpolointiin, sillä useat kohteet ovat joko pari metriä liian ylhäällä tai alhaalla ollakseen LI-tasoon kuuluvia muinaisrantoja. Koska Pohjanmaan alueen topografia on hyvin tasaista ja paikoin soista, on parin metrinkin eroilla suuri vaikutus LI-rajan sijaintiin. Tikkasen ja Oksasen (2002) rekonstruktioon verrattuna alueen mallinnettu 10 metrin resoluution LI-taso on usein matalampana. Tämä ilmiö näkyy selkeiten Etelä-Pohjanmaalla (Kuva 34), missä Kauhajoen, Teuvan ja Kurikan alueen ylänkö ei ole ollut erillisenä saarena kuten Erosen ja Hailan (1992) kartassa ja Tikkasen ja Oksasen (2002) rekonstruktiossa. 10 metrin resoluution rekonstruktion mukaan saari oli kiinni maakannaksella nykyisten Teuvan ja Kurikan rajalla Litorinameren ylimmän rannan vaiheessa. Virhe saattaa johtua siitä, että alue mallintui huonosti, sillä siellä oli vain vähän rekonstruktiossa käytettyjä 1- ja 2-luokan kohteita ja alueen mallinnusta piti parantaa apupisteiden avulla.



Kuva 34: Kurikan, Kauhajoen ja Teuvan alueiden alueen 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

Pohjois-Pohjanmaalla (Kuva 35), Oulun vyöhykkeellä on vain vähän tunnettuja kohteita. Oikeastaan vain yksi Erosen (1974) tutkima kuroutumiskohde, Vähä-Vuotunki, joka sijaitsee Ylikiimingissä, soveltuu interpolointiin. Oulun alue kuuluu Muhoksen vyöhykkeeseen, joka on keskiproterorotsooisten jotunisien sedimenttikivien peittämä muinainen hautavajoama-alue (Kesola 1985). Koska alue kuuluu muinaisten lohkoliikuntojen vyöhykkeeseen, on vaikea arvioida, miten tämä alue on käyttäytynyt maankohoamisen aikana. LiDAR-korkeusmallin lähemmässä tarkastelussa oli havaittavissa kahta eri korkeutta: noin 93–95 metrin korkeus (perustuu Erosen (1974)

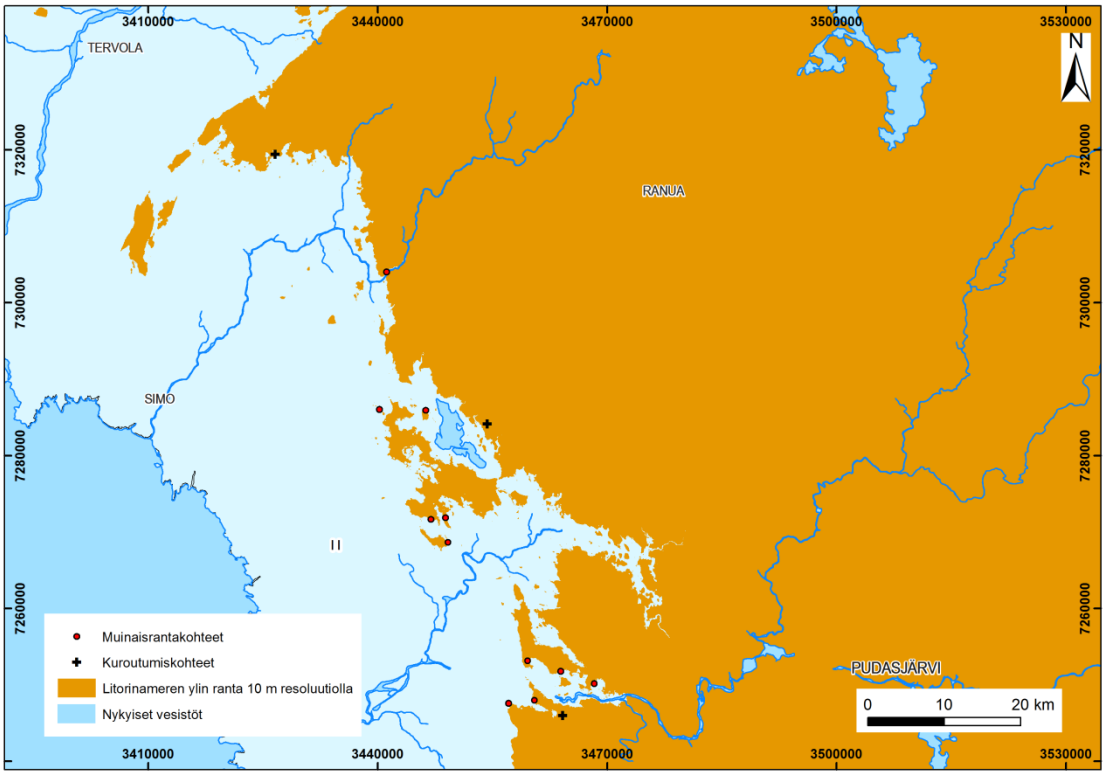
tutkimuksiin) ja ylempänä oleva yli 97 metrin taso, joka saattaa olla Ancylusvaiheen taso. Noin 97 metrin taso on kuitenkin paikoin voimakkaammin LiDAR-korkeusmallis-



Kuva 35: Pohjois-Pohjanmaan alueen 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

sa havaittavissa oleva kuin alempi taso. Ylipäätään Pohjanmaan aluetta on hankala mallintaa, sillä siellä on paljon tasaisia alueita ja soisia alueita, joissa pienikin muutos korkeudessa siirtää LI-tasoa sisämaahan tai merelle päin useita satoja metrejä.

5.8.7. Iin Alue



Kuva 36: Iin alueen 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

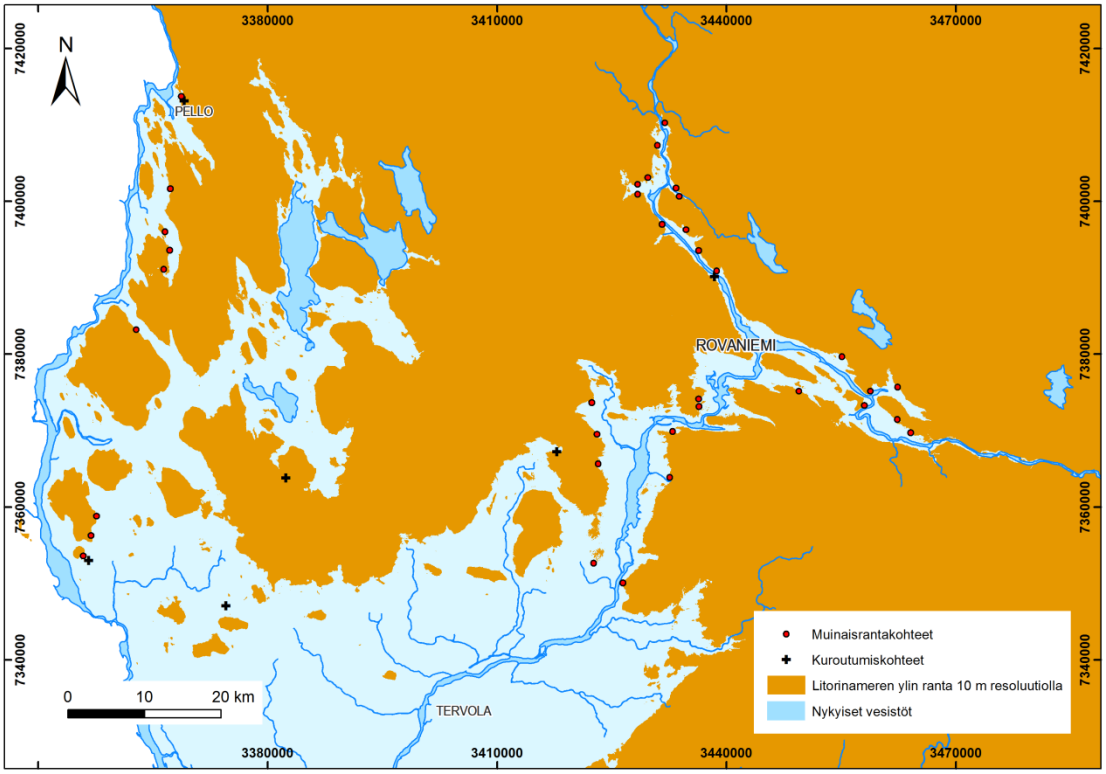
Alueen rantatasot näyttäisivät sijoittuvan hieman yli 100 metrin korkeuteen (Kuva 36). Kuitenkin Okon (1949) tulkintojen perusteella vaikuttaa siltä, että Litorinameren taso on saattanut yltää noin 103 metrin tasolle, joka on alueelta tutkitun Kaakurilammen kuroutumiskynnyksen taso. Kaakurilammessa on havaittu olevan murtoveden lajeja, mikä viittaa Litorinameren vaikutukseen. Yhden järven perusteella ei voida kuitenkaan sanoa kuroutumiskynnyksen sijainneen 103 metrin tasolla, sillä Kaakurilammesta ei ole tehty ajoituksia. Ongelmallista on kuitenkin se, että alueelta löytyy heikompia rantatasoja noin 102–104 metrin korkeudesta. Voimakkaimmat rantatasot ovat noin 100,5 metrin korkeudella LiDAR-korkeusmallista tulkittuna.

5.8.8. Pellon ja Ylitornion alue

Alueella ei ole selkeitä rantamuodostumia. Joitain tasoja esiintyy, mutta ne ovat jopa LiDAR-korkeusmallista hyvin vaikeasti hahmoteltavia. Pinnanmuotojen korkeusvaihtelut ovat hyvin suuria. Törmämäinen rakenne saattaa olla korkeusvaihteluväliltään hyvin suuri. Muodostumat ovat useimmiten moreenissa olevia, epämääräisen näköisiä, ei kunnolla kehittyneitä törmämäisiä rakenteita. Syy kuitenkin tähän on todennäköisesti se, etteivät alueella rannikkovoimat ole päässeet kuluttamaan mitään selkeitä rakenteita maaperään, sillä alue on hyvin kumpuista eikä siellä esiinny kunnollisia ulappa-alueita (Jukka-Pekka Palmu, GTK, Suullinen tiedonanto 2012). Alueelta on tehty vain vähän tai ei ollenkaan LI-tason määrityksiä. Alueella sijaitsee kuitenkin yksi hyvä kuroutumishorisontti Lupojärvestä, joka on ajoitettu kuroutuneen itsenäiseksi altaaksi juuri Litorinameren ja Ancylusjärven vaihtumisvyöhykkeessä (Saarnisto 1981). Toisin sanoen se edustaa lähes varmasti Litorinameren ylintä rantaa alueella, sillä Litorinameren ylin ranta on alueella muodostunut aivan Litorinameren alkuvaiheessa, sillä alueella nopeasta maankohoamisesta johtuen ei ollut Litorinatransgressiota.

LiDAR-korkeusmallilta tulkittuna Ylitorniosta löytyi luultavasti aiemmin havaitsemattomia LI-tason rantatasoja, jotka sijaitsevat noin 107–108 metrin korkeudella (Kuva 17). Nämä rantavallit sijaitsevat Perävaaran, Kiimavaaran ja Huitaperin rinteillä ja ne ovat selkeästi silmämääräisesti erottuvia LiDAR-korkeusmallilta MDOW-vinovarjovalaistuksen avulla. Alueen LI-tasoa ei kirjallisuushakujen perusteella ole tutkittu. Kuitenkin Saarniston (1981) kartan mukaan Rehväsvaaran ja Ainiovaaran (ks. A. Åberg 2013, kohde: 6627) huiput yltävät Itämeren ylimmän rannan yläpuolelle. On kuitenkin epätodennäköistä, että Saarnisto (1981) olisi havainnut LI-tasot, sillä niistä ei ole mitään mainintaa. Saarnisto (1981) on kuitenkin karkeasti todennut LI-tason olevan yli 90 metriä Rovaniemen ja Pellon alueella. Erosen (1974) tutkima Kivi-Lompolon Jänkä, jonka kuroutumiskynnys on noin 110 metriä, on kuroutunut mahdollisesti Mastogloia-vaiheen lopussa hyvin lähellä Litorinavaiheen alkua noin 7590±230 PB (kalibroimaton C^{14}-ikä), joka on kalibroituna 6532±510 eKr. (kalibroitu Reimerin et al. (2009) IntCal09 käyrän avulla).

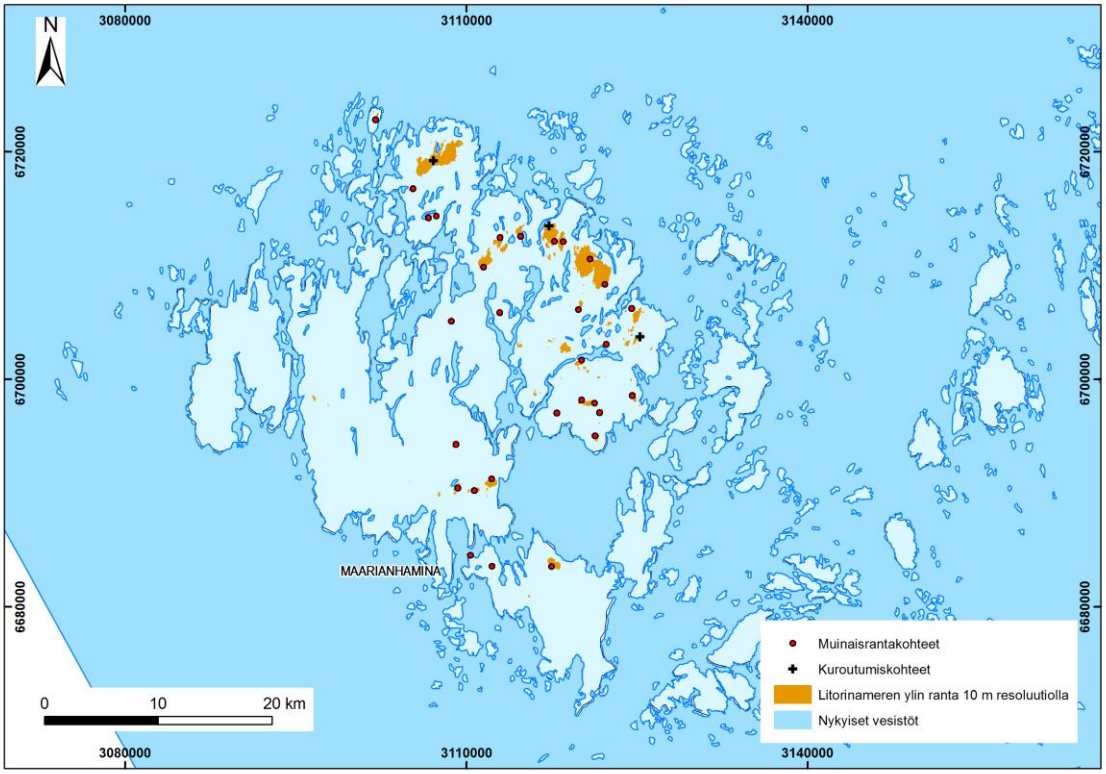
5.8.9. Rovaniemen alue



Kuva 37: Rovaniemen, Pellon ja Ylitornion alueiden 10 metrin resoluutiolla rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

Rovaniemen alueella (Kuva 37) on paljon laajoja moreenialueita. Tästä johtuen rantatasot eivät ole erityisen selkeästi nähtävissä. Paikoin voi kuitenkin havaita hyvin selkeitä ja suuria rantavallimaisia piirteitä moreenialueilla. Alueen harvoissa sora- ja hiekkamuodostumissa sen sijaan törmät ja vallin ovat hyvin selkeästi havaittavissa LiDAR-korkeusmallista. Ongelmallisin alue on Rovaniemen keskustan halkova Kemijoen alue ja sen ympäristö. Tällä alueella Litorinameren rantatasot ovat hyvin heikosti näkyviä verrattuna jokilaakson joen muodostamiin jokiterasseihin nähden. Tämä johtuu todennäköisesti samasta ilmiöstä, mitä Pellon alueella oli havaittavissa. Koska Litorinameren ulottuvuuden alue on hyvin kapea, rantavoimat eivät ole olleet niin voimakkaita kuin avonaisemman meren alueella, joten rantamuodostumat ovat jääneet heikoiksi. Toisaalta jokilaakson yläpuolisten alueiden rantatasot ovat hyvin selkeästi nähtävissä LiDAR-korkeusmallista, usein monimutkaisina vallisarjoina moreenimäissä ja vaaroissa.

5.8.10. Ahvenanmaan alue



Kuva 38: Ahvenanmaan alueen 10 metrin tarkkuudella rekonstruoitu Litorinameren ylin ranta. Vesistöt (vakavedet): © Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013.

Ahvenanmaan interpolointi on yksi parhaiten onnistuneita. Litorinarannan sijainti muistuttaa hyvin paljon Glückert (1978) karttaa (Kuva 38), joka kuvastaa LI-tasoa 4500 eKr. eli noin 6500 vuotta sitten eli Litorinatransgression aikana. 10 metrin DEM korkeusmallin avulla tehty kartta on yksityiskohtaisempi kuin Glückertin (1978) kartta. Alueelta ei ollut korkeusmallia mittausvaiheessa, mutta selkeät rantamuodostumat tekivät alueen interpoloinnissa sujuvaa. Raja myötäilee hyvin alueen kivivöitä. On todennäköistä interpolointi onnistui parhaiten alueella juuri siksi, että sekä DEM 10 metrin korkeusmallin rasterien korkeudet että Ahvenanmaan kohteiden korkeudet perustuivat peruskartan korkeuskäyriin. Ahvenenmaan LI-tason mallintaminen olisi kuitenkin joka tapauksessa melko helppoa alueelle tyypillisien massiivisten ja helposti erottuvien kivivöiden avulla.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kirjallisuuden Litorinmeren ylimmän rannan kohteet ovat ensimmäistä kertaa järjestelmällisesti samassa tietokannasta, minkä on tarkoitus helpottaa Litorinameren ylimmän rannan tutkimusta. Koska kohteet ovat kerätty useasta eri lähteestä, niiden hallitseminen oli vaikeaa. Muinaisrantatietokanta sopii hyvin Litorinameren ylimmän rannan mallintamiseen ja on Litorinameren osalta melko kattava, sillä se sisältää lähes kaikki kirjallisuudessa tunnetut kohteet Litorinameren ylimmän rannan aikaisista rantapinnoista ja kuroutumiskohteista. Uudet LiDAR-korkeusmallin avulla löydetyt kohteet tuovat oman uudenlaisen näkemyksensä muinaisrantatutkimukseen, sillä LiDAR-korkeusmallista voidaan nähdä selkeästi rantavalleja ja törmiä. Rantavallien havaitseminen maastossa on usein haastavaa, sillä ne eivät välttämättä kohoa selkeästi ympäristöstään. TIN-mallilla mallintaminen sopii vedenpintojen mallintamiseen kuten Litorinameren ylimmän rannantason mallintamiseen.

