TUTKIMUSRAPORTTI
REPORT OF INVESTIGATION 151

Peter Johansson, Lauri Sahala ja Kimmo Virtanen

Rantamerkit, tuulikerrostumat ja moreenikerrostumat geologisina luontokohteina

Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS
GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND

Espoo 2000

Kansikuva: Muinaisrantoja Tervolan Vammasvaaran rinteellä.
Cover: Ancient shorelines on the slope of the hill Vammavaara, Tervola.

GEOLOGIAN TUTKIMUSKESKUS **GEOLOGICAL SURVEY OF FINLAND**

Tutkimusraportti 151 Report of Investigation 151

Peter Johansson, Lauri Sahala ja Kimmo Virtanen

RANTAMERKIT, TUULIKERROSTUMAT JA MOREENIMUODOSTUMAT GEOLOGISINA LUONTOKOHTEINA

Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland

Espoo 2000

Johansson, P., Sahala, L. & Virtanen, K. 2000. Rantamerkit, tuulikerrostumat ja moreenimuodostumat geologisina luontokohteina. Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti – *Geological Survey of Finland, Report of Investigation 151.* 76 pages, 49 figures.

The geology of an area, including its landforms, is the substrate for natural organisms and consequently biodiversity may be enhanced by geodiversity or the variety of landforms. In a study entitled "Inventory of raised beaches, morainic and aeolian forms", carried out at the Geological Survey of Finland, the geologically most significant raised shorelines and littoral deposits, moraines and landforms of windblown sand were identified and classified.

Existing information used as material for the study included geological maps, publications, reports and unpublished information collected from research workers. This material was supplemented by field observations, in which the present state of the sites was documented.

The field sites were studied and classified in terms of their geological, geomorphological and scenic values. The study resulted in a compilation and review of the distribution of different types of landforms in Finland. From the approximately 900 field sites studied, 50 representative ones were carefully selected and described in this publication. Many of the sites are already well-known natural tourist attractions, the descriptions of which may be used for education of the general public or more specifically for tourists, hikers and persons interested in nature.

Key words (GeoRef Thesaurus, AGI): shore features, raised beaches, aeolian features, dunes, moraines, geotopes, inventory, geodiversity, conservation, geologic sites, Finland

Peter Johansson
Geological Survey of Finland, P.O. Box 77
FIN-96101 ROVANIEMI, FINLAND

E-mail: peter.johansson@gsf.fi

Lauri Sahala
Geological Survey of Finland, P.O. Box 96
FIN-02151 ESPOO, FINLAND

E-mail: lauri.sahala@gsf.fi

Kimmo Virtanen
Geological Survey of Finland, P.O. Box 1237
FIN-70211 KUOPIO, FINLAND

E-mail: kimmo.virtanen@gsf.fi

ISBN 951-690-761-X
ISSN 0781-4240

Savon Kopiokeskus Oy, Kuopio 2001

Johansson, P., Sahala, L. & Virtanen, K. 2000. Rantamerkit, tuulikerrostumat ja moreenimuodostumat geologisina luontokohteina. Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti – *Geological Survey of Finland, Report of Investigation 151.* 76 sivua, 49 kuvaa.

Geologiset muodostumat luovat pohjan elolliselle luonnolle. Tämän seurauksena biologinen monimuotoisuus, biodiversiteetti, on riippuvainen maankamaran geologisesta monimuotoisuudesta, geodiversiteetistä. Geologian tutkimuskeskuksessa toteutetussa tutkimuksessa *Moreenimuodostumien, rantamerkkien ja tuulikerrostumien inventointi* etsittiin ja luokiteltiin geologisesti merkittävimmät rantamerkit ja -kerrostumat sekä lentohiekka- ja moreenimuodostumat.

Tutkimuksen pohjana käytettiin olemassa olevia geologisia aineistoja, kuten karttoja, julkaisuja, raportteja ja tutkijoilta kerättyä julkaisematonta tietoa. Saatua aineistoa täydennettiin maastotarkastuksin, jolloin voitiin todeta kohteiden nykyinen tila. Tutkitut maastokohteet luokiteltiin niiden geologisten, geomorfologisten ja maisemallisten arvojen perusteella. Tutkimuksen tuloksena saatiin läpileikkaus kyseisten muodostumatyyppien esiintymisestä maamme eri osissa. Tutkimuksen kohteena olleista noin 900 maastokohteesta valittiin tähän julkaisuun 50 esimerkkikohdetta, joiden katsottiin edustavan hyvin kyseisiä muodostumatyyppejä. Monet kohteista ovat jo yleisesti tunnettuja luonnonnähtävyyksiä, joita voidaan käyttää havainnollisina opetuskohteina suurelle yleisölle, matkailijoille, retkeilijöille ja luontoharrastajille.

Avainsanat (Fingeo-sanasto, GTK): rantakerrostumat, muinaisrannat, tuulikerrostumat, dyynit, moreenimuodostumat, geotoopit, inventointi, geodiversiteetti, luonnonsuojelu, geologiset nähtävyydet, Suomi

Peter Johansson
Geologian tutkimuskeskus, PL 77
96101 ROVANIEMI

E-mail: peter.johansson@gsf.fi

Lauri Sahala
Geologian tutkimuskeskus, PL 96
02151 ESPOO

E-mail: lauri.sahala@gsf.fi

Kimmo Virtanen
Geologian tutkimuskeskus, PL 1237
70211 KUOPIO

E-mail: kimmo.virtanen@gsf.fi

SISÄLLYS — CONTENTS

Johdanto ... 7
Rantamerkit ... 9
Rantakivikot ja -lohkareikot ... 10
Moreenikalotit ja huuhtoutumisrajat ... 11
Rantatörmät ja -terassit ... 14
Rantavallit ... 14
Kohdeselostukset ... 17
Jurmo ... 17
Tapelsåsen - Sattala malm ... 18
Säkylänharju - Virttaankangas ... 18
Kyläniemi ... 18
Lauhanvuori ... 20
Pyhävuori ... 22
Haukkavuori ... 22
Muuramenharju ... 23
Riihivuori ... 24
Mäntykangas ... 25
Höytiäinen ... 25
Muhosjoki ... 25
Vammavaara ... 26
Pisavaara ... 27
Sorvasvaara ... 27
Aavasaksa ... 27
Tuulikerrostumat ... 29
Sisämaadyynit ... 29
Metsärajan pohjoispuoliset dyynit ja deflaatioaltaat ... 32
Rantadyynit ... 34
Kohdeselostukset ... 36
Hankoniemi ... 36
Porras ... 36
Yyteri ... 36
Onnistaipale - Lakkaharju ... 37
Kiminki ... 38
Kulho ... 38
Nissilä ... 39
Kalajoki ... 39
Tauvo ... 40
Hailuoto ... 42
Rokuanvaara ... 42
Sotkamo ... 44
Hyrynsalmi ... 44
Hossa ... 45
Raattama ... 46
Leppäjärvi - Pöyrisjärvi ... 47
Hietatievat ... 48
Tirro ... 50
Kaamasjoki ja Kiellajoki ... 50

Moreenimuodostumat 51
Drumliinit ja muut jäätikön liikkeen suuntaiset muodostumat 51
Precrag-muodostumat 53
Isot reunamoreenimuodostumat 54
De Geer - moreenit 55
Kumpumoreenit 56
Hienoainesmoreenikummut 58
Kohdeselostukset 59
Valkealammi 59
Uusikaupunki - Mynämäki 60
Ahlainen - Kullaa 60
Raippaluoto 61
Laukaa 62
Hankasalmi 63
Viinijärvi 64
Hattujärvi 64
Heinäperä 65
Hanhelanperä 65
Kuusamo 66
Kemijärvi 67
Pulju 68
Mutusjärvi 68
Partakko 69
Kohteiden uhanalaisuus 69
Summary: The most significant raised beaches, aeolian and morainic landforms in Finland 73
Kirjallisuutta - References 74

JOHDANTO

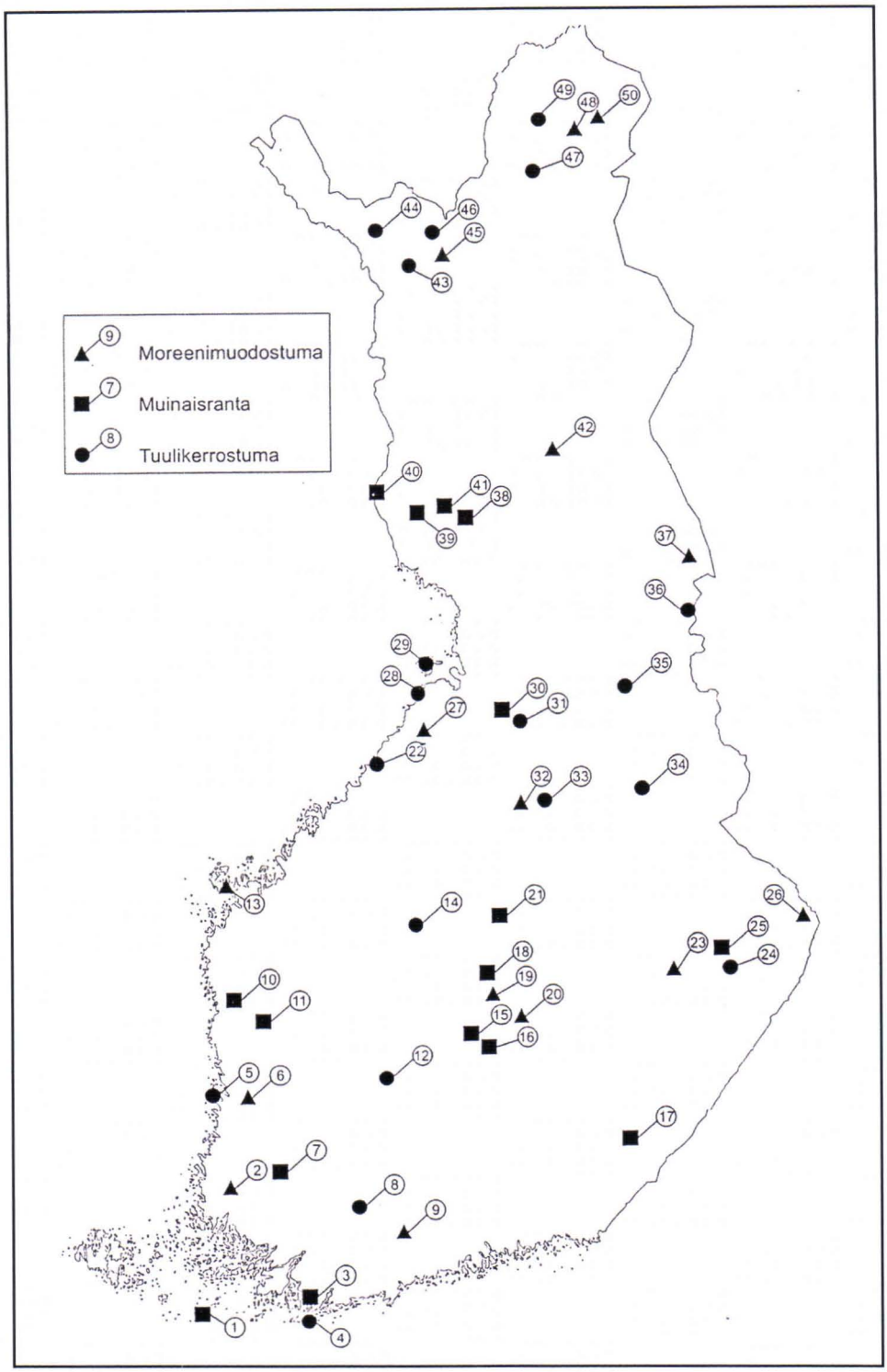
Luonnon monimuotoisuus on monin tavoin riippuvainen maankamaran geologisista ominaisuuksista ja geologisesta kehityksestä. Maaperän suur- ja pienpinnanmuodot sekä niiden rakenne ja maaaineksen laatu vaihtelevat eri tyyppisissä maaperämuodostumissa. Nämä puolestaan ovat seurausta muodostuman syntyyn johtaneesta geologisesta kehityksestä ja siihen kuluneesta ajasta. Luonnontilaiset geologiset muodostumat eli geotoopit luovat myös pohjan biologiselle luonnolle. Ne aikaansaavat osaltaan erilaisten biotooppien syntymisen. Erilaisia biotooppeja voidaankin ymmärtää parhaiten käyttämällä hyväksi alla olevasta maaperästä hankittua perustietoa.

Luonnon monimuotoisuuden tutkimusohjelmaan (LUMO) kuului useita suomalaisia tutkimushankkeita, joissa tuotettiin tietoa biodiversiteetin säilyttämisestä ja luonnon ekologisesti kestävästä käytöstä. Geologian tutkimuskeskuksessa toteutettiin vuosina 1993-1996 LUMO:n osahanke, jonka tarkoituksena oli etsiä ja luokitella Suomesta merkittävät rantamerkit ja -kerrostumat sekä lentohiekka- ja moreenimuodostumat. Tutkimukset sekä menetelmien ja kenttätyön testaukset käynnistyivät FT Jouko Niemelän johdolla vuonna 1993. Hänen työtään jatkoi professori Matti Saarnisto vuosina 1994-1996. Perustiedon keruun ja kohteiden inventoinnin tekivät Etelä-Suomen aluetoimiston toiminta-alueella FK Lauri Sahala, Väli-Suomen alueella FT Kimmo Virtanen ja Pohjois-Suomen alueella FT Peter Johansson.

Tutkimusaineistona käytettiin eri lähteissä jo valmiina olevaa pohjatietoa. Niihin kuuluivat maaperägeologiset tutkimukset, kartat sekä maaperäkartoituksen yhteydessä kootut ja arkistoidut tiedot. Lisäksi haastateltiin tutkijoita ja kartoittajia. Aineistosta koottiin yli 900 kohteen luettelo. Sen pohjalta laadittiin maastotarkastusohjelma, jossa selvitettiin kohteiden nykyistä tilaa. Ajanpuutteen ja vähäisten resurssien vuoksi kaikkia kohteita ei kuitenkaan ehditty tarkastamaan. Tulokset kerättiin yhteen, ja niitä vertailtiin kohteellisesti muun kerätyn aineiston kanssa. Lopuksi tehtiin alustavaa luokittelua, jossa kiinnitettiin huomiota lähinnä kohteiden geologisiin, geomorfologisiin ja maisemallisiin arvoihin. Tavoitteena oli tuottaa perustietoa kustakin muodostumatyypistä, niiden esiintymisestä maamme eri osissa ja yksittäisistä muodostumista lähinnä suurelle yleisölle, matkailijoille sekä retkeilijöille soveltuvina paikkoina. Tähän raporttiin on koottu viisikymmentä esimerkkikohdetta rantamerkeistä, tuulikerrostumista ja moreenimuodostumista eri puolilta Suomea (kuva 1). Niiden katsottiin edustavan hyvin kyseistä geotooppia ja toimivan myös havainnollisina opetuskohteina. Lisäksi otettiin huomioon alueellinen kattavuus ja se, että ne olivat kohtuullisen helposti saavutettavissa. Raportissa olevat valokuvat ovat tekijöiden ottamia, ellei toisin mainita. Kohteiden uhanalaisuuteen kiinnitettiin myös huomiota, sillä monissa paikoissa ihmisen toiminta, kuten rakentaminen, maankamaran raaka-ainevarojen hyödyntäminen ja hakkuut ojituksineen ovat tuhonneet niitä.

Aineiston kokoamisesta ja tuloksista pidettiin esitelmiä alan kotimaisissa ja ulkomaisissa kokouksissa, kuten pohjoismaisilla geologien talvipäivillä Luulajassa, Ruotsissa vuonna 1994, GTK:n ja SYKE:n ympäristötutkimusseminaarissa Helsingissä vuonna 1995 ja ympäristögeologian seminaarissa Turussa vuonna 1998. Työn aikana tehtiin väliraportteja sekä kolme julkaisua (Johansson, Niemelä, Sahala & Virtanen 1994, Johansson, Sahala & Virtanen 1995 ja 1996).

Monet raportissa esitetyistä viidestäkymmenestä esimerkkikohteesta ovat jo yleisesti tunnettuja matkailukohteita. Mukaan on otettu myös alan harrastajille tuttuja, mutta suurelle yleisölle tuntemattomia paikkoja. Niitä, samoin kuin muuta kerättyä aineistoa voidaan käyttää pohjana tulevaisuudessa tehtävissä tarkemmissa muodostumatyyppien inventoinneissa ja arvotuksissa. Samalla voidaan kartuttaa matkailuun ja retkeilyyn soveltuvia luonnontieteellisiä ja ympäristöalan tietopankkeja ja -rekistereitä sekä tuottaa tietoa luonnonsuojelun ja yhteiskunnallisten tarpeiden yhteensovittamiseksi.



Kuva 1. Kartta tässä raportissa kuvatuista tutkimuskohteista. 1. Jurmo, 2. Uusikaupunki - Mynämäki, 3. Tapelsåsen - Sattala malm, 4. Hankoniemi, 5. Yyteri, 6. Ahlainen - Kullaa, 7. Säkylänharju - Virttaankangas, 8. Porras, 9. Valkealammi, 10. Pyhävuori, 11. Lauhanvuori, 12. Onnistaipale - Lakkaharju, 13. Raippaluoto, 14. Kiminki, 15. Muuramenharju, 16. Haukkavuori, 17. Kyläniemi, 18. Riihivuori, 19. Laukaa, 20. Hankasalmi, 21. Mäntykangas, 22. Kalajoki, 23. Viinijärvi, 24. Kulho, 25. Höytiäinen, 26. Hattujärvi, 27. Hanhelanperä, 28. Tauvo, 29. Hailuoto, 30. Muhosjoki, 31. Rokuanvaara, 32. Heinäperä, 33. Nissilä, 34. Sotkamo, 35. Hyrynsalmi, 36. Hossa, 37. Kuusamo, 38. Vammavaara, 39. Sorvasvaara, 40. Aavasaksa, 41. Pisavaara, 42. Kemijärvi, 43. Raattama, 44. Leppäjärvi - Pöyrisjärvi, 45. Pulju, 46. Hietatievat, 47. Tirro, 48. Mutusjärvi, 49. Kaamasjoki - Kiellajoki, 50. Partakko.

Fig. 1. Map showing localities described in this report. 1. Jurmo, 2. Uusikaupunki - Mynämäki, 3. Tapelsåsen - Sattala malm, 4. Hankoniemi, 5. Yyteri, 6. Ahlainen - Kullaa, 7. Säkylänharju - Virttaankangas, 8. Porras, 9. Valkealammi, 10. Pyhävuori, 11. Lauhanvuori, 12. Onnistaipale - Lakkaharju, 13. Raippaluoto, 14. Kiminki, 15. Muuramenharju, 16. Haukkavuori, 17. Kyläniemi, 18. Riihivuori, 19. Laukaa, 20. Hankasalmi, 21. Mäntykangas, 22. Kalajoki, 23. Viinijärvi, 24. Kulho, 25. Höytiäinen, 26. Hattujärvi, 27. Hanhelanperä, 28. Tauvo, 29. Hailuoto, 30. Muhosjoki, 31. Rokuanvaara, 32. Heinäperä, 33. Nissilä, 34. Sotkamo, 35. Hyrynsalmi, 36. Hossa, 37. Kuusamo, 38. Vammavaara, 39. Sorvasvaara, 40. Aavasaksa, 41. Pisavaara, 42. Kemijärvi, 43. Raattama, 44. Leppäjärvi - Pöyrisjärvi, 45. Pulju, 46. Hietatievat, 47. Tirro, 48. Mutusjärvi, 49. Kaamasjoki - Kiellajoki, 50. Partakko.

RANTAMERKIT

Jääkauden jälkeisen maankohoamisen seurauksena eri puolilla Suomea esiintyy muinaisrantoja moreenimäkien ja -vaarojen sekä harjujen rinteillä. Niitä tavataan muinaisen Itämeren peittämillä alueilla, ja ne kuvastavat Itämeren eri vaiheiden aikaisia vedenpinnan korkeuksia. Vanhimmat rannat ovat syntyneet Baltian jääjärven aikana, jolloin Suomi oli vielä suurimmaksi osaksi mannerjään peitossa. Seuraavassa vaiheessa rantoja syntyi Itämeren suolaisen merivaiheen Yoldiameren aikana noin 10 200 - 9 600 vuotta sitten. Yoldiamerivaihetta seurasi Ancylusjärvivaihe, jolloin Itämeri oli kuroutunut valtamerestä erillään olevaksi järveksi. Ancylusjärvivaiheen aikana noin 9 600 - 7 500 vuotta sitten mannerjää hävisi lopullisesti Suomesta. Ancylusrantoja nuorempia rantavaiheita kutsutaan Litorinarannoiksi. Ne ovat saaneet nimensä Litorinamerivaiheesta, joka alkoi Itämeressä noin 7 500 vuotta sitten. Muinaisrantoja on myös sisämaassa, jossa nykyisten järvien sekä mannerjään sulamisvaiheessa syntyneiden jäätikön patoamien jääjärvien rannoille syntyi erilaisia rantamerkkejä. Ne kertovat näiden järvien eri vaiheista ja laskuuomien muutoksista.

Muinaisrantojen avulla voidaan seurata Suomen kohoamista merestä ja kehitystä nykyiseen muotoonsa. Jääkautisen mannerjään painon alla maankuori vajosi paljon nykyistä alemmaksi. Maankohoaminen on maankuoren palautumista normaaliin muotoonsa. Se alkoi jo sulavan jäätikön alla ja oli heti jäätikön hävittyä jopa kymmenen kertaa nopeampaa kuin nykyisin (Saarnisto 1981). Nykyisin se on suurimmillaan Perämeren rannikolla, noin 8 millimetriä vuodessa.

Muinaisrannat ovat syntyneet rantavoimien eli aallokon ja talvisten jäiden työnnön tuloksena (kuva 2). Aallokko ja erityisesti tyrskyt kuljettavat ja kasaavat irrottamaansa maa-ainesta voimakkaasti. Aallokon kulutus kohdistuu erityisesti niemenkärkiin ja luotoihin. Sen sijaan lahdissa on maa-ainesten kerrostuminen vallitsevana. Rannan sijainnilla ulappaan nähden on tärkeä merkitys rannan kehittyneisyydelle. Suurten selkien puoleiset muinaisrannat ovat laajempia ja paremmin kehittyneitä kuin suojan puolella olevat. Lisäksi rantojen kehitykseen vaikuttavat rinteen kaltevuus ja aika, jonka vedenpinta oli samalla tasolla.

Muinaisrannat jaetaan kerrostumis- eli akkumulaatiorantoihin ja kulutus- eli abraasiorantoihin. Ne jakaantuvat edelleen eri rantatyyppeihin, jossa tärkeänä tekijänä on alla olevan maaperän laatu ja paksuus. Akkumulaatiorantoja ovat rantapalteet, rantavallit, deltat sekä kivi- ja lohkarepellot. Kivipalteet ovat rannan suuntaisia, mutta niissä aallokon ja jäiden työnnön seurauksena kivet ovat siirtyneet paikaltaan tai nousseet pystyyn. Laajoja

Kuva 2. Jäiden työnnön seurauksena syntynyt valli Liperin Kuorinka-järven rannalla keväällä 1995.
Fig. 2. Ridge formed by ice shove on the shore of Lake Kuorinka in Liperi in the spring of 1995.

hiekasta koostuvia rantavallialueita on Pohjanmaan alavalla maankohoamisrannikolla, esimerkiksi Kalajoella ja Rokuanvaaralla (Aartolahti 1973), joissa aallokko on uudelleen kerrostanut alunperin jäätikköjoen tuomaa hiekkaa. Rantavallit ovat syntyneet voimakkaiden tyrskyjen vaikutuksesta. Vallit ovat usein satoja metrejä pitkiä, alle metrin korkeita hiekkaharjanteita, jotka esiintyvät yleensä kaarenmuotoisina sarjoina. Kaaren sisäosat ovat muutamia metrejä kaaren ulkoreunaa matalammalla. Reunadeltoja esiintyy jäätikköjoki- ja reunamuodostumissa. Niiden aines koostuu jäätikköjokien kuljettamasta sorasta ja hiekasta, joka kerrostui jäätikön edustalle vedenpinnan tasoon. Kivi- ja lohkarepellot ovat syntyneet yleensä mäkien ja vaarojen laelle tai rinteiden tasaisiin kohtiin. Rantavoimat ovat huuhtoneet hienomman aineksen pois ja pyöristäneet kivet ja lohkareet.

Abraasiorantoja ovat kivivyöt, rantatörmät, terassit sekä huuhtoutumisrajat. Kivivöissä kivet ovat vielä kiinni alla olevassa moreenimaassa, josta aallokko on huuhtonut hienorakeista ainesta pois ja tuonut kivet näkyviin. Törmiä ja niiden eteen kerrostuneita terasseja tavataan jäätikköjokimuodostumien rinteillä, joissa aines on löyhempää kuin moreenimailla ja helpommin aaltojen muovailtavissa. Sisäjärvillä rantatörmän tyvi on syntynyt yleensä keskiyläveden pinnan tasoon. Itämeren altaassa keskiveden muutokset ovat 1 - 2 metriä tuulien ja ilmanpaine-erojen vuoksi (Hela 1944). Huuhtoutumisrajoja on moreenimäkien rinteillä, joissa kallion pintaa peittävä moreeni on huuhtoutunut pois ja jättänyt jäljelle paljaan kallionpinnan 5 - 10 metrin korkuisena vyönä.

Ylimmäksi rannaksi kutsutaan sitä vedenpinnan tasoa, joka erottaa veden peitossa olleen alueen vedenkoskemattomasta alueesta. Ylin ranta on eri osissa maata eri-ikäinen, sillä se syntyi heti mannerjään peräännyttyä alueelta. Oman erikoisen muinaisrantatyypin muodostavat ns. kalottivaarat. Kun muinaisen Itämeren rantavoimat huuhtoivat ulapan keskellä olleiden vaarojen rinteitä, syntyi ylimmän rannan tasoon selvä huuhtoutumisraja. Sen yläpuolelle jäi vedenkoskematon vaaran laki, kalotti, jossa moreenipeite säilyi. Kalottivaaroja on varsinkin Tornionjoki- ja Kemijokilaaksoissa.

