



JÄÄTIKÖN JÄLJILLÄ ETELÄ-SUOMESSA JA VIROSSA

Tallinnan Teknillisen Yliopiston Geologian Instituutti
Turun yliopisto, Geologian laitos

JÄÄTIKÖN JÄLJILLÄ ETELÄ-SUOMESSA JA VIROSSA

Tallinna 2007

**Jäätikön jäljillä Etelä-Suomessa ja Virossa.
MTÜ GEOGuide Baltoscandia. Tallinna, 2007.**

ISBN 978-9985-9834-8-5

Kooste: Atte Karhima
Anto Raukas
Ari Linna

Kiitokset: Olav Eklund
Reet Karukäpp
Juha Oksanen
Matti Tikkanen
Siim Veski
Joonas Virtasalo

Toteutus: MTÜ GEOGuide Baltoscandia

Taitto: Andres Abe

Kuvat: Heikki Bauert, Inga Kalistru

Valokuvat: Heikki Bauert, Atte Karhima, Anto Raukas, Gennadi Baranov

Etukansi: III Salpausselän rakennetta Perniön Tuohitussa: karkeampi kerros hiekka-kerrosten välissä kertoo jäätikön reunan oskilloinnista. Kuva: Atte Karhima

Takakansi: Rakveren Tarvanpään linnoitus on rakennettu harjun päälle

© MTÜ GEOGuide Baltoscandia, 2007



Kirjan julkaisua ovat rahoittaneet: Viron sisäasiainministeriö ja EU:n Aluekehitysrahasto Etelä-Suomen ja Viron Interreg IIIA -ohjelman yhteydessä. Suomessa kansallisena rahoittajana on toiminut Länsi-Suomen lääninhallitus, ja hanke on saanut K.H. Renlundin säätiön tukea.

Jääkaudesta

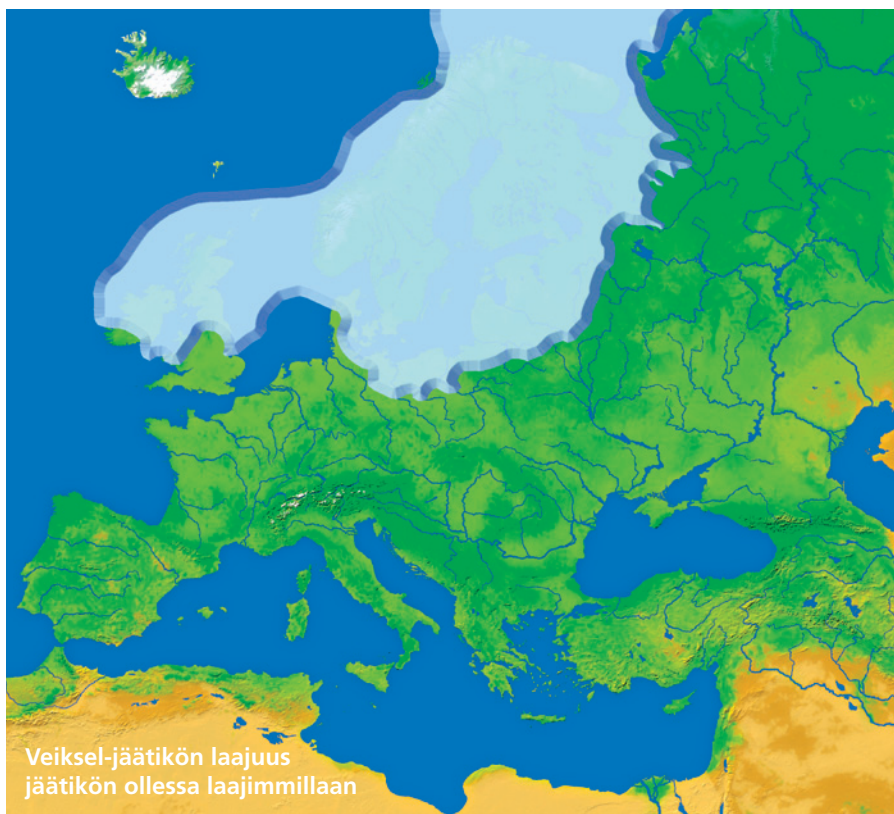
Suomessa ja Virossa on paljon kauniita maisemia. Monet niistä ovat muodostuneet edellisen Veiksel-jääkauden yhteydessä. Veiksel-jäätiköt olivat suurimmillaan noin 24000–18000 vuotta sitten, jolloin ne peittivät pohjoisessa Kanadan, Grönlannin ja Fennoskandian ulottuen etelässä ja idässä Brittein saarille, Saksaan Hampurin tienoille, Puolaan, Baltian maihin ja lähelle Moskovaa. Jääkauden huippuvaiheen aikana jään peitossa oli jopa kolmannes maapallosta. Nykyisin noin 10 % maapallosta on jäätikköjen peitossa.

Jääkaudet ja niitä erottavat lämpimät interglasiaalikaudet ovat sidoksissa maapallon kiertoradan ja Maan pyörähdysakselin kaltevuuden jaksottaisiin muutoksiin. Jäätikköjä on kylmillä napa-alueilla, mutta kylminä ja sateisina kausina niitä syntyy myös vuoristoissa. Mannerten (litosfääri-laattojen) liikkeet ohjaavat vuoristojäätikköjen syntyä, sillä vuoriston kohoavat vaipan konvektiovirtausten ohjaamina sulan vaipan päällä liikkuvien litosfääri-laattojen törmäysvyöhykkeisiin. Mannerten sijoittuminen vaikuttaa jäätikköihin, sillä maapallon merivirtoja ja ilmavirtauksia ohjattaessaan mantereet vaikuttavat lämmön ja ilman kosteuden alueelliseen jakaantumiseen. Jäätikkö syntyy lumirajan yllä, missä lumisateet kerryttävät hankea eikä lumi pääse kesälläkään kokonaan sulamaan. Hangen paksuuden kasvaessa lumen paino poistaa lumihiuksien väleissä olevaa ilmaa, jolloin syntyy jääraakeita ja firni-jäätä, jonka tiheys on suunnilleen $0,6 \text{ g/cm}^3$. Jään muodostus nopeutuu ja jään tiheys kasvaa entisestään, kun päällä olevan hangen

määrä kasvaa ja jääraakeiden sekä lumikierteiden kontaktien painemaksimeissa syntyy sulavettä, joka kiteytyy jääksi jääraakeiden väliin alemman paineen kohdissa.

Lumi- ja jääkerrostuman kasvettua jäätikköksi jään tiheys kasvaa lähelle veden tiheyttä ($0,85\text{--}0,9 \text{ g/cm}^3$). Jäätikköjään olomuoto muuttuu jäätikön pohjaosissa hauraasta plastiseksi, minkä seurauksena jää alkaa virrata. Jääksi muuttuvien lumikerrosten paine tasapainottuu jäätikkövirtauksen suuntautuessa kohti maaston painanteita. Kun jäätikkö on 30–60 metrin paksuinen, se virtaa myös tasamaalla. Jään paksuus, lämpötila, maan pinnanmuodot ja maanpinnan peitteet vaikuttavat jäätikkövirran etenemiseen. Paksussa jäätikkömassassa tapahtuu enemmän liikettä kuin ohuessa, ja lähellä sulamispistettä oleva jää virtaa kylmempää ja hauraampaa jäätä nopeammin.

Maapallon geologinen historia jaetaan useisiin geologisiin aikakausiin. Nykyään elämme neogeenikauden holoseeni-epookkia, joka alkoi noin 11590 vuotta sitten ilmaston lämmettyä. Sitä edeltänyt pleistoseeni-epookki oli Etelä-Suomessa ja Virossa käytännössä jääkausiaikaa, jolloin kylmät jäätikköitymis- ja lämpimämmät interglasiaali-jaksot vuorottelivat. Vanhimpien jaksosten ajoittumisesta ei ole täyttä yksimielisyyttä, mutta muun muassa seuraavia ajanjaksoja on esitetty: Elster-jääkausi 600000–300000 vuotta sitten, Holstein-interglasiaali 300000–288000 vuotta sitten, Saale-jääkausi 288000–130000 vuotta sitten, Eem-interglasiaali 130000–115000 vuotta sitten, Veiksel-jääkaudet 115000–11590 vuotta sitten. Veiksel-jääkausiin liittyi kaksi lyhyttä interstadiaalia, joiden aikana jäätikkökausi



vallinneet kuuden – kymmenen pakkasasteen lämpötilat kohosivat muutamalla asteella: Brörup 105 000 – 100 000 ja Odderdale 85 000 – 75 000 vuotta sitten. Viron ja Suomenlahden rannikot vapautuivat Veiksel-jäätiköstä noin 14000 – 12 000 vuotta sitten. Jäätikön reunaan syntyneiden Salpausselkien kehitys päättyi Suomessa noin 11 500 vuotta sitten (Veiksel-jääkauden tapahtumiin liittyvät iät ovat vuodesta 1950 taaksepäin laskettuja kalibroituja radiohiili-ikä). Jäätiköitumishistoriassa havaitun jaksoittaisuuden vuoksi nykyistä holoseenijaksoa pidetään seuraavaa jääkautta edeltävänä interglasiaalina.

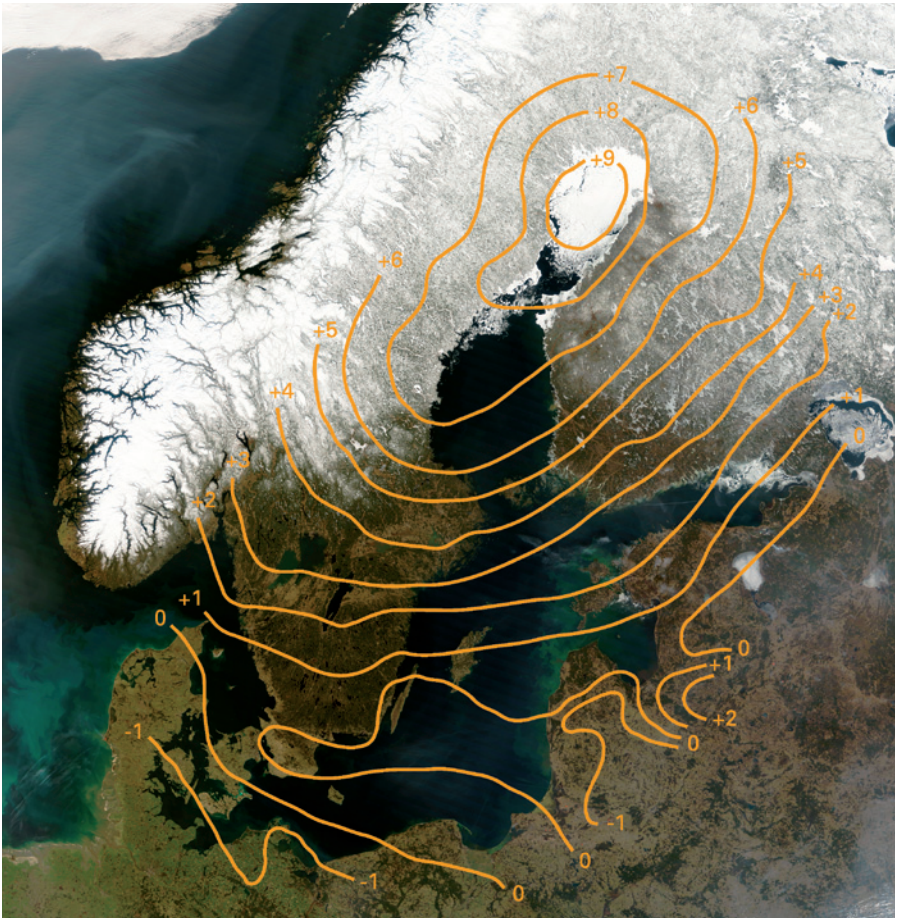
Jäätikkö ja maankamaran isostasias

Itämeren ja maankamaran keskinäinen asema ja sen muutokset ovat vaikuttaneet suuresti Etelä-Suomen ja Viron rannikkomaisemiin. Itämeren altaan vedenpinnan korkeus vaihteli, ja maankuoressa tapahtui liikuntoja. Maankuoren liikuntojen aiheuttajia on haettu kahtaalta: tektoniikasta ja jäätikön jälkeisestä isostaattisesta tasapainotilan palautumisesta. Tektonista kohoamista pidetään luonteeltaan tasaisella vauhdilla tapahtuvana muutoksena. Ilmaston lämpenemisen ja Veiksel-jäätikön