Rantahavaintotietokannan avulla luodut LI-tasoa kuvaavat kartat ovat melko hyvin onnistuneita. Muodostunut Litorinameren ylimmän rannan yläpuolinen alue vastaa muodoltaan hyvin paljon Erosen ja Hailan vuoden (1992) karttaa. Karkeammassa mittakaavassa käsiteltynä ne ovat erityisen hyviä. 25 metrin LI-taso ei sovellu kuin karkean mittakaavan tarkasteluun sen sijaan 10 metrin resoluution LI-taso soveltuu myös lähempään pienipiirteiseen tarkasteluun sen ollessa paljon yksityiskohtaisempi kuin edeltäjänsä Erosen ja Hailan vuoden (1992) kartta ja Tikkasen ja Oksasen (2002) kartta. Litorinameren ylimmän rannan mallintaminen ei luultavasti koskaan voi olla täydellistä, sillä siihen on vaikuttanut useat eri tekijät ja vain osasta on jäänyt luontoon jälkiä, joiden avulla Litorinameren ylintä rantaa voidaan mallintaa. Jotta mallintaminen onnistuisi, oli joitain asioita oikaistava. Tämä aiheuttaa tietenkin asioiden yksinkertaistumista, mutta koottu tieto ei katoa, sillä ne ovat saatavilla muinaisrantatietokannasta ja alkuperäisviitteistä. Luonto on kuitenkin niin monimutkainen systeemi, ettei edes uskottavasti mallinnettavissa oleva asia ole mahdollista rekonstruoida täysin oikein, sillä useat mahdolliset tekijät vaikuttavat sen onnistumiseen. Tietokantaan kootut tiedot ovat kuitenkin erittäin hyödyllisiä myöhempien rantapintatutkimusten avuksi ja niiden avulla voidaan edistää muinaisrantatutkimusta. Muinaisrantatietokanta (ASD) on saatavilla GTK:n hakupalvelusta (http://hakku.gtk.fi).

7. KIITOKSET

Haluisin kiittää seuraavia henkilöitä jotka olivat suurena apuna graduni ja muinaisranta-tietokannan tekemisessä: J.-P. Palmua, A. Ojalaa ja V.-P. Salosta graduni ohjaamisesta, asiantuntevasta avusta ja gradun kommentoimisesta, O. Ristaniemeä asiantuntevasta avusta ja kommenteista, T. Väänänästä graduni kannalta hyödyllisen tietokannan käyttööni luovuttamisesta, P. Lintistä mahdollisuudesta tehdä graduani GTK:lle, H. Virkkiä ja K. Ajakaista, tietoteknisestä avusta graduani teon aikana S. Tolppasta ja M. Mehtälää kirjallisuuden ja artikkeleiden löytämisen helpottamisesta kirjastosta, H. Kutvosta kuviensa käyttöoikeuden luovuttamisesta graduni käyttöön ja A. Åbergia yhteistyöstä ja avusta graduni teon kaikkien vaiheiden aikana.

8. VIITELUETTELO

Aario, L. 1935. Die Postglazialen Niveauvershiebungen im mittleren Uusimaa mit Berücksichtigung ihrer Beziehungen zu steinzeitlichen wohnpläze. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A 44 (1), 161.

Alhonen, P. 1972. Gallträsket: the geological development and palaeolimnology of a small polluted lake in Southern Finland. Commentationes biologicae. Helsinki: Societas Scientiarum Fennica 57, 5–34.

Alhonen, P., Eronen, M., Núñez, M., Salomaa, R. ja Uusinoka, R. 1978. A contribution to Holocene shore displacement and environmental development in Vantaa, South Finland: the stratigraphy of Lake Lammaslampi. Bulletin of the Geological Society of Finland 50 (1-2), 69–79.

Andrén, E., Andrén, T. ja Kunzendorf, H. 2000. Holocene history of the Baltic Sea as a background for assessing records of human impact in the sediments of the Gotland Basin. The Holocene 10, 687–702.

Andrén, T., Björck, S., Andrén, E., Conley, D., Zillen, L. ja Anjar, J. 2011. The development of the Baltic Sea basin during the last 130 ka. Teoksessa: Harff, J., Björck, S. ja Hoth, P. (Toim.), The Baltic Sea Basin, Central and Eastern European Development Studies (CEEDES). Springer, 75–97.

Ardalan., A.A., Karimi, R. ja Poutanen. M. 2010. A bias-free geodetic boundary value problem approach to height datum unification. Journal of Geodesy 84, 123–134.

Aurola, E. 1938.Die Postglaziale Entwicklung Des Südwestlichen Finlands. Bulletin de la Commision géologique de Finlande 121, 7–166.

Berglund, B.E. 1964. The post-glacial shore displacement in eastern Blekinge, southeastern Sweden. Sveriges Geologiska Undersokning, Serie C, Avhandlingar och Uppsatser 5, 599, 47.

Berglund, B.E.1971. Littorina transgressions in Blekinge, South Sweden. A preliminary survey. Geologiska Foreningens i Stockholm Forhandlingar 93, (3) 625–652.

Björck, S. 1995. A review of the history of the Baltic Sea, 130-8.0 ka BP. Quaternary International, 27, 19–40.

Björck, S., Kromer, B., Johnsen, S., Bennike, O., Hammarlund, D., Lemdahl, G., Possnert, G., Ramussen, T.L., Wohlfarth, B., Hammer, C.U. ja Spurk, M. 1996. Synchronized terrestrial-atmospheric deglacial records around the North Atlantic. Science 274 (5290), 1155–1160.

Burrough, P. ja McDonnell, R. 1998. Principles of Geographical Information Systems - Spatial Information Systems and Geostatistics. Oxford University Press: Oxford, UK, 1–333.

Denton, G.H., Hughes, T.J., 1981. The Last Great Ice Sheets. Wiley, New York, 1–484.

Donner, J. 1964. The Late-glacial and Post-glacial emergence of south-western Finland. Societas Scientiarum Fennica Comentationes Physico-Mathematicae XXX 5, 1–47.

Donner, J. 1966. A comparison between the Late-glacial and Post-glacial shore-lines in Estonia and south-western Finland. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico-Mathematicae, 31, 1–14.

Donner, J. 1969. A Profile across Fennoscandia of Late Weichselian and Flandrian shore-lines. Commentationes Physico-Mathematicae 36, 1–23.

Donner, J. 1995. The Quarternary History of Scandinavia. Cambridge University Press, Cambridge, 149 s.

Donner, J. ja Eronen, M. 1981. Stages of the Baltic Sea and Late Quaternary shoreline displacement in Finland: Excursion Guide. University of Helsinki. Department of Geology. Division of Geology and Palaeontology. Stencil 5. Helsinki: University of Helsinki, 1–53.

Ekman, A. 1996. Consistent map of the postglacial uplift of Fennoscandia. Terra Nova 8 (2), 158–165.

Eronen, M. 1974. The history of the Litorina Sea and associated Holocene events (Supplement: Pollen and diatom diagrams). Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico Mathematicae 44, 79–195.

Eronen, M. 1983. Late Weichelian and Holocene shore displacement in Finland. Teoksessa: Smith, D.E. ja Dawson, A.G. (toim.): Shorelines and Isostasy, 183–207. Institute of British Geographers, Special Paper 2, 31–36.

Eronen, M. 1992. Geologinen kehitys jääkauden lopussa ja sen jälkeen. Teoksessa: Suomen kartasto, Vihko 123–126, Geologia. Alalammi, P. (toim.). Maanmittaushallitus ja Suomen maantieteellinen seura, Helsinki, 14–18.

Eronen, M., Glückert, G., Hatakka, L., Plassche, O. van de, Plicht, J. van der ja Rantala, P. 2001. Rates of Holocene isostatic uplift and relative sea-level lowering of the Baltic in SW Finland based on studies of isolation contacts. Boreas 30 (1), 17–30.

Eronen, M., Glückert, G., Plassche, O. van de, Plicht, J. van der., Rajala, P. ja Rantala, P. 1993: The postglacial radiocarbon-dated shoreline data in Finland for the Nordic Data Base of Land Uplift and Shorelines. Swedish Nuclear Power Inspectorate (SKi), Project NKS/KAN 3, subproject 3.2.4.2, 1992–93, Stencil, 1–40.

Eronen, M., Glückert, G., Plassche, O. van de, Plicht, J. van der, ja Rantala, P. 1995. Land uplift in the Olkiluoto-Pyhäjärvi area, southwestern Finland, during the last 8000 years. Tiivistelmä: Maankohoaminen viimeisen 8000 vuoden aikana Olkiluodon-Pyhäjärven alueella Lounais-Suomessa. Voimayhtiöiden ydinjätetoimikunta. Report YJT-95–17. Helsinki, 26 s., 7 liitettä.

Eronen, M. ja Haila, H. 1992. Tärkeimmät muinaisrannat. Teoksessa: Suomen kartasto, Vihko 123 –126, Geologia. Alalammi, P. (toim.) Maanmittaushallitus ja Suomen maantieteellinen seura, Helsinki, 17 s.

Eronen, M., Heikkinen, O. ja Tikkanen, M. 1982. Holocene development and present hydrology of Lake Pyhäjärvi in Satakunta, South western Finland. Fennia 160 (2), 195–223.

Eronen, M. ja Ristaniemi, O. 1992. Late Quaternary Crustal Deformation and Costal Changes in Finland. Quaternary International 15/16, 175–184.

Fjeldskaar, W., Lindholm, C., Dehls, J.F. ja Fjeldskaar, I. 2000. Postglacial uplift, neotectonics and seismicity in Fennoscandia. Quaternary Science Reviews 19, 1413–1422.

Fredén, C. 1979. Quaternary History of the Baltic The Western Part. Teoksesessa: Gudelis, V. ja Königsson, L.-K. (Toim.) The Quaternary History of the Baltic. Acta Universitatis Upsaliensis, Symposia Universitatis Upsaliensis Annum Quingentesimum Celebrantis; 1, Upsala 59−74.

Geer, G. de 1890. Om Skandinaviens nivåförändringar under qvartärperioden. Geologiska

Föreningens i Stockholm Förhandlingar (GFF) XII, 61–110.
Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2013a. Maaperäkartta 1:20 000/50 000. (Digitaalinen aineisto).
Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2013b. Maaperäkartta 1:200 000. (Digitaalinen aineisto).
Geologian tutkimuskeskus (GTK) 2013c. Maaperäkartta 1:1 000 000. (Digitaalinen aineisto).
Glückert, G. 1967. Geomorfologisia tutkimuksia Lohjanharjunmuinaisrannoista. Lisensiaattitutkielma, Lohja , 303 s., 2 liitekarttaa.
Glückert, G. 1976. Post-Glacial Shore-Level Displacement of the Baltic in SW Finland. Annales Academiae Scientierum Fennicae, Series A. III. Geologica–Geographica 118, 5–92.
Glückert, G. 1978. Östersjöns postglaciala strandförskjutning och skogens historia på Åland. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 34, 1–106.
Glückert, G. 1989. Itämeren rannansiirtyminen Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla Ancylusjärvi- ja Litorinamerivaiheiden (9000 vuoden) aikana. Turun Yliopiston Maaperägeologian Julkaisuja 64, 1–14.
Glückert, G., Illmer, K., Kankainen, T., Rantala, P., ja Räsänen, M. 1992. Littoistenjärven ympäristön kasvillisuuden kehitys jääkauden jälkeen ja järven luonnollinen happamoituminen. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 75, 1–27.
Glückert, G., Rantala, P. ja Ristaniemi, O. 1993. Itämeren jääkauden jälkeinen rannansiirtyminen Pohjanmaalla. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 77, 5–36.
Glückert, G., ja Ristaniemi, O. 1980. Ancylustransgressio Karjalohjalla toisella Salpausselällä. Turun yliopiston maaaperägeologian osaston julkaisuja 41, 1–22.
Haavisto-Hyvärinen, M. 1998. Vuosaaren kartta-alueen maaperä. Maaperän peruskartta 1:20 000, Maaperäkarttojen selitykset, Lehti 2034 09. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 1–23.
Haavisto-Hyvärinen, M. 2000. Loviisa, Pernaja, Ruotsinpyhtää. Maaperäkartta 1:20 000, lehti 3021 12. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.
Haavisto-Hyvärinen M. ja Korhonen, R. 1988. Helsingin kartta-alueen maaperä 1:20 000, Maaperäkarttojen selitykset, lehti 2034 06. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 21 s.
Hafsten, U.1983. Biostratigraphical evidence for Late Weichselian and Holocene sea-level changes in southern Norway. Teoksesssa: Smith, D. E. ja Dawson, A. (toim.) Shorelines and Isostasy, Institute of Brittish Geographers, Special Publication 16 Academic press, 161–181.
Haila, H. Sarmaja-Korjonen, K. ja Uutela, A. 1991. Development of a Litorina Bay at Epoo, Near Porvoo, Southern Finland. Bulletin of Geological Society of Finland, 63 (2), 105–119.
Halden, B. 1917. Om torvmossar och marina sediment inom norra Hälsingsland litorinaområde. S.G.U. Årsbok 11, 227 s. ja 2 taulukkoa.
Hatakka, L. ja Glückert, G. 1995. Radiohiiliikien avulla laaditut Itämeren rannansiirtymistä kuvaavat kalibrointikäyrät Turun-Mynämäen alueella-Laitilan alueille. Maaperägeologia, Turun Yliopisto 3.3.95.
Heinsalu, A. 2001. Diatom stratigraphy and the paleoenvironment of the Yoldia Sea in the Gulf of Finland, Baltic Sea. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja A. II. Biologica - Geographica - Geologica 144. Turku: University of Turku. 132 s.
Heinsalu, A., Veski, S. ja Salonen, V.-P. 1999. Suomenlahden Suursaaren jääkaudenjälkeisestä luonnonhistoriasta. Geologi 51, 143−148.
Houmark-Nielsen, M. ja Kjær, K.H. 2003. Southwest Scandinavia, 40–15 ka BP: palaeogeography and environmental change. Journal of Quaternary Science 18, 769–786.
Hyvärinen, H. 1979. Helsingin seudun rannansiirtyminen Litorina-aikana Sipoosta tutkitun näytesarjan valossa. Terra 91 (1), 15–20.
Hyvärinen, H. 1980. Relative sea-level changes near Helsinki, southern Finland, during early Litorina times. Bulletin of Geological Society of Finland 52, 207–219.
Hyvärinen, H. 1982. Interpretation of stratigraphical evidence of sea-level history: a Litorina site near Helsinki, southern Finland. Teoksessa: Studies on the Baltic shorelines and sediments indicating relative sea-level changes: proceedings of the symposium of INQUA subcommission on shorelines of northwestern Europe, Lammi 13th September 1981. Annales Academiae scientiarum Fennicae. Series A. III. Geologica - Geographica 134, 139–149.

Hyvärinen, H. 1984. The Mastogloia stage in the Baltic Sea history: diatom evidence from southern Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 56 (1–2), 99–115.
Hyyppä, E. 1932. Die postglazialen Niveauverschiebungen auf der Karelishen landenge. Fennia 56, 1–241.
Hyyppä, E. 1937. Post-Glacial Chances of Shore-Line in South Finland. Bulletin de la Commision géologique de Finlande, 120, 7–225.
Hyyppä, E. 1950. Helsingfors Omgivningar Beskrivning Till Jordartskarta. Geologiska Forskningsanstalten, 13–53.
Hyyppä, E. 1960. Quaternary geology of eastern and northern Finland. Finnish organizing commitee for the international geological congress, 29 s.
Hyyppä, E. 1963. On the late-quaternary history of the Baltic Sea. Fennia 89, 37–49.
Hyyppä, E. 1966. The late-Quaternary land uplift in the Baltic sphere and the relation diagram of the raised and tilted shore levels. Annales Academiae Scientiarum Fennicae, Series A III. Geologica–Geographica 90, 153–168.
Ignatius, H., Axberg, S. Niemistö, L. ja Winterhaller, R. 1981. Querternary geology of the Baltic Sea. Teoksessa: Voipio, A. (toim.) edition. The Baltic Sea. Elsevier, 54–104.
International Commission on Stratigraphy 2013. International Chronostratigraphic Chart. Sivulla vierailtu 4.10.2013. http://www.stratigraphy.org/index.php/ics-chart-timescale.
Johansson, P., Sahala, L. ja Virtanen, K. 2000. Rantamerkit, tuulikerrostumat ja moreenimuodostumat geologisina luontokohteina. Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland. Espoo: Geologian tutkimuskeskus. Tutkimusraportti 151, 8–76.
Jungner, H. ja Sonninen, E. 1983. Radiocarbon dates II. University of Helsinki. Radiocarbon Dating Laboratory. Report 2. Helsinki: University of Helsinki, 70 s.
Kakkuri, J. 1987. Character of the Fennoscandian land uplift in the 20th century. Geological Survey of Finland, Special paper 2, 15–20.
Kakkuri, J. 2012. Fennoscandian land uplift: Past, present and future. Julkaisussa: Haapala, I. (toim.) From the Earth's core to outer space. Springer, Dordrecht, 127–136.
Kesola, R. 1985. Oulujoen kartta-alueen kallioperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000 Kallioperäkarttojen selitykset lehti 3422. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 31 s.
Kielosto, S., Kukkonen, M., Stén, C.-G. ja Backman, B. 1996. Hangon ja Perniön kartta-alueiden maaperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000 maaperäkarttojen selitykset lehdet 2011 ja 2012. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 104 s.
King, C.A.M. 1959. Beaches and coasts. Edward Arnold Ltd. 570 s.
Kukkonen, M., Sten, C.-G., Svahnbäck, L. ja Hyyppä, J. 1987. Peipohja. Maaperäkartan 1134 09 selitys. Maaperäkartta 1:20 000, lehti 1134 09. Geologian tutkimuskeskus, Espoo.
Kääriäinen, E. 1963. Suomen toisen tarkkavaaituksen kiintopisteluettelo I. Bench mark list I of the Second Levelling of Finland. Julkaisuja - Suomen Geodeettinen laitos no. 57, 164 s.
Leino, J. 1973. Eräiden umpeenkasvusoiden turvesuhteista Salon ympäristössä. Pro gradu-tutkielma syksyllä 1973. Maaperägeologian laitos, Turun Yliopisto. 1–65.
Lindroos, P., Hyyppä, J., Stén, C.-G. ja Tuittila, H. 1983. Rauman–Kokemäen seudun maaperä. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Maaperäkartan selitykset, 1132 Rauma ja 1134 Kokemäki. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 71 s, 25 kuvaa ja 10 taulukkoa.
Lindström, G. 1886. Om postglaciala sänkningar af Gotland. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar (GFF) 8, 251–281.
Lundqvist, J.1986. Late Weichselian glaciation and deglaciation in Scandinavia. Quaternary Science Reviews 7, 269–292.
Maanmittauslaitos 2010. ETRS89 Koordinaattijärjestelmä käyttöön. Sivulla vierailtu 11.9.2013. http://www.maanmittauslaitos.fi/sites/default/files/ETRS89koordinaattijarjestelma_kayttoon.pdf.
Maanmittauslaitos 2012. Maanmittauslaitoksen avoimen tietoaineiston lisenssi - versio 1.0 - 1.5.2012, sivulla vierailtu 11.6 3013. http://www.maanmittauslaitos.fi/avoindata_lisenssi_versio1_20120501.
Maanmittauslaitos 2013a. Hallinnolliset rajat. (Digitaalinen aineisto).
Maanmittauslaitos 2013b. Kansalaisen karttapaikka. Sivulla vierailtu 22.5. 2013.