Rantakivikot ja -lohkareikot

Kivi- ja lohkarepellot ovat syntyneet mäkien laelle tai rinteiden tasaisiin kohtiin, ja siten ne sijaitsevat usein hyvin näkyvillä paikoilla. Niitä on ylimmän rannan alapuoleisilla alueilla sekä moreeni- että glasifluviaalisessa materiaalissa. Vähitellen aaltojen ja tyrskyjen voima pyöristi kivet ja

Kuva 3. Litorinamerivaiheen alussa syntynyt rantakivikkovalli Puskanvuorella Kristiinankaupungissa.
Fig. 3. Littoral boulder belt formed during the early Littorina Sea at Puskanvuori in Kristiinankaupunki.

lohkareet sekä kasasi ne kentiksi ja valleiksi, sekä huuhtoi samalla hienon aineksen alemmille rinteille. Kivien läpimitta vaihtelee yleensä muutamasta desimetristä yli metrin suuruisiin lohkareisiin.

Komeimmat kivipellot sijaitsevat sellaisilla korkeilla paikoilla, jotka ovat olleet ulapan ympäröimiä yksinäisiä saaria. Usein laajoissa kivipelloissa nähdään useita allekkaisia kivistä muodostuneita rantavalleja. Komeimpia esimerkkejä ovat Pohjois-Suomessa olevat Vammavaara Tervolan ja Rovaniemen maalaiskunnan rajalla (Saarnisto 1981), Sorvasvaara Tervolan ja Tornion rajalla sekä Törmävaara Tervolan keskustan luoteispuolella.

Länsi-Suomen huomattavimpia pirunpeltoja ovat Kristiinankaupungin Pyhävuori ja Etelävuori sekä Isojoen Kivijata (Salomaa 1982a), joka on osa Lauhanvuoren kansallispuistoa. Etelä-Pohjanmaalla mm. Teuvalla ja Kurikassa, on näiden lisäksi hyvin runsaasti näyttäviä pirunpeltoja, jotka ovat syntyneet Ancylusjärvivaiheen aikana. Sen sijaan Kristiinankaupungin Puskanvuoren (kuva 3) pirunpelto on näitä nuorempi ja kehittyi Litorinamerivaiheen alkupuolella. Lounais-Suomessa merkittävimmät pirunpellot sijaitsevat Turun ja Karjaan välisellä alueella.

Kivi- ja lohkarepellot sijaitsevat näkyvillä paikoilla mäkien lailla ja rinteillä. Ympäristöstään selvästi poikkeavana geotooppina niillä on myös huomattava vaikutus biotooppiin. Monin paikoin ne ovat lähes puuttomia alueita, vain erilaiset jäkälät ja sammalet verhoavat kiviä ja lohkareita. Karuina ja vaikeakulkuisina kohteina ne ovat askarruttaneet esi-isiemme mielikuvitusta, ja siksipä niitä perinteisesti kutsutaan pirunpelloiksi.

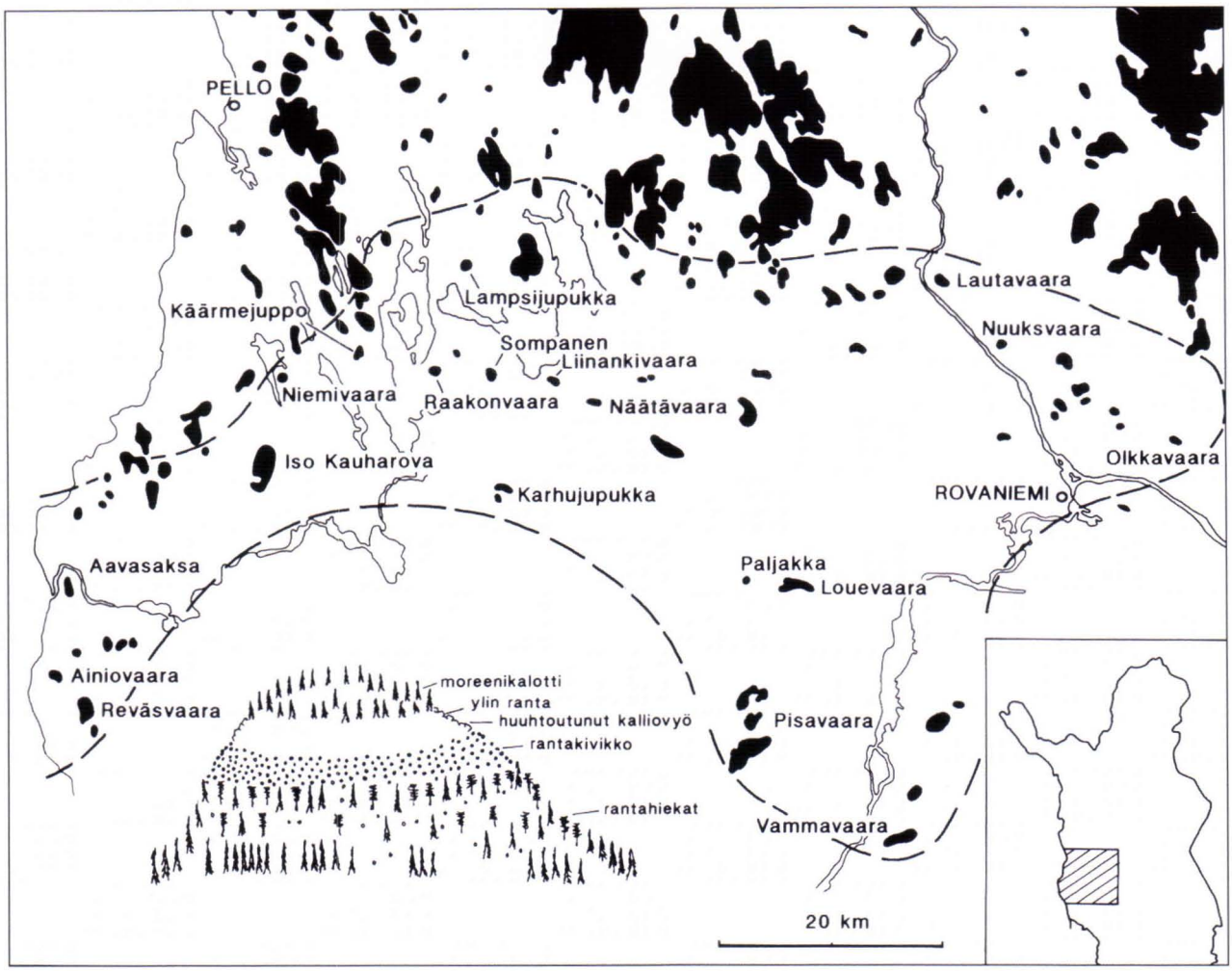
Moreenikalotit ja huuhtoutumisrajat

Itämeren rannansiirtymishistoriaan liittyy olennaisesti käsite ylin ranta. Se tarkoittaa mannerjään häviämisen jälkeen syntynyttä ylintä vedenpinnan asemaa. Ylin ranta erottaa vedenkoskemattoman eli supra-akvaattisen ja veden peittämän eli subakvaattisen alueen. Ylimmän rannan tasoon syntyneitä muinaisrantatyyppejä ovat varsinkin huuhtoutumisrajat ja deltat, mutta myös kivivyöt ja rantatörmät saattavat paikallisesti edustaa ylintä rantaa.

Huuhtoutumisraja esiintyy yleensä moreenin verhoamilla kalliomäillä ja -vaaroilla. Se on muinaista rannantasoa seuraava 5 - 50 metrin levyinen horisontaalinen vyöhyke, josta moreeni on osittain tai kokonaan huuhtoutunut pois ja paljastanut alla olevan kallion pinnan. Huuhtoutumisrajalle ja varsinkin sen yläreunalle on saattanut jäädä jäiden työnnön seurauksena pallekiviä ja -lohkareita. Mikäli huuhtoutumisraja kiertää koko vaaran ympäri, kutsutaan sen yläpuolista huuhtoutumatonta moreenialuetta kalotiksi ja samalla koko vaaraa kalottivaaraksi.

Suomen tunnetuin kalottivaara-alue sijaitsee Tornionjoki- ja Kemijokilaaksoissa Rovaniemen ja Ylitornion välisellä kaaren muotoisella alueella (kuva 4). Huuhtoutumisrajat sijaitsevat 200 ja 219 metrin korkeustasojen välissä eli varsin korkealla nykyisen merenpinnan tasosta (Saarnisto 1981). Se johtuu siitä, että alue sijaitsee lähellä Perämerta, jossa on Skandinavian maankohoamiskeskus. Nykyisin maankohoaminen on Rovaniemen alueella noin 6 millimetriä vuodessa. Jäätikön häviämisen aikaan se lienee ollut yli kymmenkertainen eli yli 60 millimetriä vuodessa (Saarnisto 1981). Kalottivaarojen syntyyn vaikutti myös vaihteleva pinnanmuodostus. Korkeimmat huiput jäivät saariksi jäätikön hävitessä alueelta ja Ancylusjärven vesien peittäessä huippujen väliset alavat alueet. Pienien vaarojen ympärille syntyi rantavoimien vaikutuksesta huuhtoutumisraja, ja sen keskellä kohoavalle laelle jäi moreenikalotti. Hyvin kehittyneitä kalottivaaroja ovat Ylitorniolla sijaitsevat Aavasaksa (kuva 5), Ainiovaara, Sompanen, Liinankivaara ja Reväsvaara (Saarnisto 1991). Niiden kalotit ovat alaltaan 10 - 50 hehtaaria. Tervolan Vammavaarassa sijaitsee 219 metrin korkeudella alueen eteläisin kalottivaara, jonka rinteellä on myös Suomen korkein muinaisranta. Sen sekä Pisavaaran ja Louevaaran kalotit ovat edellisiä laaja-alaisempia. Aikoinaan niiden ympärillä olleen aavan ulapan takia aallokko oli joka suunnasta voimakasta. Tervolan alueen kalottivaaroille on tyypillistä huuhtoutumisrajan lisäksi myös hyvin kehittyneet lohkarepellot. Jyrkkien rinteiden ja ylimmän rannan tason yläpuolelle jääneen terävän huipun ansiosta Pellon Lampsijupukka (kuva 6) ja Ylitornion Jyppyrä ovat kalottivaarakohteina hyvin havainnollisia. Jyppyrä lienee saanut nimensäkin juuri erikoisen muotonsa perusteella.

Kalottivaaravyöhykkeen pohjoispuolella maasto nousee ja supra-akvaattisen alueen osuus kasvaa. Ounasjokilaakson pohjoisimpia kalottivaaroja ovat Nuuksvaara ja Lautavaara. Ne ovat heikommin kehittyneitä kuin Rovaniemen eteläpuoliset kohteet. Se johtuu siitä, että linjan Pello - Rovaniemi pohjoispuolella yhtenäiset vesialueet kapenivat jokilaaksoja seuraileviksi pitkiksi lahdiksi, joissa aallokon voima oli heikentynyt. Myös saarten koko kasvoi (kuva 4).



Kuva 4. Peräpohjolan kalottivaara-alue. Ylin ranta ja vedenkoskemattomat alueet on kuvattu tummalla värillä. Katkoviivalla rajatulla alueella sijaitsevat edustavimmat kalottivaarat.
Fig. 4. The area of till-capped hills in Peräpohjola. Highest coastline and supra-aquatic areas shown in a darker colour. The most representative till-capped hills are situated in the area limited by a broken line.

Saarten rinteille syntyi paikoin hyviä rantakivikoita, mutta niitä ympäröiviä yhtenäisiä huuhtoutumisrajoja ei enää kehittynyt. Linjan Ylitornio - Tervola eteläpuolella on myös hyvin muodostuneita Ancyluskautisia rantakivikoita ja lohkarepeltoja. Kalottivaaroja ne eivät ole, sillä vaarojen huiput ovat liian matalia yltääkseen ylimmän rannan tasolle. Kemijärven Ippilänvaarassa ja Kyrövaarassa on selviä huuhtoutumisrajoja 255 - 260 metrin korkeudessa. Ne syntyivät muinaisen Sallan jääjärvivaiheen aikana ennen Itämeren vesien tunkeutumista alueelle (Johansson 1995). Ancyluskaudella niiden rinteelle syntyi uusi rantakivikko noin 200 metrin korkeudelle.

Yksittäisiä kalottivaaroja on myös muualla Suomessa. Jyväskylän ympäristössä on useita kalottivaaroja tai kalottimäkiä, kuten Muuramen Paavalinvuori ja Suolahden Riihivuori. Jyväskylän ympäristön ylimmät rannat ovat syntyneet Ancylusjärvivaiheessa. Uudenmaan, Hämeen ja Varsinais-Suomen rajamailla tavataan huuhtoutumisrajoja ja moreenikalotteja melko pienellä alueella. Parhaiten muodostuneita näistä ovat Sudenkallio, Männistönmäki ja Konianmäki Vihdissä, Äijävuori Nummi-Pusulassa sekä Ojamäenkallio Kiikalassa. Ne ovat syntyneet Baltian jääjärvivaiheen aikana lukuun ottamatta Ojamäenkalliota, joka on syntynyt Yoldiamerivaiheen alussa.

Huuhtoutumisrajaan liittyy selvä kasvillisuuden muutos. Huuhtoutuneella kalliolla kasvillisuus on niukkaa. Kalliota peittää usein vain sammal ja jäkälä. Paikoin siellä kasvaa yksittäisiä mäntyjä. Huuhtoutumatonta moreenikalottia peittää usein tiheä kuusikko, koska hienoainesta sisältävä pohjamoreeni on vettä pidättävää ja ravinteista. Huuhtoutumisrajan alapuolella kasvillisuus on harvaa, usein kuivaa männikkökangasta, sillä aallokon huuhtoma ja kerrostama hiekkaa ja soraa sisältävä rantakerrostuma on kasvualustana kuiva ja niukkaravinteinen.

Kuva 5. Aavasaksa Tengeliöjoen laaksosta nähtynä. Vaaran laella on kuusta kasvava moreenikalotti ja tämän alapuolella huuhtoutumisraja kalliojyrkänteineen. Tämän alla on rinteeltä vyöryneitä ja rantavoimien kasaamia lohkareita ja kiviä.
Fig 5. Aavasaksa, view from the Tengeliöjoki river valley. The top is covered by a spruce-forested till cap above the wave-washed zone with a steep cliff marking the highest shoreline. Further down there are boulders and stones that have fallen from the slope and accumulated by littoral action.

Kuva 6. Pellon Lampsijupukalla ylimmän rannan merkkinä näkyvät huuhtoutumaton moreenikalotti ja sen juurelta alkava lohkareiden peittämä kallioinen huuhtoutumisraja.
Fig. 6. At Lampsijupukka in Pello the highest shoreline is indicated by a supra-aquatic till cap above a boulder-covered rocky wave-washed zone.

Rantatörmät ja -terassit

Muinaiset rantatörmät ja rantaterassit esiintyvät säännönmukaisesti glasifluviaalisten muodostumien ja reunamuodostumien yhteydessä. Ne syntyivät varsinkin Itämeren eri vaiheiden aikana. Huomattavimmat rannanmerkit löytyvät paikoista, jotka olivat muinaisen Itämeren ulkosaarina ja nieminä. Siellä tyrskyjen kuluttava toiminta pääsi esteettömästi kohdistumaan löyhiin maakerrostumiin, kuten soraan ja hiekkaan. Näin aallokko hävitti veden rajasta maata pois, minkä seurauksena ylemmät osat vyöryivät vähitellen veteen. Veden ja maan rajaksi kehittyi jyrkkä rantatörmä, ja se vetäytyi maalle päin vähitellen, varsinkin korkean veden ja myrskyjen aikana. Rantatörmän juureen kehittyi kulutuksen ja kasauksen tukoksena tasainen vedenalainen terassi, joka ulapan puolella päättyi rantakerrostuman reunalla jyrkänpartaaseen. Maan kohoamisen seurauksena kuivalle maalle jäänyt rantaterassi näkyy maastossa loivasti alarinteeseen viettävänä tasapintaisena kasaantumismuotona.

Komeimmat ja selväpiirteisimmät rantatörmät ja -terassit löytyvät harjujen ja reunamuodostumien rinteiltä. Näitä vähäisempiä törmiä esiintyy myös paksun, löyhän ja vähäkivisen moreenikerroksen verhoamilla rinteillä. Etelä-Saimaan alueella, kuten Taipalsaaressa ja Kyläniemessä, on runsaasti glasifluviaalisiin muodostumiin syntyneitä, Muinais-Saimaan rantatörmiä. Lahden ympäristössä on lukuisia Baltian jääjärvivaiheen aikana syntyneitä rantatörmiä ja -terasseja, kuten Tiirismaalla, Messilässä, Tapanilassa ja Lahden keskustassa Radiomäen rinteillä (Saarnisto et al. 1994).

Päijänteen ympäristössä Ancylusrajaan kuuluvat muinaisrannat muodostavat yhdessä ylimmän rannan ja Muinais-Päijänteen muinaisrantojen kanssa parhaiten kehittyneet muinaisrannat, esimerkiksi Muuramenharjussa ja muualla Jyväskylän ympäristössä sekä mm. Pihtiputaan harjuissa. Nykyisin syntyviä törmärantoja on nähtävissä Oulujärvellä, esimerkiksi Manamansalossa, jossa järvenpinnan säännöstelyn seurauksena vedet syövät hiekkaisia rantoja ja synnyttävät siten korkeita törmiä.

Rantavallit

Pohjois- ja Keski-Pohjanmaan tasangoilla on laajoilla alueilla aaltojen puskemia rantavalleja eli kaartoja, kuten niitä alueella kutsutaan. Nämä rannansuuntaiset rantavallit tai huuhtelupenkereet ovat syntyneet, kun aallokon huuhteluvirtaukset ovat kerrostaneet vedenpinnan yläpuolelle hiekkaa (Keränen 1986). Perämeren rannikko on suotuisaa aluetta rantavallien synnylle, sillä se on ollut aikaisemmin ja on edelleen avointa ja lähes saaretonta, jolloin aallokon toiminta on merkittävää. Se sijaitsee myös lähellä Skandinavian maankohoamiskeskusta. Maankohoamisen seurauksena rantaviiva vetäytyy ja samalla paljastaa uutta maata rantavoimien käsiteltäväksi. Näin on syntynyt yhä uusia valleja, ja vanhemmat vallit ovat jääneet yhä kauemmaksi sisämaahan.

Rantavallien syntyä on edesauttanut myös hiekkainen maaperä. Rannikolta sisämaahan kulkee useita harjujaksoja, ja ne jatkuvat vielä Perämeren pohjalla. Harjujen aines on hiekkavaltaista, ja rantavoimien vaikutuksesta hiekkaa on levinnyt laajasti harjujen sivuille. Rantavallit eroavat suuntauksensa, kokonsa, muotonsa ja rakenteensa puolesta selvästi alueen harjuista ja tuulikerrostumaalueista. Rantavallit ovat suoria tai loivasti kaarevia. Niiden pituus vaihtelee sadoista metreistä useisiin kilometreihin. Muhosjoen ja Rokuanvaaran alueella muutamat yksittäiset rantavallit ovat jopa 10 kilometriä pitkiä. Vallit sijaitsevat yleensä samalla korkeudella, eli ne seuraavat rinteen korkeutta. Leveydeltään ne ovat 20 - 30 metriä. Osa soiden keskellä olevista rantavalleista näyttää vain muutaman metrin levyisiltä, sillä niiden alarinteet ovat turpeen peitossa. Rantavallien korkeus vaihtelee alle puolesta metristä jopa 2,5 metriin. Korkeimmat rantavallit ovat myös pisimpiä ja leveimpiä. Korkeus pysyy yleensä muuttumattomana rantavallin päästä päähän. Poikkileikkaukseltaan ne ovat symmetrisiä tai heikosti epäsymmetrisiä, toisin kuin dyynit, jotka ovat lähes aina epäsymmetrisiä (Aartolahti 1973). Kasvillisuudeltaan rantavallit ovat metsää kasvavia harjanteita, joiden välissä on soistuneita painanteita. Ne ovat ympäristöstään melko huonosti erottuva geotooppi (kuva 7).

Rantavallit esiintyvät yleensä säännöllisinä parvina, joissa yksittäiset vallit sijaitsevat 30 - 100 metrin päässä toisistaan, eli kilometrin matkalla on 15 - 20 vallia (Aartolahti 1973). Jyrkillä rinteillä ne ovat tiheässä ja lähes yhdensuuntaisia. Loivilla rinteillä niitä on harvemmassa ja ne pyrkivät leviämään viuhkamaisesti. Rokuanvaaralla rantavallit kiertävät soikion muotoista, pinnaltaan dyyniytynyttä

Kuva 7. Rantavalleja Muhoksella.
Fig. 7. Littoral beach ridges in Muhos.

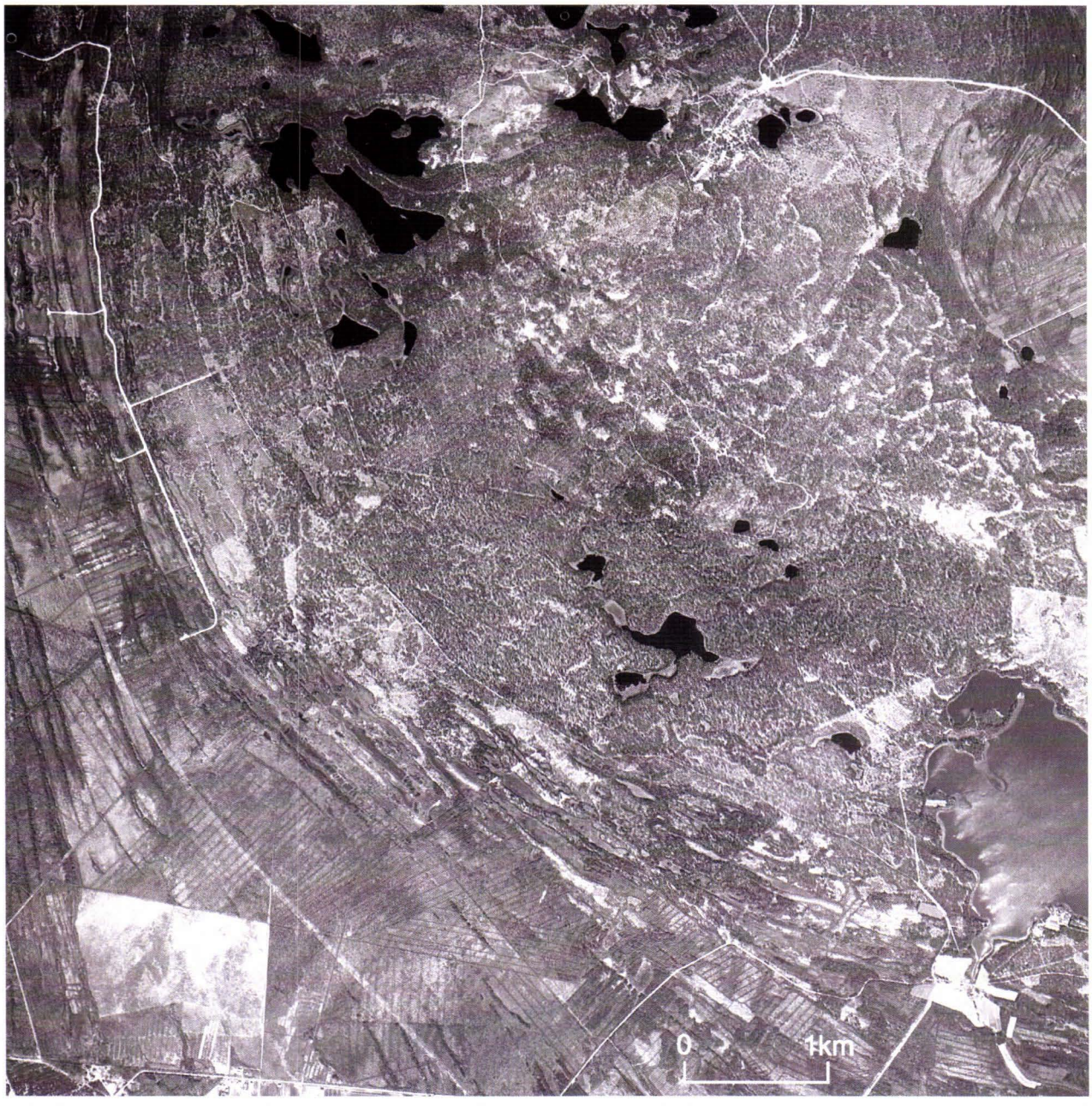
glasifluviaalista muodostumaa (kuva 8). Osa rantavalleista syntyy, kun aallokon huuhteluvirtaukset suuntautuvat rannan suuntaisesti, jolloin hiekkaa kerrostuu kynnääksi rantaviivan mutkan tai niemen jatkeeksi. Jos ranta on kaareva, myös aallokko taipuu ja samalla kynnään pää taipuu rannasta kohtisuoraan ulospäin. Esimerkiksi Utajärven ja Pudasjärven rajalla olevan Viinivaaran - Kälväsvaaran glasifluviaalisen muodostuman rinteitä kiertää kilometrien pituisia, kymmeniä metrejä leveitä ja viuhkamaisesti rannasta ulospäin taipuneita kynnäitä. Suuren kokonsa vuoksi ne ovat kestäviä muotoja. Tunnistettavuus on säilynyt, vaikka niiden päälle on kasaantunut tuulen kerrostamaa ainesta ja reunat ovat soistuneet.