sulamisen jälkeen "lommolle" painuneen maankuoren isostaattinen palaautuminen (oikeneminen) tapahtui alussa nopeasti ja sen jälkeen vähitellen hidastuen. Veikseljäätikkö oli vahvimillaan Pohjanlahden ympärillä, missä sen paksuus saattoi ylittää kolme kilometriä. Maankuori vajosi jäätikön painon alla 800–1000 metriä. Suurin osa sen isostaattisesta palautumisesta – noin noin 500 metriä – tapahtui sulavan jäätikön alla. Jäätikön hävittyä maa kohosi vielä 200–300 metriä.

Maankuoren kohomisen nopeudesta ja sen vaihtelusta on esitetty muitakin, kuin edellä kuvattu arvio. On nimittäin esitetty, että 5000–3000 vuotta sitten tapahtuneen voimakkaimman isostaattisen kohoamisen jälkeen maankohoamisvauhti olisi pysynyt vakiona, ja että Virossa huippuvaihetta seurannut maankohoaminen olisi luonteeltaan tektonista.

Maankohoamisen samanarvonkäyrät (mm/v). Taustakuva NASA/GSFC MODIS-arkistosta

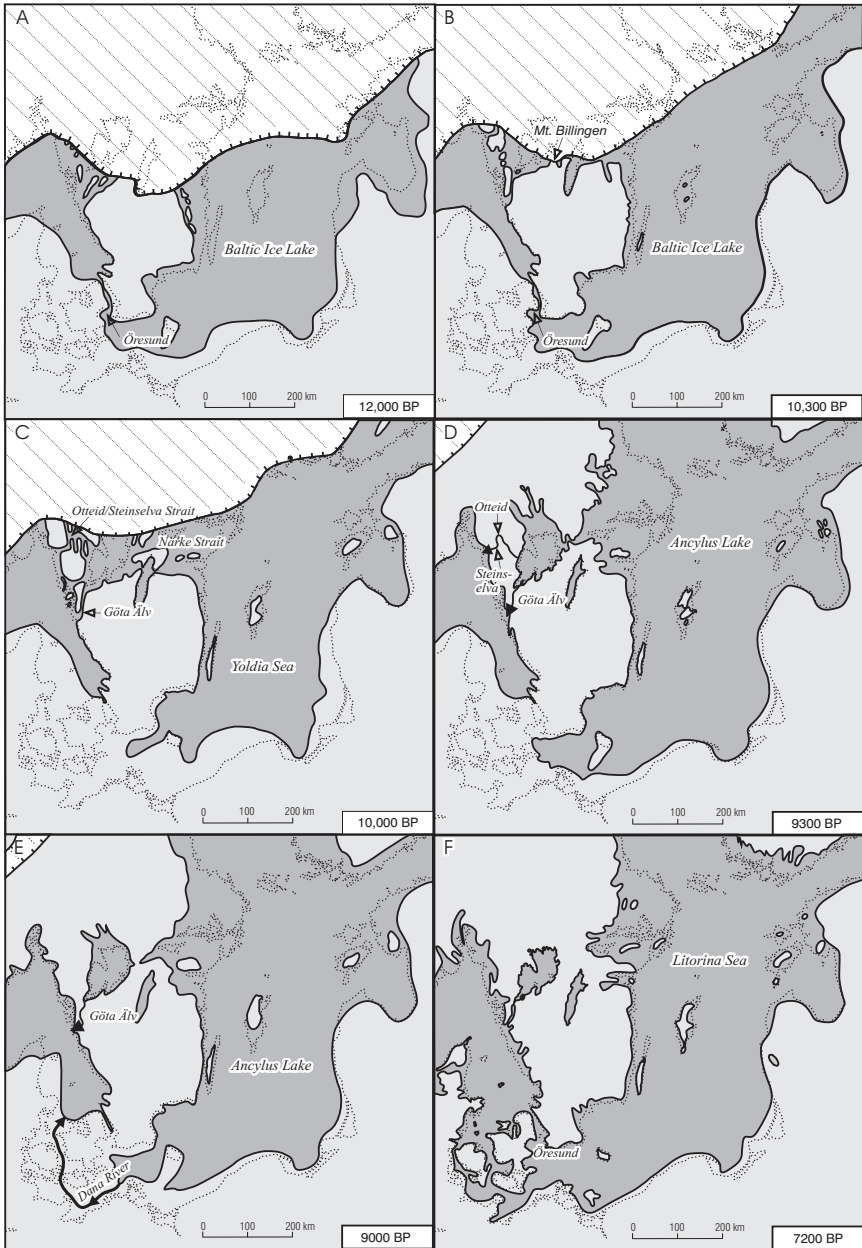


Maannousu on johtanut maa-alan lisääntymiseen, rantavyöhykkeiden kohoamiseen muinaisrannoiksi, lahtien kuroutumiseen järviksi ja jokien kulun sekä järvien lasku-uomien kääntymiseen. Pohjanlahden molemmin puolin maankohoamisrannikkoa esittelevä Suomen Merenkurkun (Kvarkenin) – Ruotsin Höga Kustet’in (Korkeanrannikon) alue hyväksyttiin geologisilla perusteilla maailman luonnonperintökohteeksi 12.7.2007 Liettuan Vilnassa pidetyssä maailmanperintökomitean kokouksessa. Maa kohoaa tällä alueella yhdeksän millimetriä vuodessa, kun Hangossa ja Hiidenmaalla maankohoamisnopeus on kolme millimetriä ja Etelä-Suomessa sekä Virossa millimetrin vuodessa. Maan on tällä alueella arvioitu kohoavan vielä 100–150 metriä, mihin tulee kulumaan noin 7000–12000 vuotta. Sen on arvioitu aikanaan johtavan Pohjanlahden perukan kuroutumiseen, minkä seurauksena Pohjanlahden perukaan syntyy Euroopan suurin järvi.

Itämeren altaan kehitys ja muinaisrannat

Itämeren allas on viimeisen jäätiköitymisen aikana ja sen jälkeen käynyt läpi useita eri vaiheita. Jäätikön reunan perääntyminen, sulamisvedet, maankohoaminen ja veden pinnan korkeusvaihtelut ovat vaikuttaneet sen pinta-alaan ja veden suolapitoisuuteen. Veiksel-jäätikön voimakas sulaminen alkoi noin 14500 vuotta sitten, ja noin 12000 vuotta sitten suurin osa nykyisen Etelä-Suomen jäätikön alta paljastuneesta rannikkoalueesta oli sulamisvesistä synty-

neen Baltian jäätjärven peitossa. Jäätikkö perääntyi II Salpausselältä samoihin aikoihin, kun jäätikön sulaminen avasi Ruotsin Billingenin kohdilla salmen, mistä Baltian jääjärvi alkoi purkautua valtameren 11590 vuotta sitten. Jääjärven pinta laski 26–28 metriä. Samalla valtameren suolainen vesi pääsi kulkeutumaan Itämeren altaaseen. Tämä johti Itämeren altaan Yoldiameri-vaiheeseen, jonka alussa suuri osa Suomea oli yhä jäätikön peitossa. Jäätikön perääntyessä saaristo alkoi paljastua ja III Salpausselkä muodostui jäätikön reunaan. Perinteisessä Itämeren vaiheiden jaottelussa erotettu Yoldiameri-vaihe oli lyhyehkö suolaisen veden kausi, joka päättyi noin 10800 vuotta sitten maankohoamisen sulkiessa Billingenin salmen. Tällöin Yoldiameri muuttui Anculusjärveksi, jota jäätiköiden maailmanlaajuisen sulamiseen aiheuttaman valtameren pinnan nousun (ja Tanskan salmista Itämeren altaaseen tapahtuneen tulvinnan) myötä seurasi murtovetinen Litorinameri-vaihe (josta käytetään myös Littorinameri-nimitystä). Nykyisin Yoldiameren merkitystä on arvioitu uudelleen. Sen suolainen vaikutus kesti eteläisellä Itämerellä alle 200 vuotta, Suomen rannikolla muutamia kymmeniä vuosia (jos sitä oli ollenkaan). Yoldiamerta seuranneen Anculusjärven loppuvaiheen suolapitoisuus oli Yoldiameri-vaihetta suurempi, joten ”Yoldimeri”-nimitys on ainakin suolapitoisuuksien perusteella harhaanjohtava. Litorinameri-vaiheen katsotaan alkaneen 9000–7500 vuotta sitten. Sen aikana Itämeren altaan suolapitoisuus kohosi lähelle 20 promillea (meri- ja murtoveden raja-arvo on 24,6 promillea), mutta suolapitoisuus laski maankohoamisen kaventaessa Tanskan



Itämeren altaan jääkauden jälkeinen kehitys (Tikkanen & Oksanen 2002, kuva 2. Kuvan käyttöön tekijöiden ja Suomen maantieteellisen seuran lupa)

salmia, jolloin valtamerestä Itämeren altaaseen tulleiden suolapulssien määrä väheni. Itämeren altaan historian voi tiivistää esimerkiksi näin: perääntyvän mannerjäätikön edustalla oli jäätikköjärvi, jota seurasi postglasiaalinen järvi (jossa oli vaihtelevaa suolaista vaikutusta), kunnes altaassa alkoi murtovesivaihe.

Veiksel-jäätikön sulamisen jälkeiset Itämeren eri vaiheet jättivät jälkeensä rantamuodostumia. Merkittävimmät niistä syntyivät Baltian jääjärven, Ancylusjärven ja Litorinameren vedenpintojen kohotessa (Itämeren altaan transgressio-vaiheiden aikana). Jäätikön sulamisen jälkeinen maankohoamiskehitys vaikuttaa osaltaan siihen, millä korkeudella Itämeren altaan eri vaiheiden rantamuodostumat – muinaiset rantatörmät, rantavallit, kivikkoiset muinaisrannat (pirunpellot), niemekkeet ja lahtien kannakset – nykyisin ovat. Rantamuodostumat syntyivät, kun vedenpinta pysytteli pitkään samalla korkeudella ja rantavoimat. (aallokko, jääpeite, sula-vedet) huuhtoivat ja muokkasivat rantoja. Viron rannikolla meren pinnan vaihtelu ja maankohoaminen vaikuttivat paleotsooisissa sedimenttikivissä tavattavien jyrkänneiden syntyyn.