http://kansalaisen.karttapaikka.fi/kartanhaku/osoitehaku.html?lang=.
Maanmittauslaitos 2013c. Korkeusmalli 10 m. (Digitaalinen aineisto).
Maanmittauslaitos 2013d. Korkeusmalli 25 m. (Digitaalinen aineisto).
Maanmittauslaitos 2013e. Laserkeilaustekniikka. Sivulla vierailtu 11.6.2013. http://www.maanmittauslaitos.fi/kartat/laserkeilausaineistot/laserkeilaustekniikka.
Maanmittauslaitos 2013f. Laserkeilaus 2008−2011. (Digitaalinen aineisto)
Maanmittauslaitos 2013g. Maanmittauslaitoksen peruskarttarasteri. (Digitaalinen aineisto).
Maanmittauslaitos ja HALTIK 2013. Topographic database for printing. (Digitaalinen aineisto).
Mark.R.1992. Multidirectional, oblique-weighted, shaded-relief image of the Island of Hawaii. OF-92–422, U.S. Geological Survey. Sivulla vierailtu 28.5.2013. http://pubs.usgs.gov/of/1992/of92-422/.
Miettinen, A. 2002. Relative Sea Level Changes in the Eastern Part of the Gulf of Finland during the last 8000 Years. Annales Academiae Sciantiarum Fennicae, Geologica – Geographica 162, 5–91.
Miettinen, A., Eronen, M. ja Hyvärinen, H. 1999. Land uplift and relative sea-level changes in the Loviisa area, southeastern Finland, during the last 8000 years. Tiivistelmä: Maankohoaminen ja merenpinnan suhteellinen korkeusvaihtelu viimeisen 8000 vuoden aikana Loviisan alueella Kaakkois-Suomessa. Posiva-raportti 99–28, Helsinki: Posiva, 1–26.
Mäkinen, K., Teeriaho, J., Rönty, H., Rauhaniemi, T. ja Sahala, L. 2011. Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat. Suomen Ympäristö 32, 5–185.
Niemelä, J. 1971. Die quartäre Stratigraphie von Tonablagerungen und der Rückzug des Inlandeises zwischen Helsinki und Hämeenlinna in Südfinnland. Geological Survey of Finland Bulletin 253, 7−79.
Ojala, A.E.K., Palmu, J.-P., Åberg, A., Åberg, S. ja Virkki, H. Development of an ancient shoreline database to reconstruct the Litorina Sea maximum extension and the highest shoreline of the Baltic Sea basin in Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland, Painossa.
Okko, V. 1949. G. Brander's data of the Littorina shoreline in North and Middle Ostrobotnia. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande, 144, 117–127.
Penttilä, S. 1947. Östersundom Nördsjö. Suomen geologinen kartta 1:20 000 maaperäkartta, lehti 2043 07. (Julkaisematon maaperäkartan selostus)
Pearson, G.W. ja Stuiver, M. 1993. High-Precision Bidecadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, 500–2500 BC. Radiocarbon 35 (1), 25–34.
Poutanen, M., Häkli, P., Jokela, J., Koivula, H., Mäkinen, J. ja Suurmäki, H. 2011. Geodetic Operations in Finland 2008–2011. Finnish Geodetic Institute, Geodeettinen laitos. 39 s.
Pyökäri, M. 1976. Rannansiirtymisestä ja rannikon kehityksestä Piikkiössä morfologian perusteella. Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 73, 5–40.
Ramsay, W. 1918. Växtförande aflagringar och det postglaciala hafvets gräns i Liljendals socken, Nylands län. Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar 40, 529–534.
Ramsay, W. 1920. Litorinagränsen i sydliga Finland. Geolokiska föreningens i Stockholm förhandlingar (GFF) 42, 234–263.
Ramsay, W. 1926. Nivå förändringar och stenåldersbosättning I det baltiska området. Fennia 47 (4), 1–68.
Reimer, P.J., Baillie, M.G.L., Bard, E., Bayliss, A., Beck, J.W., Blackwell, P.G., Bronk Ramsey, C., Buck, C.E., Burr, G.S., Edwards, R.L., Friedrich, M., Grootes, P.M., Guilderson, T.P., Hajdas, I., Heaton, T.J., Hogg, A.G., Hughen, K.A., Kaiser K.F., Kromer, B., McCormac, F. G., Manning, S.W., Reimer, R.W., Richards, D.A., Southon, J.R., Talamo, S., Turney, C.S.M., Plicht, J. van der ja Weyhenmeyer, C.E. 2009. IntCal09 and Marine09 Radiocarbon Age Calibration Curves. Radiocarbon 51 (4), 1111–1150.
Ristaniemi, O. ja Glückert, G. 1988. Ancylus- ja Litorinatransgressiot Lounais-Suomessa. Julkaisussa: Lappalainen, V. ja Papunen, H. (toim.) Tutkimuksia geologian alalta. Turun yliopiston julkaisuja. Sarja C 67, 129–145.
Rosenberg, R. ja Rosenberg, K. 1972. Salinity tolerance in three Scandinavian populations of Littorina littorea (L.) (Gastropoda). Ophelia 10 (2), 129−139.
Rudeberg, G. 1925a. Om nivåförändringarna i sydvästra Finland. Geografiska annaler 1925 H.

4. S. 343–352.
Rudeberg, G. 1925b. Om höjden for neolithavet och vissa diatomacéer utbredning. Geologiska Föreningens i Stockholm Förenhandingar (GFF). 47, 485–497.
Räsänen, M. 1983. Järvialtaissa 1900-luvulla tapahtuneen veden suolapitoisuusmuutosten vaikutus altaiden limnologiaan ja piilevälajistoon, Turun yliopiston maaperägeologian osaston julkaisuja 49, 1–45.
Saarnisto, M. 1981. Holocene emergence history and stratigraphy in the area north of the Gulf of Bothnia. Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. III. Geologica - Geographica 130, 7–42.
Saarnisto, M. 1992. The postglacial history of Kemijoki. Teoksessa: Glacial stratigraphy, engineering geology and earth construction. Geological Survey of Finland. Special Paper 15. Espoo, Geologian tutkimuskeskus, 151−159.
Saarnisto, M. 2005. Rannansiirtyminen ja maankohoaminen, Itämeren vaiheet ja jokien kehitys. Julkaisussa: Johansson, P. ja Kujansuu, R. (toim.) Pohjois-Suomen maaperä: maaperäkarttojen 1:400 000 selitys. Geologian tutkimuskeskus, Espoo, 164–171.
Saarnisto, M. ja Salonen, V.-P. 1995. Glacial history of Finland. Teoksessa: Ehlers, J., Korzarski, S. ja Gibbard, P. (toim.) Glacial deposit in North-East Europe. AA Balkema, Rotterdam 3−10.
Salmi, M. 1949. Die Litorinagrenze in der Umgebung von Alajärvi in Süd-Ostbottnien. Bulletin de la Commision Géologique de Finlande 144, 31–40.
Salmi, M. 1961. Two Litorina transgressions inVirolahti southeastern Finland. Bulletin de Ia Commission géologique de Finlande 196, 417−436.
Salomaa, R. 1982. Post-glacial shoreline displacement in the Lauhanvuori area, western Finland. Teoksessa: Studies on the Baltic shorelines and sediments indicating relative sea-level changes: proceedings of the symposium of INQUA subcommission on shorelines of northwestern Europe, Lammi 13th September 1981. Annales Academiae scientiarum Fennicae. Series A. III. Geologica - Geographica 134, 81–97.
Sarmaja-Korjonen, K. ja Hyvärinen, H. 2002. Subfossil littoral Cladocera as indicator s of brackish-water Littorina transgression of the Baltic Basin in a small lake in Finland. Boreas, 31, 356–361.
Sederholm, J.J. 1899. Dépots Quarternaires en Finlande. Bulletin de la Commission Géologique de Finlande 10, 1–28.
Sederholm, J.J. 1910. Jääkauden jälkeinen maanvajoaminen. Teoksessa: Alftan, M., Palmen, J.A., Ollila, O., Palmén, E.G., Sederholm, J.J. ja Willebrand, K.R.v. (toim.) Suomen kartasto 1910. Suomen maantieteellinen seura, 7 s. ja 55 karttaa.
Seppä, H., Tikkanen, M. ja Shemeikka, P. 2000. Late-Holocene shore displacement of the Finnish south coast : diatom, litho- and chemostratigraphic evidence from three isolation basins. Boreas 29 (3), 219–231.
Shogenova, A., Sliaupa, S., Vaher, R., Shogenov, K. ja Pomeranceva, R. 2009. The Baltic Basin: structure, properties of reservoir rocks, and capacity for geological storage of CO_2. Estonian Journal of Earth Sciences 58 (4), 259–267.
Siegert, M.J., Dowdeswell, J.A., Hald, M. ja Svendsen, J.-I. 2001. Modelling the Eurasian Ice Sheet throught a full (Weichselian) glacial cycle. Teoksessa: Cloetingh, S., Covey, C., Henderson-Sellers, A., Cirbus Sloan, L. ja Pirazzoli, P. The Late Quaternary stratigraphy and environments of northern Eurasia and the adjacent Arctic seas - new contributions from QUEEN: selected papers from the annual QUEEN workshops held in Øystese, Norway, April 1999, and in Lund, Sweden, April 2000. Global and Planetary Change 31, 367–395.
Sjöberg, L.E. 1983. Land uplift and its implications on the geoid in Fennoscandia. Teoksessa: Vyskocil, P. Wassef, A.M ja Green, R. (toim.) Recent Crustal Movements, Tectonophysics 97, 97–101.
Stuiver, M. ja Pearson, G. W. 1993. High-Precision Bidecadal Calibration of the Radiocarbon Time Scale, AD 1950–500 BC and 2500 BC–6000 BC. Radiocarbon 35 (1), 1–24.
Stuiver, M. ja Reimer, P.J., 1993, Radiocarbon, 35, 215−230. http://calib.qub.ac.uk/calib/manual/. Sivulla vierailtu 28.5.2013.
Sundelin, U. 1922. Svar på Bertil Haldens inlägg med anledningav minavhandling "Über die

spätquatäre Gesichte etc." Geologiska föreningens i Stockholm förhandlingar 44, 174–180.
Taipale, K. ja Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin: Suomen maankamaran kehitys. Porvoo, WSOY, 416 s.
Tikkanen, M. ja Oksanen, J. 2002. Late Weichselian and Holocene shore displacement history of the Baltic Sea in Finland. Fennia 180, (1-2) 9–20.
Tolonen, K. ja Tolonen, M. 1988. Synchronous pollen changes and traditional land use in South Finland, studied from three adjacent sites: a lake, a bog and a forest soil. Teoksessa: Lake, mire and river environments during the last 15,000 years: proceedings of the INQUA/IGCP 158 meeting on the Palaeohydrological changes during the last 15,000 years, Bern, June 1985. Rotterdam: A. A. Balkema, 83–97.
TUURA. 2011.Valtakunnallisesti arvokkaat tuuli- ja rantakerrostumat – DVD. Sivulla vierailtu 2.4.2013. http://wwwi.ymparisto.fi/tuura/.
Tynni, R. 1966. Überspät- und postglaziale Uferverschiebung in der Gegend von Askola, Südfinland. Bulletin de la Commision Géologique de Finlande 223, 2–97.
Törnroos, R. 2000. Friisilä • Frisans Kylä kallioden välissä. Friisilän omakotiyhdistys 50 vuotta 30.11. 2000, 136–151.
Valovirta, V. 1965. Zur spätquartären Entwicklung Südost-Finnlands. Bulletin de la Commission Geologique de Finlande, 220, 2–95.
Vuorela, A., Penttinen, T. ja Lahdenperä A.- M. 2009. Review of Bothnian Sea Shore-Level Displacement Data and Use of a GIS Tool to Estimate Isostatic Uplift. Working Report 2009-17. POSIVA. 2–192.
Walker, M., Johnsen, S., Ramussen, S.O., Popp, T., Steffensen, J.-P., Gibbard, P., Hoek, W., Lowe, J., Andrews, J., Björck, S., Cwynar, L.C., Hughen, K., Kershaw, P., Kromer, B., Litt, T., Lowe, D.J., Nakakawa, T., Newnham, R. ja Schwander, J. 2009. Formal definition and dating of the GSSP (Global Stratotype Section and Point) for the base of the Holocene using the Greenland NGRIP ice core, and selected auxiliary records. Journal of Quaternary Science 24 (1), 3–17.
Wastegård, S. ja Schoning, K. 1997.Calcareous fossils and radiocarbon dating of the saline phase of Yoldia Sea stage. GFF 119, 245–248.
Yu, S., Berglund, B., Sandgren, P. ja Lambeck, K. 2000. Evidence for a rapid sea-level rise 7600 yr ago. Geology, 35 (10), 891–894.
Åberg, A. 2013. Itämeren ylin ranta Suomessa. Pro Gradu -tutkielma, Helsingin Yliopisto. geotieteiden ja maantieteen laitos, geologian osasto, 84 s., 3 liitettä.

9. LIITTEET

LIITE 1

Muinaisrantapinnan tietokannat – *Ancient shoreline databases (ASD)*

Kuroutumistietokanta – *Isolation database (ISD)*

- ID_GTK (integer): Havainnon ID_GTK – *ID_GTK number* (Juokseva numerointi: Kuroutumistietokantaan Annika Åberg aloittaa numerosta 1 ja Susanne Åberg numerosta 3001)

- ID_org (teksti): Alkuperäinen ID – *Original ID* (alkuperäinen; tarpeen mukaan myös muita jos niitä raporteissa tai julkaisuissa esiintyy)

- Site (teksti): Paikka - *Site name*

- Locality (teksti): Kunta – *Locality* (Vuoden 2011 tietokannan mukaisesti)

- Easting_KKJ3 (numeerinen): Longitude (KKJ-3) – *Easting (KKJ-3)*

- Northing_KKJ3 (numeerinen): Latitude (KKJ-3) – *Northing (KKJ-3)*

- Easting_org (teksti): Alkuperäinen Longitude – *Original Easting*

- Northing_org (teksti): Alkuperäinen Latitude – *Original Northing*

- Descr_coord_man: Koordinaattimuunnoksen kuvailu – *Description of coordinate manipulation* **(DOMAINI)**

    - No_changes: Alkuperäiset koordinaatit – *Original coordinates*

    - Coord_conv: Koordinaattimuunnos suoritettu – *Coordinate conversion completed*

    - Coord_corr: Korjatut virheelliset koordinaatit – *Corrected coordinates* (Siirretyt, selkeä virhe koordinaateissa)

    - Coord_miss: Puuttuvat koordinaatit – *Missing coordinates*

    - Coord_det: Koordinaatteja tarkennettu – *More detailed coordinates* (Siirretyt, pieni muutos koordinaateissa)

    - Other: Muu syy – *Other reason*

- Descr_coord_text (teksti): Koordinaattimuunnoksen kuvailu – *Description of coordinate manipulation* **(vapaa teksti)** (Kommentoitia, selityksiä, pyöristyksi, siirtojen syyt, jne….)