Rantavalliparvissa saattaa olla kymmeniä, joskus jopa satoja allekkain olevia valleja. Siikajoella Helle (1965) on erottanut ilmakuvista 130 allekkaista rantavallia. Kun verrataan niitä Hailuodon Hyypänmäen pohjoisrinteellä oleviin 75 allekkaiseen rantavalliin (Alestalo 1979) ja alueen maankohoamisen nopeuteen, rantavalleja on laskettu syntyneen molemmissa paikoissa noin 23 vuoden välein. Jaksollisuus saattaa liittyä Itämeren vedenpinnan korkeuden vaihteluihin ja myrskyjen yleisyyteen. Niillä on väitetty olevan yhteyttä jopa auringonpilkkujen määrän jaksollisuuteen (Simojoki 1957). Raekoostumuksen perusteella rantavallit syntyivät todennäköisimmin poikkeuksellisen voimakkaiden myrskyjen kuin tavallisten myrskyjen aikana (Aartolahti 1973).

Rantavallien ja niitä usein morfologisesti läheisesti muistuttavien dyynien aineksen välillä on selvä ero. Kun dyyneissä raekoostumuksen mediaaniarvot ovat 0,17 - 0,32 millimetriä, ovat ne rantavalleissa selvästi korkeampia, 0,28 - 0,45 millimetriä (Aartolahti 1972b ja 1973). Rantavalleissa aines on pääasiassa hienoa hiekkaa, mutta joukossa on myös karkeampaa, yli 1 millimetrin läpimittaista ainesta, joka dyyneillä on harvinaista. Rokuanvaaralla tehtyjen tutkimusten mukaan vain vähäinen osa rantavallien aineksesta on kerrostunut tuulten vaikutuksesta myöhemmin dyyneiksi (Aartolahti 1973). Dyynien aines on alunperin lähtöisin vallien välissä olevilta hietikoilta, joissa aallokon lajittelevan toiminnan seurauksena raekoko on hienompaa kuin valleissa. Tämän vuoksi tuulen kuluttavan toiminnan seurauksena syntyneet deflaatiopainanteet sijaitsevat rantavallien välissä.

Oulujokilaakson vanhimmat rantavallit ovat Rokuanvaaran rinteillä. Ne syntyivät Ancylusjärvivaiheen aikana noin 8 500 vuotta sitten (Saarnisto 1984). Ne sijaitsevat 130 - 140 metrin korkeudella

ja sen alapuolella. Niiden kanssa suunnilleen samanikäisiä ovat Viinivaaran - Kälväsvaaran rantavallit sekä Lamparekaarrot Pulkkilan eteläpuolella. Muhosjoen laaksossa, Rokuanvaaran ja Muhoksen kirkonkylän välisellä, noin 300 km^2:n laajuisella alueella sijaitsevat rantavallit ovat 40 - 110 metrin korkeudella. Ne syntyivät pääasiassa Litorinamerivaiheen aikana. Lumijoen, Siikajoen sekä Oulunsalon rantavallit ovat alle 3 000 vuotta vanhoja. Hailuodossa vanhimmat vallit syntyivät vasta 1 700 vuotta sitten (Alestalo 1979).



Kuva 8. Rokuanvaara. Kuvassa oikealla ylhäällä näkyy vaaran lakea peittäviä paraabelidyynejä. Vasemmalla ja alaosassa on vaaraa kiertäviä rantavalleja. Pohjoinen kuvan yläreunassa. Ilmakuva © Maanmittauslaitos lupa nro 442/MYY/99.
Fig. 8. Rokuanvaara. Upper right of figure shows parable dunes covering the top of the hill. Left and lower part show littoral boulder belts circling the hill. Upper part of picture towards the North. Aerial photo © National Board of Survey, authorization no. 442/MYY/99.

Kohdeselostukset

Jurmo

Korppoon kuntaan kuuluva Jurmon saari sijaitsee Saaristomerellä noin 80 kilometriä Turusta etelälounaaseen. Se on osa III Salpausselkää, joka jatkuu merenalaisena Dragsfjärdistä lounaaseen. Siellä täällä reunamuodostuma näkyy pieninä saarina veden pinnan yläpuolella. Suomen puolella uloin reunamuodostumaan kuuluva saari on Utön majakkasaari (Varjo 1960, Åker 1981).

Jurmo on yli viisi kilometriä pitkä lounais-koillissuuntainen saari. Keskiosastaan sen leveys on noin yksi kilometri, ja se kapenee molemmista päistään meren alle työntyviksi kivikkosärkiksi. Lähes keskellä saarta sijaitseva Jurmon pääselänne kohoaa 16 metriä merenpinnan yläpuolelle. Se on noussut Itämerestä noin 4 000 vuotta sitten (Glückert & Tittonen 1999). Sen sivuilla on kaksi muuta selännettä, Vesterrevet ja Revlan. Eri puolilla saarta ja varsinkin saaren lounais- ja koillispäissä selänteiden päällä ja sivuilla on laajoja muinaisrantavalleja (kuva 9). Ne ovat syntyneet sitä mukaa, kun maankohoaminen on paljastanut uutta maata veden alta. Komeimmat rantavallit ovat Alnäsuddenissa, jossa on lähes kolmekymmentä rannansuuntaista, erikokoista vallia, jotka jatkuvat saaren koilliskärkeen, Österrevetiin asti. Vallit koostuvat hyvin pyöristyneestä sorasta sekä kivistä, joiden läpimitta on 5 - 30 senttimetriä (Åker 1981).

Luoteisreunaltaan saari on lähes lohkareeton, mutta pääselänteen kaakkoispuolella tavataan huomattava lohkarekenttä, jossa lohkareet ovat kulmikkaita. Saaren pohjois- ja keskiosassa on myös dyyniselänteitä, jotka ovat pääasiassa kasvillisuuden peitossa. Sorgenin alueella ihmisten ja lampaiden aiheuttama eroosio on saattanut dyynit jälleen alttiiksi tuulieroosiolle (Åker 1981).

Saaren sijainti ilmastoltaan ankarassa ulkosaaristossa keskellä ulappaa ei yksin selitä sen karua luontoa, vaan sen muista saarista poikkeava maaperä muodostaa ympärillä olevista kallioluodoista poikkeavan geotoopin. Se vaikuttaa myös osaltaan siihen, että saaren kasvillisuus on karua ja niukkaa. Jurmosta on tullut viime vuosina suosittu vierassatama, jossa veneilijät yöpyvät. Kasvavat retkeilijämäärät tulevat varmasti vaikuttamaan saaren herkkään luontoon. Jurmo sijaitsee Saaristomeren kansallispuistossa, ja saari kuuluu valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984).

Kuva 9. Kivisiä rantavalleja Jurmon saarella Korppoossa.
Fig. 9. Littoral boulder belts on the island of Jurmo in Korppoo.

Tapelsåsen - Sattala malm

Tammisaaressa Tenholan ja Bromarvin välillä sijaitsee II Salpausselällä komeiden muinaisrantojen kokonaisuus, joka on myös maisemallisesti merkittävä kohde. Tapelsåsenin laella on Ancylusvaiheen loppupuolella syntynyt rantakivikko 55 - 60 metriä merenpinnan yläpuolella (Kontturi & Borg 1975). Kivikko kasaantui aallokon voimakkaan toiminnan tuloksena ja koostuu kivisistä rantavalleista, joiden korkeus on noin 0,5 metriä (kuva 10). Tämän alueen eteläreunassa on pieni rantatörmä, jonka korkeus on noin metri. Tapelsåsenin rinteessä on rantalouhikko, jossa lohkareiden koko vaihtelee puolesta metristä metriin, ja lohkareet ovat kohtalaisen pyöristyneitä. Louhikon alapuolella ja itäosassa on rantatörmiä.

Sattala malmin selänteen kohdalla meren rantaan ulottuvan II Salpausselän jyrkässä rinteessä on näyttävä lohkarevalli 35 - 40 metrin korkeudella. Lounais- ja kaakkoisrinteissä on lisäksi muita muinaisrantoja (Kontturi & Borg 1975). Tenholasta Bromarviin johtava maantie sivuaa edellä mainittuja rantoja. Alue kuuluu valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984). Lisäksi Tapelsåsen on luonnonsuojelualuetta.

Säkylänharju - Virttaankangas

Säkylänharjun - Virttaankankaan harjujakso sijaitsee Varsinais-Suomessa Säkylän Pyhäjärven itäpuolella. Sen korkeimmat huiput paljastuivat maankohoamisen vaikutuksesta veden alta Yoldiamerivaiheen loppupuolella. Maankohoamisen takia joutuivat Säkylänharju ja Virttaankangas rantavoimien huuhtomiksi, ja sen seurauksena rinteitä peittää alenevien rantavallien sarja (Aartolahti 1972b).

Säkylänharjun - Virttaankankaan harjualueella on muinaisrantoja noin 40 km^2:n suuruisella alueella (kuva 11). Ylin havaittu muinaisranta on noin 143 metriä merenpinnan yläpuolella. Se edustaa Glückertin (1971 ja 1976b) mukaan Yoldia III - vaiheen aikaista rantatasoa. Säkylänharjussa rantavoimat ovat kuluttaneet rantatörmän 125 metrin korkeudelle. Sen alapuolelta alkaa 1 - 2 kilometriä leveä rantavallivyöhyke, jossa hiekkaiset vallit reunustavat harjua ja sen jatketta Virttaankangasta. Rantavallit ovat syntyneet Yoldiamerivaiheen loppupuolella ja Ancylusjärvivaiheen aikana. Yoldiamerivaiheen aikaiset rannat sijaitsevat 116 metrin tason yläpuolella, ja sen alapuolella aina 75 - 80 metrin tasoon asti ne ovat Ancylusjärvivaiheen aikaisia. Vallit sijaitsevat harjun pituussuunnassa ja leviävät siitä viuhkamaisesti poispäin (Kukkonen et al. 1993). Rantavallien pituus vaihtelee muutamista metreistä kilometriin, joillakin alueilla jopa 2 - 3 kilometriin. Vallien korkeus on yleensä 2 - 3 metriä, suurimmilla valleilla jopa yli viisi metriä. Alimmilla tasoilla vallimuodot ovat vain joitakin kymmeniä senttimetrejä korkeita, kuten Harjukylän peltoalueen loivat vallit (Kukkonen et al. 1993).

Säkylänharjun korkeimman selänteen molemmin puolin olevat alueet ja lähes koko Virttaankankaan pinta ovat tuulikerrostumien peitossa. Myös rantavallien pinnalla on merkkejä tuulen toiminnasta, mikä näkyy epämääräisinä hiekkakinoksina ja -kasaumina. Varsinaiset dyynit ovat useimmiten noin 5 metriä korkeita ja 200 - 300 metriä pitkiä mutkittelevia harjanteita. Niillä kasvaa runsaasti kosteassa viihtyvää variksenmarjaa (*Empetrum nigrum*), joten ne erottuvat hyvin ympäristön kuivasta jäkäliköstä. Erityisesti Virttaankankaan itäosassa on 5 - 6 metriä korkeita paraabelidyynejä, jotka osoittavat tuulen puhaltaneen niiden syntyaikaan pohjoisesta tai pohjoiskoillisesta (Kukkonen et al. 1993).

Säkylänharjun - Virttaankankaan alue on monin paikoin muuttunut ihmisen toiminnan seurauksena. Alueella on runsas pikkuteiden ja polkujen verkosto. Valtaosa Säkylänharjusta on puolustusvoimien ampuma-aluetta, ja valtatie leikkaa Virttaankankaan itäosaa. Lisäksi siellä on moottorirata. Osa Säkylänharjusta on mukana harjujensuojeluohjelmassa (Ympäristöministeriö 1984). Alueella on myös pohjavedenottamoita.

Kyläniemi

Taipalsaaren kunnassa sijaitseva, Saimaaseen työntyvä Kyläniemi on komea osa II Salpausselän reunamuodostumaa. Kyläniemen rinteitä kiertävät Baltian jääjärven ja Muinais-Saimaan muinaisrannat (Lappalainen 1962, Saarnisto 1970). Kyläniemen läntisin osa on laeltaan tasoittunut jyrkkärinteinen reunamuodostuma, jonka laki on 35 metriä Saimaan nykyistä pintaa ylempänä (Kontturi & Borg 1975). Sen rinteillä on runsaasti korkeita muinaisrantoja, erityisesti Riiniemessä ja Taipaleenlahden kohdalla.

Kyläniemessä jäätiköstä poispäin oleva distaalirinne on jyrkempi kuin jäätikön puoleinen eli proksimaalisivu. Distaalirinne on voimakkaasti syöpynyt, mikä näkyy selvästi korkeista vyörytörmistä sekä lahtiin kasautuneista sora- ja hiekkavalleista. Tosin kivisen moreenin peittämä proksimaalirinnekin on hieman syöpynyt. Distaalirinteen syöpymistä on edesauttanut voimakas aallokko, koska se on päässyt puhaltamaan avoimelta järvenselältä. Lisäksi Saimaalla vallitsevat etelätuulet (Hellaakoski 1922).

Kuva 10. Tapelsåsenin rantakivikko II Salpausselän distaalirinteessä Tammisaaressa.
Fig. 10. Littoral boulder belt of Tapelsåsen on the distal slope of Salpausselkä II in Tammisaari.

Kuva 11. Allekaisia rantavalleja Säkylänharjun rinteellä Köyliössä.
Fig. 11. A series of beach ridges on the slope of the Säkylänharju esker in Köyliö.

Riiniemen länsisivulla on edustava Muinais-Saimaan rantatörmä. Pohjoisosassa se on kolmen metrin korkuinen, ja sen tyvellä on lohkarevyö. Keskiosassa se kääntyy kohti kaakkoa ja jatkuu Salpausselän distaalirinteeseen syöpyneenä 25 metriä korkeana törmänä, jonka tyvellä on rantaterassi (kuva 12). Tämä päättyy selväpiirteiseen jyrkänpartaaseen. Lisäksi törmän pohjoispään kohdalla on Baltian jääjärven nuorimman vaiheen rantatörmä noin 105 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella.

Riiniemestä etelään työntyvän Rastinniemen ja Taipaleenlahden välillä on nähtävissä parin kilometrin matkalla Muinais-Saimaan rantatörmä. Se on syöpynyt hyvin jyrkäksi, ja sen edessä on rantaterassi. Länsipuolella Rastinniemen kupeessa on muutamia hiekkaisia rantavalleja, jotka ovat 1 - 2 metriä korkeita. Niihin on muinoin kaivettu taisteluhautoja. Maisemallisesti Rastinniemi on hyvin edustava kohde. Kyläniemen lounaisimmassa kärjessä oleva Turpainniemi on yhteydessä muuhun reunamuodostumaan vain matalan hiekkakannaksen välityksellä. Turpainniemi on pyöreähkö, melko loivarinteinen selänne, jonka rantoja reunustavat etelä-, länsi- ja luoteissivuilla komeat Muinais-Saimaan rantatörmät.

Riiniemen - Taipaleenlahden alue on säilynyt lähes luonnontilaisena, lukuun ottamatta muutamia metsäautoteitä ja pieniä hakkuualoja ja taimikoita. Maisemallisesti se on hieno kokonaisuus, joka erottuu omana geotooppina Saimaan alueen muista rannoista. Päihänniemeä lukuun ottamatta kohde kuuluu valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984).

Lauhanvuori

Lauhanvuori sijaitsee Suomenselän eteläosassa Isojoen ja Kauhajoen rajalla. Lauhanvuoren 230 metriä korkea laki kohoaa noin 100 metriä ympäristön jokilaaksoja korkeammalle. Lauhavuori nousee hyvin loivasti, ja vasta lähellä huippua sen rinteet jyrkkenevät. Kallioperä muodostuu pääasiassa joitakin kymmeniä metrejä paksusta hiekkakivikerroksesta, joka sijaitsee suoraan peruskallion päällä. Hiekkakiveä pidetään yleisesti kambrikautisena (Tynni & Hokkanen 1982).

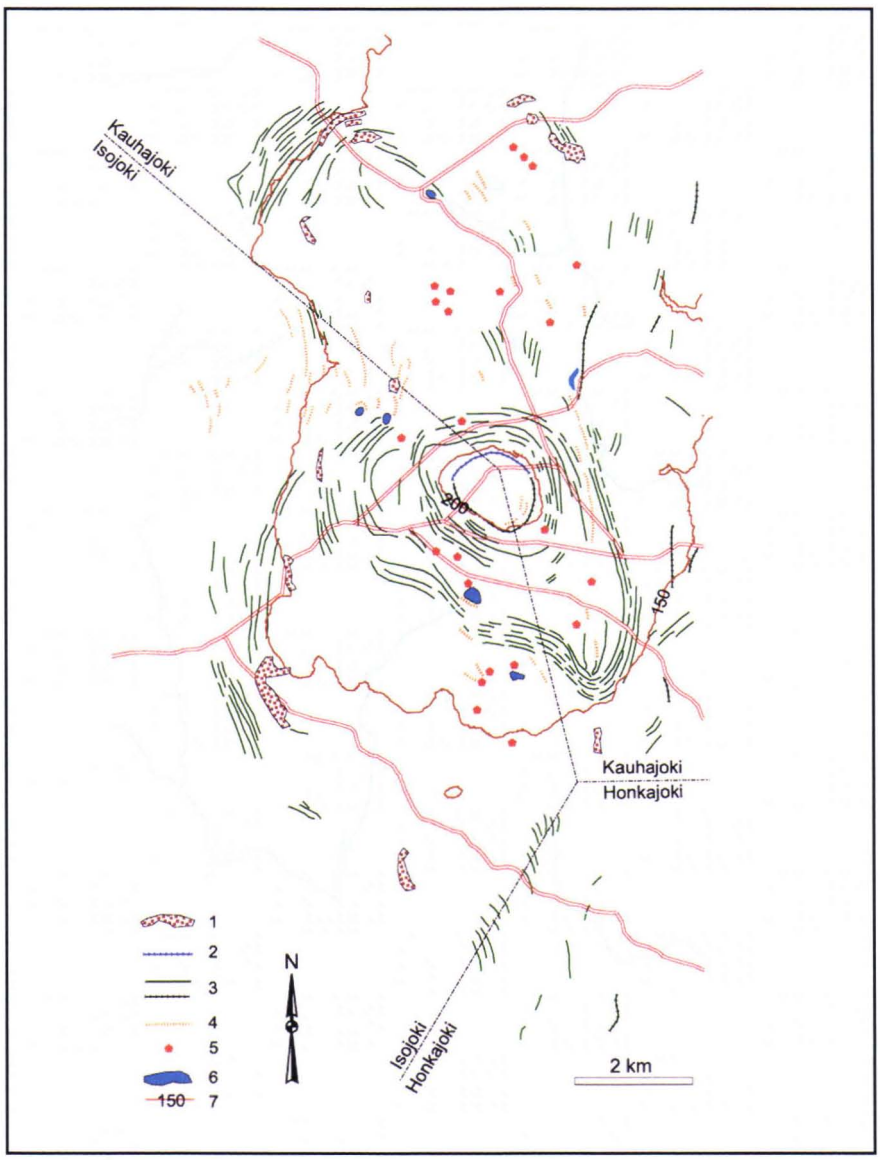
Jäätikön peräännyttyä Lauhanvuoren laki jäi yksinäisenä saarena suuren vesialueen ympäröimäksi. Aallot, jää ja tuuli pääsivät tehokkaasti muokkaamaan kasvipeitteetöntä saarta. Ylin ranta sijaitsee noin 203 metriä merenpinnan yläpuolella (Salomaa 1982a). Mäen lakiosa muodostaa supraakvaattisen moreenikalotin. Lukuisat rantavallit kiertävät Lauhanvuorta kehämäisesti ylimmästä rannasta alaspäin. Rantavallit ovat syntyneet myrskyaaltojen kasaamasta hiekasta ja sorasta. Suurimmat niistä ovat 2 - 4 metriä korkeita, yli kilometrin pituisia ja parikymmentä metriä leveitä. Muita hyvin

Kuva 12. Törmäranta ja sen eteen kerrostunut jyrkänpartaaseen päättyvä rantaterassi Taipalsaaren Kyläniemessä.
Fig. 12. A steep slope above a wave-cut shore terrace which in turn passes abruptly into deep water, Kyläniemi in Taipalsaari.

näkyviä muinaisia rantamuodostumia ovat rantatasanteet, eroosiotörmät ja särkät. Huipun pohjois- ja luoteissivulla on ylimmän rannan muistona hyvin selväpiirteinen ja jyrkkä törmä (Olander 1934, Salomaa 1982b ja 1986).

Lauhanvuoren moreenikalotilla on vallitsevana tuore kangasmetsä, jonka tyypillisenä lajistona ovat männyn ohella rauduskoivu. Sammalikko on tuoreelle kankaalle ominainen, ja varvikossa kasvaa runsaasti mustikkaa. Lakikalotin rehevä lehtokeskus on hieman sivussa pohjoisrinteellä. Siellä hallitsevat sananjalka *(Polypodiaceae)* ja metsäkurjenpolvi (*Geranium silvaticum*). Näiden lomassa kasvavat pienemmät lajit, kuten kielo (*Convallaria majalis*), kevätpiippo (*Luzula pilosa*), metsäorvokki (*Viola riviniana*), nuokkuhelmikkä *(Melica nutans)*, sormisara (*Carex digitana*), lillukka (*Rubus saxatilis*) ja metsämaitikka (*Melampyrum silvaticum*). Ylimmän rannan alapuolisilla alueilla kasvillisuus on kuivan kankaan lajistoa, kuten mänty, kanerva (*Calluna vulgaris*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), variksenmarja (*Empetrum nigrum*) ja jäkälät (Suominen & Varkki 1982).

Lauhanvuoren huomattavimpia muodostumia ovat suuret lohkarepellot, kivijatat (kuva 13). Ne ovat muinaisten myrskyjen ja jäiden muovaamia rantakivikkoja (Olander 1934, Salomaa 1982a), ja



Kuva 13. Lauhanvuori ja sen geologiset muodostumat. 1 = kivijatat, 2 = ylin ranta, 3 = rantavalleja, 4 = dyynejä, 5 = graniittisia siirtolohkareita, 6 = lampia, 7 = korkeuskäyrä. Kuva on laadittu Salomaan (1986) piirroksen pohjalta.
Fig. 13. Lauhanvuori and its geological landforms. 1 = littoral boulder belts, 2 = highest shoreline, 3 = beach ridges, 4 = dunes, 5 = erratic boulders of granite, 6 = small lakes, 7 = contour line. After drawing by Salomaa (1986).

ne sijaitsevat lännen ja pohjoisen välisillä rinteillä eli jäätikön tulosuunnan ja suurimman ulapan puolella. Lohkarekentät sijaitsevat 140 - 180 metrin korkeudella. Ne ovat 100 - 800 metriä pitkiä ja 20 - 100 metriä leveitä. Paikoin ne muodostuvat valleista. Useimmat kivijatat sijaitsevat länsirinteellä hiekkakiven ja graniitin rajalla, mutta ne koostuvat yksinomaan hiekkakivilohkareista.

Rantamuodostumien yhteyteen voidaan lukea myös lentohiekkakinokset eli dyynit. Niitä tavataan eniten länsirinteillä, muinaisten suurien lahtien perukoissa sekä Pohjois-Lauhan rantatasanteilla. Lisäksi dyynejä on myös Kaivolamminkankaalla ja Lauhankankaalla sekä ylimmän rannan yläpuolella Lauhanvuoren huipulla. Kaikki dyynit ovat nykyään kasvillisuuden sitomia (Salomaa 1982b).

Lauhanvuorella ja sen ympäristössä esiintyy tooreiksi kutsuttuja rapautuneita porfyyrigraniittipaaseja. Ne sijaitsevat joko yksinään tai ryhmissä, usein ketjuissa, jotka seuraavat vallitsevaa kallioperän rakoilusuuntaa. Monet toorit, kuten Aumakivi, ovat huomiota herättävän kookkaita ja pyöreitä. Pyöreys johtuu graniitille tyypillisestä pallorapautumisesta (Söderman et al. 1983).

Lauhanvuori ympäristöineen kuuluu 36 km^2:n laajuiseen kansallispuistoon. Se perustettiin suojelemaan geologialtaan ja kasvillisuudeltaan erikoista aluetta. Puistossa on näkötorni, opastuskeskus, telttailualueita ja pitkospuupolkuja sekä talvella latuverkosto.

Pyhävuori

Pyhävuoren laella, noin viisi kilometriä Karijoen keskustasta lounaaseen sijaitsee läntisen Suomen laajin ja komein Ancyluskautinen lohkarepelto, jonka alimmat kivikot ovat syntyneet Litorinamerivaiheen aikana (Donner 1986). Pituutta sillä on noin kilometri ja leveyttä 300 metriä. Lohkarepelto koostuu yli 20:stä eri korkeustasoilla olevasta kivisestä ja lohkareisesta vallista. Niiden aines on osittain peräisin Pyhävuorta peittäneestä moreenista ja osittain ilmeisesti myös rikkonaisesta kallioperästä. Lohkarevallien aines on kohtalaisen hyvin pyöristynyttä.

Pyhävuoren korkeus on noin 130 metriä. Jäätikön peräännyttyä alueelta yli 9 000 vuotta sitten Pyhävuori peittyi ensin muinaisen Itämeren alle. Ylimmän rannan korkeustason arvioidaan olleen noin 200 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella, joten Pyhävuoren päällä oli aluksi 70 metriä vettä. Kun Pyhävuoren huippu paljastui maankohoamisen seurauksena noin tuhat vuotta myöhemmin veden alta, länteen ja lounaaseen avautui laaja avoin ulappa, joka mahdollisti aallokon ja talvisten jäiden tehokkaan kulutustoiminnan.

Lohkarepellolla tavataan hyvin monipuolinen jäkälälajisto. Siihen kuuluvat mm. kaksi alueellisesti uhanalaista ja harvinaista lajia: rakkaluppo *(Alectoria ochroleuca)* ja tunturikarve (*Parmelia*). Näiden pohjoisten lajien seuraavat esiintymät ovat vasta Oulun läänin itä- ja koillisosissa (Suomen ympäristökeskus 1996). Pyhävuoren luoteisrinteen tyvellä on valtakunnalliseen lehtojensuojeluohjelmaan kuuluva lähteinen lehtokorpi (Alapassi & Alanen 1988). Geologista luonnontilaisuutta heikentää hieman laella oleva radioasema, joka rakennuksineen, mastoineen, aitoineen ja teineen sivuaa lohkarepeltoaluetta (kuva 14). Pyhävuoren laelta on erinomaiset näköalat moneen ilmansuuntaan. Pyhävuori on suosittua ulkoilu- ja retkeilyaluetta, ja sen länsipuolella on Etelävuoren hiihtokeskus.