Jäätikön maisemaan jättämät jäljet

Pleistoseeni-epookin aikana tapahtuneet toistuvat jäätiköitymiset ovat muokanneet muinaista maankamaraa. Jäätikkökulutus poisti aiemmin kerrostunutta maa-ainesta ja kallioperän rapautuneita osia. Kallioperän heikkousvyöhykkeissä, kuten

tektonisissa siirros- ja murtosvyöhykkeissä ja ympäristöään heikompien kivilajien kohdalla, jäätiköt uursivat laaksoja. Monet näistä laaksoista ovat Etelä-Suomessa järvien ja soiden täyttämiä. Baltian klinttiranikkoon uurtui lahtia, klinttitasangoille yli 100 metrin levyisiä ja useita kilometrejä jatkuvia laaksoja. Suomen etelä- ja lounaisrannikolla jäätiköitymiset rouhivat saaristoa, ja vaikuttivat alueen topografiaan. Kulutuksen vastapainoksi jäätikkö ja jäätikköjoet kerrostivat jäätikön sulaessa suunnattoman suuren määrän maa-ainesta. Osa jäätikön siirtämästä maa-aineksesta levittäytyi maisemaan laajahkoina, melko huomaamattomina muodostumina (esimerkiksi pohjamoreeni), osa erottuu ympäristöstään selkeinä, erillisinä muodostumina. Vaikka maisemapiirteet ovat jäätikön jäljiltä usein näennäisen epäsystemaattisia (kumpumoreenimaasto, kames-maasto), jäätikkövirtojen suunta ja rinnakkain etenevien jäätikkökielekkeiden kaarevan reunan muoto toistuvat osassa jäätikkösyntyisiä muodostumia. Tällaisia muodostumia ovat muun muassa jäätikkövirran suuntaiset kallioperän kulumisjäljet (kourut, uurteet, uurrelaaksot) ja jäätikköjokien kerrostamat harjut sekä jäätikön reunaan jäätikön sulaessa syntyvät reunamuodostumat (kuten Venäjän Itä-Karjalasta Salpausselille ja Salpausseliltä Ruotsin puolelle yltävä reunamuodostumien sarja, missä jäätikkökielekkeiden reunan mallia jäljittelevät kaarevat, pitkänomaiset harjanteet seuraavat toinen toisiaan). Jäätikön maisemaan ja sen muodostumiin jättämät jäljet syntyivät pääosaksi kun:

1) Jäätikkö uursi maankamaraa ja kallioperää (eroosiolaaksot ja uurrekuviot)

2) Jäätikön suli, jolloin syntyi lajittumattomia maalajeja (moreenit)

3) Jäätikön sulamisvesissä kulkeutuneista aineksista kerrostui lajittuneita maalajeja (harjut, jokien kerrostamat terassit, sandurit ja deltat)

Kallioperässä näkyvät jäätikköjäljet

Etelä-Suomessa jäätiköt poistivat pääosan maankamaran irtaimista maalajeista ja prekambrista peruskalliota peittäneistä paleotsooisista sedimenttikivistä, ja sedimenttikivien alta paljastunut prekambriksen kallioperän rapautumiskuori viilautui pois. Kallioperän heikkousvyöhykkeet ja sedimentti- sekä vulkaanisperäiset kivet kuluvat granitoideja syvemältä. Mannerjää muokkasi myös yksittäisiä kalliomäkiä. Jäätikkövirran tulosuunnan puolella jäätikkö, jäätikön pohjan kiviaines ja kitkan aiheuttaman paineen jäätiköstä sulattama

vesi hioi kallioita **silokallioiksi**. Mäet ylitettyään jäätikön kallioon aiheuttama paine aleni, jolloin kallion raoissa ollut sulavesi jäättyi, laajeni ja laajetessaan rikkoi kalliota. Kalliosta irtosi lohkareita, joita jäätikkö siirsi siirtolohkareina kauaskin alkuperäiseltä paikaltaan. Distaalipuolille syntyi kallion murtumisesta johtuen vastasivuja jyrkempiä rinteitä. Nämä jäätikkösyntyiset pinnanmuodot erottuvat selvästi Lounais- ja Etelä-Suomen saaristossa, missä saarten saarten rantakallioiden muoto paljastaa jäätikköliikkeen suunnan.

Jäätikön etenemissuunta näkyy usein myös yksittäisten kalliopaljastumien pinnoilla. Jäätikön alaosaan kiinnittynyt kivimateriaali jätti silokallioihin jäätikkövirtauksen suunnasta kertovat kulutusmerkit, joita ovat **uurteet, kourut, pirstekaarteet** ja **sirppimurrokset**. Parhaita paikkoja näiden havaitsemiseen ovat suhteellisen hiltaintain vedestä kohonneet, kasvillisuudesta vapaat rantapaljastumat, jotka vesi on suojannut jääkauden jälkeiseltä eroosiolta.



Silokallio Hangosta

Jäätikkövirran suunnasta kertovat viivamaiset uurteet sijoittuvat Etelä-Suomessa pääosaksi luoteis – kaakko -suuntaan, mutta lähempänä jäätiköitymiskeskusta niiden suunnat vaihtelevat riippuen siitä, millä puolella jäätiköitymiskeskusta niitä tarkastellaan.

Jäätikön alla olleissa vesiputouksissa ja -pyörteissä syntyi niin kutsuttuja **hiidenkirnuja**. Ne ovat tavallisesti pyöreäreunaisia kuoppia, joiden sisäpinta on hioutunut sileäksi. Niiden seinämissä voi myös olla rihlamaisia rakenteita ja hiidenkirnujen pohjilta on löytynyt kiviä, jotka ovat pyörityneet kirnua kuluttaessaan. Valtaosa kallioperän hiidenkirnuista syntyi viimeisen mannerjäätikön sulaessa, mutta niitä voi nykyisinkin syntyä voimakasvirtaisten koskien pohjilla. Suomen tunnetuimmat hiidenkirnut ovat Askolan 20 kirnun ryhmä, joista suurin kirnu on 4,3 metriä leveä ja 10,3 metriä syvä.

Kallioperästä irronnutta kiviainesta kulkeutui jäätikkövirran mukana pois alkuperäisiltä paikoiltaan. Mäkien ja harjanteiden päälle jäätikön sulaessa jääneet sekä tyyppillisen kivilajiympäristönsä ulkopuolelle kulkeutuneet suuret **siirtolohkareet** ovat ansaitusti herättäneet kiinnostusta, ja niihin liittyy monia kansantaruja. Todellisuudessa siirtolohkareiden kivilaji voi silokallioiden uurteiden kanssa yhtäpitävästi kertoa jäätikön tulosuunnasta. Kun siirtolohkare on merellisten sedimenttien päällä (savikolla), joihin se on jättänyt selvän painumajäljen, on lohkare todennäköisimmin kulkeutunut jäävuoren tai jäätiköstä irronneen jäälaudan mukana (engl. "drop stone"). Viron suurin siirtolohkare on Muugan Kabelikivi, jonka ympärysmitta on 58 metriä. Etelä-Suomen suuret siirtolohkareet on merkitty peruskartoille. Yksi suurimmista on Turussa Ruissalon edustalla oleva Kukkarokivi (12x30x40m).



Jäätikkövirtauksen uurtamia kulutusmerkkejä riuttakalkkikiven kerrosspinnalla Väsaletman Louhoksella

Moreeni

Osa mannerjäätikön maankamarasta irrottama materiaalista kerrostui moreenina. Moreenissa on sekalainen valikoima eri maa-aineksia. Niiden lajittumattomaton maa-aines voi koostua lohkarista, kivistä, sorasta, hiekasta, siltistä ja savesta. Laajat alueet Suomesta ja Virossa ovat moreenimaiden peitossa. Moreeni onkin näiden maiden yleisin maalaji.

Jäätikön eri osista kerrostui toisistaan poikkeavia moreeneja. Pohjamoreeni syntyi jäätikön pohjalla kulkeutuneesta maa- ja kallioperäaineksesta. Se on tiukkaan pakautunutta ja lajittumatonta, ja osa sen kiviaineksesta on asettunut muinaisen jäätikövirran suuntaan. Pinta- eli ablaatiomoreeni syntyi jäätikön sulaessa jäätikön sisällä tai jäätikön pinnalla kulkeutuneesta aineksesta (pohjakitkan ansiosta jään liike on nopeinta jäätikön sisällä, mikä siirtää pohjamateriaalia jäässä ylöspäin).

Pintamoreeni ei ole yhtä tiukkaan pakautunutta kuin pohjamoreeni, ja yleensä siinä on pohjamoreenia enemmän soraa ja vähemmän savea. Pintamoreenin kivissä ei ole havaittavissa pohjamoreenin kivien kaltaista suuntautuneisuutta. Pintamoreenit kerrostuivat useimmissa tapauksissa pohjamoreenien jälkeen, joten ne ovat pohjamoreeneja yleisempiä, noudattavat maaston pinnanmuotoja ja voivat peittää pohjamoreeneja.

Saviset moreenit muodostavat yleensä laakeita maisemakuviota, joille moreenin huonohkon vedenläpäisykyvyn vuoksi on syntynyt suoalueita ja järviä. Kosteikko- ja järvalueita on myös päätemoreenien salpaamisissa altaisissa ja moreenikannasten pilkkomissa laaksoissa. Reunamoreenit, De Geer- moreenit, kumpumoreenit ja drumliinit muodostavat maastoon selkeitä

Moreenia Vasalemmen louhoksella



rakenteita, joista moreenityyppi on tunnistettavissa.

Reunamoreeni-nimitystä on käytetty jäätikön reunan myötäisiksi harjanteiksi ja selänteiksi jäätikön sulaessaan kerrostamista ja kasaamista muodostumista. Niiden pääaines on kuitenkin lajittuneita hiekkvoja ja soria. Ne ovat pääosaksi jäätikköjokien kerrostamien, toisiinsa liittyneiden deltojen ja sandurien muodostamia, jäätikön reunan myötäisiä harjanteita ja selänteitä, joista monilla on jäätikkökielekkeiden mukaisia kaarevia muotoja. Reunamuodostuma on reunamoreenia kuvaavampi nimitys tällaiselle muodostumalle, ja ulompana olevia reunamuodostumia, niin kutsuttuja ”päätemoreeneja” voi useimmissa tapauksissa kutsua päteharjuiksi. Reunamuodostumien pääosa on syntynyt perääntyvän jäätikön seisokkien aikana (engl. ”recessional moraines”), kun jäätikkövirtaukset ja jäätikköjoet toivat jäätikön sulavaan reunaan uutta maa-ainesta. Salpausselkien ja Saarenmaan keskiosien reunamuodostumat ovat kymmenien kilometrien pituisia ja yli 10 metriä korkeita. Tiedyt pienehköt reunamuodostumat, kuten Viron Naistevälja ja Vatu, ovat todellakin moreeneja. Ne ovat syntyneet jäätikön työntäessä ja kasatessa maa-ainesta.