- Site_type: Kohdetyyppi – *Site type* **(DOMAIN)**

    - Lake: Järvi – *Lake*

    - Mire: Suo – *Mire*

    - Other: Muu – *Other*

- Site_altitude (numeerinen): Järven/suon nykyinen pinnankorkeus (m a.s.l.) – *Current surface altitude of lake/mire (m a.s.l.)*

- Threshold_altitude (numeerinen): Kuroutumiskynnyksen korkeus (m a.s.l.) (mikäli kuroutuma-allas) – *Threshold altitude (m a.s.l.) (if isolation basins)*

- C14_age (integer): Kuroutumisen alkuperäinen radiohiili-ikä – *Radiocarbon age of isolation*

- C14_code (teksti): Radiohiilimäärityksen näytetunnus – *Radiocarbon sample code*

- C14_error (integer): Radiohiilimäärityksen virherajat (+/- vuotta) – *Radiocarbon age error (years +/-)*

- C14_cal_MED (integer): Kalibroitu radiohiili-ikä (BC/AD): MEDIAANI (2 sigma) – *Calibrated radiocarbon age (BC/AD): MEDIAN (2 sigma)* (esim. Calib http://calib.qub.ac.uk/)

- C14_cal_MIN (integer): Kalibroitu radiohiili-ikä (BC/AD): MINIMI (2 sigma) – *Calibrated radiocarbon age (BC/AD): MINIMUM (2 sigma)*

- C14_cal_MAX (integer): Kalibroitu radiohiili-ikä (BC/AD): MAKSIMI (2 sigma) – *Calibrated radiocarbon age (BC/AD): MAXIMUM (2 sigma)*

- Stage _org (teksti): Rantavaihe (alkuperäinen julkaisu) – *Shoreline stage index (as proposed by investigator)*

- Highest_shore: Ylin ranta – *Highest shoreline* **(DOMAINI)**

    - Yes: Kyllä – Yes

    - No: Ei – No

- Stage_interpr: Rantavaihe (tässä luokiteltu) – *Shoreline stage index (interpreted in this study)* **(DOMAINI)**

    - Baltic_Ice_Lake: Baltian Jääjärvi (13000-11600 cal BP, eli 11050-9650 BC) – *Baltic Ice Lake*

    - Yoldia_Sea: Yoldiameri (11600-10800 cal BP, eli 9650-8850 BC) – *Yoldia Sea*

- Ancylus_early: Ancylus alkuvaihe ml. maksimi transgression (10800-10000 cal BP, eli 8850-8050 BC) – *Ancylus Lake, early stage and maximum transgression*

- Ancylus_late: Ancylus loppuvaihe (10000-9000 cal BP, eli 8050-7050 BC) – *Ancylus Lake, late stage*

- Litorina_early: Litorinameri alkuvaihe eli Mastogloiameri (9000-8000 cal BP, eli 7050-6050 BC) – *Litorina Sea, early stage*

- Litorina_transgr: Litorina trasgressio (noin 8000-7000 cal BP, eli 6050-5050 BC) – *Litorina Sea, transgression maximum*

- Litorina_late: Litorinameri loppuvaihe (7000 cal BP – nykypäivä, eli 5050 BC – nykypäivä) – *Litorina Sea, late stage*

- *Ice_lake:* Paikallinen jääjärvi – *Local ice lake*

- *Ancient_lake:* Muinaisjärvi (esim. Suur-Saimaa) – *Ancient lake*

- Drained_lake: Ihmisen laskema järvi – *Drained lake*

- Other: Muu tai epäselvä – *Other or undetermined*

- Study_year (integer): Havainnon julkaisuvuosi – *A study year*

- Author (teksti): Havainnon tekijä – *Principal investigator*

- Reference (teksti): Viite - *Reference* (Alkuperäinen viite tai “paras” viite, FINGEO:n mukainen viittauskäytäntö)

- Reliab_class: Luotettavuusluokittelu – *Reliability classification* **(DOMAINI)**

- Class1: Luokka 1: Luotettava havainto joka ajoitettu modernien menetelmien mukaisesti (esim. AMS C-14) ja iänmäärityksen vaihteluväli on pieni – *Confident observation which is dated using modern methods (e.g. AMS ^{14}C) and contains only a minor margin of error*

- Class2: Luokka 2: Luotettava havainto, mutta ajoituksessa vaihteluväli suuri tai kuroutumiskynnyksen määrittäminen epäselvä – *Confident observation which is dated using modern methods (e.g. AMS ^{14}C), but contains significant margin of error in dating, or uncertain isolation threshold altitude*

- Class3: Luokka 3: Tunnettu kohde, mutta ei kunnolla kontrolloitavissa peruskartoista tai ajoittamisessa huomattavia epäselvyyksiä tai tulkinnanvaraisuuksia – *A well known published site, but with significant uncertainties in location or isolation isolation threshold, or contain uncertainties or ambiguities in dating*

- Class4: Luokka 4: Vähemmän merkittävä kohde, joko sijainnin ja korkeustason tai aineiston epäselvyyden takia – *Less significant site with*

uncertain location, altitude or other ambiguities related to e.g. sediment stratigraphy

- Class5: Luokka 5: Epävarma luokka – *Uncertain or non-validated site and/or observation*

- Notes (teksti): Muita huomioita – *Notes* (mm. havaintopiirteitä, kuntaan ja paikkaan liittyviä lisätietoja, kuroutumiskynnykseen liittyviä epäselvyyksiä, muita tulkinnallisuuksia)

- Dm: Järven/suon nykyinen pinnankorkeus (dm a.s.l.) – *Current surface altitude of lake/mire* (dm a.s.l.)

- DEM: Järven/suon korkeuden tarkistamiseen käytetty korkeusmalli – *Digital elevation model used to validate the current surface altitude of lake/mire* **(DOMAINI)**

- LaserDEM: Laserkeilaukseen perustuva korkeusmalli – *the airborne LiDAR digital elevation model*

- DEM25: 25 m solukoossa oleva Suomen kattava korkeusmalli – *25 m grid Finnish digital elevation model*

- DEM10: 10 m solukoossa oleva Suomen kattava korkeusmalli – *10 m grid Finnish digital elevation model*

- Other: Muu tai epäselvä – *Other or undetermined*

- Reconstr: Onko kohdetta käytetty Åbergin 2013 rantapinnan rekonstruktiossa – *Has the data point used in the shoreline reconstruction by Åberg 2013* **(DOMAINI)**

- Yes: Kyllä – *Yes*

- No: Ei – *No*

<u>Rantapintahavainto tietokanta – *Shoreline landform database (SLD)*</u>

- ID_GTK (integer): Havainnon ID_GTK – *ID_GTK number* (Juokseva numerointi: rantapintahavaintojen tietokantaan Annika Åberg aloittaa numerosta 6001 ja Susanne Åberg numerosta 9001)

- ID_org (teksti): Alkuperäinen ID – *Original ID* (alkuperäinen; tarpeen mukaan myös muita jos niitä raporteissa tai julkaisuissa esiintyy)

- Data_type: Havainnon tyyppi – *A type of datapoint* **(DOMAINI)**

    - Published: Havainto perustuu kirjallisuuteen – *Published datapoint*

    - Published_and _verified: Havainto perustuu kirjallisuuteen ja se on tarkistettu kartalta ja korkeusmallista – *Published datapoint that is verified from maps and elevation models*

    - New_data: Uusi havainto, LiDAR aineisto – N*ew datapoint, LiDAR*

    - Other: Muu havainto – *Other*

- Site (teksti): Paikka – *Site name*

- Locality (teksti): Kunta – *Locality* (Vuoden 2011 tietokannan mukaisesti)

- Easting_KKJ3 (numeerinen): Longitude (KKJ-3) – *Easting (KKJ-3)*

- Northing_KKJ3 (numeerinen): Latitude (KKJ-3) – *Northing (KKJ-3)*

- Easting_org (teksti): Alkuperäinen Longitude – *Original Easting*

- Northing_org (teksti): Alkuperäinen Latitude – *Original Northing*

- Descr_coord_man: Koordinaattimuunnoksen kuvailu – *Description of coordinate manipulation* **(DOMAINI)**

    - No_changes: Alkuperäiset koordinaatit – *Original coordinates*

    - Coord_conv: Koordinaattimuunnos suoritettu – *Coordinate conversion completed*

    - Coord_corr: Korjatut virheelliset koordinaatit – *Corrected coordinates*

    - Coord_miss: Puuttuvat koordinaatit – *Missing coordinates*

    - Coord_det: Koordinaatteja tarkennettu – *More detailed coordinates*

    - Other: Muu syy – *Other reason*

- Descr_coord_text (teksti): Koordinaattimuunnoksen kuvailu – *Description of coordinate manipulation* **(vapaa teksti)**

- Landform_type: Rantatyyppi – *Landform type* (**DOMAINI**) (se piirre jonka mukaan rantapinnan taso on kussakin kohteessa parhaiten määritettävissä)

- Delta: Deltapinta – *Delta surface* (Joen suulle järveen tai mereen kerrostunut sedimenttimuodostuma, suisto. Suomessa esiintyy glasifluviaalisia deltoja jotka ovat jäätikköjokien kasaamasta aineksesta kerrostuneet deglasiaation aikaiseen meren tai jääjärven vedenpinnan tasoon)

- Sandur_delta: Sandurdelta – *Sandur-delta* (Sandurin ja deltan muodostama kompleksi: muinaisen rantapinnan taso voidaan tulkitaan alavirtaan mennessä kohtaan jossa uomat loppuvat ja havaitaan deltakerrostumia)

- Beach_ridge: Rantavalli – *Beach ridge* (Syntyy aallokon kuluttaessa, lajitellessa ja kasatessa hiekkaa tai muuta lajittunutta ainesta rannalle rannan suuntaiseksi valliksi. Voivat muodostua joko tyrskyjen kasaaminen kuivalle maalle veden rajan lähelle tai jopa hivenen vedenpinnan alapuolelle. Muinaisen vedenpinnan tason voidaan tavallisesti tulkita sijainneen 0-3 m rantavallien alapuolella.)

- Delta_and_ridge: Delta ja rantavalli – *Delta and beach ridge*

- Cliff_and_terrace*:* Rantatörmä ja rantatasanne – *Cliff and shore terrace* (Aallokon kuluttamaan rinteeseen syntyy muodostuu rantatörmä ja sen alapuolelle rantatasanne eli rantaterassi, jonka uudelleen kerrostunut lajittunut aines on peräisin aallokon kuluttamasta törmästä. Rantatasanne on muodostunut muinaisen vedenpinnan tasoon ja rantatörmä sen yläpuolelle.)

- Stone_belt: Kivi- ja lohkarevyöt (pirunpellot) – *Stone belt* (Rantatörmiin ja terasseihin liittyy usein nauhamaisia ja samaa korkeustasoa noudattavia kivi- ja lohkarevöitä eli pallekivikoita jotka ovat syntyneet mm. rantatörmien alaosaan aallokon hienoa ainesta huuhtovan toiminnan seurauksena. Niiden yläpinnan voidaan tulkita merkitsevän muinaista vedenpinnan tasoa. Paikoin kohoumien rinteet tai laet ovat kauttaaltaan louhikoiden kattamia, jolloin niitä kutsutaan pirunpelloiksi)

- Lake_rampart: Rantapalle – *Lake rampart* (Aallokon ja talvisen jään työnnön kasaama rantaviivan suuntainen maavalli tai –penger. Sisältää usein erikokoisia lohkareita sekä kiviä, ja on syntynyt tavallisesti 0-2 m muinaisen vedenpinnan tason yläpuolelle)

- Calotte_moraine: Moreenikalotti ja huuhtoutumisraja – *Moraine calotte and a washed hillside* (Kalotti on ylimmän rannan yläpuolella oleva, kohouman laella sijaitseva huuhtoutumaton moreenikerrostuma jonka alaraja merkkaa muinaisen rantapinnan tasoa. Huuhtoutumisrajan alapuolella maaperä on usein lohkareista tai/ja hiekkaisen rantakerrostuman peittämä.)

- Icelake_outlet: Lasku-uoma tai purkausdelta – *Outlet channel and delta surface* (Nimenomaan paikallisilla jääjärvillä sekä suurilla muinaisilla järvillä)

- Other: Muu – *Other*

- Esker_top: Harjun laki – *Esker top* (Harjun vedenpintaan tasoittunut lakialue)

- Shore_altitude_MEAN (numeerinen): Rantapinnan korkeus (m a.s.l.) (keskiarvo) – *Shoreline altitude (mean)* (0.1 m tarkkuudella)

- Shore_altitude_MIN (numeerinen): Rantapinnan korkeus (m a.s.l.) (minimi) – *Shoreline altitude (minimum)* (0.1 m tarkkuudella)

- Shore_altitude_MAX (numeerinen): Rantapinnan korkeus (m a.s.l.) (maksimi) – *Shoreline altitude (maximum)* (0.1 m tarkkuudella)

- Shore_altitude_org (numeerinen): Rantapinnan korkeus (m a.s.l.) (alkuperäinen) – *Shoreline altitude (original reference)* (alkuperäisellä tarkkuudella)

- Descr_alt_man: Korkeusmuunnoksen kuvailu – *Description of altitude manipulation* **(DOMAINI)**

- No_changes: Alkuperäinen korkeustaso – *Original altitude*

- Alt_corr: Havaittu virheellinen korkeustaso – *Corrected altitude*

- Alt_miss: havainnon korkeustaso puuttuu – *Missing altitude information*

- Alt_det: Korkeustasoa tarkennettu – *More detailed altitude*

- Other: Muu syy – *Other reason*

- Stage_org (teksti): Rantavaihe (alkuperäinen julkaisu) – *Shoreline stage index (as proposed by investigator)*

- Highest_shore: Ylin ranta – *Highest shoreline* **(DOMAINI)**

- Yes: Kyllä – *Yes*

- No: Ei – *No*

- Stage_interpr: Rantavaihe (tässä luokiteltu) – *Shoreline stage index (interpreted in this study)* **(DOMAINI)**

- Baltic_Ice_Lake: Baltian Jääjärvi (13000-11600 cal BP, eli 11050-9650 BC) – *Baltic Ice Lake*

- Yoldia_Sea: Yoldiameri (11600-10800 cal BP, eli 9650-8850 BC) – *Yoldia Sea*

- Ancylus_early: Ancylus alkuvaihe ml. maksimi transgression (10800-10000 cal BP, eli 8850-8050 BC) – *Ancylus Lake, early stage and maximum transgression*

- Ancylus_late: Ancylus loppuvaihe (10000-9000 cal BP, eli 8050-7050 BC) – *Ancylus Lake, late stage*

- Litorina_early: Litorinameri alkuvaihe eli Mastogloiameri (9000-8000 cal BP, eli 7050-6050 BC) – *Litorina Sea, early stage*

- Litorina_transgr: Litorina trasgressio (noin 8000-7000 cal BP, eli 6050-5050 BC) – *Litorina Sea, transgression maximum*

- Litorina_late: Litorinameri loppuvaihe (7000 cal BP – nykypäivä, eli 5050 BC – nykypäivä) – *Litorina Sea, late stage*

- *Ice_lake:* Paikallinen jääjärvi – *Local ice lake*

- *Ancient_lake:* Muinaisjärvi (esim. Suur-Saimaa) – *Ancient lake*

- Drained_lake: Ihmisen laskema järvi – *Drained lake*

- Other: Muu tai epäselvä – *Other or undetermined*

- Study_year (integer): Havainnon julkaisuvuosi – *A study year*

- Author (teksti): Havainnon tekijä – *Principal investigator*

- Reference (teksti): Viite - *Reference* (Alkuperäinen viite tai “paras” viite, FINGEO:n mukainen viittauskäytäntö)

- Reliab_class: Luotettavuusluokittelu – *Reliability classification* **(DOMAINI)**

- Class1: Luokka 1: Selvä kohde jossa, z-tulkintaväli pieni – *Confident observation with only minor (< 4 m) fluctuation in the altitude determination*

- Class2: Luokka 2: Selvä kohde, vaihteluväli huomattava (> 4 m) – *Confident observation but more significant (> 4 m) fluctuation in the altitude determination*

- Class3: Luokka 3: Tunnettu kohde, mutta ei kunnolla kontrolloitavissa korkeusmallista – *A published site, but uncertainties in altitude validation from LiDAR DEM data*

- Class4: Luokka 4: Tunnettu kohde, tulkinnanvaraisuutta sijaintitiedossa – *A published site, but uncertainties in location*

- Class5: Luokka 5: Epävarma luokka – *Uncertain or non-validated site and/or observation*

- Notes (teksti): Muita huomioita – *Notes* (mm. havaintopiirteitä, kuntaan ja paikkaan liittyviä lisätietoja, kuroutumiskynnykseen liittyviä epäselvyyksiä, muita tulkinnallisuuksia)

- Dm: Rantapinnan korkeus (dm a.s.l.) – *Shoreline altitude* (dm a.s.l.)

- DEM: Rantapinnan korkeuden tarkistamiseen käytetty korkeusmalli – *Digital elevation model used to validate the shoreline altitude* **(DOMAINI)**

    - LaserDEM: Laserkeilaukseen perustuva korkeusmalli – *the airborne LiDAR digital elevation model*

    - DEM25: 25 m solukoossa oleva Suomen kattava korkeusmalli – *25 m grid Finnish digital elevation model*

    - DEM10: 10 m solukoossa oleva Suomen kattava korkeusmalli – *10 m grid Finnish digital elevation model*

    - Other: Muu tai epäselvä – *Other or undetermined*

- Reconstr: Onko kohdetta käytetty Åbergin 2013 rantapinnan rekonstruktiossa – *Has the data point used in the shoreline reconstruction by Åberg 2013* **(DOMAINI)**

    - Yes: Kyllä – Yes

    - No: Ei – No

LIITE 2

Varmuusluokittelu

Shoreline Landform Database (SLD)

Class 1: Confident observation with minor (< 4 m) fluctuation in altitude

Class 2: Confident observation with more significant (> 4 m) fluctuation in altitude

Class 3: Published observation with uncertainties in altitude (as validated from 2 m or 10 m DEMs)

Class 4: Published observation with uncertainties in e.g. location or recognition of landform on maps

Class 5: Uncertain or non-validated site and/or observation

Isolation Database (ISD)

Class 1: Confident observation dated using modern methods (e.g. AMS ^{14}C) and with only a minor margin of dating error

Class 2: Confident observation dated using modern methods (e.g. AMS ^{14}C), but with significant margin of error in dating or uncertain isolation threshold altitude

Class 3: A well known published observation, but with significant uncertainties in location or isolation threshold, or contains prominent uncertainties or ambiguities in dating

Class 4: Less significant observation with uncertain location, altitude or other ambiguities related to e.g. sediment stratigraphy

Class 5: Uncertain or non-validated site and/or observation

LIITE 3A: Rantahavaintotietokanta (Shoreline Landform Database) (Supistettu)