Haukkavuori

Keski-Suomessa tavataan yleisesti moreenikalottimäkiä ja huuhtoutumisrajoja. Ylin ranta näkyy myös deltan pinnan korkeustasona, pallekivikkona tai törmäterassina (Ristaniemi 1985). Nisulan Haukkavuori sijaitsee Toivakassa, Päijänteen Rutalahden rannalla. Haukkavuorella on nähtävissä Keski-Suomen koko rannansiirtymisen historia. Sen tärkeimmät vaiheet ovat Yoldiakautinen ylin ranta, Ancylustransgression aikainen Ancylusraja, Muinais-Päijänteen ranta ja nykyisen Päijänteen ranta.

Itämeren ylin ranta Keski-Suomessa on syntynyt Yoldiamerivaiheen aikana (Eronen & Haila 1988). Skandinavian mannerjäätikkö vetäytyi Keski-Suomesta noin 9 800 - 9 500 vuotta sitten, joka samalla on ylimmän rannan ikä Keski-Suomessa (Ristaniemi 1985). Se muodostuu huuhtoutumisrajasta sekä sen yläpuolisesta huuhtoutumattomasta moreenikalotista. Moreenikalotilla on rehevä tuoreen kangasmetsän kasvillisuus, jossa on runsaasti mm. maariankämmekkää (*Orchos maculata*) ja katajaa (*Juniperus communis*). Yoldiamerivaihe kesti Keski-Suomessa 100 - 300 vuotta. Tällöin koko Keski-Suomen alue oli tuhansien saarien muodostamaa saaristoa. Ylin ranta näkyy Keski-Suomessa maaston morfologiassa yleensä selvästi.

Kuva 14. Rantalohkareikko Pyhävuoren laella Kristiinankaupungissa.
Fig. 14. Littoral boulder field at the top of Pyhävuori hill in Kristiinankaupunki.

Ancylusvaiheen rannat näkyvät myös selvästi, sillä sen alkuvaiheessa vedenpinnan taso pysyi pitkään lähes paikallaan Ancylustransgression takia. Keski-Suomen alueella se lähes kumosi maankohoamisen vaikutuksen. Tällöin syntyi ns. Ancylusraja, jonka ikä on noin 9 400 - 9 500 vuotta. Nisulan Haukkavuorella Ancylusraja näkyy kivipalteena 120 - 124 metrin korkeudella.

Maankohoamisen jatkuessa Päijänne kuroutui Ancylusjärvestä noin 9 000 vuotta sitten. Aluksi Päijänne laski pohjoiseen nykyisen Kalajoen uomaa pitkin. Koska maankohoaminen oli voimakkainta järven pohjoisosassa, alkoi järviallas kallistua ja vesi vähitellen pakkautua Päijänteen eteläpäähän ja peitti uudelleen alleen jo paljastunutta maata. Tämä Päijänteen transgressio kesti noin 3 000 vuotta, ja tuona aikana vedenpinta nousi esimerkiksi Nisulan Haukkavuoren alueella lähes kymmenen metriä, 96 - 97 metrin tasolle (Ristaniemi 1985). Keski-Suomen parhaiten kehittyneet muinaisrannat ovat Muinais-Päijänteen suurimman levinneisyyden ajalta. Nisulan Haukkavuorella se näkyy kivipalteena.

Muuramenharju

Muuramenharju sijaitsee Muuramessa lähellä Päijänteen rantaa. Muuramenharjun ympäristössä on pienellä alueella myös nähtävissä Keski-Suomen koko rannansiirtymisen historia ja sen tärkeimmät vaiheet: Yoldiakautinen korkein ranta, Ancylustransgression aikainen Ancylusraja, Muinais-Päijänteen ranta ja nykyinen Päijänteen ranta.

Muuramen Paavalinvuoren komea huuhtoutumisraja ja moreenikalotti 149 metrin korkeudella ovat syntyneet Itämeren Yoldiamerivaiheen aikana (Eronen & Haila 1988). Tällöin koko Keski-Suomen alue oli tuhansien saarien muodostamaa saaristoa. Sauramon (1958) mukaan Muuramenharju on lustosaviin perustuvan ikämäärityksen perusteella syntynyt 9 700 vuotta sitten.

Yoldiamerivaiheen jälkeen syntyneet Ancylusjärvivaiheen rannat näkyvät selvästi Muuramenharjun rinteillä rantaterasseina. Niiden kehittymiseen vaikutti vedenpinnan pysyminen pitkään lähes samalla tasolla. Se johtui Ancylustransgressiosta, joka Keski-Suomessa lähes kumosi maankohoa-

misen vaikutuksen. Ancylusraja näkyy Muuramenharjun kyljessä rantatörmänä ja terassina noin 124 metrin korkeudella. Ancylusrajalle on Keski-Suomessa tyypillistä, että rantatörmät ovat loivia ja kivivyöt paksuja (Ristaniemi 1985). Muuramenharjussa on lisäksi pienempiä Ancylusvaiheen aikaisia terasseja 120, 116 ja 112 metrin korkeudella. Suunnilleen 101 metrin korkeudella on komea törmä, joka edustaa Muinais-Päijänteen vaihetta, jolloin vesi oli pakkautunut Päijänteen eteläpäähän ja vallannut uudelleen jo kuivana ollutta maata. Tämän Päijänteen transgression aikana veden pinta nousi uudelleen esimerkiksi Muuramessa vajaa kymmenen metriä 101 metriin. Nykyisin muinaisrannan terassilla kulkee valtatie 4 (Ristaniemi 1985).

Paitsi rantamerkkiensä vuoksi Muuramenharju on merkittävä jääkausiajan historian muistomerkki. Se on osa Keski-Suomen reunamuodostumaa, joka syntyi jäätikön peräytymiseen liittyvän pysähdyksen aikana. Se on pääasiassa hiekasta muodostunut delta, vaikkakin muodostuman päällä on ohut, jäätikön jättämä lohkareinen moreenikerros. Rainion (1990b) mukaan moreenia on myös välikerroksina itse deltassa. Muuramenharjun reunamuodostuma jatkuu lounaaseen komeina Lamminmäen reunamoreeniselänteinä.

Riihivuori

Riihivuori sijaitsee Ala-Keiteleen rannalla. Sen tärkeimmät muinaisrantavaiheet ovat: ylintä rantaa edustava Ancylusraja, Muinais-Päijänteen eri vaiheet ja nykyisen Keitelejärven rannan kehittyminen. Riihivuori edustaa yhtenä esimerkkinä Keski-Suomen alueen Yoldia- ja Ancyluskautisia kalottivaaroja ja -mäkiä, joita on alueella satoja. Riihivuori on suppea-alainen mäki, joten huipulla oleva moreenikalotti on maastossa havainnollisesti nähtävissä (kuva 15).

Ancylusjärvivaiheen rannat näkyvät Keski-Suomessa selvästi Ancylustransgression vuoksi. Riihivuoren laki on noin 160 metriä merenpinnan yläpuolella, ja ylin ranta on 155 metriä merenpinnan yläpuolella (Ristaniemi 1985). Ylin ranta on muodostunut huuhtoutumisrajasta, jonka yläpuolelle jää muutaman hehtaarin laajuinen, noin 5 metriä korkea supra-akvaattinen moreenikalotti. Moreenikalotilla on rehevä tuoreen kangasmetsän kasvillisuus. Siellä kasvaa kuusta, koivua, pihlajaa, mustikkaa jne. Huuhtoutuma puolestaan on lähes kasviton. Sen ainoina kasveina ovat jäkälät ja varvut sekä harvassa kasvavat kitukasvuiset männyt. Ne molemmat eroavat ympäristöstään omana geotooppina.

Kuva 15. Riihivuoren veden koskematonta moreenikalottia, jota ympäröi rantavoimien paljaaksi huuhtomat avokalliot.
Fig. 15. A supra-aquatic till cap, surrounded by barren rock surfaces which were washed by littoral forces, on Riihivuori hill.

Mäntykangas

Mäntykangas Viitasaaren eteläosassa edustaa paikallista ylimmän rannan tasoa. Alueen glasifluviaalisten muodostumien reunoilla on hyvin muodostuneita rantamerkkejä, kuten rantatörmiä, -terasseja ja -valleja. Tärkeimmät rannansiirtymisen vaiheet Mäntykankaan alueella ovat Yoldiakautinen ylin ranta sekä Ancylusraja (Ristaniemi 1985).

Mäntykankaalla ylintä rantaa osoittaa hyvin muodostunut kivivyö 163 metrin korkeudella. Se syntyi noin 9 600 vuotta sitten, jolloin mannerjäätikkö vetäytyi täältä ja muinaisen Itämeren vedet peittivät lähes kaikkialla jäätikön alta paljastuneen alueen. Tällöin Viitasaaren alue oli pienten saarien muodostamaa saaristoa (Ristaniemi 1985). Yoldiamerivaiheen aikana vedenpinta laski nopeasti maankohoamisen seurauksena noin 8 metriä sadassa vuodessa. Rantavoimat kuluttivat hiekasta muodostuneen Mäntykankaan rinteille myös muita rantamerkkejä. Huomattava terassi on 157 metrin tasossa sekä pieniä rantatörmiä ja -terasseja sekä -valleja koko rinteen matkalla.

Ancylusjärvivaiheen aikana syntyneet rannat näkyvät selvästi terasseina, sillä vedenpinnan taso pysyi pitkään lähes paikallaan Ancylustransgression aikana. Ancylusraja näkyykin Mäntykankaalla rantatörmänä ja sen alla olevana terassina noin 145 metrin korkeudella. Törmä on loiva ja terassi on laajalle levinnyt, mikä on Keski-Suomen törmäterassirannoille tyypillistä (Ristaniemi 1985).

Höytiäinen

Höytiäinen sijaitsee Pohjois-Karjalassa, suuriin reunamuodostumiin kuuluvan Jaamankankaan pohjoispuolella. Höytiäinen kuroutui Itämerestä Yoldiavaiheen lopulla noin 9 000 vuotta sitten. Kuroutumisen jälkeen järven kaakkoisosa oli transgressiivinen, eli järven luoteispäässä maankohoaminen oli voimakkaampaa kuin sen kaakkoispäässä. Sen seurauksena järviallas kallistui, ja sen kaakkoispäässä vesi pyrki valtaamaan maata jo kuiville jääneistä alueista. Vuonna 1959 ihminen puuttui järven kehitykseen, ja kanavan kaivuun yhteydessä Höytiäinen puhkaisi itselleen uuden uoman järven eteläpäähän. Vedenpinta laski 9,5 metriä (Saarnisto 1968). Tällöin jäivät kuiville myös ne rantamuodostumat, jotka olivat syntyneet laskua edeltäneeseen vedenpinnan tasoon. Koska Höytiäisen etelä- ja itärannat ovat lajittuneissa muodostumissa, rantamerkit ovat hyvin kehittyneitä ja todella havainnollisesti nähtävissä esimerkiksi Jaamankankaan reunoilla, Kontioniemessä, Vierevänniemessä ja Jouhtenisen saaressa.

Ylin rantataso Höytiäisen alueella on Yoldiavaiheen lopun rantataso, joka näkyy järven kaakkoisosassa. Esimerkiksi Vierevänniemen alueella Yoldiaranta muodostaa 106 metriä merenpinnan yläpuolella olevan eroosiotörmän sekä jään puskeman rantakivikon. Parhaiten muodostuneet rantamerkit ovat glasifluviaaliseen ainekseen syöpyneet eroosiorannat, jotka ovat noin 97 metrin korkeudessa. Nämä rannat ovat pääasiassa komeita törmäterassirantoja. Ennen purkautumistaan Höytiäinen oli koko kehityksensä ajan transgressiivinen. Rantavoimat syövyttivät reunamuodostumasta materiaalia aina korkeammalta ja korkeammalta, jolloin törmistä tuli jyrkkiä ja korkeita sekä terasseista laajoja ja tasaisia. Yleensä törmän ja terassin taivekohdassa on yksittäisiä lohkareita tai lohkarepalle, jotka ovat syntyneet järven jäiden työnnön seurauksena. Paikoissa, joissa harjuaines on hyvin lohkareista, tavataan rantamerkkinä huuhtoutumislohkareikkoja.

Höytiäisellä voi seurata myös uusien rantojen muodostumista nykyiseen rantavyöhykkeeseen sekä soiden kehittymistä vedestä vapautuvalle alueelle. Rantavyöhykkeessä tavataan mm. aallokon kasaamia pieniä rantavalleja ja jäiden kasaamia kivi- ja hiekkapalteita, eroosiotaipeita sekä tuulen aiheuttamia deflaatiopintoja ja alkiodyynejä.

Muhosjoki

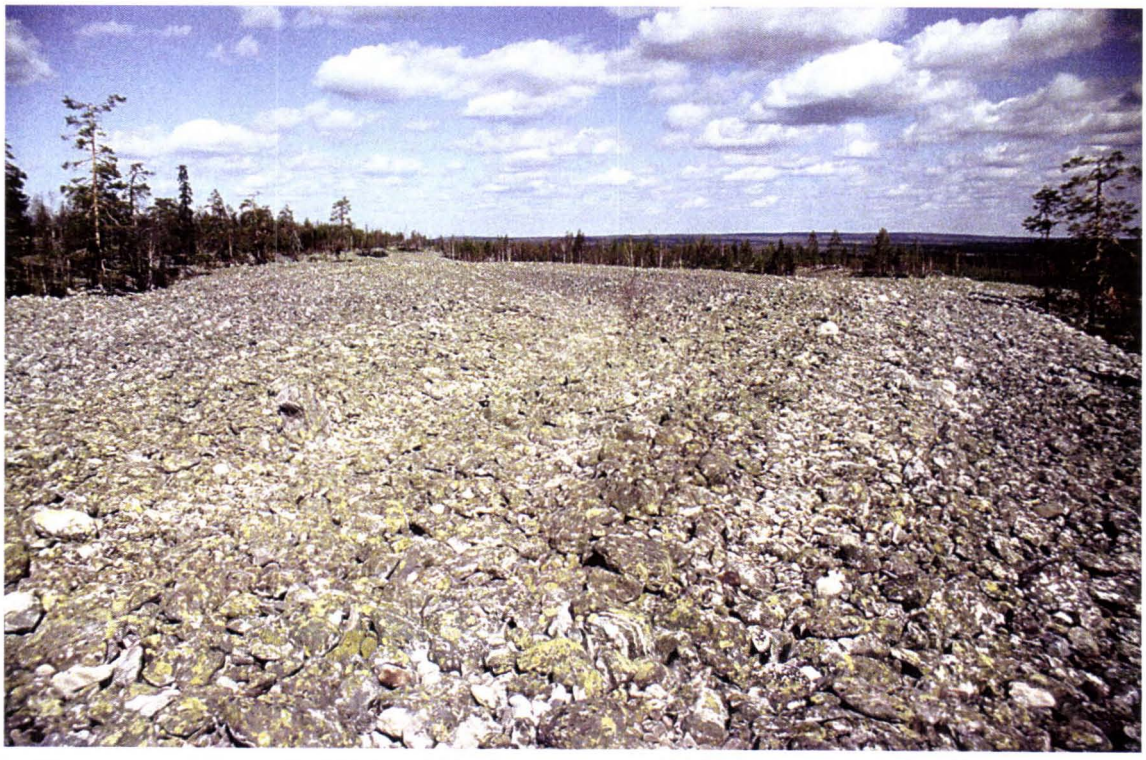
Oulujoen ja sen sivujoen, Muhosjoen laaksoissa on noin 300 km^2:n laajuisella alueella satoja aaltojen puskemia rantavalleja eli kaartoja. Ne sijaitsevat topografialtaan lähes tasaisella, loivasti rannikolle viettävällä alueella, jonka poikki Muhosjoki on kuluttanut paikoin 40 metriä syvän raviinin (Alestalo 1986). Ylimmät vallit ovat alueen kaakkoisosassa, Utajärvellä, lähellä Rokuanvaaraa noin 110 metrin korkeudella. Alimmat vallit sijaitsevat 40 metrin korkeudella, Muhoksen ja Tyrnävän rajalla noin 20 kilometrin päässä nykyisestä merenrannasta. Parhaiten rantavallit näkyvät Muhokselta Hirsijärvelle johtavan paikallistien varrella, jossa tie leikkaa kymmeniä valleja. Muhosjoen rantavallit ovat ainekseltaan hyvin lajittunutta hienoa hiekkaa, mutta joukossa on myös vähäisiä määriä karkeaa hiekkaa. Ne ovat pääasiassa mäntymetsää kasvavia, 0,5 - 2,5 metriä korkeita harjanteita, joiden väliset painanteet ovat usein soistuneet (kuva 7). Vallien pituudet vaihtelevat sadoista metreistä useisiin kilometreihin, ja leveydeltään ne ovat 20 - 30 metriä. Yksittäiset vallit sijaitsevat yleensä 30 - 100 metrin päässä toisistaan. Alue on lähes asumatonta, mutta sen poikki kulkee joitakin maanteitä.

Muhosjoen rantavallit syntyivät Litorinamerivaiheen aikana noin 7 500 - 4 000 vuotta sitten. Niiden

syntyyn vaikutti loiva ja myrskyille avoin Perämeren rannikkoalue, jossa nopean maankohoamisen seurauksena paljastui jatkuvasti uutta hiekkaa aallokon käsiteltäväksi. Alueen hiekkaisuus johtuu läheisestä Oulujokilaaksoa seuraavasta harjusta ja Muhoksen alueen sedimenttikivestä. Maankohoamisen seurauksena yhä uusia valleja syntyi edellisten alapuolelle, jolloin vanhemmat vallit jäivät yhä kauemmaksi sisämaahan. Näin kymmenistä allekkaisista ja samansuuntaisista rantavalleista muodostui pinnaltaan loivasti aaltoilevia rantavalliparvia. Rantavalleilla ja niiden välisillä suojuoteilla on selvä vaikutus Muhoksen alueen maisemaan. Maanpinnalla rantavalliparvet ovat varsin huomaamattomia, mutta ilmasta katsottuna ne erottuvat selvästi ympäröivästä alueesta säännöllisen yhdensuuntaisen tai usein myös viuhkamaisesti leviävän muotonsa perusteella.

Vammavaara

Tervolan ja Rovaniemen maalaiskunnan rajalla sijaitsevan 227 metriä korkean Vammavaaran rinteillä on Suomen korkein Itämereen syntynyt muinaisranta. Se sijaitsee 219 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella (Saarnisto 1981). Mannerjään perääntyessä Kemijokilaaksosta noin 9 000 vuotta sitten Vammavaara sijaitsi uloimpana saarena keskellä Ancylusjärven ulappaa (kuva 4). Ylimmän rannan yläpuolelle jäi huuhtoutumaton ja vedenkoskematon moreenikalotti. Kalottia ympäröi ylimmän rannan tasossa avokallioista koostuva epäyhtenäinen vyö, jonka alapuolella on Peräpohjolan laajimmat kivi- ja lohkarepellot (kuva 16). Ne peittävät noin 5 km^2:n laajuisen yhtenäisen alueen vaaran länsi- ja etelärinteillä. Muinaisrantojen kehittymiseen vaikuttivat myrskyt sekä talvisten jäiden rantaa vastaan aiheuttama puriste. Niiden seurauksena paikallisen kvartsiittikallion kappaleet sekä moreenin kivet ja lohkareet pyöristyivät ja kasaantuivat lohkare- ja kivivalleiksi, kun taas hienorakeisempi aines huuhtoutui alarinteelle sora- ja



Kuva 16. Tervolan Vammavaaran rinteellä 219 metrin korkeudelta alkavat Ancylusrannat ovat ylimpänä Itämeren synnyttämistä muinaisrannoista Suomessa.
Fig. 16. The ancient shorelines of the Ancylus Lake, starting at 219 m altitude on the slope of the hill Vammavaara in Tervola are the highest ancient shorelines formed by the Baltic Sea and its precursors in Finland.

hiekkakerrostumiksi. Edustavimmat kivi- ja sorapellot sijaitsevat 140 - 200 metrin korkeudella. Kivi- ja sorapeltoja jatkuu aina 100 metrin korkeudelle asti, jossa on noin 8 000 vuotta sitten syntyneitä rantoja. Maan edelleen kohottua ja merenrannan vetäydyttyä lounaaseen yhtenäiset vesialueet muuttuivat jokilaaksoja seuraaviksi lahdiksi, mutta niissä aallokon voima oli liian heikko synnyttääkseen uusia rantakivikoita.

Männikköä ja kuusikkoa kasvava moreenikalotti, rinteiden avokalliot sekä kivi- ja lohkarepellot ovat ympäröivästä alueesta selvästi erottuva geotooppi, joka on myös maisemallisesti edustava ja näkyy kauas Kemijokilaaksoon. Vaaran laelle menee huonokuntoinen tie. Vastaavan tyyppisiä lohkarepeltoja esiintyy ympäristön vaarojen rinteillä, kuten Pisavaaralla, Jaatilanvaaralla ja Louevaaralla, mutta ne eivät ole yhtä laajoja ja yhtenäisiä kuin Vammavaaralla.

Pisavaara

Kemijoen laakson länsipuolella sijaitsee Pisavaaran noin 70 km^2:n laajuinen kvartsiittinen vaara-alue, joka kohoaa selvästi ympäristönsä yläpuolelle. Suurin osa vaarasta ja sen lähiympäristöstä kuuluu Pisavaaran luonnonpuistoon, joka on tarkoitettu säilytettäväksi mahdollisimman koskemattomana ja on siksi suljettu yleisöltä. Se kuuluu Metsäntutkimuslaitoksen hallintaan, ja aluetta käytetään tutkimukseen. Pisavaaran korkein kohta on Liljalaki, 261 metriä. Ylin ranta on noin 215 metrin korkeudella (Saarnisto 1981), ja se syntyi noin 9 000 vuotta sitten Ancylusjärvivaiheen aikana. Vedenpinnan yläpuolelle jäi kuusi erillistä saarta ja luotoa, jotka sijaitsivat Vammavaaran ohella uloimpana saarivyönä silloisella rannikolla (kuva 4). Niistä Kuusilaki oli noin 3 km^2:n laajuinen ja yli 40 metriä korkea saari. Muut vedenkoskemattomat alueet, Liljalaki mukaan lukien, olivat pieniä luotoja.

Kalottialueet ovat männikköä ja kuusikkoa kasvavaa pohjamoreenia. Niitä ympäröi ylimmän rannan tasossa avokallioista koostuva epäyhtenäinen vyö, joka jatkuu esimerkiksi Liljalaen eteläpuolella 170 metrin korkeuteen asti. Huuhtoutumisrajan alapuolella ja paikoin heti ylimmän rannan tasolta alkavat laajat kivi- ja lohkarepellot. Niitä on Liljalaen länsirinteellä ja Vähälaella (kuva 17). Niiden väliin jää luonnonkaunis Vähäloman kuru. Erillään olevat kivi- ja lohkarepellot peittävät yhteensä noin 6 km^2 :n laajuisen alueen vaaran länsi- ja etelärinteillä. Monin paikoin aines on pyöristynyt ja kasaantunut lohkareja kivivalleiksi, jotka ovat edustavimmillaan 140 - 210 metrin korkeudessa. Vaaran eteläosassa Vähälaen ja Alalaen ympäristössä rantakivikot laskeutuvat aina 80 metrin korkeudelle asti. Alimmat rannat syntyivät Litorinavaiheen alussa noin 7 000 vuotta sitten. Pisavaaran rantakivikot ja -lohkareikot sekä aallokon huuhtomat avokalliot ovat ympäröivästä alueesta selvästi poikkeava karu geotooppi, joka on maisemallisesti edustava.

Sorvasvaara

Tervolan ja Tornion rajalla sijaitsevaa Sorvasvaaraa peittävät lohkare- ja kivipellot, jotka syntyivät Ancylusjärvivaiheen aikana noin 8 800 - 8 500 vuotta sitten. Sorvasvaaran 190 metriä korkea laki jää ylimmän rannan alapuolelle, joka tällä alueella olisi noin 215 metrin korkeudella. Tämän vuoksi vaaran laella ei ole moreenikalottia vaan huuhtoutuneita avokallioita ja rantalohkareikkoa.

Sorvasvaaran lounais-, etelä- ja kaakkoisrinteillä lohkare- ja kivipellot ovat hyvin muodostuneita ja havainnollisia. Ne ulottuvat yhtenäisinä 140 metrin korkeuteen asti. Sen alapuolella aina 120 metrin korkeudelle saakka on hajanaisia kivivöitä ja -palteita. Alunperin kalliota peittäneen moreenin hienoin aines on rantavoimien tuloksena huuhtoutunut pois, ja kivet ja lohkareet ovat jääneet jäljelle. Ne ovat pyöristyneet, kulkeutuneet ja kasaantuneet myrskyjen ja jään puristeen seurauksena vallimaisiksi muodoiksi. Kivet ovat läpimitaltaan desimetristä lähes metriin. Lohkareikkojen ja kivikkojen alapuolella esiintyy rantavoimien huuhtomaa sekä kerrostamaa soraa ja hiekkaa. Sorvasvaaralla on nähtävissä, miten ympäristöstään poikkeava geotooppi vaikuttaa biotoopin syntyyn. Kivisellä vaaran rinteellä kasvillisuus on harvaa tai se puuttuu kokonaan.

Sorvasvaara sijaitsee Tervolasta Ylitorniolle johtavan maantien varrella. Se soveltuu opetuskohteeksi. Muinaisrannat näkyvät hyvin tielle, mutta parhaimman kuvan niistä saa vaaralle johtavan noin kilometrin mittaisen polun varrella.