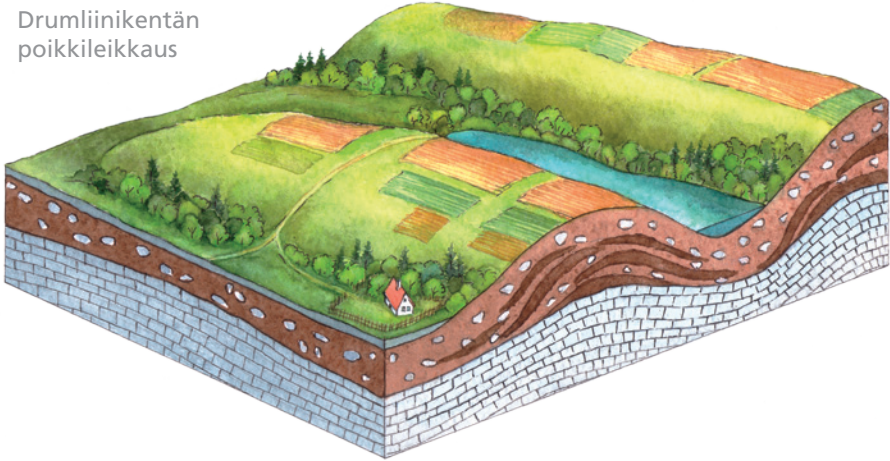
De Geer -moreeni ovat jäätikön reunan suuntaisia selänteitä. Niiden on katsottu muodostuneen matalassa vesialtaassa jäätikön reunan suuntaisiin vedenalaisten raiilovyöhykkeisiin. Uusimpien tulkintojen mukaan ne ovat sulavesien jään reunan edustalle kerrostamia lajittuneita muodostumia. De Geer -moreeniselänteet sijaitsevat 40–300 metrin etäisyydellä toisistaan,

ja ne muodostavat laajoja, malliltaan pyykilautaa muistuttavia harjanneryppäitä. Yksittäisten moreeniselänteiden pituus on muutama sata metriä, korkeus alle 5 metriä ja leveys 10–50 metriä. Vaasan edustalla Raippaluodossa (Replot) on huomattava De Geer-moreeniesiintymiä. Alue vihittiin 8.9.2007 geologiseksi maa-ilmaperintökohteeksi. Etelä-Suomessa De Geer -moreeneja on muun muassa Uudenkaupungin ja Mynämäen seuduilla.

Kumpumoreenialueet ovat pintamoreenialueita, joilla säännöttömän malliset selänteet muodostavat maastoon verkko- maista kuviota. Selänteet kulkevat monasti laaksopaikkojen poikki. Jäätikön reunan ja jäätikkövirran suuntaan tapahtunut jäätikkörailojen asettuminen on saattanut vaikuttaa kumpumoreenialueiden selänteiden suuntaukseen. Kumpareet ovat yleensä 5–20 metriä korkeita, ja ne muodostavat laajoja kokonaisuuksia. Maa-aines on vaihtelevaa, ja siinä voi olla lohkareiden ja kivien lisäksi huonosti lajittunutta soraa sekä hiekkaa. Pohjois-Suomessa sijaitseva Vikajärven – Kemijärven kumpumoreeni-alue on kooltaan 1600 neliökilometriä.

Drumliinit ovat pitkänomaisia, jäätikön virtauksen suuntaan jään alla syntyneitä moreeniselänteitä. Ne esiintyvät usein ryhmissä tai laajoina kenttinä. Drumliini koostuu pohjamoreenista, mutta useimmilla on kalliosydän, joka on useimmiten drumliinin proksimaalipuolella. Jäätikön kulku hidastui kalliomäkien kohdalla, jolloin kallioiden päälle ja taakse syntyi drumliineille tyypillinen moreenihäntä. Drumliinit ovat useimmiten 1–5 kilometrin pituisia, muutama sata metriä leveitä ja Suomessa tavallisimmin 2–4 metriä korkeita. Suuret drumliinit

Drumliinikentän poikkileikkaus

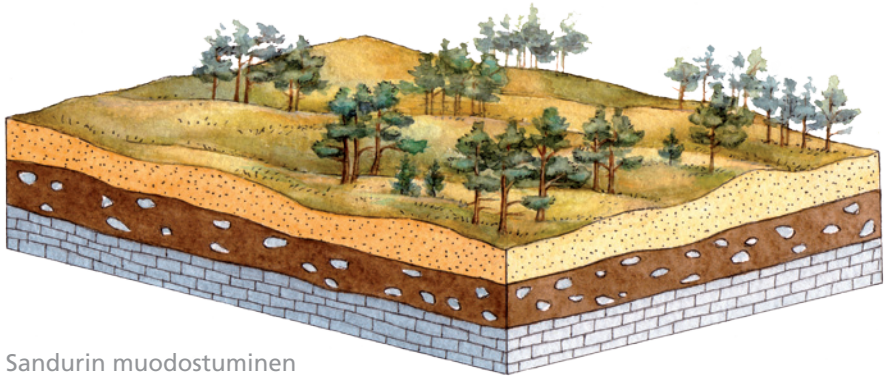
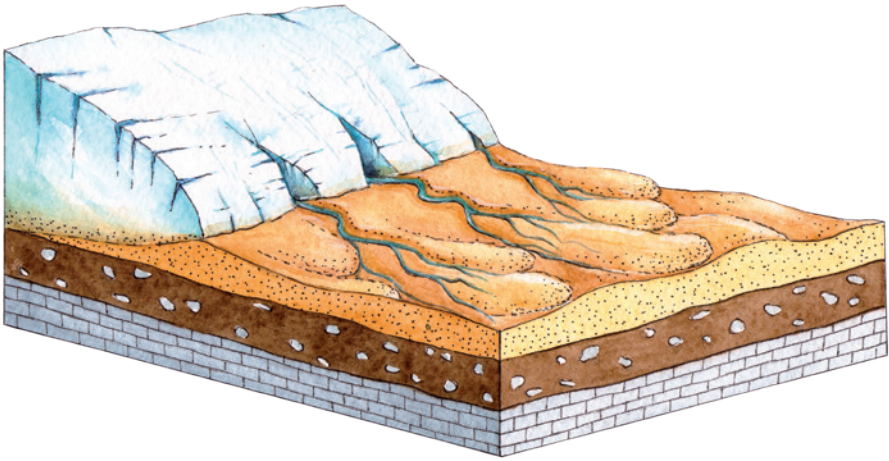


ovat yleisiä Savossa, Salpausselkien alueella ja Kainuun Kuhmossa. Tätäkin suurempia, 5–50 metriä korkeita drumliineja löytyy muun muassa Keski-Virossa Saadjärven drumliinikentältä.

Jäätikköjokien kerrostamat muodostumat

Jäätikön sulavesistä kerrostuneet muodostumat jaetaan glasifluviaaliisiin (mereen kerrostuneet) ja glasilakustrisiin (järviin kerrostuneet). Jäätikön sulaessa jäätikön railoissa ja jäätikön pohjalla olleissa tunneleissa virtasi vuolaasti vettä (vesi tuli sulavasta lumesta ja jäästä, vesisateista, ympäristön valumavesistä ja pohjavedestä), joka kuljetti mukanaan kallioperästä ja irtaimista maalajeista peräisin olevaa maa-ainesta. Sulamisvedet purkautuivat jäätikön reuna-alueilla, ja kun veden virtausnopeus laski, mukana kulkeutuneet kivet, sora ja hiekka kerrostuivat railoihin, tunneleihin tai jäätikön eteen. Kuivalle maalle purkautuvat palkkijokityyppiset jäätikköjoet kerrostivat

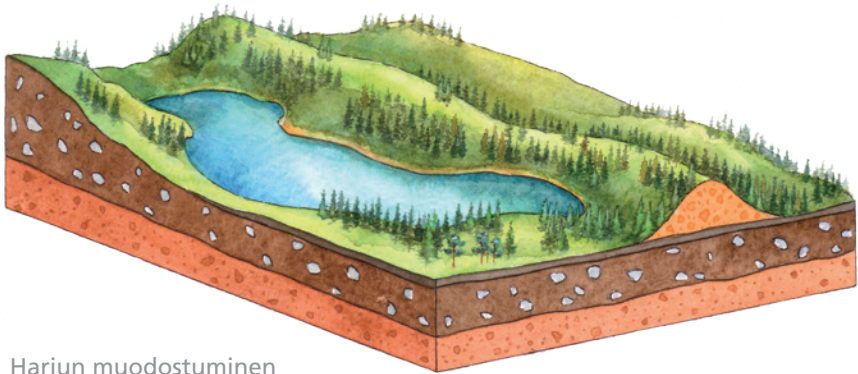
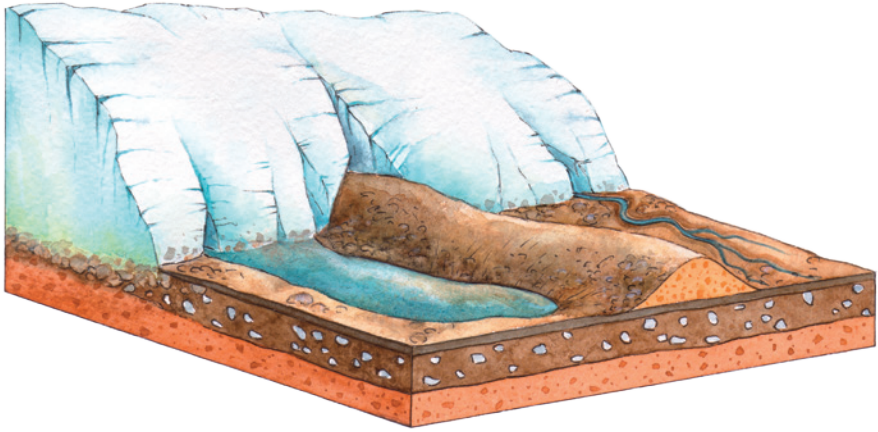
viuhkamaisesti kuvioituja **sandur-kenttiä** (esimerkiksi veden koskemattomilla Lapin alueilla). Niiden aines on hyvin lajittunutta (usein hiekkaa), ja kerrosten selvästi erottuvat kerros-pinnat viettävät loivasti jäätikön reunalta ulospäin. Yhä toiminnassa olevia sandur-kenttiä voi tavata aktiivisten jäätiköiden yhteydessä esimerkiksi Islannin etelärannikolla. Niihin kätkeytyvät sulavat jäätikkölohkareet tekevät sandurilla kulkemisen vaaralliseksi. Mereen tai jääjärveen päätyneet jäätikköjoet kerrostivat eteensä glasifluviaalisia deltoja. Suuria reuna muodostuman distaaliosaksi liittyneitä deltoja on Salpausselkien reuna muodostumakompleksissa ja Virossa Tallinnan Mustamäellä sekä Tallinnan ja Kundan välisellä Männikun alueella. Jäätikköjokien kerrostamat lajittuneen soran ja hiekan varannot ovat rakennusteollisuuden käyttämä, taloudellisesti merkittävä luonnonvara. Koska ne ovat myös tärkeitä pohjavesialueita ja niiden luonto- ja virkistysarvo voi kohota suureksi, niiden suojelulle on usein hyvät perusteet.