ID_GTK	Site	Easting_KKJ3	Northing_KKJ3	Landform_type	Shore_altitude_MEAN	Reliab_class	Reference2	Reconstr
9001	Isonevankangas	3329608,575	6992782,691	Cliff_and_terrace	96,79	Class4	Glückert 1989	No
9002	Lappakangas	3321969,545	6980053,815	Other	101,9	Class5	Glückert 1989	No
9003	Harakkamäki	3322109,164	6974103,782	Cliff_and_terrace	92,8	Class4	Glückert 1989	No
9004	Halisenmäki	3322323,138	6971601,387	Beach_ridge	93,4	Class1	Glückert 1989	Yes
9005	Lahdenkangas	3322629,567	6960992,579	Beach_ridge	93,1	Class4	Glückert 1989	No
9006	Vähä-kivivuori	3294847,728	6964689,789	Cliff_and_terrace	94,7	Class4	Glückert 1989	No
9007	Jouttivuori	3300706,619	6988389,572	Other	71,6	Class5	Glückert 1989	No
9008	Pakoaitauksenmäki	3315342,337	6984349,965	Stone_belt	94,5	Class4	Glückert 1989	Yes
9009	Roomionkallio	3307254,802	6989458,225	Stone_belt	90,6	Class4	Glückert 1989	No
9010	Kärmesvuori	3314766,342	7000228,349	Stone_belt	96,5	Class2	Glückert 1989	Yes
9011	Kukkura	3303982,445	7012240,506	Stone_belt	90,2	Class4	Glückert 1989	No
9012	Pihamäki	3265325,461	6952168,441	Beach_ridge	94	Class4	Glückert 1989	No
9013	Vähämäenkallio	3265023,793	6961962,038	Stone_belt	93,4	Class1	Glückert 1989	Yes
9014	Rajavuori	3241941,59	6976597,323	Beach_ridge	91,4	Class4	Glückert 1989	No
9015	Tratinkangas	3235059,262	6971991,164	Beach_ridge	90,8	Class4	Glückert 1989	No
9016	Haapalankangas	3243331,336	6961475,308	Cliff_and_terrace	93,9	Class4	Glückert 1989	No
9017	Koppelokallio	3229171,606	6958372,82	Stone_belt	99,68	Class4	Glückert 1989	No
9018	Sikakallio	3236516,304	6943654,664	Other	96,3	Class4	Glückert 1989	No
9019	Vähämäki	3231838,124	6938354,82	Cliff_and_terrace	95,9	Class2	Glückert 1989	Yes
9020	Valsberget	3223912,364	6958340,204	Stone_belt	86,7	Class5	Glückert 1989	No
9021	Haapikalliot	3224085,568	6950150,8	Stone_belt	91,6	Class5	Glückert 1989	No
9022	Goljatberget	3220946,153	6944845,228	Cliff_and_terrace	95,3	Class1	Glückert 1989	Yes
9023	Roumio	3225900,564	6936557,976	Stone_belt	90,2	Class4	Glückert 1989	No
9024	Lappmalmen	3291281,01	6667847,101	Stone_belt	42,5	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9025	Tenhola	3294279,556	6666743,405	Stone_belt	43	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9026	Siggbymalmen	3295170,625	6666756,223	Stone_belt	41,9	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9027	Tapelsåsen	3286271,695	6662569,39	Stone_belt	40,8	Class2	Aurola 1938	Yes
9028	Tapelsåsen SE	3285771,096	6662138,096	Stone_belt	40,6	Class2	Rudeberg 1925a, Aurola 1938	Yes
9029	Sattala malm SE	3286913,223	6662296,314	Stone_belt	36,4	Class2	Rudeberg 1925a, Aurola 1938	No
9030	Snickarkärrberget	3301750,707	6661691,001	Stone_belt	38,7	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9031	Stormossaberget	3295510,768	6658120,377	Stone_belt	40,8	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9032	Lullanbergen	3295725,102	6657968,165	Stone_belt	40,7	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9033	Soffaberget	3296301,181	6656630,341	Stone_belt	38,7	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9034	Dragsvik	3305229,617	6659102,837	Cliff_and_terrace	39,5	Class3	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9035	Isomäki	3271197,589	6672819,255	Stone_belt	44	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9036	Kummelberget	3263264,808	6665677,21	Other	42,5	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9037	Talllmo/ Karjaa	3316027,689	6666874,299	Cliff_and_terrace	38,1	Class2	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9038	Mustalammenharju	3340162,068	7055703,98	Stone_belt	95	Class4	Glückert 1989	No
9039	Kvarnbacken	3331426,506	7038640,775	Stone_belt	89,9	Class4	Glückert 1989	No
9040	Kalliokangas	3320400,212	7033507,209	Stone_belt	92,1	Class4	Glückert 1989	No
9041	Pitkäkangas	3339275,953	7017004,924	Beach_ridge	93,1	Class2	Glückert 1989	Yes
9042	Heikinkangas	3333449,849	6991834,215	Cliff_and_terrace	92,5	Class1	Salmi 1949	Yes
9043	Koivuluhdanmäki	3225008,401	6932850,31	Stone_belt	86,1	Class4	Glückert 1989	No
9044	Niemimaa	3227049,571	6931776,644	Stone_belt	84,9	Class4	Glückert 1989	No
9045	Puskanvuori	3223382,236	6926311,252	Stone_belt	91,4	Class4	Glückert 1989	No

9046	Järilänvuori	3242385,912	6803860,037	Beach_ridge	67,7	Class1	Kukkonen et al. 1987[1]	Yes
9047	Vårdkasberget	3269403,81	6667496,494	Stone_belt	42,2	Class2	TUURA 2011[2]	Yes
9048	Hiittenharju	3240012,891	6808216,424	Stone_belt	68,7	Class2	TUURA 2011	Yes
9049	Munavuori	3511276,715	6714996,781	Cliff_and_terrace	24,9	Class1	Hyyppä 1937, TUURA 2011[3]	Yes
9050	Ruokosuo	3536573	6715461	Beach_ridge	23	Class1	TUURA 2011[3]	Yes
9051	Kirpunkorpi	3543777,537	6719976,73	Beach_ridge	20,7	Class1		Yes
9052	Suopelto	3543648,251	6719272,141	Lake_rampart	21,3	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9053	Turkkisuo	3542613,046	6720737,161	Beach_ridge	22	Class1		Yes
9054	Metsä-Seppälä	3544630,892	6717785,499	Beach_ridge	21,4	Class1		Yes
9055	Hirvikorpi	3541533,339	6721158,12	Beach_ridge	23,1	Class1		Yes
9056	Repokivenkangas	3538655,54	6720827,846	Cliff_and_terrace	21,9	Class1		Yes
9057	Ylätalonkangas	3536596,456	6720746,32	Other	22,2	Class1		Yes
9058	Tupakorvenmäki	3537157,221	6717638,478	Lake_rampart	22,5	Class1		Yes
9059	Rakokivenmäki	3537528,458	6716000,378	Lake_rampart	22,6	Class1		Yes
9060	Niittyahonvuori	3535930,532	6714530,918	Beach_ridge	22,3	Class1		Yes
9061	Hyypiänvuori	3533015,03	6713753,596	Stone_belt	22,7	Class2		Yes
9062	Riihikorpi	3530167,901	6713410,315	Beach_ridge	22,1	Class2		Yes
9063	Pyölinvuori	3527102,946	6712322,366	Stone_belt	23,1	Class1		Yes
9064	Kuolionkangas	3540081,487	6710642,135	Beach_ridge	22	Class1		Yes
9065	Tillinvuori	3539229,883	6711153,618	Beach_ridge	22,1	Class1		Yes
9066	Lintukallio	3534021,838	6710678,531	Cliff_and_terrace	22,5	Class1		Yes
9067	Harvajanvuori	3526571,829	6706659,85	Beach_ridge	22,7	Class1		Yes
9068	Porraskorpi	3522903,783	6709208,555	Stone_belt	23,4	Class1		Yes
9069	Ukkola	3538901,511	6727214,197	Beach_ridge	23,2	Class1		Yes
9070	Niemelä	3540029,308	6728404,809	Other	23	Class5		No
9071	Palokangas	3546455,876	6720431,985	Stone_belt	22,7	Class1		Yes
9072	Hirvikangas	3518462,666	6720557,808	Beach_ridge	24,5	Class1		Yes
9073	Lakiankangas	3515133,332	6724004,14	Beach_ridge	24,6	Class1		Yes
9074	Sudenharjunmäki	3513272,903	6724344,526	Cliff_and_terrace	24,8	Class1		Yes
9075	Suuri Sikovuori	3507233,528	6725626,227	Other	24,7	Class1		Yes
9076	Rajamäki	3511136,816	6726857,213	Beach_ridge	25,2	Class1		Yes
9077	Koskosojanmäki	3503901,318	6718363,333	Lake_rampart	26,2	Class1		Yes
9078	Viidankangas	3504727,106	6723071,21	Beach_ridge	25,5	Class1		Yes
9079	Pikkunummi	3497295,101	6719875,074	Stone_belt	25,6	Class1		Yes
9080	Santamäki	3497869,089	6716346,987	Other	26,4	Class1		Yes
9081	Takasuo	3495918,298	6716364,124	Other	26,8	Class1		Yes
9082	Laajakoskenharju	3493344,632	6714944,32	Delta	23,2	Class4		No
9083	Korpisuo	3490511,494	6722076,971	Beach_ridge	26,3	Class1		Yes
9084	Kananiemenharju S	3487042,069	6714803,735	Beach_ridge	25,8	Class1		Yes
9085	Kananiemensuo	3485338,895	6716384,106	Lake_rampart	24,6	Class5		No
9086	Kananiemenharju N	3487207,511	6715570,912	Cliff_and_terrace	26,4	Class2		Yes
9087	Korkiakallio	3491334,848	6711283,017	Stone_belt	25,6	Class1		Yes
9088	Korvenkalliot	3489999,404	6706616,635	Beach_ridge	26,4	Class1		Yes
9089	Björkbacka	3485291,638	6711113,287	Cliff_and_terrace	26,3	Class1		Yes
9090	Pitkätkalliot	3494144,559	6704258,953	Other	26,1	Class2		Yes
9091	Kaunissaari	3487169,062	6694140,548	Beach_ridge	24	Class1		Yes
9092	Antinpelto	3485852,824	6724497,805	Beach_ridge	27,5	Class1		Yes

9093	Vartioisvuori	3488029,993	6724153,574	Cliff_and_terrace	29,2	Class4		No
9094	Lakeri	3479623,56	6723340,547	Stone_belt	29	Class4		No
9095	Käyrämäki	3473267,418	6727966,157	Stone_belt	28,6	Class1		Yes
9096	Kotimäki	3469662,408	6726893,079	Stone_belt	29,4	Class4		No
9097	Laurila	3466355,275	6728265,62	Cliff_and_terrace	28,9	Class1		Yes
9098	Pahkakorpi	3468373,559	6724257,275	Other	28,8	Class1		Yes
9099	Drangsmossbacken	3468615,195	6717976,927	Other	27,9	Class5		No
9100	Gustafslund	3467462,213	6718922,03	Stone_belt	26,6	Class4		No
9101	Hembacken	3460700,545	6727154,417	Stone_belt	27,2	Class4		No
9102	Rajatöyry	3463062,494	6731800,14	Other	30,2	Class2		Yes
9103	Kukkumäki	3457874,896	6731708,345	Cliff_and_terrace	31,8	Class1		Yes
9104	Kappeli	3453798,869	6717095,308	Beach_ridge	30,4	Class1	Ramsay 1918	Yes
9105	Kuggom	3455221,067	6709103,599	Beach_ridge	26,9	Class1		No
9106	Marakatti	3461072,5	6708011,276	Stone_belt	29,1	Class1		Yes
9107	Köpbacka	3458192,985	6701140,813	Beach_ridge	29,3	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9108	Orrspelberget	3452753,796	6714998,676	Other	29,8	Class1		Yes
9109	Lokmossen	3451714,455	6716414,583	Other	28,9	Class2		Yes
9110	Nygård	3449469,604	6719206,809	Other	30,2	Class2		Yes
9111	Forskulla	3448668,907	6720280,616	Lake_rampart	30,8	Class2		Yes
9112	Eskils	3448680,722	6721582,964	Cliff_and_terrace	28,1	Class4		No
9113	Friisinkallio	3373466,015	6675899,732	Stone_belt	33,6	Class1	Törnroos 2000	Yes
9114	Hvittträsk	3362929,2	6677279,64	Other	34,5	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9115	Gladens	3341647,636	6671642,753	Cliff_and_terrace	36,7	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9116	Bäckkärr	3341022,002	6671674,896	Beach_ridge	36,9	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9117	Göks	3342331,899	6673189,927	Cliff_and_terrace	36,7	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9118	Muhosjoki	3479615,789	7169149,23	Beach_ridge	104,6	Class4	Johansson et al. 2000	No
9119	Rahkakallio	3400234,432	7137735,099	Stone_belt	100,8	Class1	Glückert et al. 1993	Yes
9120	Latakallio	3400573,14	7132895,23	Stone_belt	98,9	Class4	Glückert et al. 1993	No
9121	Närhikorvenmäki	3388984,925	7141553,306	Stone_belt	96,6	Class4	Glückert et al. 1993	No
9122	Myllyharju	3388427,084	7141216,847	Beach_ridge	99,3	Class4	Glückert et al. 1993	No
9123	Raudaskallio	3392668,673	7102703,52	Stone_belt	93,5	Class4	Glückert et al. 1993	No
9124	Kukonharju	3406837,56	7092060,906	Stone_belt	94,7	Class1	Glückert et al. 1993	Yes
9125	Hemminkangas	3403991,025	7082910,066	Stone_belt	94,3	Class1	Glückert et al. 1993	Yes
9126	Pikku Kuuhinko	3410350,497	7079048,423	Stone_belt	93,6	Class2	Glückert et al. 1993	Yes
9127	Kolekangas	3398940,476	7089062,661	Stone_belt	96,5	Class1	Glückert et al. 1993	Yes
9128	Pakkalanmäki	3383068,456	7091162,615	Stone_belt	98	Class2	Glückert 1989	Yes
9129	Iso Laitakangas	3362633,04	7091670,267	Stone_belt	95,2	Class4	Glückert 1989	No
9130	Hautakangas	3362004,132	7096331,539	Stone_belt	100,4	Class1	Glückert 1989	Yes
9131	Koukkukangas	3357915,736	7096950,591	Stone_belt	93,1	Class4	Glückert 1989	No
9132	Poleenkangas	3354263,992	7093456,835	Stone_belt	99,9	Class2	Glückert 1989	Yes
9133	Ämmänkangas	3475376,568	7210955,136	Beach_ridge	94,9	Class2	TUURA 2011[3]	Yes
9134	Iso-Kangas	3472810	7208176	Beach_ridge	94,3	Class1	TUURA 2011[3]	Yes
9135	Iso-Mankinen	3455998	7144755	Stone_belt	100	Class5	TUURA 2011[3]	No
9136	Hietakaarto	3425009,59	7137876,265	Beach_ridge	101,4	Class1	TUURA 2011[3]	Yes
9137	Ruunapuronkangas	3421801	7140641	Beach_ridge	102,1	Class1	TUURA 2011[3]	Yes
9138	Torakangas	3466387,598	7175659,936	Beach_ridge	95,7	Class1	TUURA 2011	Yes
9139	Silvbergen	3279108,034	6657298,714	Beach_ridge	43,2	Class1	Glückert 1976	Yes

9140	Kirkkojärvi	3300757,917	6686881,519	Other	43	Class4	Aurola 1938	No
9141	Tessvär	3271679,329	6668021,333	Stone_belt	42,7	Class4	Glückert 1976	No
9142	Tuulihattu	3288062,604	6675931,605	Stone_belt	42,6	Class4	Glückert 1976	No
9143	Hertsböle	3251828,682	6667715,522	Stone_belt	43,7	Class4	Glückert 1976	No
9144	Malmimäki	3283031,427	6676861,77	Stone_belt	42,7	Class2	Glückert 1976	Yes
9145	Kummelberget	3264219,607	6671069,901	Stone_belt	43,4	Class1	Glückert 1976	Yes
9146	Råberget	3251588,678	6669018,076	Stone_belt	43,5	Class4	Glückert 1976	No
9147	Söderlångvik	3245926,726	6666787,031	Stone_belt	44	Class4	Glückert 1976	No
9148	Perniö, Kirkko	3285855,986	6683993,757	Cliff_and_terrace	43	Class5	Glückert 1976	No
9149	Pirttimäki	3272547,763	6679278,043	Stone_belt	43,8	Class4	Glückert 1976	No
9150	Hallonfallet	3254541,534	6672844,443	Stone_belt	43,9	Class2	Glückert 1976	Yes
9151	Punasuonharju	3280457,961	6684933,516	Beach_ridge	44,1	Class1	Aurola 1938	Yes
9152	Tuohitunnummi	3293477,137	6693703,407	Cliff_and_terrace	45	Class1	Glückert 1976	Yes
9153	Käärmeseljännummi	3294426,276	6694293,049	Beach_ridge	45,5	Class1	Glückert 1976	Yes
9154	Jättekastberget	3261152,043	6678929,434	Stone_belt	45,6	Class2	Glückert 1976	Yes
9155	Kulla	3249389,912	6671405,088	Stone_belt	44,2	Class2	Glückert 1976, Rudeberg 1925a	Yes
9156	Kummelberget	3248301,686	6677015,283	Stone_belt	44,9	Class2	Glückert 1976	Yes
9157	Tjuda	3261678,31	6683720,46	Stone_belt	44,8	Class4	Glückert 1976	No
9158	Björndalsberget	3264823,145	6683851,055	Stone_belt	44,4	Class2	Glückert 1976	Yes
9159	Katinkallio	3289010,079	6700153,535	Cliff_and_terrace	45,1	Class4	Glückert 1976	No
9160	Ryssänristinmäki	3275522,939	6692620,987	Stone_belt	45,1	Class4	Glückert 1976	No
9161	Ristinummi	3292627,889	6697868,447	Beach_ridge	44,7	Class2	Glückert 1976	Yes
9162	Ruulissuonmäki	3293368,768	6698485,469	Cliff_and_terrace	44,8	Class4	Glückert 1976	No
9163	Viitankruunu	3284006,047	6700555,881	Beach_ridge	45,4	Class1	Glückert 1976	Yes
9164	Suopellonmäki	3284058,007	6698640,538	Stone_belt	45,4	Class2	Glückert 1976	Yes
9165	Merikulma	3282738,16	6698829,078	Stone_belt	45,4	Class1	Glückert 1976	Yes
9166	Palomäki	3258175,328	6683654,315	Stone_belt	45,4	Class2	Glückert 1976	Yes
9167	Daladanten	3256071,722	6683966,106	Stone_belt	45,5	Class4	Glückert 1976	No
9168	Ryynperinkallio	3257081,892	6687254,25	Stone_belt	45,4	Class4	Glückert 1976	No
9169	Ängviksberget	3246167,877	6682726,296	Stone_belt	45,3	Class2	Glückert 1976	Yes
9170	Vanutehtaanmäki	3286157,61	6705675,613	Other	45,9	Class1	Glückert 1976	Yes
9171	Pirunvuori	3278227,921	6698501,831	Cliff_and_terrace	45,6	Class4	Glückert 1976	No
9172	Jeturkastinmäki	3268025,909	6692298,978	Lake_rampart	45,4	Class4	Glückert 1976	No
9173	Nuuttiniemi	3256641,193	6690924,669	Stone_belt	45,9	Class1	Glückert 1976	Yes
9174	Nuuttiniemi	3257268,283	6690581,189	Stone_belt	45,9	Class2	Glückert 1976	Yes
9175	Heskelinmäki	3260259,58	6692771,72	Stone_belt	46,1	Class4	Glückert 1976	No
9176	Haarakallio	3262579,918	6699204,294	Stone_belt	46,6	Class1	Glückert 1976	Yes
9177	Kaasumäki	3263063,31	6697266,764	Stone_belt	46,3	Class4	Glückert 1976	No
9178	Kallisuo	3264515,98	6696997,284	Beach_ridge	46,2	Class1	Glückert 1976	Yes
9179	Ukonmäki	3277274,597	6705457,103	Stone_belt	46,3	Class5	Aurola 1938	No
9180	Bålberget	3239207,496	6688389,678	Stone_belt	46,7	Class2	Glückert 1976	Yes
9181	Miilunpohja	3269044,23	6701060,87	Stone_belt	46,5	Class2	Glückert 1976	Yes
9182	Pyhäloukas	3273561,105	6704236,356	Stone_belt	46,6	Class4	Glückert 1976	No
9183	Peltola	3256606,316	6696721,152	Stone_belt	46,7	Class4	Glückert 1976	No
9184	Äijälänmäki	3275319,17	6707923,054	Stone_belt	46,8	Class4	Glückert 1976	No
9185	Bötesberget	3239420,711	6691926,389	Stone_belt	47,1	Class4	Glückert 1976	No
9186	Bollstaskogen	3244194,063	6693650,066	Stone_belt	47,1	Class4	Glückert 1976	No