Aavasaksa

Ylitorniolla sijaitseva 242 metriä korkea Aavasaksa on Tornionjokilaakson tunnetuin vaara. Se lienee myös tunnetuin kalottivaara Suomessa. Kallioperältään graniittia olevasta Aavasaksasta tuli kalottivaara, kun mannerjää hävisi noin 8 800 - 8 900 vuotta sitten Tornionjokilaaksosta ja Ancylusjärvi peitti lounaisen Lapin. Rantavoimat alkoivat huuhtoa saarena olleen vaaran rinteitä, ja rinteille syntyi ylimmän rannan merkiksi lähes kaksikymmentä metriä korkea kallioinen huuhtoutumisraja, joka on 208 metrin korkeustason alapuolella (Saarnisto 1991). Rinnettä aiemmin verhonnut mo-

Kuva 17. Pisavaaran muinaisrantoja. Kasvittomat rantakivikot ja -lohkareikot esiintyvät vääräväri kuvassa sinertävinä alueina, joiden pinnalla näkyy sinisen eri sävyinä vallimaisia muotoja. Kuvan oikeassa yläosassa on tummempana metsän peittämä Liljalaen moreenikalotti. Pohjoinen on kuvan yläreunassa. Ilmakuva © Maanmittauslaitos lupa nro 442/MYY/99.

Fig. 17. Raised beaches on Pisavaara hill. Barren littoral boulder belts and stone belts are visible in the false-colour photo as blueish areas. On their surfaces the wave-like shoreline forms are seen in various shades of blue. A darker, forested till cap of Liljalaki is seen to the upper right. Upper part of picture towards the North. Aerial photo © National Board of Survey, authorization no. 442/MYY/99.

reeni huuhtoutui aallokon toiminnan seurauksena pois. Varsinkin vaaran itärinteellä kalliotörmä on lähes pystysuora ja maisemallisesti hyvin vaikuttava (kuva 5).

Huuhtoutumisrajan alapuolella on rantalohkareikkoja, joiden joukossa on myös kalliotörmästä irronnutta ja rinnettä alas vyörynyttä lohkareikkoa. Lohkareiden ja kivien alla on rantavoimien lajittelemaa soraa ja hiekkaa. Huuhtoutumisraja ja rantalohkareikko ovat lähes kasvittomia biotooppeja ja näkyvät parhaiten Aavasaksan itä- ja luoteisrinteillä. Huuhtoutumisrajan yläpuolelle jäi vaaran laelle asti jatkuva vedenkoskematon kalotti, jossa kallio-ta peittävä pohjamoreeni on vettä pidättävää ja ravinteista. Siellä kasvaa kuusi- ja mäntymetsää.

Aavasaksa on Itämeren rannansiirtymishistorian kuvauksessa havainnollinen opetuskohde. Sen laelle johtavan tien varrella on nähtävissä kalottivaaran eri vyöhykkeet ja erilaisten geotooppien vaikutus biotooppeihin. Laella kulkee polkuja kalliotörmän ja huuhtoutumisvyöhykkeen reunalle. Vaaran sijainti lähellä napapiiriä, sen erikoinen ulkonäkö ja vaaralta avautuva kaunis näköala Tornionjoki- ja Tengeliönjokilaaksoihin ovat tehneet siitä myös kulttuurihistoriallisesti mielenkiintoisen kohteen. Se on ollut vuosisatoja paikallisen väestön juhannusjuhlapaikka sekä Lapin vanhimpia matkailukohteita, sillä vaaralta näkyy kesäyön aurinko. Vuosina 1736 ja 1737 Pierre Louis Moreau de Maupertuis´in johtama astemittausretkikunta teki tutkimuksia alueella ja todisti siten lopullisesti, että Maa on navoiltaan litistynyt. Keisari Aleksanteri II:lle suunniteltua tutustumiskäyntiä varten vaaralle rakennettiin Keisarinmaja vuonna 1882, joka on avoinna matkailijoille. Vaaran laella on lisäksi tanssilava, näkötorni ja kirjailija Annikki Kariniemen patsas.

TUULIKERROSTUMAT

Lentohiekka on tuulen kuljettamaa, lajittelemaa ja kasaamaa hiekkaa. Sen raekoko vaihtelee 0,06 millimetristä 2 millimetriin sitä kuljettaneen tuulen voimakkuuden mukaan. Suomessa lentohiekan raekoko on 0,06 - 0,6 millimetriä, ja sen rakeet ovat yleensä pyöristyneitä. Lentohiekka on usein väriltään vaaleaa suuresta kvartsipitoisuudesta johtuen, mutta paikoin esiintyy myös punertavaa tai kellertävää lentohiekkaa (Aartolahti 1976). Tuuli on tehnyt lentohiekasta muodostumia, jotka ovat osittain kasautumis- ja osittain kulutusmuotoja.

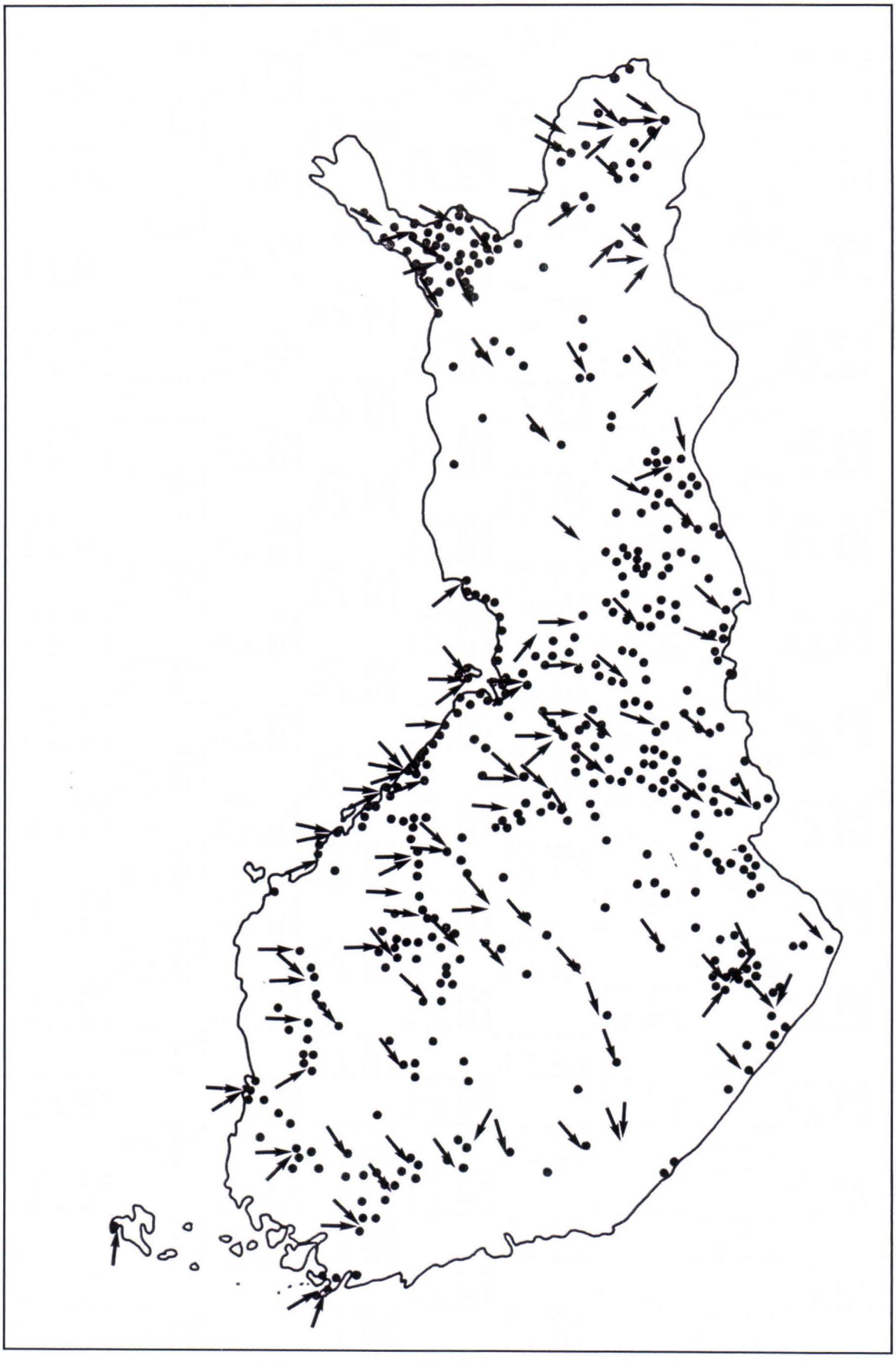
Dyynit ovat tuulen kasaamasta hiekasta muodostuneita kinoksia ja valleja. Tuulen kuluttamia eroosiomuotoja kutsutaan deflaatioaltaiksi tai -painanteiksi. Suomessa on dyynejä sekä meren rannikolla että sisämaassa, ja niillä molemmilla on omat erityispiirteensä (kuva 18). Dyynit ja deflaatioaltaat muodostavat usein oman, ympäristöstään poikkeavan geotooppinsa, jolla on selvä vaikutus biotooppiin. Useimmat Suomen dyyneistä ovat sisämaassa sellaisilla alueilla, jotka ovat olleet merenpinnan yläpuolella koko jääkauden jälkeisen ajan. Ne syntyivät jäätikön häviämisen jälkeen vallinneissa periglasiaalisissa olosuhteissa, jolloin jäätikön tai jääjärven alta paljastunut maa joutui alttiiksi jäätiköltä puhaltaneille voimakkaille tuulille. Ilmaston lämmettyä kasvillisuus levisi alueelle ja sitoi hiekan. Sisämaan dyynit ovat nykyisinkin useimmiten kasvillisuuden peittämiä ns. fossiilisia dyynejä, joiden kehitys on pysähtynyt ja muoto on jähmettynyt kasvillisuuden sitomana. Rannikolla esiintyy liikkuvia, muotoaan muuttavia ns. eläviä dyynejä, jotka ovat osaksi kasvittomia.

Rannikkodyynien ja pääasiassa noin 8 000 vuotta sitten muodostuneiden sisämaadyynien esiintymisalueiden välillä on vyöhyke, jossa lentohiekkaa on pääasiassa fossiilisten rantavallien yhteydessä. Tällaisissa muodostumissa on pohjalla rantavalli ja sen päällä lentohiekkaa dyynimäisenä kerroksena.

Lentohiekka verhoaa myös paikoin painanteita ilman omaa luonteenomaista kohomuotoaan. Tällaisessa tapauksessa puhutaan peittohiekoista. Paikoin Itä- ja Keski-Suomessa supra-akvaattisten mäkien päällä on tasarakeista hietaa, lössiä, joka on lentänyt sulavalta jäätiköltä puhaltaneiden tuulien mukana kerrostumispaikalleen.

Sisämaadyynit

Kasvillisuuden sitomat fossiiliset sisämaadyynit ovat Suomessa paljon yleisempiä kuin rannikkodyynit. Ne esiintyvät usein suurina kenttinä kymmenine, jopa satoine erilaisine dyyniselänteineen. Sisämaadyynit ovat yleensä huomattavasti suurempia kuin rannikkodyynit. Niistä suurimmilla on pituutta useita kilometrejä, leveyttä 300 - 400 metriä ja korkeutta toistakymmentä metriä. Toisissa paikoissa dyynit



Kuva 18. Dyynien esiintyminen ja niiden pääasialliset kasaantumissuunnat Suomessa (Aartolahti 1977).
Fig. 18. The distribution of dunes and their principal directions of accumulation in Finland (Aartolahti 1977).

ovat muodoiltaan säännöllisiä, selvästi toisistaan erillisiä, ja muodostavat usein eri suunnista kulkeutuneiden, osittain päällekkäisten dyynien muodostamia verkostoja.

Sisämaadyynit ovat kehityksensä vuoksi morfologialtaan vaihtelevia ja epäsymmetrisiä. Niiden kehittyessä lentohiekasta syntyi ensin tuulen suuntaa vastaan kohtisuoraan olevia poikittaisdyynejä, jotka pitemmälle kulkeuduttuaan tavallisesti kaareutuivat ja muuttuivat paraabelidyyneiksi. Niissä kaari aukeaa alueella vallitsevan tuulen tulosuuntaan. Paraabelidyynien eri osissa kerrokset viettävät eri suuntiin. Niiden haaroissa kerrokset usein leikkaavat toisiaan toistuvan kulutuksen ja kasautumisen seurauksena (Aartolahti 1976). Paraabelidyynin sivujen kasvaessa pituutta saattoi dyyniselänne katketa keskeltä, jolloin syntyi kaksi vierekkäistä dyyniselännettä, jotka tuuli pyrki suoristamaan pitkittäisdyyneiksi (Lindroos 1972).

Jäätikön sulamisen jälkeisinä aikoina vallitsevan tuulen suunta vaihteli usein. Kasvillisuus sitoi dyynit paikoilleen ja muutti ne fossiilisiksi niiden kehityksen eri vaiheissa. Tästä syystä sisämaan dyynit ovat usein muodoltaan epäsäännöllisiä, mutkittelevia ja kumpuilevia. Lisäksi tavataan yhteen kasvaneita dyyniselänteitä ja dyynikimppuja. Dyynien pinnan epätasaisuus johtuu osittain epätasaisesta kasaantumisesta, osittain tuulen kulutuksesta ja uudelleen kasaamisesta. Tyypillisessä poikittaisdyynissä tai paraabelidyynissä tuulen puoleinen sivu on loivempi kuin suojasivu. Tällaisia dyynejä on mm. Sotkamon alueella.

Sisämaadyynit syntyivät valtaosin mannerjäätikön ulkopuolisille alueille heti jään perääntymisen jälkeen noin 8 000 - 10 000 vuotta sitten muinaisen Itämeren ja paikallisten jääjärvien rantavyöhykkeelle. Tällaisia ovat esimerkiksi Oriveden Onnistaipaleen ja Lakkaharjun dyynit sekä Lieksan, Karstulan ja Hyrynsalmen dyynit. Tällöin jäätikön alta paljastunut kasviton hienojakoinen hiekka oli ensin jäätiköltä ja myöhemmin Itämereltä puhaltaneiden voimakkaiden tuulien kuljetettavana ja kasattavana (Aartolahti 1977). Sisämaahan syntyi dyynejä myös järvialtaiden purkautumisen ja vedenpinnan laskun jälkeen kasvittomalle hiekkaiselle rantavyöhykkeelle. Tällaisia ovat mm. Joroisten dyynit. Sisämaan merkittävimmät dyynikeskittymät ovat mm. Rokuanvaaran, Sotkamon, Lieksan, Ilomantsin, Hossan (kuva 19), Pudasjärven ja Posion alueilla (Aartolahti 1973, Lindroos 1972, Heikkinen & Tikkanen 1987 ja Alestalo 1979).

Kuva 19. Metsän peittämiä sisämaadyynejä Suomussalmen Hossan Hypäksessä.
Fig. 19. Forested inland dunes at Hypäs in Suomussalmi.

Tuulikerrostumia on eniten harjujen läheisyydessä. Monissa harjuissa on runsaasti rakeisuudeltaan sopivaa ainesta tuulen kuljetukseen, sillä se on jo aiemmin lajittunut jäätikön sulamisvesien vaikutuksesta. Tuulen on ollut helppo jatkaa aineksen lajittelua ja kasaamista dyyneiksi (Aartolahti 1977). Jäätikön etumaastoon syntyneiden dyynien aines on usein kulkeutunut monien kilometrien matkan lähtöalueeltaan. Dyynien vaeltaminen on loppunut vasta, kun kasvillisuus on sitonut vaeltavan hiekan.

Useimmat dyynit ovat kasvillisuudeltaan karuja, ja maalajitteensa sekä morfologiansa vuoksi niiden kasvillisuus poikkeaa myös harjukasvillisuudesta. Tyypillisiä karuja dyynikasveja ovat mm. puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) sianpuolukka (*Archostaphylos alpina*), variksenmarja (*Empetrum nigrum*), kanerva (*Calluna vulgaris*), erilaiset jäkälät (mm. *Cladonia*) ja lampaannata (*Festuca ovina*). Yleinen dyynien kasvillisuustyyppi, jota esiintyy vain harvoin harjuilla, on ns. kielo-jäkäläkasvillisuus. Muutamat harvinaiset kasvilajit esiintyvät ainoastaan karuilla dyynialueella. Tällaisia ovat esimerkiksi hietaneilikka (*Dianthus arenarius*) ja kangasajuruoho (*Thymus serpyllum*). Sisämaan karut dyynit muodostavat geotoopin, jonka biodiversiteetti on kaikista muista maaperätyypeistä poikkeava. Dyynien karun kasvillisuuden ohella poikkeuksena tavataan myös dyynejä, joiden kasvillisuus on rehevä. Paikoin dyyneillä tavataan tuoreen kangasmetsän lajistoa, johon kuuluvat mm. kuusi, mustikka ja harmaaleppä. Muutamin paikoin dyyneillä kasvaa jopa lehtokasvillisuutta, jossa on runsaasti ruohokasveja, heiniä ja lehtipuita. Tällaista kasvillisuutta tavataan esimerkiksi Joroisissa sekä Tammelan Portaassa. Lehtomainen kasvillisuus dyyneillä on erittäin poikkeavaa, ja siten sen arvo erikoisena biotooppina on suuri.

Metsärajan pohjoispuoliset dyynit ja deflaatioaltaat

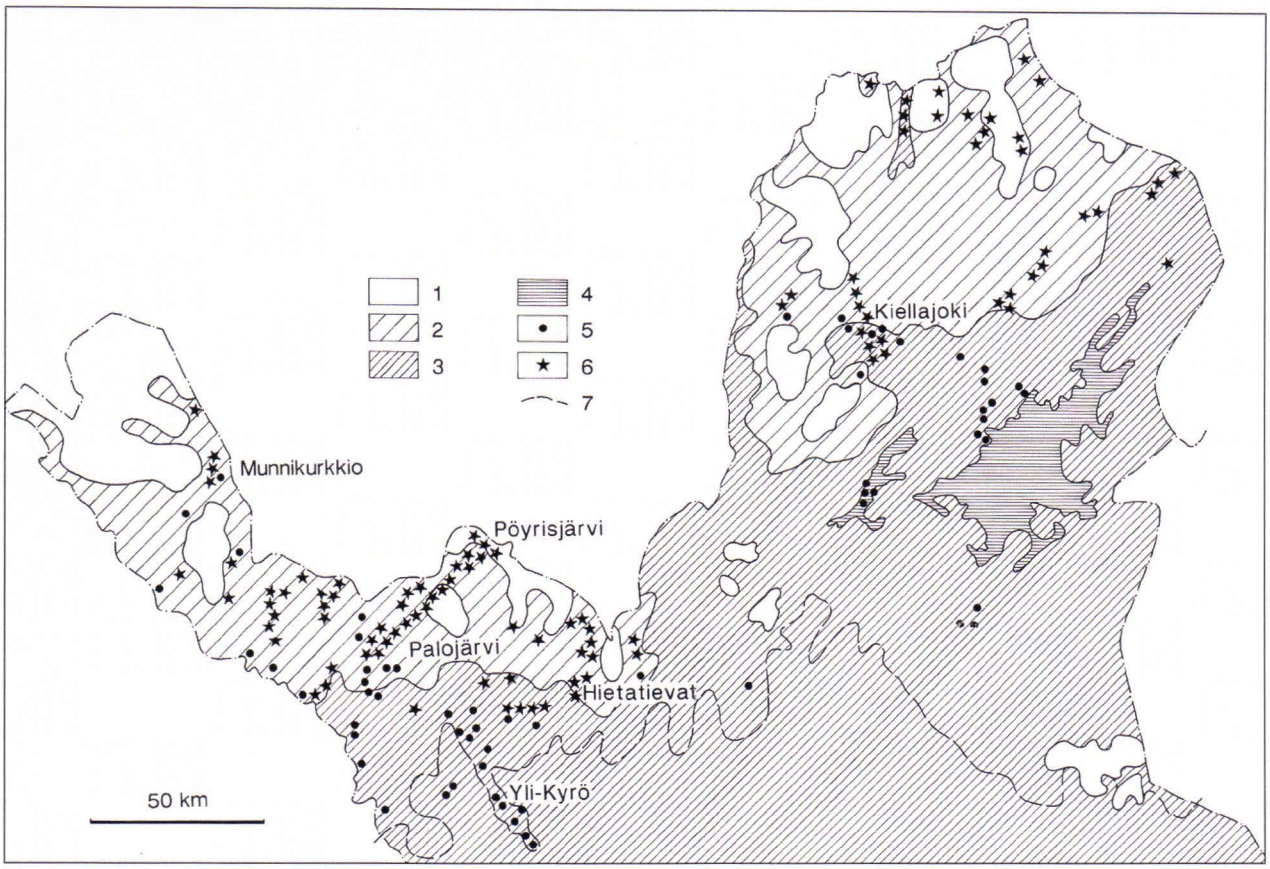
Tuulen toiminta maisemaa muokkaavana tekijänä on erityisen merkittävää Lapin pohjoisosissa, Enontekiöllä ja Inarissa. Yhtenäisen mäntymetsävyöhykkeen pohjoispuolella on useita tuulikerrostuma-alueita, joista monet ovat Suomen laajimpia ja edustavimpia (kuva 20). Alueen erikoispiirteenä ovat tuulen kuluttavasta toiminnasta kertovat kasvittomat deflaatioaltaat.

Suurin osa Pohjois-Lappia oli supra-akvaattista aluetta mannerjäätikön vetäydyttyä sieltä noin 9 800 - 9 400 vuotta sitten. Dyynikenttien muodostuminen alkoi heti periglasiaaliajan kuivassa ja tuulisessa ilmastossa ja jatkui aina boreaalikauden loppuun noin 8 000 vuotta sitten. Silloin Lapin ilmasto muuttui kosteammaksi, ja kasvillisuus peitti kauttaaltaan maan ja sitoi hiekan. Dyynien uudelleen aktivoituminen alkoi noin 300 - 500 vuotta sitten ns. pienen jääkauden aikana. Se ilmenee vanhojen dyynien rikkoutumisena ja deflaatioaltaiden syntymisenä. Ihmisen toiminta, joka nykyisin on tärkein eolista kulutustoimintaa kiihdyttävä tekijä, tuskin vaikutti vielä keskiajan lopussa Pohjois-Lapin dyynien uudelleen aktivoitumiseen, sillä alue oli laajalti asumatonta.

Pohjois-Suomen tuulikerrostumien aines on lähtöisin pääasiassa glasifluviaalisista kerrostumista. Varsinkin Enontekiön itäosissa, jossa tuulikerrostumat ovat yleisiä, on myös runsaasti glasifluviaalisia muodostumia, pääasiassa harjuja, jotka kuuluvat lounaasta koilliseen kulkeviin, jäätikön pohjalla syntyneisiin harjujaksoihin. Tuulikerrostumat sijaitsevat glasifluviaalisten muodostumien päällä tai niiden reunoilla. Ne näyttävät syntyneen varsinkin tasaisille ja alaville alueille, joissa harjut koostuvat pääasiassa hiekasta, ja joissa jäätikön sulamisvesitoiminta sekä periglasiaaliajan fluviaalinen toiminta kuljettivat ja kerrostivat uudelleen harjuainesta. Tuulikerrostumia ei esiinny tunturialueilla, kuten Enontekiön Käsivarressa, Ounastuntureilla ja Inarissa Muotkatuntureilla. Se johtuu siitä, että tunturialueella glasifluviaalista ainesta esiintyy vähän ja sekin on yleensä rakeisuudeltaan liian karkeaa tuulen käsiteltäväksi.

Monet hiekka-alueet, kuten Raattaman - Ketomellan alue Ounasjokilaaksossa, Kuttasen - Kultiman sekä Palojoensuun alueet Muonionjokilaaksossa jäivät jäätikön reunan eteen patoutuneiden jääjärvien alle. Jääjärvivaihetta kesti useimmiten vain joitakin kymmeniä vuosia, ja sen jälkeen vedenpinta laski, ja lopulta jääjärvet kuivuivat. Järvien pohjalta paljastunut kasviton maa joutui tuulille alttiiksi, kun sen pintakerros kuivui.

Metsärajan pohjoispuoliset dyynit ovat muodoltaan enemmän tai vähemmän täydellisiä paraabeleja, jotka aukeavat niiden syntyessä vallinneeseen tuulen suuntaan. Osa paraabelidyyneistä on kärjestä katkennut, jolloin niiden sivuista on syntynyt pitkittäisdyynejä. Alueella esiintyy myös poikittaisia dyynejä. Dyynejä kerrostaneen vallitsevan tuulen suunta vaihteli alueen eri osissa. Enontekiöllä suunta oli luoteesta, kun taas Inarissa se vaihteli lounaan ja luoteen välillä. Kuttasen - Palojärven - Pöyrisjärven harjujakson päälle ja reunalle syntyivät Kultiman, Leppäjärven ja Pöyrisjärven



Kuva 20. Pohjois-Lapin tuulikerrostuma-alueet Tikkasen ja Heikkisen (1995) mukaan. 1 = puuton alue, 2 = tunturikoivikkoalue, 3 = mäntymetsäalue, 4 = järvi, 5 = kasvillisuuden peittämiä dyynejä, 6 = kasvillisuuden peittämiä dyynejä sekä deflaatioalueita ja 7 = kuusimetsien pohjoisraja.
Fig. 20. Areas of eolian deposits in northern Lapland according to Tikkanen and Heikkinen (1995). 1 = treeless areas, 2 = mountain birch areas, 3 = pine forest, 4 = lake, 5 = vegetation-clad dunes, 6 = areas of deflation and dunes covered by vegetation, 7 = timberline of spruce.

dyynikentät. Varsinkin Pöyrisjärvellä osa dyyneistä vaelsi tuulten mukana useiden kilometrien päähän harjusta läheisten moreenipeitteisten vaarojen rinteille.