Sandurin muodostuminen

Kun jäätikkö vetäytyi (sulii), stabiileja jäätikköoloja edustavat muodostumat (kuten deltat ja sandurit) täydentyivät harjuilla. **Harjut** syntyivät jäätikön reunan perääntyessä jäätikössä oleviin tunneleihin (jotka jäätikön sulaessa aukenivat railoiksi) ja jäätikkötunneleiden edessä aukeaviin jäätikkölahtiin, joissa jäätikköjokien kuljettama aines kerrostui pitkänomaisiksi harjan-teiksi tai toisiaan seuraaviksi kummuiksi. Jäätikköjoet saattoivat olla vuolaita, ja vedenpaineen kohotessa suureksi harjuja kerrostui niin myötä- kuin vastamäkeenkin.

Osa harjujen kerroksista on tästä syystä kaltevia. Osa harjuista kerrostui säteettäisesti, ja jäätikön eteen saattoi syntyä deltakerrostumista muodostuneita, jäätikköjokiin nähden poikittaisia, kapeita pääteharjuja. Harjut koostuvat pääasiassa lajittuneista sora- ja hiekkakerroksista ja pyörityneistä kivistä. Niiden ydin on yleensä ylempiä sedimenttikerroksia karkeampaa. Harjut ovat pitkänomaisia, joskus kaarevia. Railoihin ja jäätikön rajaamiin tunneliin syntyneet harjut ovat jyrkkärinteisiä. Rinnakkaiset harjut voivat muodostaa laajoja kenttiä,

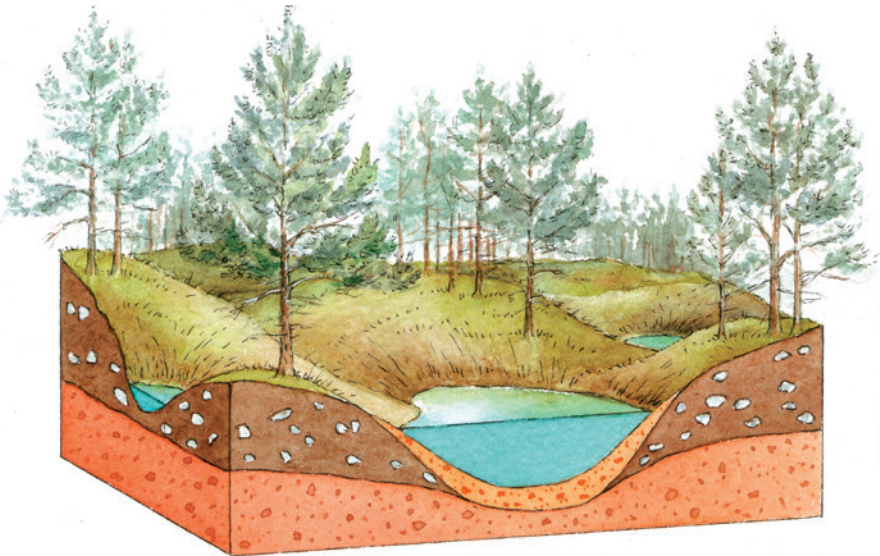
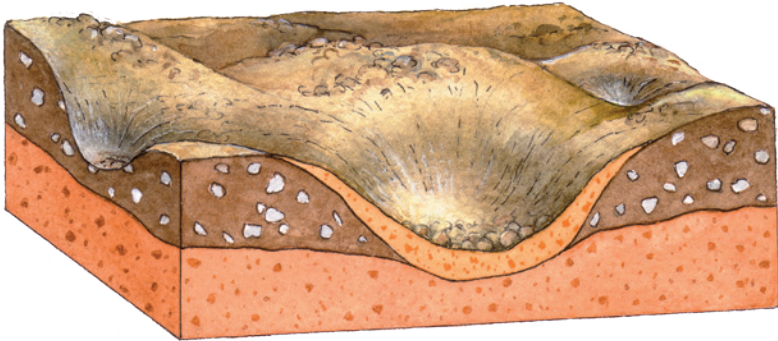
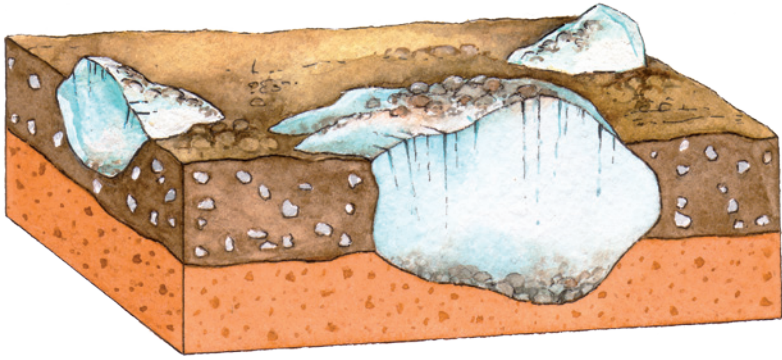


Harjun muodostuminen

joilla tavataan harjuihin hautautuneiden jäälohkareiden sulaessaan muodostamia suppia (jyrkkärinteisiä painanteita, joiden pohjalle on usein syntynyt lampi). Joskus osa harjusta on silltien ja savien alla, mikä selittää harjun näennäisen katkonaisuuden. Suomen harjuselänteet jatkuvat melko yhtenäisinä jopa satoja kilometrejä. Laajin harjuno ulottuu Etelä-Pohjanmaan Pohjankankaalta Hämeenkaan ja 85 metriä korkean Tampereen Pyynikinharjun kautta Kangasalalle päätyen Lahdessa Salpausselkien reunamuodostumakomp-

leksiin. Viron Lääne-Virun maakunnassa on kauniita harjuja.

Kames-maastot ovat reunamuodostumien ja harjujen lähelle syntyneitä, jäätikön sulamiseen liittyviä kerrostumia. Mäet, kumpareet, harjanteet, selänteet ja tasangot vuorottelevat, ja kames-maastossa on yleensä paljon järviä. Maisema muistuttaa kumpumoreenimaisemaa, mutta kames-maastossa maa-aines on veden lajittamaa. Maaperä koostuu jäätikköjokien maalle kerrostamasta sorasta ja hiekasta tai jäätikköjokien jäätikköjärviin kerrostumasta

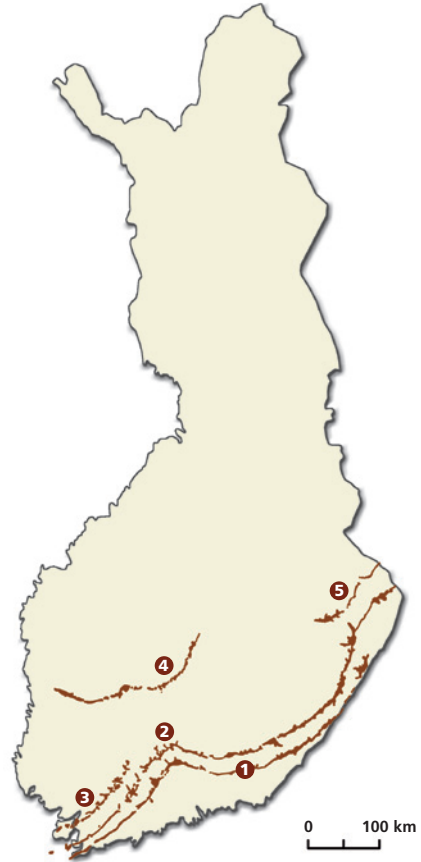


Kames-maaston muodostuminen (tässä moreenipatja glasifluviaalisten hiekkojen päällä)

siltistä ja savesta. Kames-maaston kumpuisuus syntyy jäätikköjokikerrostumien peittämien tai niihin hautautuneiden jäätikön osien ja lohcareiden (kuolleen jään) sulaessa. Mekanismi on sama supan synnytyessä, mutta kames-maastossa hautautuneen ja sulaessaan kuoppia synnyttävän jään määrä on suurempi ja maa-aines on jokien kerrostamaa (esimerkiksi sanduri tai delta, joihin on hautautunut paljon jäätä). Kames-maaston kumpuisuus voi olla säteittäistä, jäätikön reunan suuntaista tai ilman selkeää suuntausta. Jotkut Kames-muodostumat ovat peittyneet ohuen moreenipatjan alle.

Jäätikön reunaan syntyi sen reunan suuntaisia, jopa satoja kilometrejä pitkiä **reunamuodostumia**. Ne ovat selänneketjuja, jotka koostuvat jäätikönpuoleiseen eli proksimaaliosaan kerrostuneesta moreenista ja distaaliosaan syntyneistä glasifluviaalisten sora- sekä hiekkakerrostosten muodostamista sandur- ja delta-tasanteista. Suomen suurimmat reunamuodostumat, Salpausselät, syntyivät jäätikön sulamisvaiheessa jäänreunan vetäytymisen pysähtyessä (mikä toistui useita kertoja). Kun jäätikön virtausnopeus vastasi jäätikön reunan sulamisvauhtia, jäätikön eteen kerrostui valtavat määrät jäätikkövirran ja jäätikön sulavesien kuljettamaa materiaalia. Ilmasto vaihteli jäätikön pysähdysvaiheissakin, jolloin jäänreunassa tapahtui oskillointia (sen vuorottaista etenemistä ja perääntymistä). Reunamuodostumien pystyleikkauksissa (esimerkiksi hiekkakuopilla) näkyvä moreeni- ja jokikerrostumien vaihtelu selittyy tällä oskilloinnilla.

Salpausselät (I, II ja III Salpausselkä) muodostavat Suomen maaperän merkittävim-



Mannerjäätikön reunamuodostumat Suomessa:

1 – I Salpausselkä, 2 – II Salpausselkä, 3 – III Salpausselkä, 4 – Sisä-Suomen reunamuodostuma, 5 – Pielisjärven reunamuodostuma

män jääkautisen muodostumakokonaisuuden. Ne syntyivät 12250–11300 vuotta sitten, kun nuoremmalla dryaskaudella tapahtunut ilmaston äkillinen kylmeneminen pysäytti useaan otteeseen jäätikön perääntymisen. I ja II Salpausselkä kulkevat yhdensuuntaisina selänteinä Lounais-

Suomen rannikolta Pohjois-Karjalaan. Ne muodostavat noin 600 kilometriä pitkän ja 20–50 kilometriä leveän Salpausselkävyöhykkeen. Lounais-Suomessa on tämän lisäksi noin 200 km pitkä III Salpausselkä, joka kulkee noin 20 kilometriä II Salpausselän luoteispuolella. Salpausselät kohoavat ympäristöstään jopa 60–80 metriä, tavallisesti noin 20 metriä. Niissä näkyy moreeni – jokihiekka -vaihtelun lisäksi siltti- ja savikerroksia, jotka osoittavat jäätikön reunan perääntyneen entistäkin kauemmas kerrostumisympäristön jäädessä syvän veden peittoon. Suomen muita suuria reunamuodostumia ovat Koitereen, Pielisjärven ja Sisä-Suomen reunamuodostumat.

Glasmariiniset ja -lakustriset kerrostumat

Jäätiköltä tullut sulavesi kuljetti mukanaan runsaasti hiekkaa, silttiä ja savea, joka kerrostui Itämeren altaaseen. Myöhempi maankohoaminen on nostanut näitä kerrostumia merestä, ja Etelä-Suomen ja Pohjanlahden rannikoilla ne muodostavat tärkeitä maanviljelysalueita. Kaikkein hienorakeisin jäätiköltä tullut aines kerrostui Itämeren altaaseen talvella. Kesien runsaimpien sulavesien aikaan sinne kulkeutui myös karkeampaa ainesta. Kun Itämeren altaan suolapitoisuus oli alhainen, mineraaliaines kerrostui häiriintymättömänä, jolloin altaan pohjalle kerrostuneissa hienorakeisissa sedimenteissä kerrostumisen vuosirytmii erottuu raekoon vaihteluna.