9187	Pirukallio	3245535,816	6694213,929	Stone_belt	47	Class4	Glückert 1976	No
9188	Varasvuori	3258266,562	6700358,366	Other	47,1	Class4	Glückert 1976	No
9189	Kirnukallio	3261308,52	6702256,377	Stone_belt	47	Class4	Glückert 1976	No
9190	Heikkilänmäki	3261341,457	6705250,301	Beach_ridge	47,3	Class4	Glückert 1976	No
9191	Meltola	3262170,983	6706798,46	Stone_belt	47,6	Class4	Glückert 1976	No
9192	Ylitalo	3274928,142	6706469,123	Cliff_and_terrace	47,2	Class4	Glückert 1976	No
9193	Palomäki	3268964,577	6709209,38	Stone_belt	47,5	Class4	Glückert 1976	No
9194	Tipumäki	3262040,582	6708112,326	Other	47,8	Class4	Glückert 1976	No
9195	Stackberget	3247682,565	6701023,101	Other	47,5	Class4	Glückert 1976	No
9196	Huhmari	3252794,891	6704351,344	Stone_belt	47,9	Class4	Glückert 1976	No
9197	Harvaluoto	3250069,903	6703965,49	Stone_belt	47,9	Class5	Glückert 1976	No
9198	Viukala	3256119,011	6708360,044	Stone_belt	47,8	Class5	Glückert 1976	No
9199	Pyhävastamäki	3254759,806	6706535,626	Stone_belt	47,9	Class4	Glückert 1976	No
9200	Pyhävastamäki	3255356,112	6706444,618	Stone_belt	47,9	Class4	Glückert 1976	No
9201	Kasberget	3226028,884	6688101,698	Stone_belt	47,8	Class2	Glückert 1976	Yes
9202	Preitilä	3265936,357	6713204,199	Cliff_and_terrace	48,1	Class1	Glückert 1976	Yes
9203	Varasvuori	3265013,506	6713155,123	Stone_belt	48,3	Class4	Glückert 1976	No
9204	Nakolinnanmäki	3261255,229	6714661,228	Stone_belt	48,8	Class2	Glückert 1976	Yes
9205	Pohtionvuori	3256003,942	6710114,192	Stone_belt	48,5	Class1	Pyökäri 1976	Yes
9206	Linnavuori	3255632,135	6709600,175	Stone_belt	48,6	Class1	Pyökäri 1976	Yes
9207	Hiidenmäki	3255109,151	6709138,126	Stone_belt	48,6	Class1	Pyökäri 1976	Yes
9208	Kiettiö	3256696,961	6709769,813	Stone_belt	48,4	Class1	Pyökäri 1976	Yes
9209	Kuusela	3257125,888	6709784,353	Stone_belt	48,3	Class1	Pyökäri 1976	Yes
9210	Kotkavuori	3252722,8	6706001,479	Stone_belt	48,1	Class4	Glückert 1976	No
9211	Kotkavuori	3252837,053	6705840,573	Stone_belt	48	Class4	Glückert 1976	No
9212	Kipervuori	3253650,184	6707403,883	Stone_belt	48,2	Class4	Glückert 1976	No
9213	Ahtaanpaltta	3253071,197	6706998,596	Stone_belt	48,2	Class4	Glückert 1976	No
9214	Rauhalankallio (Empo)	3246533,744	6706426,111	Stone_belt	48,7	Class5	Glückert 1976	No
9215	Pulkkala	3219427,41	6698760,443	Stone_belt	49,2	Class4	Glückert 1976	No
9216	Ohuvuori	3261806,345	6718805,229	Stone_belt	49,8	Class1	Glückert 1976	Yes
9217	Lausmäki	3256310,531	6715724,932	Cliff_and_terrace	49,2	Class4	Glückert 1976	No
9218	Suopohja	3251373,077	6714683,947	Beach_ridge	49,4	Class4	Glückert 1976	No
9219	Kalevaha	3251557,371	6715627,677	Stone_belt	49,6	Class4	Glückert 1976	No
9220	Kalttasuo	3245711,99	6713485,662	Cliff_and_terrace	49,7	Class1	Glückert 1976	Yes
9221	Kultanummi	3245325,339	6713998,096	Cliff_and_terrace	49,8	Class1	Glückert 1976	Yes
9222	Littoistenjärvi	3247371,908	6713433,418	Cliff_and_terrace	49,7	Class4	Glückert 1976	No
9223	Pääskyvuori	3243617,596	6713076,437	Cliff_and_terrace	49,8	Class4	Glückert 1976	No
9224	Muikunvuori	3245090,773	6715201,479	Cliff_and_terrace	50	Class4	Glückert 1976	No
9226	Vanhalinna	3246223,347	6716797,051	Stone_belt	50,2	Class4	Glückert 1976	No
9227	Linnavuori	3246160,239	6717358,726	Stone_belt	50,3	Class4	Glückert 1976	No
9228	Nunnavuori	3239795,635	6717483,081	Stone_belt	50,5	Class1	Glückert 1976	Yes
9229	Nuikonvuori	3220398,961	6708851,808	Stone_belt	50,5	Class4	Glückert 1976	No
9230	Mainiomäki	3219603,955	6708300,958	Stone_belt	49,9	Class4	Glückert 1976	No
9231	Korkiakallio	3242863,906	6716784,291	Stone_belt	50,4	Class2	Glückert 1976	Yes
9232	Kieterinmäki	3245056,419	6716401,883	Other	50,4	Class4	Glückert 1976	No
9233	Runosmäki	3240361,174	6718142,824	Cliff_and_terrace	50,6	Class1	Glückert 1976	Yes
9234	Palovuori	3247455,856	6719516,994	Other	50,5	Class1	Glückert 1976	Yes

9235	Ilmarinen	3246554,194	6719160,915	Other	50,7	Class2	Glückert 1976	Yes
9236	Laustee	3248023,045	6721019,59	Other	50,5	Class4	Glückert 1976	No
9237	Keisvuori	3250516,916	6719948,36	Cliff_and_terrace	50,5	Class4	Glückert 1976	No
9238	Pirunpesä	3240819,661	6719274,761	Cliff_and_terrace	51	Class4	Glückert 1976	No
9239	Pirunpesä	3240843,456	6719617,305	Stone_belt	51,1	Class4	Glückert 1976	No
9240	Kärsämäki	3240565,212	6718875,83	Cliff_and_terrace	50,9	Class4	Glückert 1976	No
9241	Kärsämäki	3239207,305	6718644,231	Stone_belt	51	Class4	Glückert 1976	No
9242	Rotanvuori	3238877,184	6720115,012	Stone_belt	51,2	Class1	Glückert 1976	Yes
9243	Tootulankalliot	3256295,256	6722690,772	Cliff_and_terrace	50,6	Class1	Glückert 1976	Yes
9244	Saramäki	3243102,982	6720899,153	Stone_belt	50,9	Class4	Glückert 1976	No
9245	Villivuori	3218146,633	6714174,739	Stone_belt	51,1	Class1	Glückert 1976	Yes
9246	Kaskala	3253007,629	6723415,915	Cliff_and_terrace	50,8	Class1	Glückert 1976	Yes
9247	Linnanmäki	3251418,311	6722264,454	Stone_belt	50,7	Class1	Glückert 1976	Yes
9248	Saramäki	3243261,03	6720420,939	Stone_belt	51	Class4	Glückert 1976	No
9249	Keinumäki	3244513,123	6720441,286	Stone_belt	51	Class1	Glückert 1976	Yes
9250	Jäkärlä	3245394,959	6723626,693	Stone_belt	51,2	Class1	Glückert 1976	Yes
9251	Rajakallio	3246328,521	6722068,275	Stone_belt	51	Class1	Glückert 1976	Yes
9252	Maaria	3247117,471	6723742,647	Stone_belt	51,3	Class5	Glückert 1976	No
9253	Luittiolähde	3246654,284	6722710,25	Cliff_and_terrace	51	Class1	Glückert 1976	Yes
9254	Valkkisvuori	3238724,68	6721779,551	Cliff_and_terrace	51,5	Class1	Glückert 1976	Yes
9255	Kuivassuo	3239821,236	6723495,803	Stone_belt	51,9	Class4	Glückert 1976	No
9256	Kullanvuori	3235208,102	6722286,641	Stone_belt	51,7	Class5	Glückert 1976	No
9257	Kaharinvuori	3238883,506	6722771,012	Stone_belt	51,7	Class4	Glückert 1976	No
9258	Palovuori	3234305,975	6721947,879	Cliff_and_terrace	51,7	Class5	Glückert 1976	No
9259	Kajamonvuori	3235271,313	6725409,064	Cliff_and_terrace	52,2	Class1	Glückert 1976	Yes
9260	Karvatti	3217135,456	6723813,149	Stone_belt	52,8	Class4	Glückert 1976	No
9261	Hallusvuori	3228105,361	6726851,834	Cliff_and_terrace	52,9	Class1	Glückert 1976	Yes
9262	Pitäjänvuori	3259333,883	6736370,693	Stone_belt	53	Class1	Glückert 1976	Yes
9263	Rehtsuo	3239269,238	6730612,176	Cliff_and_terrace	52,9	Class5	Glückert 1976	No
9264	Pyörövuori	3241580,681	6737816,935	Stone_belt	54	Class1	Glückert 1976	Yes
9265	Varvanummi	3238679,131	6736875,437	Beach_ridge	54,3	Class1	Glückert 1976	Yes
9266	Rajakallio	3228197,66	6734972,285	Cliff_and_terrace	54,5	Class5	Glückert 1976	No
9267	Laukkallio	3231130,099	6736675,487	Lake_rampart	54,5	Class4	Glückert 1976	No
9268	Kallavuori	3227161,697	6736590,304	Cliff_and_terrace	54,7	Class1	Glückert 1976	Yes
9269	Varppeenkallio	3231951,156	6742654,467	Other	55,3	Class4	Glückert 1976	No
9270	Varppeenkallio	3231246,46	6743151,892	Other	55,5	Class4	Glückert 1976	No
9271	Ristennummi	3230153,875	6754397,138	Stone_belt	57,3	Class4	Glückert 1976	No
9272	Ruohanttee	3231722,683	6754106,074	Stone_belt	57,1	Class4	Glückert 1976	No
9273	Pitkäkallio	3247993,026	6762477,616	Cliff_and_terrace	58,2	Class4	Glückert 1976	No
9274	Rajaveräjä	3222132,396	6759725,248	Stone_belt	58,4	Class4	Glückert 1976	No
9275	Pahnaanmaa	3251134,701	6763400,343	Cliff_and_terrace	58,5	Class4	Glückert 1976	No
9276	Haukkavuori	3244267,349	6768975,855	Stone_belt	59,3	Class4	Glückert 1976	No
9277	Nummioja	3252648,721	6767681,403	Stone_belt	59,2	Class4	Glückert 1976	No
9278	Malvonkallionmäki	3218031,737	6767202,313	Stone_belt	59,7	Class4	Glückert 1976	No
9279	Huovinrinne	3252917,582	6778952,675	Beach_ridge	59,9	Class4	Glückert 1976	No
9280	Sunnanå	3248613,812	6676220,278	Stone_belt	44,7	Class4	Glückert 1976	No
9281	Överölmos	3245609,541	6671477,85	Stone_belt	44,9	Class4	Glückert 1976	No

9283	Raudanmäki	3290633,915	6698299,771	Cliff_and_terrace	44,8	Class2	Glückert 1976	Yes
9284	Tolvsnäs	3252334,233	6681543,357	Other	45,3	Class4	Glückert 1976	No
9285	Tolvsnäs	3250204,083	6681552,501	Other	44,8	Class5	Glückert 1976	No
9286	Kaukolanharju	3295290,671	6696198,674	Cliff_and_terrace	44,5	Class4	Aurola 1938	No
9287	Aura	3258110,634	6734204,933	Stone_belt	52,1	Class4	Aurola 1938	No
9288	Mäntykorpi	3357385,171	7096789,826	Stone_belt	99	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9289	Kollauksensuo	3258236,624	6792306,547	Other	64,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9290	Mikkoahde	3262778,82	6790165,284	Stone_belt	64,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9291	Säiliökallio	3267714,583	6780378,813	Stone_belt	63,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9292	Riihivainio	3271240,708	6782464,843	Other	63,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9293	Maurunkallio	3272357,029	6788969,019	Cliff_and_terrace	64,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9294	Mäkelä	3275599,358	6788945,051	Cliff_and_terrace	65,9	Class5	Åberg, S. 2013	No
9295	Punovuori	3276402,284	6791897,102	Stone_belt	64,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9296	Rinteenmaa	3277663,621	6793079,951	Cliff_and_terrace	66,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9297	Alho	3274627,325	6795550,881	Stone_belt	65,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9298	Pahkionvuori	3273622,003	6796689,358	Stone_belt	65,3	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9299	Maijankallio	3273127,998	6799605,456	Stone_belt	65,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9300	Löytinkallio	3271305,884	6800145,953	Stone_belt	65,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9301	Somero	3270801,237	6800631,141	Stone_belt	65,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9302	Karausvuori	3271443,317	6804914,03	Stone_belt	65,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9303	Perko	3279766,539	6807974,154	Stone_belt	67,4	Class5	Åberg, S. 2013	No
9304	Vallijoki	3279920,232	6808379,992	Stone_belt	65,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9305	Innilä	3279466,178	6812247,252	Stone_belt	66,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9306	Vesanen	3270438,786	6806608,499	Other	66,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9307	Marjamäenvuori	3269628,124	6807145,084	Other	66,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9308	Kirkkokallio	3266664,891	6805053,914	Stone_belt	66,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9309	Vuorenalustanvuoret	3264159,937	6805496,174	Stone_belt	67,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9310	Murhavuori	3262638,523	6808435,438	Cliff_and_terrace	67,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9311	Rekirikonahde	3260861,404	6812309,615	Cliff_and_terrace	68,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9312	Lahdenperä	3302847,981	6821498,046	Stone_belt	66,5	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9313	Kontaanmäki	3303739,575	6821964,595	Other	66,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9314	Uusikylä	3304643,311	6824280,319	Stone_belt	66,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9315	Pätkinmäki	3305441,399	6833736,108	Stone_belt	68,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9316	Kirkkoniemi	3302522,11	6831802,847	Stone_belt	67,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9317	Tupavuori	3303112,404	6829263,651	Stone_belt	67,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9318	Pökkylä	3304542,569	6826681,441	Cliff_and_terrace	66,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9319	Pyymäki	3303399,64	6824049,93	Stone_belt	66,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9320	Rantalankallio	3258820,706	6823226,987	Stone_belt	70,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9321	Kolimoisio	3258126,987	6827426,43	Other	72,6	Class5	Åberg, S. 2013	No
9322	Kitusuo	3258454,458	6829488,462	Stone_belt	73,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9323	Myllymäki	3256743,795	6828484,277	Stone_belt	73,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9324	Kolikangas	3256227,345	6827797,443	Beach_ridge	73,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9325	Kuusisto	3256798,721	6826028,525	Stone_belt	71,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9326	Kannisto	3254920,244	6825478,853	Stone_belt	72,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9327	Sudenvainio	3254318,66	6825914,461	Cliff_and_terrace	72,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9328	Levola	3248520,301	6824652,819	Stone_belt	72,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9329	Kallenahteenmäki	3251409,493	6832238,884	Stone_belt	73,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes

9330	Mattila	3253541,072	6835012,52	Stone_belt	73,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9331	Huhtala	3258441,159	6834982,294	Stone_belt	73,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9332	Korkeamäki	3265132,557	6828812,439	Stone_belt	72	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9333	Leväjärvi	3263163,539	6827284,14	Stone_belt	71,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9334	Riihikivenneva	3265924,99	6834434,327	Stone_belt	72,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9335	Aluskylä	3264975,641	6845893,831	Cliff_and_terrace	74,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9336	Järvenpäänvuori	3265160,406	6842895,056	Stone_belt	73,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9337	Palomäki	3260962,605	6846974,749	Stone_belt	74,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9338	Käyrä	3260236,528	6848958,518	Stone_belt	74,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9339	Jokihaara	3259904,925	6845826,859	Cliff_and_terrace	74,4	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9340	Tuominen	3257921,921	6845118,365	Stone_belt	74,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9341	Haaparanta	3257042,457	6846299,619	Stone_belt	74,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9342	Palokorpi	3257171,981	6848952,259	Cliff_and_terrace	75,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9343	Hautakeidas	3253706,514	6851926,897	Stone_belt	75,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9344	Tuunajärvi	3250570,793	6855815,567	Stone_belt	76,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9345	Lepistö	3249290,869	6857529,536	Stone_belt	77	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9346	Susikalliot	3249329,143	6857918,001	Stone_belt	77,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9347	Peltomäki	3249146,18	6861546,074	Stone_belt	77,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9348	Lähdekorpi	3250109,979	6864244,649	Stone_belt	77,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9349	Vataja	3251780,736	6874877,827	Cliff_and_terrace	79,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9350	Kankaanpää	3256117,391	6865728,348	Cliff_and_terrace	77,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9351	Kaukoranta	3252822,585	6870440,518	Cliff_and_terrace	79,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9352	Korpelankytö	3243599,832	6867054,862	Stone_belt	79	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9353	Reikälepäneva	3244584,256	6870646,013	Stone_belt	79,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9354	Hongistonmäki	3244664,98	6875865,533	Stone_belt	80,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9355	Perhoskeidas	3240492,079	6877095,144	Stone_belt	81,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9356	Ruuhisalo	3254934,431	6868535,647	Stone_belt	79,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9357	Matkuslammi	3252630,812	6855519,974	Stone_belt	78,2	Class5	Åberg, S. 2013	No
9358	Kortesneva	3245216,258	6875283,208	Stone_belt	83,2	Class5	Åberg, S. 2013	No
9359	Kortteisto	3250415,93	6868545,434	Stone_belt	82,5	Class5	Åberg, S. 2013	No
9360	Kaukoranta	3252705,549	6870397,034	Cliff_and_terrace	85,5	Class5	Åberg, S. 2013	No
9361	Muikkukytö	3251882,337	6873439,677	Stone_belt	86,6	Class5	Åberg, S. 2013	No
9362	Paksutanko	3240809,471	6877479,346	Stone_belt	86,8	Class5	Åberg, S. 2013	No
9363	Koivikkosaari	3356624,335	7097880,098	Stone_belt	101,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9364	Hirvenhautakangas	3381591,316	7103877,15	Stone_belt	99,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9365	Kokkokivenkangas	3384163,464	7102202,905	Stone_belt	99,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9366	Kulisevankangas	3402518,741	7097207,236	Other	98,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9367	Lukkarinkangas	3399776,027	7111566,957	Other	100	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9368	Uunikuru	3393260,731	7143601,104	Stone_belt	103,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9369	Hietakaarto	3399254,32	7144103,244	Stone_belt	102,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9370	Honkasaari	3393627,863	7161892,82	Stone_belt	103,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9371	Mäntyvaara	3480853,958	7183395,285	Beach_ridge	92,2	Class1	TUURA 2011[3]	Yes
9372	Koivuniemi	3481974,436	7187423,896	Other	92,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9373	Vesisuonaho	3474165,014	7223677,508	Lake_rampart	97,1	Class5	Åberg, S. 2013	No
9374	Vesisuo	3473486,857	7223202,493	Stone_belt	95,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9375	Haapola	3478803,158	7222744,583	Other	94,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9376	Pakola	3477692,92	7221869,382	Other	94,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes

9377	Räyskynselkä	3461049,542	7233661,194	Beach_ridge	96,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9378	Isokorvenmaa	3458096,739	7235561,099	Cliff_and_terrace	98,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9379	Pirttiharjunsuonsarake	3457110,854	7247579,124	Cliff_and_terrace	98,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9380	Takkavihtakivi	3460494,841	7247989,251	Cliff_and_terrace	98,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9381	Ruonansuo	3468314,31	7250155,224	Other	98,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9382	Käyränvaara	3463909,109	7251793,409	Lake_rampart	98,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9383	Lankkumaa	3459611,367	7253114,636	Cliff_and_terrace	99	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9384	Hirvasvaara	3448848,867	7271853,385	Cliff_and_terrace	100	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9385	Järviaho	3446952,098	7271624,784	Cliff_and_terrace	100,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9386	Tuoremaa	3449186,735	7268630,32	Beach_ridge	100,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9387	Latvamaa	3440217,34	7286013,632	Other	100,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9388	Soidinsuo	3446267,123	7285925,928	Other	98,9	Class5	Åberg, S. 2013	No
9389	Kolokonmaa	3441136,601	7304033,162	Cliff_and_terrace	99,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9390	Laavu	3368695,621	7413731,157	Other	91,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9391	Purola	3367251,624	7401667,341	Other	93,7	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9392	Haukkavaara	3366558,05	7396016,759	Other	95,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9393	Perävaara	3367150,091	7393617,349	Other	96,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9394	Siikamännikkö	3366383,569	7391117,481	Stone_belt	97,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9395	Ylinenvaara	3362813,199	7383200,485	Stone_belt	99,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9396	Huitaperi	3355864,207	7353596,765	Beach_ridge	108,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9397	Kiimavaara	3356880,967	7356247,735	Beach_ridge	108,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9398	Perävaara	3357574,212	7358795,18	Beach_ridge	107,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9399	Poutinginkangas	3422635,632	7352651,849	Cliff_and_terrace	99,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9400	Rinne	3423228,371	7365669,361	Beach_ridge	97,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9401	Kotavaara	3423054,458	7369534,441	Other	97,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9402	Kuusikkoselkä	3422392,564	7373651,616	Stone_belt	97,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9403	Hetejänkä	3436351,239	7374117,498	Cliff_and_terrace	95,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9404	Pajula	3438709,502	7390901,244	Other	93,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9405	Varjakkavaara	3436365,025	7393590,005	Other	93,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9406	Pimiäranta	3431553,998	7396978,955	Other	93,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9407	Maunuvaara	3428395,007	7400936,949	Other	92,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9408	Isokivenkangas	3428387,784	7402190,351	Stone_belt	92,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9409	Korkiakangas	3429681,932	7403095,807	Cliff_and_terrace	92,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9410	Jäkäläkangas	3430984,005	7407347,449	Stone_belt	90,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9411	Ylinätynki	3431933,518	7410245,681	Cliff_and_terrace	90,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9412	Norvala	3433387,882	7401728,198	Other	92,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9413	Ruonajänkä	3433796,38	7400638,822	Other	92,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9414	Ruoninkiaapa	3434705,893	7396267,484	Other	93,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9415	Piirukanjänkä	3455118,824	7379671,956	Other	93,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9416	Jokkavaara	3458017,98	7373295,305	Cliff_and_terrace	94	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9417	Oikaraisenvaara	3458843,962	7375159,213	Other	93,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9418	Eräsalo	3462395,498	7375682,132	Cliff_and_terrace	92,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9419	Vaaranalusjänkä	3462329,041	7371456,745	Stone_belt	93,7	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9420	Kortejänkä	3464089,088	7369744,344	Cliff_and_terrace	93,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9421	Porokodanmaa	3449482,742	7375131,32	Cliff_and_terrace	94,1	Class2	Åberg, S. 2013	Yes
9422	Iso Mustolampi	3436396,688	7373141,599	Other	95,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9423	Hietavaara	3432973,08	7369903,951	Beach_ridge	96,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes

9424	Viitavaara	3432571,723	7363869,519	Stone_belt	97	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9425	Kolopuunvaara	3426446,82	7350083,397	Stone_belt	100	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9426	Meri-Rastila	3395581,117	6678365,069	Stone_belt	30,8	Class1	Haavisto-Hyvärinen 1998	Yes
9427	Hampträsk	3403544,137	6687885,709	Stone_belt	35	Class5	Penttilä 1947	No
9428	Immersby	3404066,335	6689634,597	Stone_belt	30,7	Class4	Penttilä 1947	No
9429	Fazerila	3395353,087	6684534,117	Beach_ridge	31,2	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9430	Norikemalmen	3437640,765	6694367,356	Cliff_and_terrace	28,4	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9431	Långmossen	3396053,11	6683585,114	Cliff_and_terrace	31,4	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9432	Tarmola	3427752,689	6700288,431	Cliff_and_terrace	30,6	Class1	Jukka-Pekka Palmu 2012[4]	Yes
9433	Dalka	3436803,734	6705256,715	Stone_belt	29,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9434	Hannusmalmen	3441349,022	6712339,845	Cliff_and_terrace	29,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9435	Uvberget	3441488,675	6713185,623	Other	29,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9436	Marsbäcken	3441276,079	6716010,372	Cliff_and_terrace	30,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9437	Blomdal	3440857,727	6717852,035	Beach_ridge	30,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9438	Rajasuo	3443823,965	6728699,563	Cliff_and_terrace	31,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9439	Grottabacka	3423223,561	6703525,391	Other	31,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9440	Kankaanpää	3416223,581	6703219,204	Beach_ridge	32,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9441	Rauhamäki	3399383,833	6700581,09	Cliff_and_terrace	33,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9442	Emäsalo	3423381,462	6684865,641	Beach_ridge	29,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9443	Telegrafberget	3424077,906	6694574,056	Cliff_and_terrace	31	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9444	Nyby	3416709,061	6689763,315	Beach_ridge	30,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9445	Svartnäsberget	3407209,369	6691997,203	Other	31,7	Class5	Åberg, S. 2013	No
9446	Malmbacka	3413701,538	6695872,004	Cliff_and_terrace	31,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9447	Enbergsskiftet	3325647,986	6667564,32	Other	37,2	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9448	Kusans	3330246,768	6669202,647	Beach_ridge	37,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9449	Andersro	3321270,659	6669728,873	Cliff_and_terrace	38,3	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9450	Lohja	3340718,866	6686091,983	Cliff_and_terrace	38,2	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9451	Liessaari	3334950,431	6685276,317	Other	38,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9452	Djupback	3314657,665	6668142,45	Stone_belt	39,1	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9453	Åminnefors	3310501,319	6668909,421	Stone_belt	40,9	Class1	Glückert ja Ristaniemi 1980	Yes
9454	Palomäki	3302083,524	6669524,627	Beach_ridge	41,2	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9455	Gumböle	3366327,385	6682003,054	Other	34,7	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9456	Nuuksio	3365832,332	6688561,734	Other	34,2	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9457	Vols	3355871,566	6676403,468	Cliff_and_terrace	35,3	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9458	Hästhagen	3332389,166	6670783,894	Other	37,1	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9459	Virkkala	3334476,058	6678740,127	Cliff_and_terrace	39,2	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9460	Skvatterbacka	3338206,426	6681151,991	Cliff_and_terrace	38,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9461	Siutia	3344986,965	6678841,711	Cliff_and_terrace	37,1	Class1	Glückert ja Ristaniemi 1980	Yes
9462	Grindberget	3319907,928	6676081,376	Stone_belt	40,9	Class1	Glückert ja Ristaniemi 1980	Yes
9463	Riddarmansberget	3308341,317	6672356,474	Other	41	Class1	Glückert ja Ristaniemi 1980	Yes
9464	Tallbacka	3307522,672	6673369,121	Stone_belt	41,2	Class1	Glückert ja Ristaniemi 1980	Yes
9465	Mäkijärvi	3304802,367	6687896,368	Stone_belt	43,1	Class4	Glückert ja Ristaniemi 1980	No
9466	Jättekastberget	3289374,166	6670175,579	Beach_ridge	42,5	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9467	Puosinkallio	3275774,187	6672599,069	Cliff_and_terrace	42,8	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9468	Leuarinmäki	3292102,524	6684998,166	Stone_belt	43,8	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9469	Majberget	3261992,747	6682323,031	Stone_belt	44,6	Class2	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9470	Pihkavuorenmäki	3296147,79	6703419,076	Stone_belt	44,9	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes

9471	Lamminmäki	3282006,885	6687451,748	Beach_ridge	45	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9472	Laviakallio	3278298,882	6689180,938	Stone_belt	45,1	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9473	Ympärsjärvi	3288122,217	6678406,23	Cliff_and_terrace	42,7	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9474	Marjaniemennummi	3300837,908	6681215,191	Cliff_and_terrace	42,8	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9475	Perniönmäki	3287137,862	6682655,188	Cliff_and_terrace	44,2	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9476	Ervelä	3287534,67	6683859,59	Cliff_and_terrace	44,3	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9477	Lillträsk	3296223,554	6669541,468	Other	42	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9478	Kasberget	3297490,077	6665670,574	Beach_ridge	41,4	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9479	Starrböle	3309913,922	6665827,176	Other	40,8	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9480	Brörkkärret	3309438,646	6667467,904	Stone_belt	40,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9481	Harabacka	3302188,648	6664995,359	Stone_belt	40,9	Class1	Ristaniemi ja Glückert 1988	Yes
9482	Piispala	3326652,49	6680784,303	Cliff_and_terrace	39,9	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
9483	Svedjaträsket	3310440,008	6663363,117	Cliff_and_terrace	39	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9484	Torpparinmäki	3386704,695	6684938,051	Stone_belt	32,8	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9485	Hanaböle	3392877,248	6691209,125	Lake_rampart	32,5	Class3	Hyyppä 1937	No
9486	Havukoski	3393516,276	6690846,13	Stone_belt	32,7	Class4	Hyyppä 1937	No
9487	Taivaskallio	3386725,747	6680669,942	Stone_belt	33,5	Class2	Hyyppä 1950[5]	Yes
9488	Tattarisuo	3393077,994	6683399,245	Stone_belt	30,7	Class4	Hyyppä 1937	No
9489	Tattarisuo	3393165,513	6685137,728	Stone_belt	31,8	Class4	Hyyppä 1937	No
9490	Pitkäjärvi	3375840,092	6683932,615	Cliff_and_terrace	34,4	Class3	Hyyppä 1937	No
9491	Karhusuo	3379423,821	6689247,195	Cliff_and_terrace	34,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9492	Friimetsä	3378118,781	6687852,244	Other	34,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9493	Juvanmalmi	3376475,126	6686437,906	Other	34,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9494	Nikunmäki	3375459,744	6686472,228	Other	34	Class3	Åberg, S. 2013	No
9495	Kauniainen	3375129,046	6680251,386	Cliff_and_terrace	33,6	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9496	Kirkko	3374365,935	6680171,305	Cliff_and_terrace	34	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9497	Maisterintie	3374734,901	6680299,654	Cliff_and_terrace	33,6	Class4	Hyyppä 1937	No
9498	Helsingintie	3375149,756	6681354,985	Cliff_and_terrace	33,4	Class4	Åberg, S. 2013	No
9499	Karamalmi	3375505,016	6681110,886	Beach_ridge	33,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9500	Munasuo	3483039,384	6715972,456	Cliff_and_terrace	26,1	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9501	Järvensuo	3477029,54	6712622,799	Beach_ridge	26,2	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9502	Lägermalmen	3450346,59	6705512,094	Beach_ridge	29,7	Class1	Haavisto-Hyvärinen 2000	Yes
9503	Försby å	3445480,406	6707010,98	Other	29,8	Class4	Rudeberg 1925a	No
9504	Tavastby	3473697,867	6722171,679	Cliff_and_terrace	29,9	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9505	Tavastby	3473750,397	6722266,705	Cliff_and_terrace	29,7	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9506	Huutjärvi	3486400,823	6708769,172	Cliff_and_terrace	26,7	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9507	Aaltola	3482041,325	6715242,89	Stone_belt	27	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9508	Lilla Högasbacken	3478193,473	6707462,879	Cliff_and_terrace	26,9	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9509	Teerikallio N	3478517,792	6706791,106	Beach_ridge	26,4	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9510	Teerikallio S	3478451,185	6706578,951	Beach_ridge	26,7	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9511	Kettuvuori	3515819,924	6713985,317	Other	24,4	Class4	Hyyppä 1937	No
9512	Rakinvuori W	3515639,606	6712303,763	Beach_ridge	23,4	Class1	Hyyppä 1937?	Yes
9513	Rakinvuori E	3516082,82	6712715,182	Cliff_and_terrace	23,5	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9514	Kakkuvuori	3511244,884	6712478,107	Other	24,7	Class4	Hyyppä 1937?	No
9515	Kivelä	3543214,806	6718906,114	Lake_rampart	22,4	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9516	Haapavuori	3542839,303	6719102,029	Cliff_and_terrace	22,6	Class1	Hyyppä 1937	Yes
9517	Kauhala	3360773,725	6681806,307	Cliff_and_terrace	35,1	Class1	Aario 1935	Yes