Kätkäsuvannosta Pallas- ja Ounastunturijakson yli Peltovuomaan ja Kalmankaltioon kulkevan harjujakson reunalle syntyivät Hietatievojen (Ohlson 1957) ja sen pohjoispuolella olevan Hietaharjujen tuulikerrostuma-alueet. Tirron, Kaamasen ja Iijärven lentohiekka-alueet liittyvät Lemmenjoelta Kaamasen kautta Näätämöjoelle kulkevaan, mittasuhteiltaan huomattavan kookkaaseen harjujaksoon, johon liittyy myös deltamaisia laajentumia esimerkiksi Tirrossa. Ivalon alueen dyynit syntyivät Ivalojokilaaksoa pitkin kulkevan harjujakson aineksesta. Inarissa tuulikerrostumia esiintyy harjujen molemmilla puolilla ja jopa harjujaksojen välissä, kuten Partakon alueella.

Edellä mainituilla tuulikerrostuma-alueille on tyypillistä useiden hehtaarien laajuiset lähes kasvittomat deflaatioaltaat, jotka ovat syntyneet tuulen kuluttavan toiminnan seurauksena. Niitä on varsinkin männyn metsärajan pohjoispuolisilla lentohiekka-alueilla, kuten Enontekiöllä Munnikurkkiossa, Hietatievoilla (Ohlson 1957, Seppälä 1974), Pöyrisjärven pohjoispuolella ja Leppäjärvellä (Tikkanen & Heikkinen 1995) sekä Inarissa Kaamasen ympäristössä, Kiellajoella (Seppälä 1971) ja Iijärvellä (Kotilainen 1991). Myös männyn metsärajan eteläpuolella, kuten Raattamassa ja Palojoensuussa (Kallio 1991), on pieniä, noin hehtaarin laajuisia kasvittomia deflaatiopainanteita.

Pohjoisimmassa Lapissa deflaatiota tapahtuu vain noin neljän kuukauden ajan vuodessa, sillä sateet, lumipeite ja lumien sulamisen aiheuttama maan kosteuden lisääntyminen estävät muulloin eolisen toiminnan. Seppälän (1974) Hietatievoilla tekemien mittausten mukaan ilman lämpötilalla ei ole suurta vaikutusta deflaatioon. Vuorokauden ajoista päivällä on tuulisempaa kuin yöllä. Vasta kuuden metrin sekuntinopeudella ja kahden metrin korkeudella maanpinnasta puhaltava tuuli aikaan-

Kuva 21. Vaeltava dyyni Enontekiön Munnikurkkiossa.
Fig. 21. Active dune at Munnikurkkio in Enontekiö.

saa huomattavaa hiekan kulkeutumista. Hietatievojen suuressa deflaatiopainanteessa, joka on kooltaan 5 hehtaaria ja syvyydeltään runsas 3 metriä, vuosittain 1 - 2 senttimetriä paksu hiekkakerros liikkuu pois tuulen mukana. Hiekkaa kasaantuu deflaatiopainanteen reunalle noin 2 senttimetriä vuodessa. Tuloksen perusteella noin kahden metrin korkuisen dyynivallin syntyyn kuluisi sata vuotta ja laajan deflaatiopainanteen syntyyn kuluisi moninkertaisesti pidempi aika (Seppälä 1974).

Deflaatio yleensä päättyy, kun se saavuttaa pohjaveden pinnan ja maa muuttuu kosteaksi. Se päättyy usein myös rakeisuudeltaan sopivan aineksen loppuessa ja karkean glasifluviaalisen hiekan ja soran tullessa näkyviin, kuten esimerkiksi Pöyrisjärven eteläpuolella. Deflaatiopainanne voi kasvaa myös niin syväksi, että tuuli ei saavuta enää sen pohjalla hiekan kuljetukseen riittävää nopeutta. Deflaatioaltaiden reunalla tapahtuu jatkuvaa hiekan uudelleen kerrostumista, joka ei kuitenkaan yleensä peitä alla olevaa kasvillisuutta. Munnikurkkiossa on noin 14 hehtaarin laajuinen deflaatioallas, jonka kaakkoisreunalle kasaantunut dyynivalli vaeltaa koko ajan kaakkoon kohti Siikajärveä (kuva 21). Samalla se peittää alleen järven reunalla olevaa tunturikoivikkoa. Lähes kahden metrin paksuisen hiekkapeitteen alle jääneet koivut ovat vielä elossa, mutta syvemmälle hautautuneet ovat kuolleet. Myös Kaamasjoen ja Kiellajoen alueella Seppälä (1971) on tavannut aktiivisesti liikkuvia paraabelidyynejä.

Rantadyynit

Rannikot ovat lentohiekan muodostumisen kannalta edullisia alueita. Siellä missä merestä kohoava maa on hiekkaa ja missä mereltä puhaltava tuuli kuljettaa ja kasaa kasvittomalta rannalta hiekkaista ainesta, sinne muodostuu vähitellen dyynejä. Sopivia rantoja dyynien kasautumiseen on paikoilla, joissa harju tai hiekkainen reunamuodostuma päätyvät mereen tai joissa joki kerrostaa kuljettamansa hiekan suistoksi. Rannikkodyynejä esiintyy mm. Hankoniemellä, Yyterissä, Kalajoella, Lohtajalla, Siikajoella ja Hailuodossa. Dyynejä syntyi heti jääkauden jälkeen muinaiseen Itämeren rantavyöhykkeeseen, ja niiden kerrostuminen jatkui kohti nykyistä rannikkoa maan kohotessa. Atlanttisella kau-

Kuva 22. Alkiodyyni Porin Yyterissä.
Fig. 22. Small embryonic dune at Yyteri in Pori.

della ilmasto oli nykyistä kosteampaa, mikä ei ollut edullista lentohietikoiden synnylle. Tämän vuoksi Ancylusjärvivaiheen aikaisen rantatason alapuolisilla alueilla on vain vähän dyynejä. Aartolahden (1976) mukaan runsaammin rannikkodyynejä alkoi muodostua vasta ns. pienen jääkauden aikana 300 - 500 vuotta sitten, jolloin ilmasto muuttui hieman viileämmäksi. Osittain syynä on myös ihmisen toiminta, sillä dyynit muodostuivat rannikolle laidunnuksen aiheuttaman eroosion seurauksena (Aartolahti 1976).

Aartolahti (1976) on kuvannut rannikkodyynin kehityksessä seuraavat vaiheet: alkiodyyni, esidyyni, vaeltava dyyni ja fossiilinen dyyni. Alkiodyyni syntyy, kun aallokon lajittelema ja rannalle kasaama hiekka kuivuttuaan lähtee tuulen kuljettamana liikkeelle ja kasaantuu rantavyöhykkeen taakse mätäsmäisiksi kummuiksi (kuva 22). Alkiodyynit ovat 1 - 2 metriä korkeita kuoppaisia selänteitä, jotka ovat osaksi kasvittomia ja osaksi rantavehnän (*Elymus arenarius*) sitomia. Kasvien on vaikea levitä kuivalle ja niukkaravinteiselle alustalle, joka kesäisin saattaa olla polttavan kuuma ja talvella alttiina jäätymiselle, koska suojaava lumipeite puuttuu. Alkiodyynit sijaitsevat rantaviivan suuntaisissa jonoissa. Näistä hiekka siirtyy tuulen kulutuksen ja kuljetuksen seurauksena kauemmaksi rannasta ja muodostaa loivarinteisen, symmetrisen vallin, esidyynin. Esidyynien väliin jää tuulen kuluttama kivinen deflaatioalue. Tästä materiaali kulkeutuu muodostaen rantadyynin, joka vaeltaa tuulen mukana sisämaahan päin. Aartolahden (1976) mukaan rantadyynit vaeltavat vuosittain 0,5 - 2 metriä. Rantadyynit ovat vielä rannan suuntaisia, poikittaisia ja profiililtaan epäsymmetrisiä dyynivalleja, joiden tuulenpuoleinen sivu kuluu ja pysyy loivana, kun taas suojasivu säilyy jyrkkänä. Mikäli dyyni liikkuu pitkän matkan, se taipuu kulkeutumisen edistyessä kaarevaksi paraabelidyyniksi. Vaellettuaan muutaman sadan metrin matkan sisämaahan rantadyynit peittyvät kasvillisuuden alle tuulen voiman heiketessä. Näin alkaa dyynien fossiloituminen. Paikoin jo metsittyneiden rantadyynien välissä on kasvittomia deflaatiokuoppia ja tuulipuurtoja. Niissä tuuli on kuluttanut ja kaivanut hiekkaa puiden juurelta, jolloin juuristoa on paljastunut yli metrin syvyydelle.

Kohdeselostukset

Hankoniemi

Hankoniemi on osa I Salpausselän reunamuodostumaa, joka koostuu pääasiassa glasifluviaalisesta hiekasta ja sorasta. Tuulet ovat kasanneet Salpausselän distaalipuolelle useisiin kohtiin erikokoisia ja erimuotoisia dyynivallialueita (Hellemaa 1998). Niitä tavataan erityisesti Hankoniemen itäosassa Lappvikin, Sandöträsketin ja Tvärminnen välisillä alueilla. Yleensä dyynit ovat kooltaan melko pieniä, tosin joukossa on eräitä varsin pitkiä ja korkeita valleja.

Lähellä meren rantaa dyynit ovat rannan suuntaisia. Ne ovat yli kilometrin pituisia, 5 - 7 metriä korkeita muodostumia. Tyypillinen esimerkki ovat Hallarna-dyynit Koverharin ja Lappvikin välillä. Tvärminnen ja Sandöträsketin välillä on laaja dyynivyöhyke, joka koostuu erisuuntaisista selänteistä. Siellä on 2 - 5 metriä korkeita ja 100 - 200 metriä pitkiä kumpuja ja pieniä paraabelidyynejä. Näiden välillä on tuulen kuluttamia matalia deflaatiopainanteita. Deflaation merkkejä on myös Koverharin ja Tvärminnen välisen maantien varrella (Kielosto et al. 1996).

Alueella on puolustusvoimien laajat harjoitusalueet, ja sen vuoksi dyynikenttien luonnontilaisuus on tuhoutunut monin paikoin täydellisesti.

Porras

Tammelan kunnassa, Portaan kylän länsipuolella sijaitsee alueellisesti merkittävä dyynialue, jossa noin kolmen neliökilometrin alueella on yksi paraabelidyyni sekä muutamia poikittaisdyynejä. Dyynit sijaitsevat yli 115 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella ja ovat kerrostuneet ylimmän rannan eli Yoldiamerivaiheen rantavyöhykkeeseen. Yli kaksi kilometriä pitkä paraabelidyyni nousee keskiosastaan 15 metriä ympäristöään korkeammalle. Poikittaisdyynit ovat enimmillään viisi metriä korkeita. Dyynejä kerrostaneet tuulet ovat puhaltaneet pohjoisen ja luoteen väliltä, ja aines on peräisin läheiseltä Kaukolannummelta. Alue rajoittuu etelässä kallio- ja moreenialueeseen. Dyynien aines on pääasiassa karkeaa hietaa läpimitaltaan 0,06 - 0,2 millimetriä tai hienoa hiekkaa. Hienorakeisempi aines puuttuu kokonaan (Haavisto et al. 1980).

Dyynin kasvillisuus edustaa osittain rehevän kasvupaikan lajistoa. Tyypillisiä lajeja ovat mm. kielo (*Convallária majális*), kalliokielo (*Polygonatum odoratum)*, oravanmarja (*Maianthemum bifolium)*, erilaiset saniaiset (*Polypodiáceae*) ja lauhat (*Deschampsia)*, metsäkurjenpolvi (*Geranium silvaticum*), valkovuokko (*Anemóne nemorósa*), vadelma (*Rúbus idaéus*), maitikka (*Melampýrum*), leppä, kuusi, haapa ja pihlaja. Alueen läpi kulkee kaksi paikallistietä, jotka useassa kohdassa leikkaavat dyynejä. Valtatie 2:lta on alueelle maanteitse matkaa noin kuusi kilometriä.

Yyteri

Yyterin kuuluisa dyynialue sijaitsee meren rannalla noin 15 kilometriä Porin keskustasta, Mäntyluotoon vievän tien länsipuolella. Yyterin alue alkoi kehittyä noin 1 500 vuotta sitten, jolloin alueella oli pieniä saaria, jotka myöhemmin kasvoivat toisiinsa kiinni. Usean neliökilometrin laajuinen dyynialue koostuu eri tyyppisistä lentohiekkakasaumista. Lähinnä rantaa on tuulen jatkuvasti uudelleen muokkaamia rannansuuntaisia rantadyynivalleja (kuva 22) noin 3 kilometrin matkalla, ja niiden välissä on tuulen kuluttamia deflaatiopainanteita. Rantavyöhyke on tuulen ja aallokon sekä ihmisten vapaa-ajan toimintojen vaikutuksesta lähes kasviton. Rantadyynien korkeus on yleensä 2 - 3 metriä. Avoimen hiekkaranta-alueen takana on kasvillisuuden sitomia rannan suuntaisia dyynejä. Ne ovat paikoin kasvaneet kiinni toisiinsa pitkiksi ja korkeiksi valleiksi (Kukkonen & Backman 1988). Esimerkiksi Keisarinpankki on lähes 20 metriä korkea rannikkodyyni, joka koostuu erilaisista kasvillisuuden sitomista suuntautumattomista kummuista, poikittaisista dyyneistä ja kaaridyyneistä. Sellaisissa paikoissa, joissa dyynin kasvillisuuspeite on ihmistoimintojen vuoksi rikkoutunut, tuuli on alkanut uudelleen kuluttaa dyynien pintaosia (Hellemaa 1998). Kaukaisimmat dyynit sijaitsevat noin kolmen kilometrin päässä rannasta.

Yyterin alueella dyyniaines on karkeampaa kuin Suomen sisämaan dyyneissä keskimäärin, sillä yli puolet aineksesta on hiekkaa, jonka raekoko vaihtelee 0,2 millimetristä 2 millimetriin (Kukkonen & Backman 1988). Rantavyöhykkeessä yleisin dyynikasvi on rantavehnä (*Elymus arenarius)*. Muita aktiivisten alueiden tärkeimpiä kasveja ovat punanata (*Festuca Rubra)*, hietakastikka (*Calamagrostis epigejos*), lampaannata (*Festuca ovina)*, hietikkosara (*Carex arenaria*), rönsyrölli (*Agrostis stolonifera*), juolavehnä (*Elymus repens*), suolaarho (*Honkenya peploides)*, sarjakeltano (*Hieracium umbellatum*) ja variksenmarja (*Empetrum nigrum*). Avoimen rantavyöhykkeen takana alkavat harvat mäntymetsät, joissa maanpintaa peittävät jäkälät ja varvut. Yyterin dyyniranta erottuu Satakunnan

moreenirannoista omana geotooppina. Se on hyvin suosittu matkailu- ja virkistyskohde, ja siksi maanpinta on kesäisin kovan kulutuksen kohteena. Mäntyluodon puolella sijaitsevat poikittaisdyynit ovat tuhoutuneet golfkentän rakentamisen yhteydessä.

Onnistaipale - Lakkaharju

Oriveden pohjoispuolelta löytyy kaksi ympäristöstään erottuvaa lentohiekka-aluetta. Niistä eteläisempi, Onnistaipaleen 3 kilometriä pitkä kaareutuva dyynialue sijaitsee Oriveden Hirsilässä noin kilometri kylän keskustasta länteen. Dyynialueen itäreunassa selänteet muodostavat lähes katkeamattoman, hieman mutkittelevan jonon, jonka pääsuunta on suunnilleen koillisesta lounaaseen. Lounaispään länsipuolella noin kahden kilometrin matkalla on kymmenkunta dyyniä, joista läntisimpien selänteiden suunta on pohjoisesta etelään. Muiden suunta on idästä länteen. Dyynien syntyessä pääasiallinen tuulen suunta on ollut luoteesta. Alueella on eripituisia selänteitä, joista pisimmällä on mittaa 1 800 metriä. Pääasiassa ne ovat muodoltaan suoria poikittaisdyynejä. Korkeimmat dyynit, 5 - 7 metriä, sijaitsevat alueen länsiosassa, jossa on myös paraabelidyynejä. Dyynien aines on peräisin alla olevasta, laajasta Hirsilän deltasta, joka kerrostui merenpinnan tasoon Yoldiamerivaiheen aikana. Deltan kohotessa vedenpinnan yläpuolelle tuuli kinosti ainesta dyyneiksi. Dyynit sijaitsevat 190 - 140 metriä nykyisen merenpinnan yläpuolella, ja osa selänteistä on kerrostunut ylimmän rannan yläpuolelle. Komeimmat osat löytyvät Pirunvuoren kohdalta, Hiekkaharjulta ja läntisimmän dyyniselänteen eteläosasta.

Juupajoen kunnassa, Korkeakosken eteläpuolella noin neljä kilometriä Onnistaipaleesta koilliseen sijaitsevan Lakkaharjun kaakkoisrinteelle sekä sen eteläpuolelle on kerrostunut komea dyynialue (kuva 23). Sen hietavaltainen aines on peräisin pohjois- ja koillispuolella olevasta laajasta Korkeakosken deltasta. Poikittaisdyynien pääsuunta on lounaasta koilliseen (Kujansuu et al. 1981). Lakkaharjun ylimmät dyynit sijaitsevat yli 180 metrin korkeudessa. Koska alueen ylin ranta sijaitsee noin 160 metrin korkeudessa (Kujansuu et al. 1981), ovat Lakkaharjun yläosan dyynit syntyneet subra-akvaattisissa olosuhteissa. Dyynit ovat enimmäkseen 300 - 500 metrin pituisia, ja pisin yhtenäinen selänne on yli kilometrin mittainen. Korkeudet vaihtelevat viidestä kymmeneen metriin. Etupäässä ne ovat muodoltaan suoria, mutta alueella tavataan myös muutamia kaartelevia selänteitä. Kor-

Kuva 23. Korkea, supra-akvaattinen dyyniselänne Juupajoen Lakkaharjulla.
Fig. 23. High, supra-aquatic dune ridge at Lakkaharju in Juupajoki.

keimmat dyynit sijaitsevat Lakkaharjun rinteillä. Onnistaipaleen ja Lakkaharjun välisellä alueella on muutama pienehkö dyynialue, kuten Yröskangas ja Kotisuo, sekä Lakkasuon pohjois- ja koillispuolella jokunen yksittäinen dyyniselänne.

Onnistaipaleen ja Lakkaharjun dyynit ovat kasvistoltaan karuja. Niille tyypillistä on poronjäkälän (*Cladonia*) runsaus. Tyypillisiä kasveja ovat lisäksi puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), sianpuolukka (*Arctostaphylos uva-ursi*) ja kanerva (*Calluna vulgaris*). Eteläisimmät dyyniselänteet ovat suon ympäröimiä. Alueella on eri ikäisiä taimikkoja, ja siellä risteilee polkuja sekä muutamia traktoriuria. Lakkaharjun dyyneissä on myös muutamia hiekkakuoppia. Onnistaipaleen dyynialueen eteläreunaa sivuaa uusi metsäautotie. Se on yhteydessä Orivedeltä Mänttään johtavaan maantiehen, jonne on matkaa kilometrin verran.

Kiminki

Pohjanmaan merkittävimmät dyynialueet sijaitsevat alueen poikki kulkevien suurten harju- ja reunamuodostumien läheisyydessä. Dyynit ovat syntyneet joko heti maan vapauduttua jäätiköstä vedenkoskemattomille alueille tai sellaisille alueille, joissa Itämeren vedenpinnan lasku on paljastanut laajoja hiekkakenttiä, jotka ovat jääneet tuulen toiminnalle alttiiksi. Karstulassa Kimingin alueella on parikymmentä suurempaa ja pienempää kaarevaa dyyniä. Mannerjää perääntyi alueelta noin 9 400 vuotta sitten, ja lähes koko Keski-Suomen alue muuttui tuhansien saarien muodostamaksi saaristoksi. Ylin ranta Karstulan alueella on noin 185 metrin korkeudella. Kimingin dyynit ovat alueella, joka sijaitsee 170 - 195 metrin korkeudella, joten ne ovat syntyneet muinaisen Itämeren rantavyöhykkeeseen osittain vedenkoskemattomalle, paljaalle maalle ja osittain heti vedenpinnan laskun jälkeen paljastuneelle maalle.

Kimingin dyynit sijaitsevat hajallaan noin kolme kilometriä pitkällä ja kaksi kilometriä leveällä alueella. Niiden aines on peräisin läheisestä harjusta. Ne ovat 3 - 8 metriä korkeita, ja suurin dyyni, Kortesuonpakat, on 15 metriä korkea ja yli kilometrin mittainen kaareva dyyni. Dyynien suuntaukset vaihtelevat, joten niiden kerrostumisen aikaista tuulen suuntaa on vaikea määrittää. Dyynien poikkileikkauksessa näkyy selvästi selänteiden epäsymmetrinen muoto. Tuulen vastainen sivu on yleensä loiva ja myötäsivu jyrkkä. Kimingin dyynien kasvillisuus on karua, yleensä jäkälä- tai puolukkatyypin männikköä. Alueen luonnontila on järkkynyt paikoin puunkorjuun ja maa-ainesten oton seurauksena. Kimingin dyynit tekee poikkeuksellisiksi niiden suuri koko, sillä yleensä Etelä- ja Keski-Pohjanmaalla ei tavata näin suuria sisämaadyynejä.

Kulho

Pohjois-Karjalassa merkittävimmät dyynialueet sijaitsevat suurten harju- ja reunamuodostumien läheisyydessä. Dyynit ovat usein syntyneet sellaisilla alueilla, joissa muinaisen jääjärven tai Itämeren vedenpinnan lasku on paljastanut laajoja hiekkakenttiä, jotka ovat jääneet tuulen toiminnalle alttiiksi. Näin on tapahtunut myös Aittolammin - Utran alueella ja Joensuun itäpuolella, jossa muinaisen Itämeren pinta laski noin 9 000 vuotta sitten, ja vesistö kuroutui Muinais-Saimaaksi. Tällöin paljastui veden alta suuri harjumuodostuma, Kerolankangas - Utranharju, jonka ympäristöön, lähinnä sen eteläpuolelle tuuli kerrosti muutamia komeita dyynejä sekä peittohiekkakerrostumia.

Aittolammen dyynialue on noin kolme kilometriä pitkä ja kilometrin leveä. Alueella on parikymmentä suurempaa ja pienempää kaarevaa paraabelidyyniä sekä muutamia tuulen suuntaan syntyneitä pitkittäisdyynejä. Yleensä alueen dyynit ovat 3 - 8 metriä korkeita ja suurimmillaan jopa 12 metriä korkeita. Pisimmät paraabelidyynit ovat yli kilometrin mittaisia. Ne avautuvat koilliseen, koska vallitsevat tuulet ovat puhaltaneet sieltä niiden syntyessä. Dyynien poikkileikkauksessa näkyy selvästi selänteiden epäsymmetrinen muoto. Tuulen vastainen sivu on yleensä loiva ja myötäsivu jyrkkä (Lindroos 1972). Dyynien välissä on lampia, ja yhdessä ne muodostavat hienon kokonaisuuden, joka erottuu omana geotooppina. Aittolammen dyynien kasvillisuus on karua. Se on yleensä jäkälä- tai puolukkatyypin männikköä. Siellä tavataan rauhoitettua hietaneilikkaa (*Dianthus arenarius*) ja uhanalaista kangasajuruohoa (*Thymus sepyllum*). Hietaneilikka esiintyy alueella sellaisilla paikoilla, joilla ihmistoiminnan seurauksena luonnontilainen kasvillisuus on tuhoutunut, kuten metsänaurausalueilla.

Aittolampi on kaunis kirkasvetinen järvi. Sen rannoilla on paikoin kohtalaisen tiheä asutus, suurelta osin kesämökkejä. Alueen luonnontila on järkkynyt myös maastossa tapahtuneen liikenteen seurauksena. Ihmisen toiminnasta huolimatta Aittolammen ympäristö on edelleen edustava dyynialue.

Pielisjoen toisella puolella, noin neljän kilometrin päässä Utranharjun eteläpuolella on komea dyyni, joka on 5 - 12 metriä korkea ja lähes kilometrin pituinen. Se on muodoltaan suuri ja loivasti kaareutuva ja poikkileikkaukseltaan sikäli poik-

keuksellinen, että sen tuulen vastainen pohjoissivu on jyrkkä, kun taas suojanpuoleinen eteläsivu on loiva. Utran dyyni on 5 - 12 metriä korkea, ja sen pituus on lähes kilometri. Dyyni sijaitsee keskellä tasaista männikkökangasta, jossa on karua puolukka-jäkälätyypin kasvillisuutta ja vain paikoin rehevämpää mustikkatyypin kasvillisuutta.

Nissilä

Vieremän ja Pyhännän rajalla on noin 15 kilometriä pitkä Hällämönharjun - Valkeiskankaan - Ison Ahvenjärven harju. Sen reunoilla tavataan useita merkittäviä lentohiekkakenttiä. Tärkeimmät niistä ovat Ristiharjun ja Valkeiskankaan dyynialueet.

Ristiharju on kaksi kilometriä pitkä, tyypillisen muotoinen paraabelidyyni. Dyyni muodostaa kaaren, joka on korkeimmillaan 12 metriä. Se on syntynyt Hällämönharjun - Linnaharjun tasoittuneelle lievealueelle luoteistuulien kasaamana. Sen poikkileikkauksessa tuulen vastainen sivu on loiva ja suojasivu jyrkkä. Paraabelidyynin kaaren sisäpuolella on kymmeniä pienempiä dyynejä, lentohiekkakumpuja ja -kinoksia, jotka vuorottelevat pienien suolaikkujen ja lampien kanssa. Alueen kasvillisuus on yleensä karua jäkälä- tai puolukkatyypin kasvillisuutta. Ristiharjulla tavataan harvinainen dyynien kasvilajistoon kuuluva kangasajuruoho (*Thymus serpyllum*).