II Salpausselkään kaivettu hiekkakuoppa Kiikalannummella

Altaan pohjalle muodostui niin kutsuttuja lustosavia, joissa karkeampi kesäkerros ja hienorakeisempi talvikerros muodostavat jäätikön sulamisrytmiin liittyvän kerrosparin (vuosiluston). Lustosavia kerrostui jäätikön reunan edustalle Baltian jääjärvi-, Yoldianmeri- ja Ancylus-vaiheiden aikana, kunnes jäätikkö sulii. Lustojen vuotuinen toistuminen saa aikaan kerrallisen rakenteen. Suomen ja Ruotsin lustosavien lustopaksumuksia rinnastamalla on voitu rakentaa kerrostumista kuvaava aikaprofiili eli kronologia. Lustosavikronologian avulla on voitu tutkia, millä aikataululla jäätikön reuna perääntyi Itämeren piirissä.

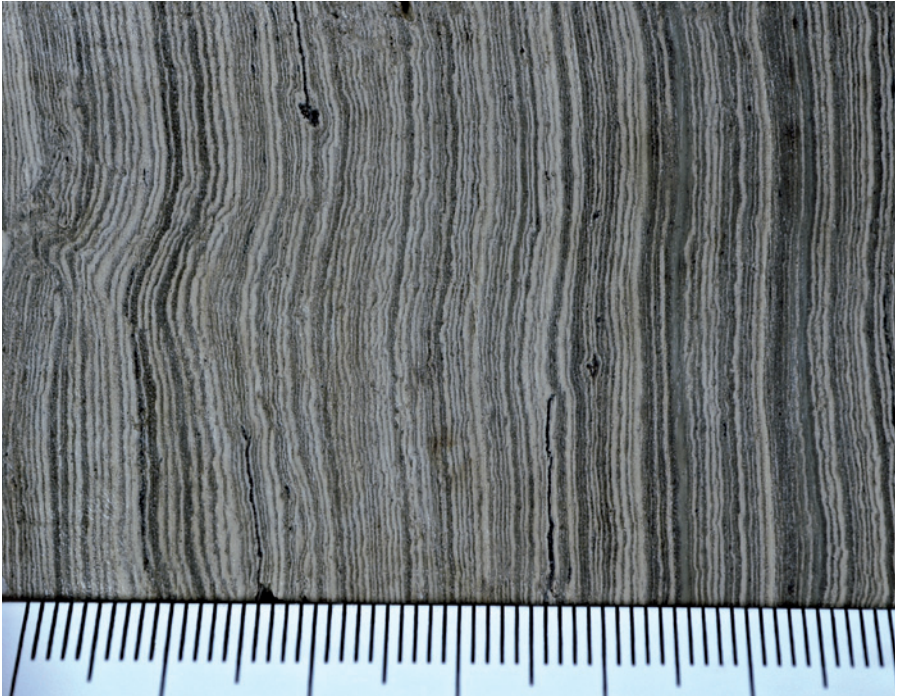
Lähikuva lustosavesta.

Kuva: Gennadi Baranov

Jäätikön Etelä-Suomeen jättämiä jälkiä

Hangon alue

Hankoniemen lounaiskärjessä sijaitsevalla Tulliniemen uimarannalla voi nähdä I Salpauselän kohoavan merestä. I Salpausselkä muodostui 12250–12050 vuotta sitten Baltian Jääjärvi-vaiheen aikana. Hankoniemen alueen merivirrat sekä avomeren aallokko ovat huuhtoneet ja muokanneet sitä, ja I Salpausselkä on muodoltaan hyvin laakea. Salpausselältä huuhtoutunutta materiaalia on kerrostunut Hankoniemen eteläosiin laajoiksi hiekkaisiksi rantakerrostumiksi. I Salpausselkä kulkee Hangon kaupungin läpi, ja niin



Hankoniementie kuin rautatiekin kulkevat sitä pitkin. Sitä on sen laakean muodon vuoksi kuitenkin vaikea erottaa rantakerrostumista. Tulliniemen uimarantakin koostuu pääosaksi rantakerrostumasta, ja varsinainen reunamuodostuma kulkee ulkosataman alueella. I Salpausselkä jatkuu Tulliniemen jälkeen meren alla. Noin 15 kilometriä Bengtskärin saaren lounaispuolella se jää noin noin 40 metrin syvyydessä savien peittoon. Hankoniemeltä koilliseen I Salpausselkä jatkuu Tammisaareen ja sieltä Lohjan kautta Hollolan Sairakkalaan, missä se kääntyy itään.

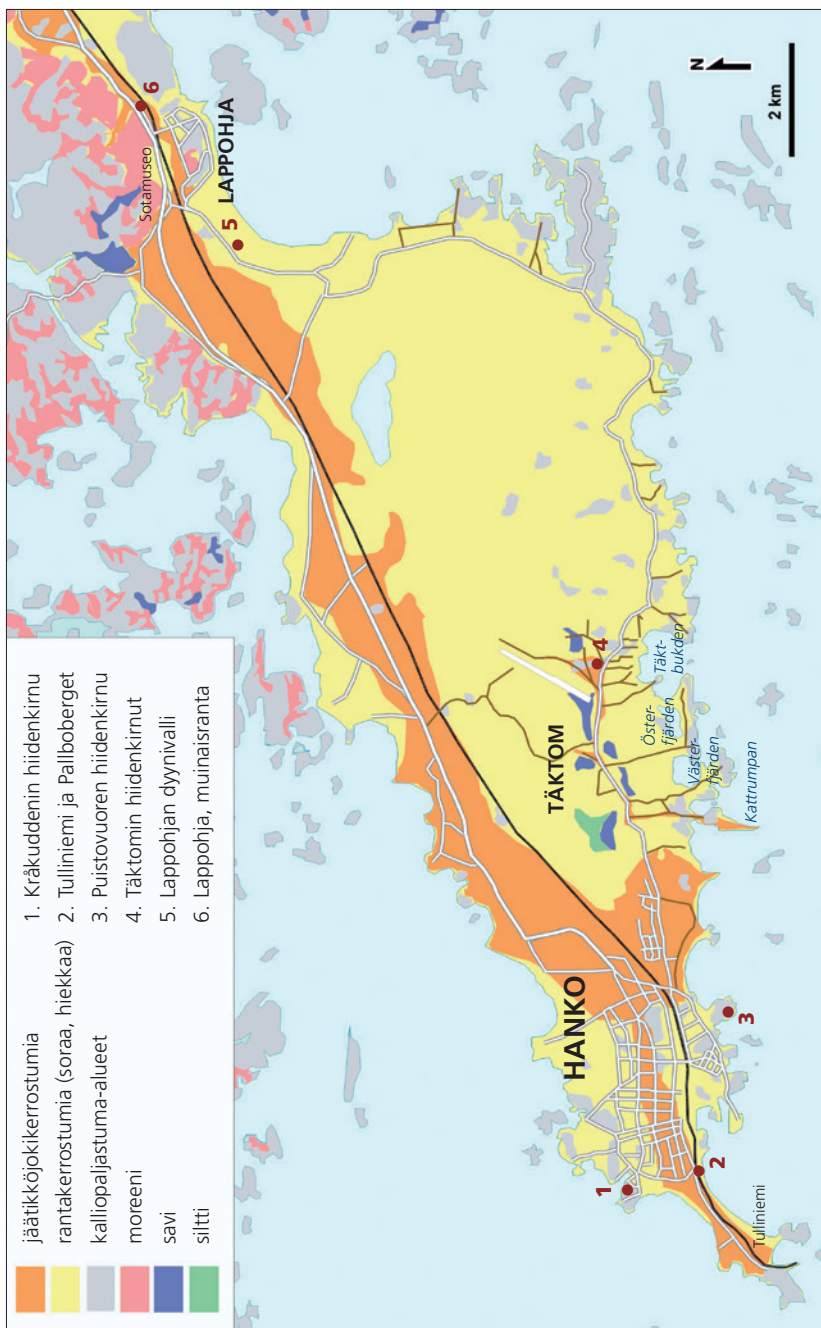
Jääkausimuodostumiin liittyy niiden syntyä selittäviä kansantarinoita. I Salpausselkä syntyi perimätiedon mukaan Paholaisen harmistuttua Lohjan väelle. Paholainen oli mielestään kokenut vääryyttä, jonka hän kosti kulkemalla pohjasta puhkaistu, hiekalla täytetty säkki olallaan Hangosta Lohjalle ja Lohjalta pohjoiseen. Säkistä

valunut hiekka peitti Paholaisen kulkuväyläneen pitämät alueet, minkä katsottiin olleen haitaksi alueen asukkaille.

Lappohjassa, Täktomin eri kohteissa ja Hangon Tulliniemen uimarannan alueella on nähtävissä rantavalli ja tuulen aikaansaamia kulutusmuotoja, deflaatiopainanteita. Näillä alueilla voi tarkastella, kuinka kasvillisuus alkaa sitoa merestä paljastunutta maata. Tulliniemen uimarannan itäosassa olevalla Pallbobergetin kalliolla on vesirajan tuntumassa hienoa, jäätikön sileäksi hiomaa breksiamigmatiittia. Täällä on myös muutama siirtolohkare, joista erikoisin on Pallbobergetin päällä oleva rapakivilohkare. Se on voinut kulkeutua nykyiselle paikalleen yli sadan kilometrin päästä Turun pohjoispuoliselta Laitilan-Vehmaan rapakivialueelta. Tammisaaren keskustassa, kirkon viereisen harjun päällä on huomattavasti tunnetumpi siirtolohkare, Ramunder-kivi, joka kansan tietämän

Näkymä Hangosta Pallbobergetin kalliolta Tulliniemen hiekkarannan suuntaan





mukaan liikkuu kirkon kellojen soidessa. Ramunder-jättiläinen yritti osua kivellä kirkkoon, mutta heitti ohi.

Hangon kaupungin lukuisat merenranta-kalliot ovat erinomaisia paikkoja jäätikön kulutusjälkien tarkasteluun. Hienoja silo-kallioita ja uurteita on nähtävissä lähes kaikilla kallioalueilla, kuten esimerkiksi Puistovuorella ja Kolaviken uimarannan kallioilla. Itäsatamassa voi nähdä uurteiden lisäksi sirppimurroksia. Puistovuorella on näyttävä hiidenkirnu. Opastettu polku johtaa sille Hangon Casinon takana kulkevalta hiekkatieltä. Kirnu on yläosastaan 1,2 metriä leveä, ja sen syvyys on 2,5 metriä. Kappelisataman länsipuolisilla kallioilla on Kråkuddenin hiidenkirnu, jonne on opasteet Länsitieltä. Hiidenkirnun halkaisija on noin 3 metriä ja syvyys yli 3 metriä. Se on syntynyt kallion kylkeen, siten että sen yksi sivu on avoin. Pienempiä portaittain ja erikseen esiintyviä hiidenkirnuja on Etelä-Suomessa monin paikoin. Kirnukalliolle, Askolassa olevalle Etelä-Suomen laajimmalle hiidenkirnuesiintymälle on opastus lännestä Monninkylä – Pukkila -tieltä.