9518	Västerkulla	3360629,07	6681488,31	Cliff_and_terrace	35,2	Class1	Aario 1935	Yes
9519	Erkulla	3364052,533	6679888,226	Cliff_and_terrace	35,5	Class1	Aario 1935	Yes
9520	Järpbacka	3364702,352	6679800,919	Cliff_and_terrace	35,4	Class3	Aario 1935	No
9521	Träskby	3364205,531	6679002,153	Cliff_and_terrace	35,1	Class1	Aario 1935	Yes
9522	Lapinkylä	3358766,038	6681429,44	Cliff_and_terrace	35,6	Class1	Aario 1935	Yes
9523	Hästhagen	3363915,544	6672843,698	Other	33,5	Class3	Åberg, S. 2013	No
9524	Vartiokylä	3393925,378	6681077,251	Cliff_and_terrace	30,4	Class3	Hyyppä 1937	No
9525	Torri	3539886,811	6724061,081	Cliff_and_terrace	22,5	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9526	Enokka	3541863,263	6724632,402	Cliff_and_terrace	22,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9527	Keltakangas	3543597,818	6726071,665	Cliff_and_terrace	22,9	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9528	Pörnykivenmäki	3538420,726	6726200,438	Beach_ridge	25,5	Class1	Ramsay 1920[6], Hyyppä 1937[6]	Yes
9529	Korkiaharju	3477517,018	6709317,971	Cliff_and_terrace	27,4	Class4	Rudeberg 1925a	No
9530	Koppskog	3309831,738	6662705,555	Cliff_and_terrace	39	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9531	Degerby	3312356,768	6664390,174	Cliff_and_terrace	39	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9532	Läpp NW	3313699,04	6665772,778	Cliff_and_terrace	39	Class3	Rudeberg 1925a	No
9533	Läpp SE	3313737,759	6665656,62	Cliff_and_terrace	39,2	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9534	Söderkulla	3278372,723	6657647,154	Stone_belt	42,6	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9535	Fårsjö SE	3304534,493	6672495,711	Cliff_and_terrace	41,3	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9536	Fårsjö NW	3303563,53	6672702,153	Cliff_and_terrace	40,6	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9537	Kvigos	3279711,565	6669890,026	Beach_ridge	44,4	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9538	Sattala malm SW	3287207,068	6663030,001	Cliff_and_terrace	41,5	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9539	Mjölbolsta	3322452,211	6671057,569	Cliff_and_terrace	39,2	Class1	Rudeberg 1925a	Yes
9540	Sotilaskorpi	3383049,08	6693633,375	Cliff_and_terrace	34,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9541	Mattila	3422959,266	6710824,742	Cliff_and_terrace	32,8	Class1	Tynni 1966	Yes
9542	Metsä-Pitkänen	3424918,657	6711982,684	Cliff_and_terrace	32,8	Class3	Tynni 1966	No
9543	Mäntyrinta	3423737,12	6706976,704	Cliff_and_terrace	32,2	Class1	Tynni 1966	Yes
9544	Norrgård	3439372,523	6711258,133	Cliff_and_terrace	30,7	Class4	Tynni 1966	No
9545	Simonsilta	3390949,902	6691096,302	Cliff_and_terrace	34,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9546	Simonkylä	3389693,749	6690164,811	Cliff_and_terrace	33,8	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9547	Silvolan tekojärvi	3384050,144	6686592,053	Other	33,7	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9548	Hakunimaa	3382869,619	6684932,607	Beach_ridge	33,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9549	Haltiavuori	3384451,894	6685275,738	Beach_ridge	33,6	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9550	Pirkkola	3383843,449	6681924,859	Beach_ridge	33,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9551	Kasberget	3117743,072	6712118,275	Stone_belt	55	Class3	Glückert 1978	Yes
9552	Bistorpberget	3117502,849	6683525,896	Stone_belt	52	Class3	Glückert 1978	Yes
9553	Gamlan	3102008,847	6722831,572	Stone_belt	59	Class4	Glückert 1978	Yes
9554	Havisbergen	3105310,034	6716774,485	Stone_belt	57,5	Class3	Glückert 1978	Yes
9555	Kummelberget	3107347,084	6714361,098	Stone_belt	57	Class3	Glückert 1978	Yes
9556	Gunnarsklint	3106671,422	6714212,782	Stone_belt	57	Class3	Glückert 1978	Yes
9557	Lövvikberget	3120150,62	6701682,781	Stone_belt	54	Class5	Glückert 1978	No
9558	Skålberg	3122317,431	6703062,335	Stone_belt	54	Class5	Glückert 1978	No
9559	Linddalsbergen	3124524,921	6706230,026	Stone_belt	54,5	Class5	Glückert 1978	No
9560	Svedlandsbergen	3119861,578	6706112,061	Stone_belt	55	Class5	Glückert 1978	No
9561	Långbergen	3122180,864	6708352,554	Stone_belt	55	Class3	Glückert 1978	Yes
9562	Vårdberget	3117956,599	6697035,846	Stone_belt	53,5	Class3	Glückert 1978	Yes
9563	Västerbergen	3111523,935	6709836,379	Stone_belt	56	Class3	Glückert 1978	Yes
9564	Västerberget	3114772,061	6712578,938	Stone_belt	56,2	Class3	Glückert 1978	Yes

9565	Ryssugnarna	3112959,591	6712466,528	Stone_belt	56,2	Class3	Glückert 1978	Yes
9566	Orrdals klint	3120881,787	6710560,114	Stone_belt	55,3	Class3	Glückert 1978	Yes
9567	Västerklevsberget	3118508,88	6712106,969	Stone_belt	55,7	Class4	Glückert 1978	Yes
9568	Brännklint	3124587,257	6698565,087	Stone_belt	53,3	Class4	Glückert 1978	Yes
9569	Storberget	3108656,168	6705097,581	Stone_belt	55,5	Class3	Glückert 1978	Yes
9570	Höckleberget	3121693,333	6697066,861	Stone_belt	53,3	Class3	Glückert 1978	Yes
9571	Båtsmanberget	3121270,581	6697895,996	Stone_belt	54	Class3	Glückert 1978	Yes
9572	Tranvikbergen	3121294,111	6695018,007	Stone_belt	53	Class3	Glückert 1978	Yes
9573	Knutsbodaberget	3112253,786	6683533,475	Stone_belt	52,2	Class4	Glückert 1978	Yes
9574	Bläsan	3110352,372	6684511,428	Stone_belt	52,5	Class3	Glückert 1978	Yes
9575	Kasberget	3109228,706	6690431,514	Stone_belt	54	Class3	Glückert 1978	Yes
9576	Narmoberget	3110694,437	6690206,554	Stone_belt	55	Class5	Glückert 1978	No
9577	Överbybergen	3112228,434	6691219,728	Stone_belt	54	Class4	Glückert 1978	Yes
9578	Ingbyberget	3109085,746	6694279,607	Stone_belt	55	Class4	Glückert 1978	Yes
9579	Kolsvedja	3120154,066	6698170,487	Stone_belt	53,5	Class3	Glückert 1978	Yes
9580	Rösberg	3112945,138	6705872,671	Stone_belt	55,3	Class3	Glückert 1978	Yes
9581	Klapuri	3243745,655	6960726,72	Cliff_and_terrace	95,5	Class1	Glückert 1989	Yes
9582	Laakavuori	3262101,113	6971033,248	Beach_ridge	95,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9583	Jussinharju	3260136,963	6952762,231	Cliff_and_terrace	93,3	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9584	Kalliomäki	3291723,129	6950994,608	Beach_ridge	92,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9585	Järvensaari	3292146,956	6950558,032	Beach_ridge	92,4	Class1	Åberg, S. 2013	Yes
9586	Kylänvuori	3263518,77	6958721,636	Beach_ridge	94	Class1	Glückert 1989	Yes

[1]Perustuu myös TUURA 2011 raporttiin ja Lindroos et al. 1983
[2]Perustuu myös Kielosto et al. 1996 epäsuoraan mainintaan.
[3]Julkaisemattomasta tietokannasta
[4]Suullinen tiedonanto
[5]Perustuu myös Haavisto-Hyvärinen ja Korhonen 1988
[6]Perustuu näiden viitteiden noin 26 m LI-tasoon

LIITE 3B: Kuroutumistietokanta (Isolation Database) (Supistettu versio)

ID_GTK	Site	Easting_KKJ3	Northing_KKJ3	Site_type	Threshold_altitude	C14_cal_MED	Reliab_class	Reference2	Reconstr
3001	Träskmossen	3279957,757	6670943,608	Mire	41	-5200	Class1	Glückert 1976	Yes
3002	Neittessuo	3244002,489	6735099,433	Mire	58	-6022	Class4	Glückert 1976	No
3003	Sandbrinksmossen	3245582,763	6671184,819	Mire	47	-6050	Class4	Glückert 1976	No
3004	Slätmossen	3257454,785	6682263,542	Mire	38	-4338	Class4	Glückert 1976	No
3005	Sammalsuo	3220154,282	6754742,35	Mire	47	-3879	Class4	Glückert 1976	No
3006	Jänessuo	3243025,431	6754483,786	Mire	59	-4855	Class4	Glückert 1976	No
3007	Heikinsaarensuo	3242563,353	6754485,971	Mire	57	-900	Class2	Glückert 1976	Yes
3008	Isorahka	3276114,205	6682236,107	Mire	42		Class4	Glückert 1976	No
3009	Ljuskullenmossen	3264958,072	6678977,371	Mire	45		Class4	Glückert 1976	No
3010	Kallaistenmäensuo	3266424,586	6703050,412	Mire	46		Class3	Glückert 1976	No
3011	Nautelanrahka (/suo)	3252032,242	6729179,129	Mire	52		Class3	Aurola 1938	No
3012	Punasuo I	3280023,059	6685612,332	Mire	46		Class4	Aurola 1938	No
3013	Punasuo I I	3280126,984	6684757,835	Mire	41		Class3	Aurola 1938	No
3014	Hamarjärvensuo	3279896,497	6689813,58	Mire	30,6		Class3	Aurola 1938	No

3015	Pyysuo	3298028,955	6683783,546	Mire	41		Class3	Rudeberg 1925b	No
3016	Rahka (Säkylänsuo)	3250568,422	6779495,151	Mire	47,4		Class4	Aurola 1938	No
3017	Melassuo	3286282,518	6684320,988	Mire	44,2		Class4	Aurola 1938	No
3018	Kuusirahka	3262799,633	6732643,41	Mire	63,7		Class5	Aurola 1938	No
3019	Rekoistensuo	3276168,323	6720023,743	Mire	61		Class5	Aurola 1938	No
3020	Stortjärnen	3304531	6667332	Lake	41,16	-6912	Class1	Eronen et al. 1993*	Yes
3021	Kvarnträsket	3285536	6663207	Lake	38,76	-5552	Class1	Eronen et al. 1993*	No
3022	Torrträsk	3289960	6674575	Lake	35,56	-4620	Class4	Eronen et al. 1993*	No
3023	Kollarinjärvi	3296665	6682021	Lake	35,26	-5022	Class4	Eronen et al. 1993*	No
3024	Lassilansuo	3302176	6672038	Mire	33,26	-4833	Class4	Eronen et al. 1993*	No
3025	Notträsk	3291441	6674886	Lake	29,76	-3938	Class4	Eronen et al. 1993*	No
3026	Lillträsk	3290939	6670078	Lake	24,96	-3178	Class4	Eronen et al. 1993*	No
3027	Kirakanjärvi	3277098	6682573	Lake	44,77	-6331	Class1	Eronen et al. 1993*	Yes
3028	Vähäjärvi N	3241924,08	6792970,722	Lake	64,53	-5452	Class1	Eronen et al. 1995*	Yes
3029	Ämmäjärvi	3236714	6780831	Lake	50,03	-4639	Class4	Eronen et al. 1995*	No
3030	Urmijärvi	3232658	6774949	Lake	41,02	-3570	Class4	Eronen et al. 1995*	No
3031	Kakkurlammi	3242266,735	6771704,381	Lake	54,62	-5550	Class4	Eronen et al. 1995*	No
3032	Degermossen	3438742	6705146	Mire	18,54	-2645	Class4	Miettinen et al. 1999*	No
3033	Kakarträsket	3464009	6711495	Lake	25,63	-4230	Class3	Miettinen et al. 1999*	No
3034	Ryttarjärvi	3468358	6708589	Lake	26,72	-5466	Class1	Miettinen et al. 1999*	Yes
3035	Kukuljärvi	3469338,638	6711357,214	Lake	27	-3941	Class3	Miettinen et al. 1999	No
3036	Tervajärvi	3463668,805	6711062,808	Lake	22,2	-3860	Class3	Miettinen et al. 1999	No
3037	Mossen	3454943,524	6709508,261	Mire	20,5	-2840	Class3	Miettinen et al. 1999	No
3038	Saarasjärvi	3533822	6721184	Lake	19,5	-6461	Class3	Miettinen 2002	No
3039	Virojärvi	3532297	6713704	Lake	19,21	-5252	Class1	Miettinen 2002*	Yes
3040	Ruokolamminsuo	3523884,975	6717986,541	Mire	21	-6400	Class1	Miettinen 2002	Yes
3041	Mustalampi	3528160,524	6715283,687	Mire	23	-7761	Class4	Miettinen 2002	No
3042	Vähälampi	3322549,297	6981818,81	Lake	87,09	-5886	Class4	Glückert et al. 1993*	No
3043	Vähäjärvi	3317088,451	7003205,002	Lake	84,81	-5008	Class4	Glückert et al. 1993*	No
3044	Hirvijärvi	3322644,418	6990348,958	Lake	94,1		Class3	Glückert et al. 1993	No
3045	Valkiajärvi	3291021,437	6948935,658	Lake	93,7		Class3	Glückert et al. 1993	No
3046	Tiisijärvi	3306428,024	6976511,785	Lake	90,9		Class4	Glückert et al. 1993	No
3047	Säläisjärvi	3243366,593	6960425,317	Lake	88,12		Class4	Glückert et al. 1993	No
3048	Rytilampi	3295539,161	6990117,701	Mire	87,5		Class3	Glückert et al. 1993	No
3049	Ruotana	3252150,937	6793320,266	Lake	63,23	-5594	Class4	Eronen et al. 2001*	No
3050	Lavajärvi	3233148	6784296	Lake	56,93	-5298	Class4	Eronen et al. 2001*	No
3051	Kaurajärvi	3231868	6773492	Lake	45,72	-4403	Class4	Eronen et al. 2001*	No
3052	Valkkisjärvi	3218315	6779902	Lake	32,73	-2738	Class4	Eronen et al. 2001*	No
3053	Kvarnträsk	3366207	6680633	Lake	25,85	-4274	Class4	Hyvärinen 1984*	No
3054	Metsälampi	3369526	6681735	Lake	26,55	-5041	Class4	Hyvärinen 1984*	No
3055	Lippajärvi	3374548	6682362	Lake	20,06	-3848	Class4	Hyvärinen 1984*	No
3056	Kuttulampi	3375881	6683401	Lake	28,95	-4568	Class4	Hyvärinen 1982*	No
3057	Bastumossen	3311784,712	6670028,249	Mire	38,26	-5914	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988*	No
3058	Lammaslampi	3378326	6685221	Lake	32,05	-5499	Class2	Alhonen et al. 1978*	No
3059	Gallträsket	3374347	6680685	Lake	31,25	-5069	Class4	Alhonen 1972*	No
3060	Lillträsk	3407952	6692175	Lake	21,25	-3934	Class4	Seppä et al. 2000*	No
3061	Ormträsket	3406607	6685577	Lake	18,25	-2587	Class4	Seppä et al. 2000*	No

3062	Stormossen	3424556,725	6703830,239	Mire	27,74	-4163	Class3	Donner ja Eronen 1981*	No
3063	Epoo	3437737,48	6693698,94	Other	25,24	-5078	Class3	Haila et al. 1991*	No
3064	Rapasuo	3294113	6681560	Mire	20,26	-1298	Class4	Leino 1973	No
3065	Nairassuo	3296843,326	6691564,456	Mire	46,27	-2104	Class3	Leino 1973*	No
3066	Vitsjön	3294437	6655850	Lake	16,26	-2743	Class4	Tolonen, K. ja Tolonen, M. 1988*	No
3067	Littoistenjärvi	3246744	6713601	Lake	36,09	-4424	Class4	Glückert et al. 1992*	No
3068	Malmträsket	3433564	6694032	Lake	22,94	-4575	Class4	Jungner ja Sonninen 1983*	No
3069	Mannilanlahti	3239821	6777426	Lake	47	-4470	Class4	Veira 1974 ks. Eronen et al. 1982	No
3070	Vähäjärvi	3240307,414	6770973,419	Lake	61,82	-5860	Class2	Eronen 1974	Yes
3071	Bastuberg	3431916,059	6694831,233	Mire	28,74	-6100	Class2	Eronen 1974*	Yes
3072	Vähä-Vuotunki	3476710	7204099	Lake	93,87	-5870	Class2	Eronen 1974*	Yes
3073	Leväjänkkä	3374545,28	7347065,905	Mire	94,89	-4901	Class4	Eronen 1974*	No
3074	Porraslampi	3323373,74	6979790,542	Lake	90,89	-6644	Class4	Eronen 1974*	No
3075	Leilänlammi	3313258,887	6682599,854	Lake	42,26	-7868	Class4	Eronen 1974*	No
3076	Ahmasjärvi	3473887,064	7172564,831	Lake	98,36	-7328	Class4	Eronen 1974*	No
3077	Kaakkurilampi	3438410	7390145	Lake	79,2	-5144	Class4	Saarnisto 1981*	No
3078	Iso Mustajärvi	3356580	7352992	Lake	70,39	-3616	Class4	Saarnisto 1981	No
3079	Lupojärvi	3369050,327	7413148,531	Lake	92,17	-6759	Class1	Saarnisto 1981*	Yes
3080	Pieni Haapajärvi	3235428	6884604	Lake	80,98	-5726	Class4	Salomaa 1982*	No
3081	Nummensuo	3264461,449	6707667,374	Mire	43	-4342	Class4	Glückert 1976	No
3082	Isosuo	3240256,641	6719202,46	Mire	42,3	-3766	Class4	Glückert 1976*	No
3083	Stormossen	3265169,759	6672176,544	Mire	22	-2660	Class4	Glückert 1976	No
3084	Bakunkärrsträsket	3400366,506	6688568,74	Lake	32,5	-6176	Class2	Hyvärinen 1979*	Yes
3085	Djupbäck	3314116,044	6668880,814	Lake	36	Class4	Ristaniemi ja Glückert 1988	No
3086	Onkilampi	3426579,781	7319381,944	Mire	101,8	Class3	Okko 1949	Yes
3087	Ahvenjärvi	3466235,235	7175253,785	Lake	92,5	Class4	Okko 1949	No
3088	Haisunneva	3453905,498	7143699,069	Mire	89,5	Class4	Okko 1949	No
3089	Hoikka	3458435,486	7140902,624	Lake	93	Class3	Okko 1949	Yes
3090	Rahkaneva	3399336,469	7144506,307	Mire	97,9	Class4	Okko 1949	No
3091	Pihlajamaankorpi	3367382,94	7089015,243	Mire	100,5	Class3	Okko 1949	No
3092	Sammakolampi	3370812,589	7089982,252	Lake	104,8	Class3	Okko 1949	No
3093	Peurasuo	3464150,856	7245977,12	Mire	99,8	Class3	Okko 1949	No
3094	Uusisuo	3477946,813	7199324,348	Mire	96,4	Class3	Okko 1949	No
3095	Bredmossen	3107111,527	6719210,025	Mire	59,31	Class3	Glückert 1978*	No
3096	Kaakurilampi	3454322,748	7284113,547	Lake	103	Class4	Okko 1949	No
3097	Kasbergsmossen	3117252,444	6713494,561	Mire	58,31	Class3	Glückert 1978	No
3098	Lakiasuo	3539352,162	6723753,868	Mire	22,8	Class3	Valovirta 1965	No
3099	Leppäistensuo	3536780,769	6728064,418	Mire	22,6	Class3	Valovirta 1965	No
3100	Holmmossaberget	3125261,767	6703719,882	Mire	53,3	Class4	Glückert 1978*	No
3101	Kapustavuoma	3382371,323	7363787,832	Mire	105	Class3	Hyyppä 1966	Yes
3102	Louejärvi	3417818,412	7367222,954	Mire	99	Class4	Hyyppä 1966	No

* Kuroutumiskynnyksen korkeus (Treshold) Vuorela et al. 2009