Valkeiskangas on tasainen, noin 15 km^2:n laajuinen laeltaan tasainen harju, jonka päälle on kasaantunut kymmeniä tuulikerrostumia. Niistä suurimmat ovat paraabelidyynejä ja pienemmät tuulikumpuja. Korkeimmillaan dyynit kohoavat harjutasanteesta noin 12 metriä. Paraabelidyynien lisäksi alueella on myös pitkittäisdyynejä ja ns. kaksoisparaabelidyynejä. Omaleimaisuutta alueelle antaa lisäksi Luvejoki sivuhaaroineen. Joki on uurtanut Valkeiskankaan hiekkaiseen pintaan syviä uomastoja, joista osa on kuivia. Jyrkänpuro-niminen Luvejoen sivuhaara katkaisee myös yhden noin 10 metriä korkean paraabelidyynin, ja varjoisaan purouomaan on syntynyt rehevä korpikasvillisuus. Luvejoen vesistö kuuluu suojeltavien jokivesien luetteloon.

Alueen dyynien kasvillisuus on pääosin karua poronjäkäläkasvillisuutta, mutta paikoin tavataan erikoista, jäkälä-kielokasvillisuustyyppiä, jossa jäkälistä muodostuneella pohjakerroksella kasvaa harvakseen kieloja (*Convallária majális*). Valkeiskankaan pohjoispuolen dyynien päällä kulkee ulkoilureitti. Hällämönharju - Valkeiskangas - Iso Ahvenjärvenharju kuuluvat valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984).

Kalajoki

Kalajoella, Perämeren rannalla on laaja, usean kymmenen neliökilometrin laajuinen glasifluviaalinen hiekka-alue, joka on suureksi osaksi rantavallien ja dyynien peitossa. Se on osa pitkää, läpi Pohjanlahden rannikolta Pieksämäen kautta Salpausselälle kulkevaa harjua, joka kuitenkin Kalajoella on menettänyt harjumaisen muotonsa ja tasoittunut kokonaan hiekkakentiksi tuulen ja rantavoimien vaikutuksesta.

Alueen pohjoisosassa olevalla Maristonpakoilla (kuva 24) valtaosa dyyneistä on fossiilisia, mutta osa dyyneistä on myös eläviä ja liikkuvia. Maristonpakkojen dyynit ovat selvästi muodostuneet ensin rantavalleiksi, jotka ovat myöhemmin dyyniytyneet. Maristonpakat on dyynialueena omalaatuinen, sillä osa dyyneistä on suuntaukseltaan pohjois-eteläisiä ja osa on niihin 90°:n kulmassa. Yleensä nämä dyynit ovat melko pieniä, alle 3 metriä korkeita. Paikkaan, jossa dyynien suunta muuttuu, on syntynyt muutamia suuria, jopa 12 metriä korkeita, makkaramaisesti mutkittelevia dyynejä, joista osa on liikkuvia. Ne peittävät alleen kasvavaa metsää. Lisäksi makkaramaisten dyynien alueella tavataan deflaatioalueita, jota kasvillisuus on paikoin alkanut sitoa. Ensin hiekalle ilmestyvät sianpuolukka (*Archostaphylos alpina*), variksenmarja *Empetrum nigrum*) ja hietatikka (*Melampyrum*), ja niitä seuraavat myöhemmin kanerva (*Calluna vulgaris*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ja mänty (*Pinus sylvestris*). Maristonpakkojen alueelle on tehty hiihtolatujen uria, joista eroosio on osittain päässyt uudelleen liikkeelle. Maristonpakat kuuluu valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984). Se onkin edustavin osa laajaa Kalajoen dyynikenttää (Maa- ja metsätalousministeriön harjujensuojelutyöryhmä 1980).

Hietasärkät, joka matkailijoiden keskuudessa tunnetaan nimellä Kalajoen hiekkasärkät, on lentohiekka-alueen keskiosissa, pari kilometriä Maristonpakoista lounaaseen. Se sijaitsee aivan meren rannassa ja on kokonaan elävien rantadyynien aluetta. Dyynit ovat rannan suuntaisissa jonoissa, ja ne ovat yleensä noin metrin korkuisia. Ne muodostuivat vedenalaisista hiekkasärkistä ja rantavalleista, jotka kohottuaan merestä ja kuivuttuaan joutuivat tuulen toiminnalle alttiiksi ja muodostuivat pieniksi alkiodyyneiksi. Rantadyynien päällä kasvaa yleensä rantavehnätuppaita (*Elymus arenarius*), jotka sitovat dyynin ns. esidyyniksi (Aartolahti 1976). Toisaalta Hietasärkkien alueella liikkuvat dyynit ovat myös peittäneet kasvavaa metsää alleen (Heikkinen & Tikkanen 1987). Hietasärkät on

Kuva 24. Ihmistoiminnan kiihdyttämä tuulieroosio on tuhonnut kasvillisuutta Kalajoen Maristonpakoilla.
Fig. 24. Wind erosion accelerated by human activity has destroyed vegetation in Maristonpakat, Kalajoki.

kokonaisuudessaan matkailun käytössä. Alueella on mm. hotelli, leirintäalue, ravirata, kylpylä, huvipuisto, uimaranta ja lomamökkejä.

Pari kilometriä Hietasärkiltä lounaaseen, noin puolen kilometrin päässä merestä, sen ja Siiponjoen välissä on Viitapakkojen tuulikerrostuma-alue. Viitapakat muodostuu yhdestä isosta, melko säännöllisen muotoisesta paraabelidyynistä, joka on syntynyt kymmenistä yhteen kasvaneista kumpareista. Niistä matalimmat ovat meren puolella ja suurimmat sisämaan puolella. Paraabelidyyni on korkeimmillaan 15 metriä. Se on noin 700 metriä pitkä ja yli sata metriä leveä. Viitapakkojen merenpuoleinen tuulen vastainen sivu on erittäin loiva ja vastasivu on hyvin jyrkkä, joten dyynillä on hyvin epäsymmetrinen muoto. Viitapakoilla kasvaa kuivan kankaan kasvillisuutta. Monin paikoin tuulikerrostuma-alue on alkanut kulua kasvillisuuden tuhoutumisen seurauksena (kuva 25).

Siiponjoen tuulikerrostuma-alue on pari kilometriä Hietasärkiltä etelään ja rannikolta pari kilometriä sisämaahan päin. Siellä on runsaasti matalia, metsittyneitä, rannan suuntaisia dyynejä ja rantavalleja. Alueen kasvillisuus on kuivaa puolukkatai kanervatyypin kangasmetsää, ja myös jäkäläpeitteisiä dyynejä tavataan alueella. Dyynit vaihtuvat rantavalleiksi ilman mitään selvää rajaa. Suurimmat rantavallit ovat parin metrin korkuisia. Niille on tyypillistä, että selänteet ovat lähellä toisiaan, ja selänteiden välissä on kapeita painanteita. Tämä johtuu ilmeisesti hiekan valumisesta vierekkäisiltä valleilta niiden väliseen painanteeseen. Siiponjoen alueen dyynit ovat suoria, ja niiden suurin korkeus on noin viisi metriä. Erikoisuutena Siiponjoen alueella on mutkikas jokiuoma, joka on uurtanut itsensä syvälle hiekkaiseen maaperään. Siiponjoelle ovat tyypillisiä meanderit, kuiville jääneet uoman osat sekä juoluajärvet (Maa- ja metsätalousministeriön harjujensuojelutyöryhmä 1980). Siiponjoen alue kuuluu valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan (Ympäristöministeriö 1984).

Kalajoen rannikoilla olevat poikittaisdyynit alkoivat muodostua niiden sijainnista ja maankohoamisesta päätellen noin 300 - 500 vuotta sitten, jolloin ilmasto viileni ns. pienen jääkauden aikana. 1800-luvun alussa dyynit alkoivat vaeltaa kohti sisämaata ihmisen toiminnan, kuten laidunnuksen ja metsäpalojen seurauksena (Aartolahti 1976, Heikkinen & Tikkanen 1987).

Tauvo

Siikajoen Tauvo on noin 300 hehtaarin laajuinen lähes kasviton merenranta-alue, jossa on havainnollisesti nähtävissä tuulen toiminnan vaikutus merestä paljastuvaan maaperään. Alueella tavataan

tuulen kuluttamia deflaatiopintoja. Lisäksi siellä on näkyvissä koko dyynin kehityssarja: alkiodyynejä, esidyynejä, vaeltavia alkiodyynejä sekä kasvillisuuden sitomia hiekkakerrostumia (kuva 26).

Kuva 25. Pinnaltaan erodoitunutta dyyniä Kalajoen Viitapakoilta.
Fig. 25. Dune with eroded surface, Viitapakat in Kalajoki.

Kuva 26. Siikajoen Tauvossa on maisemallisesti erikoinen alue kasvittomine deflaatioaltaineen ja alkiodyyneineen.
Fig. 26. Tauvo in Siikajoki shows a special landscape of barren deflation basins and embryonic dunes.

Dyynin kehityksen viimeisenä vaiheena on Itä-Tauvon fossiloitunut, metsäinen dyyni, joka sijaitsee muutaman kilometrin päässä Tauvosta.

Tauvon alkiodyynit sijaitsevat siellä täällä ilman järjestystä. Ne ovat mätäsmäisiä muodostumia, jotka ovat syntyneet, kun tuulen kuivaama ja kuljettama hiekka on kasaantunut kumpareiksi. Esidyynit muodostavat loivarinteisiä, symmetrisiä valleja. Deflaatioalueet ovat matalia ja vailla omaa morfologista muotoa. Kulutusta on tapahtunut ainoastaan niin syvälle kuin hiekka on kuivaa ja tuulen irrotettavissa.

Tauvon alue on maisemaltaan erikoinen ja ympäristöstään huomattavasti poikkeava geotooppi, joka on selvästi syynä alueen yksipuoliseen ja karuun kasvillisuuteen. Tauvon alueella on myös geologista merkitystä paitsi dyyniensä, myös kehittymään lähtevien soiden alkioiden takia. Näistä ns. fladat ja kluuvijärvet ovat suojeltuja luonnonsuojelulain nojalla. Biologisesti alue on merkittävä kasvillisuustutkimuksen kannalta, sillä siellä tapaa pioneerilajistoa, joka levittäytyy ensimmäisenä merestä nousevalle maalle. Alue on merkittävä myös linnustonsa vuoksi. Tauvo on Oulun lääninhallituksen päätöksellä suojeltu alue.

Hailuoto

Mannerjää hävisi Oulun ympäristöstä Sauramon (1940) mukaan noin 9 000 vuotta sitten. Deglasiaatiovaiheessa syntyi Marjaniemestä Hyypänmäkeen kulkeva glasifluviaalinen muodostuma, jota on pidetty harjuna sekä reunamuodostumana. Jäätikön hävittyä alue jäi Itämeren peittoon useiksi vuosituhansiksi. Hailuodon saari on geologisesti hyvin nuori, sillä sen selkärangan muodostava glasifluviaalinen muodostuma nousi pitkänä särkkänä Pohjanlahdesta vasta noin 1 800 vuotta sitten.

Saaren korkein kohta, 31 metriä korkea Hyypänmäki sijaitsee glasifluviaalisen muodostuman päällä. Se on osa dyyniselännettä, joka kohoaa 16 metriä ympäristöään korkeammalle. Hyypänmäki ja sen ympärillä olevat dyynit ovat 5 - 12 metriä korkeita paraabelidyynejä, jotka aukeavat lounaaseen. Ne ovat 0,5 - 1,5 kilometriä pitkiä ja 100 - 200 metriä leveitä selänteitä. Niiden syntyessä noin 1 000 - 1 700 vuotta sitten vallitseva tuulen suunta näyttää olleen lounaasta, kuten nykyisinkin (Alestalo 1979).

Poikittaisdyynejä esiintyy paraabelidyynien ympärillä, 10 - 17 metrin korkeudella. Ne ovat luodekaakkosuuntaisia, 3 - 5 metriä korkeita ja 300 - 500 metriä pitkiä selänteitä. Niiden suuntaus ei seuraa muinaista rantaviivaa. Sen sijaan lähellä nykyistä rantaviivaa, 5 - 10 metrin korkeustasojen välissä olevat dyynit ovat rannan suuntaisia, 500 - 700 metriä pitkiä ja 0,5 - 2 metriä korkeita harjanteita. Dyynialueella kasvavat puulajit ovat mänty ja kataja. Paikoin tuulieroosio on kaivanut hiekkaa mäntyjen juurelta niin, että juuristoa on paljastunut yli metrin syvyydeltä. Dyyneille tyypillisiä kasveja ovat männyn ja katajan lisäksi variksenmarja (*Empetrum hermaphroditum*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*), puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), kanerva (*Calluna vulgaris*) ja poronjäkälä (*Cladonia*) sekä painanteissa suopursu (*Ledum palustre*). Saaren pohjoisosassa vyöhykkeellä, joka sijaitsee rannan ja 5 metrin korkeustason välissä, esiintyy vain aallokon muovaamia rantavalleja. Alestalon (1979) mukaan pohjoisrannalla on erotettavissa 75 allekkaista rantavallia.

Saaren länsipäässä Marjaniemessä, aivan rannan tuntumassa on avoin, noin 1 km^2:n laajuinen hiekkakenttä. Siellä on kaksi 1,5 - 2 metriä korkeaa, 5 - 10 metriä leveää ja 500 - 600 metriä pitkää rannan suuntaista alkiodyyniä noin 50 metrin päässä vesirajasta. Alkiodyyneillä kasvaa rantavehnää (*Elymus arenarius*) ja rönsyrölliä (*Agrostis stolonifera*), ja ne sitovat juurillaan hiekkaa (kuva 27). Niiden takana on 500 metriä pitkä ja 300 metriä leveä deflaatioalue, jolle tyypillisiä kasveja ovat merivihvilä (*Juncus balticus*), lampaannata (*Festuca ovina*) ja ahosuolaheinä (*Rumex asetocella*) (Alestalo 1979). Puita alkiodyyneillä ja deflaatioalueella ei kasva. Deflaatioalueen takana alkavat ensimmäiset fossiiliset ja metsittyneet poikittaisdyynit.

Dyynien poikki kaivetut tiet, metsänhakkuu, kotieläimet sekä varsinkin kirkonkylän keskustan rakennustoiminta ovat aiheuttaneet kasvipeitteen tuhoutumisen. Koska lampaiden määrä on vähentynyt, aiemmin laajat deflaatioalueet ovat pienentyneet ja metsittyneet. Marjaniemen rantavyöhykkeessä tuulelle on tarjolla avointa hiekkapintaa liikuteltavaksi. Aivan rannalla aallokko ja talvisten jäiden työntö pitävät hiekan kasvittomana. Sisempänä rantavyöhykkeessä eroosioon on syynä matkailu. Suositulla uimarannalla dyynikasvillisuus tallautuu kuoliaaksi, ja hiekka lähtee liikkeelle.

Rokuanvaara

Utajärven, Muhoksen ja Vaalan kuntien rajalla sijaitsee Rokuanvaara, joka on synnyltään glasifluviaalinen muodostuma, ilmeisesti harjun laajentuma. Glasifluviaalista ainesta peittävät kaikkialla postglasiaaliset tuulikerrostumat. Vaaran ympärillä levittäytyvät rantakerrostumat. Rokuanvaara ja siihen liittyvät Pikku-Rokua ja Palokangas ovat

Kuva 27. Rantavehnää (*Elymus arenarius*) kasvavia alkiodyynejä Hailuodon Marjaniemessä.
Fig. 27. Embryonic dunes growing lyme grass (Elymus arenarius) in Marjaniemi, Hailuoto.

alaltaan yhteensä noin 120 km^2. Osa vaaran eteläreunasta on rajattu kansallispuistoksi. Korkein kohta, Pookivaara, kohoaa 194 metrin korkeuteen. Sen ympärillä on useita 180 metrin korkeudelle ulottuvia harjanteita, joten Rokuanvaaran keskiosat ovat noin 60 - 90 metriä ympäröivää tasankoa ylempänä.

Rokuanvaaran lakialueet ovat kauttaaltaan paraabelidyynien peitossa (kuva 8). Dyynit ovat kooltaan huomattavia. Niiden pituus on 20 - 2 000 metriä ja leveys 10 - 250 metriä. Dyynin levein kohta on yleensä sen keskiosassa, ja sen korkeus on keskimäärin 10 - 12 metriä. Korkeimmat dyynit sijaitsevat Rokuanvaaran itäpäässä (Saarnisto 1984). Monin paikoin dyynit näyttävät vielä korkeammilta, jos niiden juurella on suppa. Dyynien välinen etäisyys vaihtelee 100 ja 200 metrin välillä. Niiden välissä on kuitenkin usein matalia, yhdistäviä selänteitä. Suurimmat dyynien väliset etäisyydet ovat tasaisella alueella Rokuanjärven itäpuolella (Aartolahti 1973). Poikkileikkaukseltaan dyynit ovat epäsymmetrisiä. Paraabolinen kaari aukeaa länteen tai länsiluoteeseen, ja se kuvastaa dyyniä kerrostaneen tuulen suunnan. Tuulenpuoleisen rinteen vietto on noin 10°, kun taas suojanpuoleinen rinne on aina yli 20° ja dyynialueen keskiosassa joskus jopa 30°. Dyynien keskellä esiintyy fossiilisia deflaatioalueita, jotka ovat pieniä lampia tai soita. Niistä laajimmat ovat yli kymmenen hehtaarin suuruisia. Nykyiset, usein ihmisen toiminnan seurauksena syntyneet deflaatioalueet, ovat läpimitaltaan 5 - 20 metriä ja syvyydeltään 0,5 - 1 metriä. Niitä esiintyy dyyniselänteiden harjalla.

Rokuanvaaralle alkoi syntyä dyynejä pian sen jälkeen, kun se kohosi merenpinnan yläpuolelle noin 9 000 vuotta sitten. Niiden syntyä lienee edistänyt boreaalikauden kuiva ja lämmin ilmasto. Ancylusjärven vedenpinnan laskettua 130 - 140 metrin korkeustasolle noin 8 500 vuotta sitten kasvipeite sitoi dyyniaineksen (Saarnisto 1984). Dyynit ovat raekoostumukseltaan hienoa hiekkaa tai karkeaa hietaa. Yli kahden millimetrin läpimittaista ainesta dyyneistä ei ole löytynyt (Aartolahti 1973). Koko Rokuanvaaran glasifluviaalinen muodostuma, lukuun ottamatta joitakin siirtolohkareita, on aineksellaan huomiota herättävän hienorakeista, pääasiassa hiekkaa. Glasifluviaalisen aineksen hiekkavaltaisuus onkin tärkein syy Rokuanvaaran laajoille dyynikerrostumille.

Dyyneillä kasvaa valtapuulajina mänty. Muita dyynialueelle tyypillisiä kasveja ovat puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), kanerva (*Calluna vulgaris*) ja variksenmarja (*Empetrum hermaphroditum*). Poronjäkälä (*Cladonia*-lajit) on hyvin luonteen-

omainen kuiville alueille, kun taas suppakuopissa kasvaa myös mustikkaa (*Vaccinium myrtillus*) (Aartolahti 1973).

Rokuanvaaran alarinteitä kiertävät allekkaisina sarjoina aallokon kasaamat rantavallit (kuva 8). Ainekseltaan ne ovat karkeampia kuin dyynit, ja ne koostuvat hienosta hiekasta ja jonkin verran karkeasta hiekasta. Rantavallimuodostumia jatkuu vielä Rokuanvaaran länsi- ja luoteispuolella olevilla tasaisilla alueilla, joissa suorat tai loivasti kaareutuvat kapeat harjanteet kohoavat suon pinnan yläpuolelle.

Ihmiset ovat toiminnallaan, esimerkiksi ammattimaisella jäkälänpoiminnalla, aiheuttaneet monin paikoin kasvipeitteen tuhoutumisen. Vaaran päällä sijaitsee kaksi matkailukeskusta, hiihtostadion, laskettelurinne, kymmeniä kesämökkejä sekä niiden välissä tieverkosto. Niiden vaikutuksesta dyynejä verhoava ohut kasvipeite on paikoin tuhoutunut ja hiekka paljastunut. Alueen poikki kulkee myös retkeilypolkuja ja hiihtolatujen pohjia, joissa näkyy kasvipeitteen kulumista. Opastetut ja ohjatut kävelyreitit auttavat osaltaan retkeilyn keskittymistä määrätyille urille, jolloin muut alueet säilyvät kulutukselta suojassa.

Sotkamo

Tuulikerrostumat ovat Kainuulle erittäin tyypillisiä. Niitä tavataan lähes jokaisen suuren glasifluviaalisen muodostuman päällä ja niiden läheisyydessä. Dyynien esiintyminen on erityisen yleistä sellaisilla alueilla, joissa muinaisen jääjärven nopea lasku on paljastanut laajoja hiekkakenttiä, jotka ovat sitten jääneet tuulen toiminnalle alttiiksi. Näin tapahtui mm. Sotkamon kaakkoispuolella, jonne patoutunut Sotkamon jääjärvi purkautui noin 9 250 vuotta sitten. Tällöin vedenpinta laski lyhyessä ajassa noin 25 metriä (Kilpi 1937, Kemiläinen 1982). Veden alta paljastui suuri harjumuodostuma, Selkämäki - Riekinkangas, jonka ympäristöön, lähinnä sen eteläpuolelle syntyi satoja dyyniselänteitä sekä runsaasti muita lentohiekkakasautumia ja -kumpareita. Dyynialue on noin kymmenen kilometriä pitkä ja suurimmillaan kolme kilometriä leveä. Osa dyyneistä on syntynyt Sotkamon jääjärven purkautumisen ja vedenpinnan laskun jälkeen paljastuneesta aineksesta, mutta valtaosa dyyneistä on syntynyt vasta myöhemmin Itämeren väistyttyä alueelta.

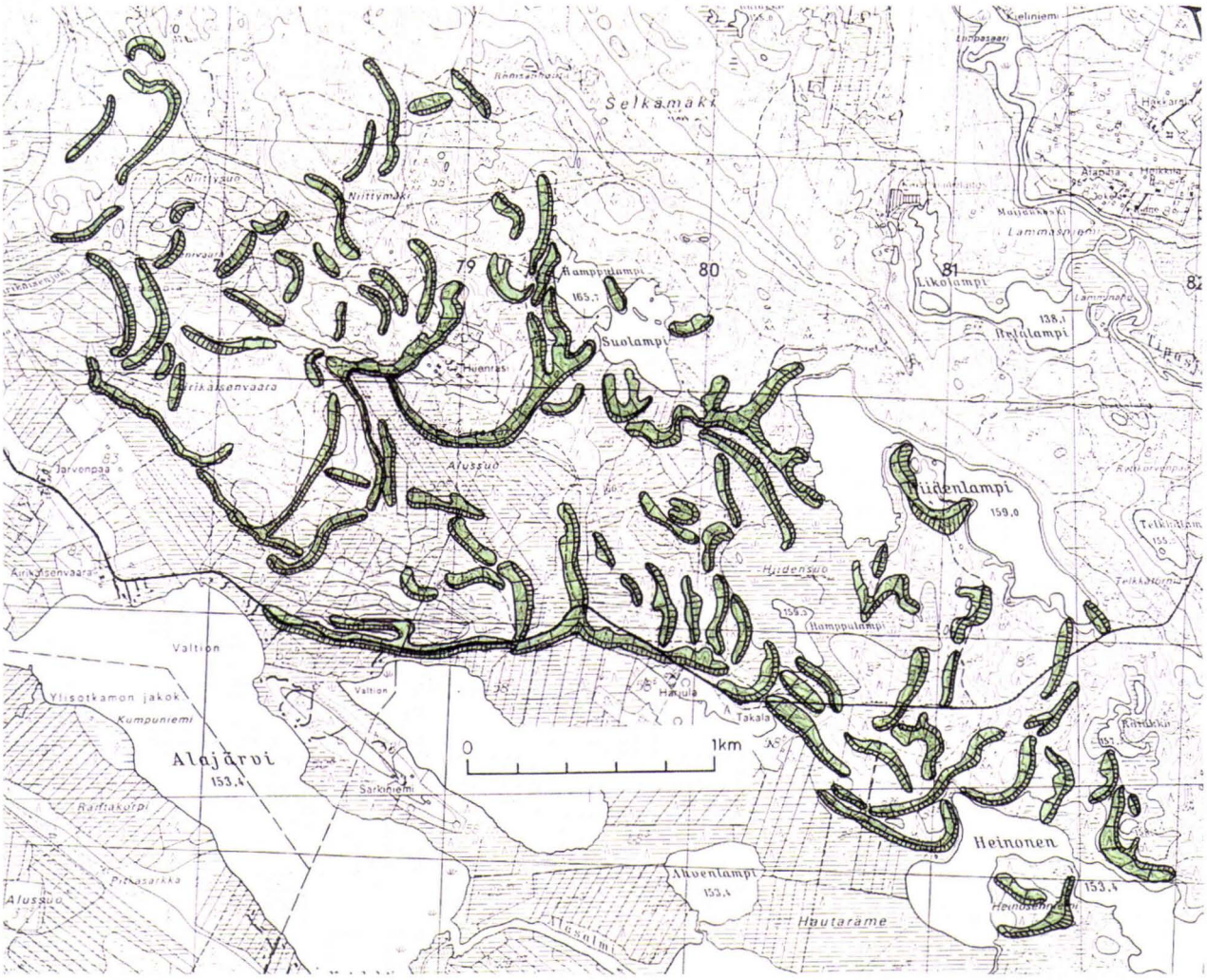
Merkittävin dyynikeskittymä on Isomäen alue Selkämäen lounaispuolella. Alueella on parikymmentä suurempaa tai pienempää kaarevaa paraabelidyyniä (kuva 28). Yleensä nämä ovat 3 - 8 metriä korkeita ja suurimmillaan jopa 12 metriä korkeita selänteitä. Huomattavimmat paraabelidyynit ovat noin 1,5 kilometriä pitkiä. Paraabelidyynien sisällä on runsaasti suuntautumattomia makkaramaisia dyyniselänteitä, dyynikumpuja ja lentohiekkakinoksia. Paraabelidyynit avautuvat länteen ja niiden poikkileikkauksessa tuulen vastainen sivu on loiva ja myötäsivu jyrkkä. Dyynit muodostavat hienon verkoston, ja monesti selänteiden väliin jää suolaikkuja. Alueen etelä- ja itäosissa dyynit sijaitsevat pienien järvien rannoilla ja yhdessä niiden kanssa selänteet muodostavat hienon maisemallisen kokonaisuuden. Alueen geologista monipuolisuutta lisää vielä dyynien eteläpuolella olevat neulamaiset matalat drumliinit.