Täktomin alue

Hankoniemen eteläsivua noudattelevan Täktomintien eteläpuoliset merenlahdet tarjoavat hyviä esimerkkejä maankohoamisen aiheuttamasta merenlahtien kuroutumisesta. Niille pääsee Täktomintieltä lähteviä pikkuteitä pitkin. Useimmat näistä teistä ovat autoilun kielteviä yksityisteitä. Auto on hyvä pysäköidä aiemmin, ja kävelenkin on lyhyt matka Kattrumpanille, Västerfjärdenille, Österfjärdenille ja Täktbuktenille, jotka ovat kuroutu-



Hangon Puistovuoren hiidenkirnu

misen eri vaiheissa olevia merenlahtia. Långörenintie vie Kattrumpanin pienvenesatamaan. Tie kulkee matalan harjun päällä. Sataman kohdalla harju yhdistyy kapeana kannaksena Långörenin kallioalueeseen. Sen takana harju muodostaa Långörenin niemen. Kattrumpaninilla ja merellä on vain kapea vesiyhteys, eikä poukamassa sijaitsevasta satamasta pääse jatkossa ruoppaamatta merelle. Tällaisia vähitellen järviksi kuroutuvia merenlahtia sanotaan fladoiksi.

Täktominlahdelle (Täktbukten) vie Kobbenintie, joka päättyy Kobbenin kalliolle. Kalliolta on näkymät Täktbuktenille ja Österfjärdenille. Täktbukten on yhä avoin merenlahti, mutta sen länsipuolella oleva Österfjärden on kuroutunut kluuvijärveksi. Kluuvijärvet ovat entisiä merenlahtia, jotka ovat jo kuroutuneet irti merestä, mutta jotka voivat yhä kovien myrskyjen aikana saada suolavesitäydennystä.



Näkymä Hankoniemen Kobbenin kalliolta Täktbuktenista kuroutuneelle Österfjärden-kluuvijärvelle. Kuva: Atte Karhima

Hiidenkirnuja Täktomissa



Kattrumpanin ja Österfjärdenin välissä sijaitseva Västerfjärden on sekin muuttumassa kluuvijärveksi. Nämä Täktomin eteläpuoliset merenlahdet ovat kooltaan pieniä. Myös monista Suomen etelärannikon suurista merenlahdista on hiljalleen muodostumassa sisäjärviä, ja Perämeri tulee noin 2000 vuoden kuluessa kuroutumaan valtaiseksi sisäjärveksi Merenkurkun alueen kohotessa merestä.

Täktbuktenin itäpuolisella Vedagrundetilla on yksi niemen monista hienoista hiekkarannoista. Vedagrundetilla rannalla on pieni aktiivinen dyynialue, jota rantavehnekasvusto ei ole kyennyt sitomaan. Täktomissa on myös hiidenkirnuna. Täktomintieltä on opasteet Lövkullantielle, jonka viereisellä jäätikön muovaamalla kalliolla on noin 15 hiidenkirnun ryhmä. Osa on pieniä, mutta suurimman halkaisija on 1,6 metriä ja syvyys noin 3 metriä.

Lappohjan alue

Hangon Lappohjan rintamamuseosta vajaa kilometri Tammisaareen suuntaan on I Salpausselän rantavalli. Rantavalli sijaitsee Hangontien ja rautatien välissä ja sille pääsee kääntymällä Hangontieltä Ruukin risteyksestä Satamatielle, jolta käännytään vasemmalle vanhalle tienpohjalle. Tällä kohtaa I Salpausselkä on kapea kallioiden välissä kiemurteleva selänne. Rantavalli on I Salpausselän suuntainen ja se jatkuu 1,3 kilometriä koilliseen. Sen lounaispäässä kivet ovat pieniä ja pyöristyneitä, muualla enimmäkseen suuria ja kulmikkaita. Alueelta löytyy myös muutama suurrehko siirtolohkare. Rantavalli on syntynyt Litorinameren alkuvaiheissa meren huuhtoessa Salpausselän reunaa. Se on 20–25 metriä meren pinnan yläpuolella.

Lappohjan rantavalli, I Salpausselkä.
Kuva: Atte Karhima



Lappohjan taajaman länsipuoliselta Koverharintieltä on opasteet Lappohjanrannan ulkoilualueelle, missä on suuri tuulen muodostama, valoisa mäntymetsää kasvava dyynivalli. Dyynivallin jyrkkäreunainen suojapuoli kohoaa paikoitusalueen vierestä, ja rantaan johtava polku kulkee dyynivallin yli. Dyynivalli on noin 1,5 kilometriä pitkä, ja se kohoaa 5–7 metriä ympäristönsä yläpuolelle. Se syntyi mereltä puhaltaneiden voimakkaisen tuulten kuljettaessa ja kerrostaessa hiekkaa rannan suuntaiseksi lentohiekkamuodostumaksi. Tuulisilla alueilla dyynit muuttavat muotoaan, mutta ajan myötä kasvillisuus sitoo ne paikoilleen. Maankohoamisen merestä kohottaman I Salpausselän laakeat hiekkakerrostumat ovat olleet otollisia lentohiekan ja dyynien muodostumiselle. Hankoniemellä on runsaasti lentohiekkakerrostumia, ja dyynejä on erityisesti niemen itäosassa, Lappvikin, Sandöträsketin ja Tvärminnen välisillä alueilla.

Jyrkkäreunainen Lammenharju
Kiikalan Hyypärässä

Kiikalannummen ja Hyypärän alueet

III Salpausselkä muodostui 11400–11300 vuotta sitten Yoldianmeri-vaiheen aikana. Noin viisi kilometriä Kiikalan kylästä itään sijaitseva Kiikalannummi on III Salpausselän tyyppialue. Se on geologisesti erittäin monipuolinen, ja sillä on nähtävissä erilaisia jäätikkösyntyisiä muodostumia, kuten laajoja deltataseiteita, sanduripintoja, kuolleen jään kuoppamaastoa, vedenkoskematonta aluetta, jäätikkösavia ja -silttejä. Kiikalannummen alueen hiekkakuopilla näkee III Salpausselän sisäisiä rakenteita. III Salpausselkä jatkuu Tuohitun ja Strömman kautta Kemiön saaren halki lounaaseen. Saaristomeren alueella se tulee vielä uudelleen pintaan Korppoon Jurmon saarella, ja pienempinä särkinä Jurmon ja Kökarin välisillä saarilla. Kiikalannummelta koilliseen mentäessä III Salpausselkä on seurattavissa Rengon alueelle.

Hyypärässä, Lammenjärven itäpuolella on näyttävä suppa-alue. Alueeseen on hel-



pointa tutustua Kultalähteen ympäristössä, jonne on opasteet Suomusjärvi – Kiikala tieltä lähtevältä Oinasjärventieltä. Alue on helppokulkuista, ja siellä on paljon polkuja. Se on mitä ihanteellisinta kävely- ja retkeilymaastoa, missä jyrkkäreunaiset suppakuopat ja korkeat hiekka- sekä sorakummut vuorottelevat. Supat ovat jäätikön kerrostaman soran ja hiekan alle hautautuneen kuolleen jään sulaessa syntyneitä painanteita. Suppia on erityisesti harjujen ja reunamuodostumien alueilla. Hyppärän supat ovat syviä ja pohjaltaan kuivia. Kultalähteeltä on polku Lammenjärven pohjoispuolella kulkevalle Lammenharjulle. Noin 25 metriä ympäristöstään kohoava Lammenharju on hyvin tyypillinen harju. Se on pitkänomainen, kapea ja suhteellisen jyrkkäreunainen. Sen luode – kaakko -suuntaus kuvastaa harjun kerrostaneen jäätikön jäätikkövesien virtaussuuntaa. Harju jatkuu yhtenäisenä vain muutaman kilometrin, mutta sen kanssa samansuuntaisia seläniteitä on niin kaakon kuin luoteenkin puolella. Osa harjukokonaisuudesta on todennäköisesti myöhemmin kerrostuneiden savien, silttien ja turpeiden alla.

Jäätikön Pohjois-Viroon jättämiä jälkiä

Uljasten harju ja -järvi

Pohjois-Viron yleisimmät glasifluvialaiset muodostumat ovat reunamuodostumia (pääteharjuja) tai säteettäisharjuja. Uljasten harju on 9 kilometriä pitkä ja 18–22 metriä korkea jäätiköitymisen lopulla (Pandiverevaiheessa) syntynyt harju. Harju koostuu pääosaksi sorasta ja hiekasta. Silttiä ja kiviä on vähemmän. Harjun laki on 300–500 metriä leveä ja laakea. Siihen on syntynyt glasiaalikarstia, jonka onkalot jatkuvat 12 metrin syvyyteen. Harjun rinteet ovat jyrkkiä, ja sen sivut ovat keskenään symmetrisiä. Virtakerroksellinen laminaatio kertoo harjun maa-aineksen kerrostuneen virtaavasta vedestä. Harjun päällä ei ole moreenia, mistä sen on päätelty kerrostuneen jäätikön reunan tuntumassa olleeseen avoimeen railoon, mutta se voi kenties olla myös pääteharju. Soran ja hiekan otto on tuhonnut monia Viron reunamuodostumista ja harjuista. Uljasten harjun pohjoisosa suojeltiin vuonna 1957.



Uljasten harjun laki



Saadjärven drumliinikenttä ilmasta käsin.
Edustalla Soitsjärvi

Uljasten alueella on myös useita erillisiä pienempiä, 100 – 150 metrisiä harju-maisia muodostumia, jotka ovat syntyneet jäätikköjoen eteen kasaantuneista perättäisistä deltakummuista jäätikön jaksottaisen perääntymisen aikana. Uljasten alueella on vaellusreittejä ja monia hyviä uimapaikkoja. Glasiaalikärsipainanteeseen syntyneen Uljastejärven pinta-ala on 60 hehtaaria ja syvyys on 5,6 metriä.

Saadjärven drumliinikenttä (Vooremaa)

Saadjärven drumliinikentässä on 120 kooltaan ja muodoltaan vaihtelevaa, kannaksilla toisiinsa kytköksissä olevaa drumliinia. Useimpien drumliinien proksimaalisivu on jyrkkä distaalisivun ollessa loivan, mutta osassa jyrkkyys ja loivuus on toisin päin. Monimutkaisimmat rakenteet näyttävät syntyneen kahden tai useamman drumliinin kerrostuessa päällekkäin. Drumliinikentän pituus on noin 55 kilometriä ja suurin leveys (luoteessa sijaitsevassa proksiksi-

maalipäässä) 27 kilometriä; distaalipäässä kenttä kaventuu viiden kilometrin levyiseksi. Alueen luoteispäässä drumliinit ovat suuria, melko laakeita ja lyhyitä. Niiden pituus on 7–13 kilometriä, leveys 1–3,5 kilometriä ja korkeus jopa 60 metriä. Drumliinikentän kaakkoisosassa drumliinit ovat pienempiä, selvästi pitkänomaisia ja niiden sivut ovat jyrkkiä. Jäätikkö ylitti yli sata metriä ympäristöstään korkeamman ja 60 kilometriä pitkän Pandiveren ylängön ilmeisesti hyvin nopeasti. Yläntöä ylittävän jäätikön aiheuttama abraasio (kulutus) ja moreenien kerrostuminen oli voimakasta. Ohetessaan jäätikkövirta kiersi Pandiveren ylängön ja kerrosti pienempiä drumliineja, jotka tunnetaan Türin drumliinikenttänä. Drumliinien väleissä luikertelee kauniita järviä, ja alueella on runsaasti kulttuuri-muistomerkkejä, joita on pystytetty muun muassa kansallissankari Kalevepoeg'lle.

Drumliinien maakerrostuman keskimääräinen paksuus on 60–70 metriä, mutta alueen muinaislaaksojen painanteissa on jopa 100 metriä paksuja keskisen ja myö-





Näkymä Raigastveren harjulta Vooremaasta. Kuva: Anto Raukas

Keskiorдовиikkinen, vinoon asettunut kalkkikivikerrostuma Pargimäen rinteestä



häispleistoseeni-epookin moreeneja ja glasi-fluviaalisia kerrostumia. Niistä on erotettu neljä litostratigrafista yksikköä, jotka ovat syntyneet Elster-, Saale- ja Veiksel (2kpl)-jäätiköitymisvaiheissa. Alueen distaali-osassa, Körvekülassa, on yksittäinen interglasiaali-kerrostuma. Se kerrostui Holstein-interglasiaalin aikana. Holoseeni-epookkia edustavat hiekka-, siltti-, lieju-, järvikalkki- ja turvekerrostumat ovat laikuttaisia, ja niiden kerrospaksuus jää alle 15 metrin. Saadjärven drumliinikentän ja Emajoen välisellä, jäätiköitymisen ulointa reunaa edustavalla alueella on kumpumoreeneja

Vaivaran Siniset kukkulat

Vaivaran Sinisten kukkuloiden on monasti tulkittu syntyneen tektonisesti, maanko- hoamisen seurauksena. Ne sijaitsevatkin tektonisesti kohonneen kallioperälohkon, horstin päällä, mutta niiden aines on peräisin muualta. Vaivaran kukkulat ovat tyypillinen jäätikön reunamuodostumakoko-

naisuus. Proksimaaliosan reunamoreeniassa on ainesta 4–5 kilometriä pohjoisempaan olevasta Pohjois-Viron klintin reunasta. Klintistä peräisin olevissa kallioperän laatoissa on murtumia, osa laatoista on pyörähtänyt ympäri ja jotkut ovat työntyneet limittäin toistensa päälle. Niistä on syntynyt kolme pitkänomaista, 70–86 metriä merenpinnan tason yläpuolelle kohoavaa mäkeä. Nämä 40–50 metriä ympäristöstään kohoavat Tornimäki (Tornimägi), Põrguhauamäki ja Pargimäki muodostavat maamerkin, joka osoittaa, minne asti jäätikkö ulottui laajimmillaan 14000–13000 vuotta sitten. Tornimäen länsirinteessä on pystyasentoisia ja poimun muotoon asettuneita alaordoviikkisia kalkkivilaattoja, ja poimujen väleissä on moreenikerrostumia, jotka omalta osaltaan kertovat mäen glasiaalisesta syntyhistoriasta. Sinisten kukkuloiden distaalipuolella on glasiofluviaalinen delta, joka ulompänä muuttuu lustosavien muodostamaksi glasilakustriseksi tasan-goksi.

TERMEJÄ

Ablaatiomoreeni – moreeni joka on kerrostunut jäätikön sisällä ja päällä olleesta maa-aineksestä. Synonyymi: pintamoreeni. Vrt. pohjamoreeni, joka kulkeutui jäätikön pohjalla

Delta – mereen kerrostuvat jokisedimentit muodostavat jokisuuhun deltan

Deflaatiopainanne – tuulieroosion tekemä painanne

Distaalisivu – muodostuman se sivu, joka on kauimpana jäätikön reunasta; vastakohta: proksimaalisivu

Dyyni – aeolinen (tuulen kerrostama) maaperämuodostuma

Eroosio – maankamaran tai maaperän fyysikaalinen kuluminen (jäätikön, aaltojen, tuulen, lämpötilavaihtelun, rinnejyrkkyyden jne. aiheuttama)

Glasiaalikarsti – jäätikön reunassa sulavan jään ja veden sedimentteihin tekemiä painanteita ja kumpuja

Glasifluviaalinen – jäätikköjokien kerrostama

Interglasiaali – jäätiköitymisvaiheiden välissä oleva lämmin jakso, jonka aikana pääosa jäätiköistä sulaa

Interstadiaali – jäätiköitymisvaiheessa oleva viileä jakso, jonka aikana jäätikkö alkaa vetäytyä

Kluuvijärvi – muinainen lahti, joka on maankohoamisen seurauksena kuroutunut irti merestä. Voi saada tilapäistä suolalisäystä myrskyjen aikana

Lustosavikronologia – ajoitusmenetelmä, joka perustuu vuosilustoja sisältävien savien kerrostusmuosien laskemiseen; samanlaiset (keskenään yhtä paksut) lustot muodostavat alueellisen lustosavikronologian

Oskillointi – Jäätikön reunan edestakainen liike (vuorottainen jäätiköityminen ja sulaminen)

Sanduuri – glasifluviaalisen aineksen kerrostuessa kuivalle maalle syntyy sanduuri, vrt. delta

Siirtolohkare – jäätikön paikalleen kuljettama lohkare

Subakvaattinen – vedenalainen; jäätikköön liittyen tarkoittaa aluetta/muodostumaa, joka oli/jäi veden alle jäätiköitymisen aikana/jälkeen

Supra-akvaattinen – jäätikköön liittyen sellainen alue/muodostuma, joka paljastui jäätikön sulassa kuivanmaan alueena/muodostumana

KIRJALLISUUS

Arold, I. 2005. Eesti maastikud. Tartu Ülikooli Kirjastus, Tartu. 453 s.

Breilin, O., Kotilainen, A., Nenonen, K., Virransalo, P., Ojalainen, J. & Sten, C.-G. 2004. Geology of the Kvarken. Appendix 1 to the application for nomination of the Kvarken Archipelago to the World Heritage list. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

Geology and Mineral Resources of Estonia (koonnut ja toim. A. Raukas & A. Teedumäe). Estonian Academy Publishers, Tallinna, 436 s.

Hirvas, H., Huhta, P., Korhonen, R., Virkki, H. ja Karivalo, L. 2004. Jääkauden jäljet. Kiertonäyttelyn opasvihko. Metsähallitus ja Geologian tutkimuskeskus.

Kajak, K. 1995. Eesti kvaternaarisetete kaart. Mõõtkava 1: 2 500 000. Eesti Geoloogiakeskus, Tallinn, 20 s + kartta.

Karukäpp, R., Moora, T. & Pirrus, R. 1996. Geological Events Determining the Stone Age Environment of Kunda. PACT 51. Coastal Estonia. 219-229.

Kielosto, S., Kukkonen, M., Sten, C.-G. ja Backman, B. 1996. Hangon ja Perniön kartta-alueiden maaperä. Maaperäkartojen selitykset, lehdet 2011 ja 2012. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

Koivisto, M. (toim). 2004. Jääkaudet. WSOY. Porvoo 2004.

Kujansuu, R., Repo, R. ja Uusinoka, R. 1975. Maaperäkartta 1:100 000, karttalehti 2014 Tammisaari. Geologian tutkimuslaitos.

Kujansuu, R., Lindroos, P. ja Ajlani, M. 1993. Maaperäkartta 1:100 000, karttalehti 2013 Jussarö. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.

Kujansuu, R., Uusinoka, R., Herola, E. ja Sten, C.-G. 1993. Tammisaaren kartta-alueen maaperä.

- Maaperäkarttojen selitykset, lehti 2014. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Kukkonen, M. 1978. Maaperäkartta 1:100 000, karttalehti 2011 Hanko. Geologinen tutkimuslaitos.
- Liivrand, E. 1991. Biostratigraphy of the Pleistocene deposits in Estonia and correlations in the Baltic region. Stockholm University, Department of Quaternary Research, Report 19 (tohtoriväitös-kirja), 114 s.
- Miidel, A., Paap, Ü., Raukas, A. & Rähni, E. 1969. On the origin of the Vaivara Hills (Sinimäed) in NE Estonia. Eesti NSV Tä Toimetised. Keemia. Geoloogia, 18, 4, 370-376 (venäjänkiel., engl. yhteenveto).
- Niemelä, J., Sten, C.-G., Taka, M. & Winterhalter, B. 1987. Turun - Salon seudun maaperä. Maaperäkarttojen selitykset, lehdet 1043 ja 2021. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Niemelä, J., Backman, B., Grönlund, T., Ikonen, L. & Sten, C.-G. 1994. Suomensjärven kartta-alueen maaperä. Maaperäkarttojen selitykset, lehti 2023. Suomen geologinen kartta 1:100 000. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Palmu, J.-P. 1999. Sedimentary environment of the Second Salpausselkä ice marginal deposits in the Karkkila-Loppi area in southwestern Finland. Tutkimusraportti 148. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Punakivi, K. 1979. Maaperäkartta 1:100 000, karttalehti 2012 Perniö. Geologinen tutkimuslaitos.
- Raukas, A. 1978. Pleistocene deposits of the Estonian SSR. Valgus, Tallinn 310 s. (venäjänkiel., engl. yhteenveto).
- Raukas, A. 1986. Deglaciation of the Gulf of Finland and adjoining areas. Bull. Geol. Soc. Finland, 58, 2, 21-33.
- Raukas, A. 1988. Eestimaa viimastel aastamiljonitel. Valgus, Tallinn, 279 s.
- Raukas, A. 1995. Estonia – a land of big boulders and rafts. *Questiones Geographicae*, 4. Adam Mickiewicz University Press, Poznan, 247-253.
- Raukas, A., Hyvärinen, H. 1992. Geology of the Gulf of Finland. Estonian Academy of Sciences, Tallinn, 422 s. (venäjänkiel., engl. yhteenveto).
- Raukas, A., Rähni, E. and Miidel, A. 1971. Marginal glacial formations in North Estonia. Valgus, Tallinn, 226 s. (venäjänkiel., engl. yhteenveto).
- Saarnisto, M., Rainio, H. ja Kutvonen, H. (toim.). 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Opas 36 Geologian tutkimuskeskus ja Lahden kaupunginmuseo.
- Salonen, V.-P., Eronen, M. ja Saarnisto, M. 2002. Käytännön maaperägeologia. Kirja-Aurora, Turku 2002.
- Saltikoff, B. (toim.). 2002. FOREGS 2002 Excursion Guide: South-western Finland – geology and history. Guide 50. Geologian tutkimuskeskus. Espoo.
- Taipale, K. ja Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin – Suomen maankamaraan kehitys. WSOY. Porvoo 1991.
- Taipale, K. ja Parviainen J.T. 1995. Jokamiehen geologia. Kirjayhtymä Oy, Helsinki.
- Tikkanen, M. & Oksanen, J. 2002. Late Weichselian and Holocene shore displacement history of the Baltic Sea in Finland. *Fennia* 180: 1-2.
- Virtasalo, J. J. 2006: Late-Weichselian -- Flandrian depositional history of the Archipelago Sea, northern Baltic Sea. Academic Dissertation, Department of Geology, University of Turku. *Annales Universitatis Turkuensis*, Ser. All 196. 156 s.