Dyynien kasvillisuus on karua. Se on yleensä jäkälä tai puolukkatyypin männikköä. Huomionarvoista on alueella kasvava rauhoitettu hietaneilikka (*Dianthus arenarius*). Sitä esiintyy sellaisilla paikoilla, joilla ihmistoiminnan seurauksena luonnontilainen kasvillisuus on tuhoutunut, kuten metsänaurausalueilla ja tienpenkereillä. Isomäen alueen ulommainen dyyni on osittain tiestön rikkoma. Alueella on tehty myös metsänhakkuita ja kevyttä metsänaurausta. Siitä huolimatta Isomäen alue on edustava dyynikokonaisuus.

Heinosen dyynialue on suoraa jatkoa Isomäen dyynikentälle, mutta Heinosen alueella ei ole paraabelidyynejä yhtä paljon kuin Isomäen alueella. Dyynit ovat yleensä joko poikittaisia, pohjois-eteläsuuntaisia tai pitkittäisiä, itä-länsisuuntaisia dyynejä, jotka ovat yleensä 2 - 8 metriä korkeita ja noin 0,5 kilometriä pitkiä. Poikittaisia dyynejä esiintyy harjujen eri osissa siten, että laella ne ovat matalampia kuin harjukumpujen välisissä laaksoissa. Pitkittäiset dyynit ovat syntyneet laaksojen pohjalle. Alueen kasvillisuus on karua jäkälä-kanervakasvustoa.

Hyrynsalmi

Hyrynsalmen Kirkkokankaan harjulla on useita dyynialueita muutamien kilometrien päässä toisistaan. Ne syntyivät muinaisten jääjärvien, kuten Hyrynsalmelle ulottuneen Sotkamon jääjärven vedenpinnan laskun seurauksena paljastuneille laajoille hiekka-alueille (Kemiläinen 1982). Niistä merkittävin on Poskisärkkien alue. Poskisärkät on suuri, yhteensä neljä kilometriä pitkä ja tyypillisen muotoinen paraabelidyyni. Se muodostaa suuren länteen avautuvan kaaren Honkavaaran pohjois- ja itäpuolelle. Paraabelidyynin korkeus on suurimmillaan jopa 15 metriä. Sen poikkileikkauksessa tuulen vastasivu on loiva ja myötäsivu jyrkkä. Paraabelidyynin kaaren sisäpuolella on kymmeniä pienempiä dyynejä, lentohiekkakumpuja ja peitto-



Kuva 28. Sotkamon Isomäen alueella vihreällä kuvattujen paraabelidyynien muodoista voidaan päätellä vallitsevan tuulen suunnan olleen lännen ja luoteen väliltä. Pohjakartta © Maanmittauslaitos lupa nro 13/MYY/99.
Fig. 28. From the shape of the parabolic dunes represented in green, one can deduce that the dominating wind was westerly to northwesterly. Isomäki area, Sotkamo. Topographic base map © National Board of Survey, authorization no. 13/MYY/99.

hiekkakinoksia, jotka vuorottelevat pienten ojitettujen suolaikkujen kanssa. Dyynit ovat kasaantuneet moreenin päälle, ja niiden aines on kulkeutunut tuulen mukana noin neljän kilometrin matkan lähtöalueeltaan, Portinsärkän - Kirkkokankaan harjusta. Poskisärkkien biotooppi on karua, yleensä jäkälä- tai puolukkatyypin kasvillisuutta. Poikkeuksena muiden karujen dyynien kasvillisuuteen alueella kasvaa kuusia.

Mustasuonsärkät muodostuvat noin kymmenestä dyynistä (kuva 29). Näistä suurin on maisemallisesti merkittävä, 1,5 kilometriä pitkä yhtenäinen selänne luonnontilaisella Mustasuolla. Sen korkeus on seitsemän metriä. Dyynit sekä niiden ympäristöalueet ovat Metsähallituksen luonnonhoitometsää, ja sinne on raivattu aukkoja hiihtoladuille.

Ahvenlammen alueella on kymmeniä dyynejä, joista valtaosa on pieniä. Oravijoen mutkassa on yksi ellipsin muotoinen dyyni. Muutoin dyyneillä ei ole mitään selvää suuntausta, vaan ne muodostavat mutkittelevia, katkeilevia ja epämääräisiä selänteitä, joista muodostuu verkostoja. Välissä on soita tai purolaaksoja. Ahvenlammen alueella on tehty hakkuita, kevyttä metsämaan aurausta ja soiden ojituksia.

Hossa

Hossan dyynialueet sijaitsevat Suomussalmen kunnan pohjoisosissa sekä osaksi Kuusamon eteläosassa. Ne sijaitsevat supra-akvaattisella alueella Pudasjärven - Taivalkosken - Hossan saumamuodostuman ympärillä. Muodostuma katkeaa Hossanjoen kohdalla. Dyynejä on alueella useana erillisenä keskittymänä, joista tärkein osa-alue on 4 kilometriä Hossan kylän pohjoispuolella oleva Hy-

Kuva 29. Metsän ja jäkälän peittämät sisämaadyynit ovat tyypillisiä Kainuun maisemille. Kuvassa Hyrynsalmen Mustasuonsärkkä.
Fig. 29. Inland dunes covered by forest and lichen are typical of the Kainuu landscapes. The picture shows Mustasuonsärkkä in Hyrynsalmi.

päksen dyynialue (kuva 19). Komeita dyynejä on myös noin 5 kilometriä Hossan kylän eteläpuolella Niskakankaan - Ukonsärkän alueella sekä noin 7 kilometriä Hossan eteläpuolella olevalla Löytölän alueella. Kuikansärkillä Hossasta lounaaseen on yhteensä parikymmentä matalaa dyyniä.

Dyynien aines on alunperin jäätikön etumaastoon kerrostunutta proglasiaalista hiekkaa, joka on kerrostunut maaston painanteisiin laaksontäytteiksi. Kun alue vapautui mannerjään alta noin 9 500 vuotta sitten, se muuttui kuivaksi maaksi. Kasvittomissa periglasiaaliajan olosuhteissa laaksontäytehiekoista muodostui jäätiköltä puhaltavien voimakkaiden tuulten voimasta kaarenmuotoisia paraabelidyynejä, jotka aukeavat länsiluoteeseen. Hiekkaa liikkui ja kasaantui dyyneiksi niin kauan, kunnes dyynien väliset painanteet alkoivat soistua, ja kasvillisuus sitoi dyynien pinnan. Dyynit ovat vaeltaneet Hossan alueella pitkiä matkoja, joten niiden muodostumisen voidaan päätellä kestäneen satoja vuosia.

Hypäksen alueella erillisiä dyyniselänteitä on parikymmentä. Ne ovat 50 - 100 metriä leveitä ja usein yli kilometrin pituisia. Niiden korkeus on keskimäärin 4 - 6 metriä, mutta yli 10 metriäkin korkeita dyynejä on Haapokankaan alueella, Hossan pohjoispuolella. Dyynien kasvillisuus on tyypillinen karujen kankaiden kasvillisuus. Hypäksen alue on Metsähallituksen retkeilyaluetta, ja se sijaitsee Hossan retkeilykeskuksen lähimaastossa. Sen kautta tehdyt paikallistiet ja kärrypolut, maastokulkuneuvojen aiheuttamat jäljet, hiihtolatujen pohjat sekä porojen laidunnus ovat vaurioittaneet laajoilla alueilla dyynien ohutta kasvipeitettä.

Raattama

Kittilän ja Enontekiön rajalla, Raattaman kylän ympäristössä sekä siitä noin 20 kilometrin matkalla Ounasjokivartta ylöspäin aina Ketomellaan asti on yhtenäinen dyynikenttä, joka peittää noin 60 km^2:n laajuisen alueen jokilaaksossa. Alueen poikki kulkee Raattamasta Peltovuomaan johtava hyväkuntoinen maantie sekä siitä lähteviä huonokuntoisia paikallisteitä.

Dyynit ovat synnyltään postglasiaalisia, ja niiden aines on alunperin glasifluviaalista. Ounasjokilaakson poikki kulkee viimeisen jäätiköitymisen deglasiaatiovaiheessa lounaasta koilliseen kerrostunut harjujakso, joka jatkuu Nunnaseen ja Hietatievoille (Kujansuu 1967). Lisäksi alueen eteläpuolella, Pallasjärven rannalla on viimeistä jääti-

köitymistä vanhempi harju. Kumpikin harjusysteemi on katkennut jokilaakson kohdalla. Niistä lähtöisin oleva glasifluviaalinen aines on levittäytynyt jokilaaksoon ekstramarginaalisen sulamisvesitoiminnan seurauksena. Ounasjokilaakson vapauduttua mannerjään alta noin 9 200 vuotta sitten alue peittyi muutamiksi kymmeniksi vuosiksi paikallisen jääjärven alle. Jääjärvivaiheen jälkeen alue muuttui kuivaksi maaksi, jonka keskellä nykyisessä Ounasjoen uomassa virtasi jäätikön sulamisvesiä. Luoteesta puhaltaneet voimakkaat tuulet seurasivat laakson pohjaa ja kuluttivat tehokkaasti glasifluviaalista ja fluviaalista ainesta kuljettaen hiekkaa ja hietaa kohti kaakkoa. Niistä kerrostui kaarenmuotoisia paraabelidyynejä, jotka aukeavat tuulen suuntaan kohti luodetta. Dyyniselänteet ovat 100 - 300 metriä leveitä ja usein yli kilometrin pitkiä. Niiden korkeus on alueen keskiosassa keskimäärin 4 - 6 metriä ja pohjoisosassa 3 - 4 metriä. Yli kahdeksan metriä korkeita dyynejä on Ellintievojen alueella, Raattaman pohjoispuolella. Dyynien aines on hyvin lajittunutta, ja se vaihtelee karkeasta hiedasta hienoon hiekkaan. Yli-Kyrön luoteispuolella on noin neljän hehtaarin laajuinen deflaatioallas, jonka pohja on osittain kasvipeitteetön.

Dyyneillä kasvaa puolukkaa (*Vaccinium vitis-idaea*), sianpuolukkaa (*Arctostaphylos uva-ursi*), variksenmarjaa (*Empetrum nigrum*), kanervaa (*Calluna Vulgaris*) sekä poronjäkälää (*Cladonia*). Puista tavataan etupäässä mäntyä ja katajaa. Koivua (*Betula pubescens sp. tortuosa*) esiintyy satunnaisesti. Vain vähäinen osa lentohiekka-alueesta on Pallas-Ounastunturin kansallispuiston alueella ihmisen toiminnalta suojassa (Johansson 1998). Alueen muihin osiin tehdyt tiet ja kärrypolut, maastokulkuneuvojen aiheuttamat jäljet, hiihtolatujen pohjat sekä porotokat ovat rikkoneet kasvipeitettä. Fossiilinen dyyni on muuttunut pinnaltaan aktiiviseksi, ja se näkyy deflaatioaltaiden, tuulipuurtojen ja alkiodyynien sekä kasvittoman maan pinnalle syntyneiden väreiden esiintymisenä. Raattaman ja Ketomellan välisellä alueella on lomaasutusta, jonka suunnittelussa ei ole otettu huomioon lentohiekka-alueiden eroosioherkkyyttä.

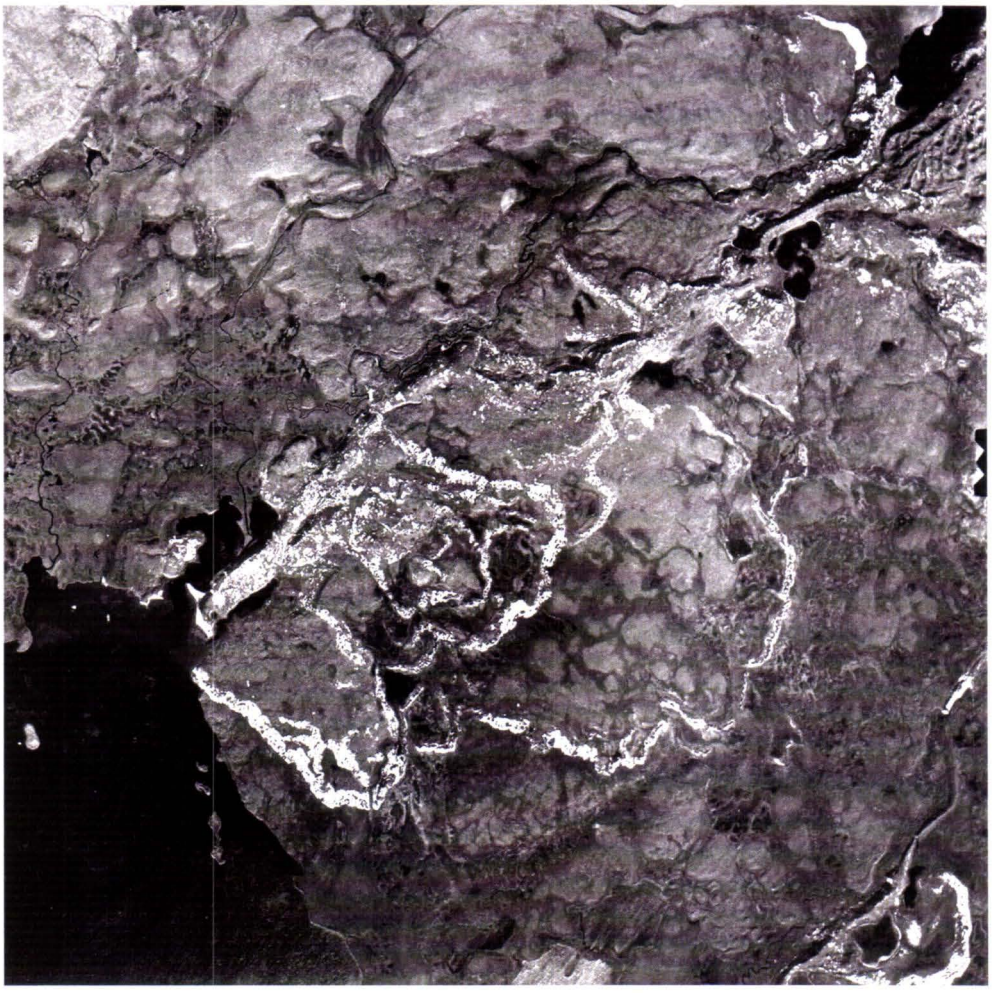
Leppäjärvi - Pöyrisjärvi

Enontekiön kirkonkylän pohjoispuolella kulkee lounais-koillissuuntainen harjujakso, jonka pinta on lähes kaikkialla tuulikerrostumien peitossa. Dyynejä esiintyy Leppäjärven kylän länsipuolella, Palojoen laaksossa noin 7 km^2:n laajuisella alueella. Toinen kooltaan huomattava, noin 8 km^2:n laajuinen tuulikerrostuma-alue on Pöyrisjärven pohjoisrannalla. Se jatkuu Maaterjoen laaksoa koilliseen. Niiden välillä, Näkkäläjärvellä on myös muutamia dyyniselänteitä.

Leppäjärven tuulikerrostuma-alue on synnyltään postglasiaalinen. Aines on alunperin glasifluviaalista. Viimeisen jäätiköitymisen sulamisvaiheessa noin 9 200 vuotta sitten Leppäjärven ympäristöön patoutui jääjärvi. Siihen virtasi runsaasti sulamisvesiä jäätikköjokitunnelin suusta sekä sen länsipuolisesta Tarvantojoen laaksoon patoutuneesta jääjärvestä. Virtauksen vaikutuksesta glasifluviaalinen aines levisi laajalle alueelle. Jääjärvivaiheen jälkeen alue muuttui kuivaksi maaksi, jonka keskelle asettui virtaamaan nykyinen Palojoki. Luoteesta puhaltaneet voimakkaat tuulet seurasivat laakson pohjaa, kuluttivat tehokkaasti glasifluviaalista ja fluviaalista ainesta sekä kuljettivat niistä hiekkaa ja hietaa kohti kaakkoa. Niistä kerrostui kaarenmuotoisia paraabelidyynejä, jotka aukeavat tuulen suuntaan kohti luodetta. Dyyniselänteet ovat 100 - 300 metriä leveitä ja 1 - 2 kilometriä pitkiä. Niiden korkeus on keskimäärin 3 - 8 metriä. Dyynien aines on hyvin lajittunutta, ja se vaihtelee karkeasta hiedasta hienoon hiekkaan. Dyyniselänteiden harjalla ja rinteillä esiintyy runsaasti kasvittomia deflaatioaltaita ja -painanteita, jotka ovat tyypillisiä männyn metsärajalla ja sen pohjoispuolella sijaitseville lentohiekka-alueille. Tikkasen ja Heikkisen (1995) mukaan Leppäjärven - Pöyrisjärven tuulikerrostuma-alueilla esiintyy noin puolet Pohjois-Suomen deflaatioalueista.

Suurin osa Pöyrisjärven ja Maaterjoen dyyneistä sijaitsee harjun reunoilla, mutta osa dyyneistä vaelsi luoteistuulten mukana useiden kilometrien päähän harjusta. Ne ovat nykyisin läheisten moreenipeitteisten vaarojen rinteillä 2 - 3 kilometriä pitkinä paraabelinmuotoisina selänteinä, jotka erottuvat selvästi omana geotooppinaan ympäröivästä kivisestä moreenialueesta (kuva 30). Pöyrisjärven tuulikerrostuma-alueilla on runsaasti pieniä ja myös useiden hehtaarien laajuisia kasvittomia deflaatioaltaita. Niistä laajin on kooltaan 15 hehtaaria (Tikkanen & Heikkinen 1995). Pöyrisjärven etelärannalla on deflaatioaltaita, joissa deflaatio on päättynyt, sillä rakeisuudeltaan sopiva aines on loppunut, ja karkea glasifluviaalinen hiekka ja sora ovat tulleet näkyviin.

Leppäjärven dyynialueen poikki kulkee Hetasta Norjan Kautokeinoon johtava maantie. Näkkäläjärvelle johtaa paikallistie, joka jatkuu polkuna Pöyrisjärven etelärannalle. Pöyrisjärven pohjoisranta ja Maaterjoen laakso ovat tiettömiä ja vaikeakulkuisia, laajojen soiden eristämiä alueita, joissa liikkuu vain paikallisia poromiehiä.



Kuva 30. Paraabelidyynejä Enontekiön Pöyrisjärven pohjoisrannalla. Useimmat dyyneistä sijaitsee kuvan keskellä näkyvän harjun reunalla, mutta osa on vaeltanut tuulen mukana useita kilometrejä kaakkoon. Pohjoinen on kuvan yläreunassa. Ilmakuva © Maanmittauslaitos lupa nro 442/MYY/99.
Fig. 30. Parabolic dunes on the northern shore of Lake Pöyrisjärvi in Enontekiö. Most of the dunes are close to the esker seen in the middle of the picture, but some of them have drifted with the wind, several kilometers southeast. Upper part of picture towards the North. Aerial photo © National Board of Survey, authorization no. 442/MYY/99.

Hietatievat

Hietatievat sijaitsee Enontekiön itäosassa, Nunnasen kylän koillispuolella. Se on noin neljä kilometriä pitkä ja puolitoista kilometriä leveä pohjois-eteläsuuntainen soikionmuotoinen harjulaajentuma, jonka pintaosa on dyyniytynyt. Muodostuman keskiosa kohoaa 35 metriä ympäröivien aapasoiden pinnan yläpuolelle. Alueen poikki kulkee Nunnasesta Kalmankaltioon johtava polkutie (kuva 31).

Hietatievojen dyynikenttä syntyi myöhäisglasiaaliajalla ja postglasiaaliajan alussa jäätikön vetäydyttyä Enontekiön itäosasta noin 9 400 vuotta sitten. Voimakkaat luoteistuulet kuluttivat sekä kuljettivat harjun pinnan kasvitonta ja lajittunutta ainesta ja kerrostivat sitä dyynivalleiksi. Eolinen aktiviteetti jatkui alueella satoja vuosia. Vasta noin 8 000 vuotta sitten ilmaston muututtua lauhemmaksi ja kosteammaksi kasvillisuus peitti dyynit, jolloin ne muuttuivat stabiileiksi (Seppälä 1969).

Useat dyynit ovat pohjois-eteläsuuntaisia selänteitä, joiden tuulen vastainen länsireuna on loivempi kuin suojainen itäsivu. Dyyniselänteiden korkeus vaihtelee neljästä kuuteen metriin. Aineksellaan ne ovat hiekkaista karkeaa hietaa (Seppälä 1969). Nykyisin Hietatievojen dyynikenttä on osaksi aktivoitunut uudelleen. Dyyniselänteiden länsirinteet ovat paikoitellen kasvittomia, kun taas jyrkät itärinteet ovat yhtenäisen kasvillisuuden peitossa. Selvimmin tuulen kulutustyö näkyy alueen itäreunalla, jossa on kasvittomia deflaatioaltaita. Laajin deflaatioallas on alaltaan viisi hehtaaria ja syvyydeltään kolme metriä (kuva 32) (Seppälä 1974). Painanteen pohjalla on tuulen hiomia kiviä ja soraa,

mikä todistaa, että kulutus on jatkunut alla olevaan karkeaan harjuainekseen saakka.

Holoseenikauden lämpöoptimin aikana alue oli mäntymetsien peitossa. Nykyisin Hietatievat sijaitsee mäntymetsävyöhykkeen pohjoisrajalla, joten mäntyä kasvaa enää hajanaisesti vain dyynien harjalla. Pääpuulaji on tunturikoivu (*Betula pubescens sp. tortuosa*). Deflaatioalueiden eri-

Kuva 31. Dyyniselänteet ja deflaatioaltaat peittävät kauttaaltaan harjuselänteen Enontekiön Hietatievoilla.
Fig. 31. Dune ridges and deflation basins cover an esker ridge completely at Hietatievat in Enontekiö.

Kuva 32. Deflaatioaltaat ja niiden reunoilla kasvavat pöydänmuotoiset katajapensaat ovat tyypillisiä Enontekiön Hietatievoilla.
Fig. 32. Deflation basins with flat-topped juniper bushes growing along the edges are typical at Hietatievat in Enontekiö.

koisuus on pöydänmuotoiset katajat (*Juniperus communis*). Alueen muita kasveja ovat riekonmarja (*Arctostaphylos alpina)*, variksenmarja (*Empetrum nigrum*), juolukka (*Vaccinium uliginosum*), pikkutervakko (*Viscaria alpina)*, rantavehnä (*Elymus arenarius*), lampaannata (*Festuca ovina*), tunturivihvilä (*Juncus trifidus*) ja kultapiisku (*Solidago virgaurea*) (Ohlson 1957, Seppälä 1974).

Tirro

Tirron dyynikenttä sijaitsee Inarissa, Paatarin ja Mutusjärven välisellä kannaksella. Se on syntynyt lounaasta koilliseen kulkevan Tuuruharjun harjujaksoon kuuluvan deltan päälle. Dyynikentän koko on 10 km^2. Sen poikki kulkee maantie Inarista Angeliin.

Tirron dyynikenttä syntyi myöhäisglasiaali- ja varhaispostglasiaaliajalla, kun jäätikkö vetäytyi alueelta noin 9 500 vuotta sitten. Voimakkaat lounaistuulet kuluttivat deltan kasvitonta pintaa, kuljettivat lajittunutta ainesta ja kerrostivat sen kookkaiksi, usein yli viiden metrin korkuisiksi paraabelidyyneiksi. Eolinen aktiviteetti lienee jatkunut boreaalikauden loppuun, noin 8 000 vuotta sitten, jolloin ilmasto muuttui kosteammaksi ja dyynit jäivät kasvillisuuden peittoon. Nykyisin alueella ei esiinny eolista toimintaa. Dyynien kanssa samaan aikaan syntyneet deflaatioaltaat ovat joko pieniä lampia tai soita.

Dyynien aines on hyvin lajittunutta hietaista hiekkaa. Suojasivuille tehdyissä kaivauksissa on löydetty viisi eri-ikäistä hiilikerrosta, joiden radiohiili-ikä vaihtelee 1 000 ja 4 760 vuoden välillä (Kotilainen 1991). Hiilikerrokset indikoivat metsäpaloja. Ne tuhosivat kasvillisuuden väliaikaisesti, minkä seurauksena dyynit aktivoituivat lyhyeksi ajaksi uudelleen. Sen voi todeta myöhemmin syntyneinä dyynimuotoina, joissa vanhan dyynin kärki on siirtynyt uuteen paikkaan. Tuulen pääsuunta on ollut silloin lännestä (Kotilainen 1991). Tirron dyynikenttä on mäntymetsän (*Pinus sylvestris*) peittämä. Muita dyyneillä kasvavia lajeja ovat puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*), variksenmarja (*Empetrum nigrum*) sekä poronjäkälä (*Cladonia*).

Kaamasjoki ja Kiellajoki

Kaamasesta Karigasniemelle johtavan tien koillispuolella, Kaamasjoen ja sen sivujokien Kiellajoen ja Suttisjoen laaksoissa on noin 70 km^2:n laajuinen tuulikerrostuma-alue. Peldojoen ja Petsimjärven ympäristössä on lisäksi erillinen, noin 6 km^2:n laajuinen alue. Ne sijaitsevat noin 220 metrin korkeudella. Dyynialueen poikki kulkee Koivumukkajärven eli Soakkimahkkin harju, ja siihen liittyy deltoja, jotka ovat syntyneet laakson pohjaa peittäneen jääjärven vedenpinnan tasoon, 265, 230, 215 ja 195 metrin korkeudelle (Seppälä 1971). Jääjärven tyhjennyttyä voimakkaat tuulet kerrostivat alueelle satoja paraabelidyynejä, jotka sijaitsevat 100 - 200 metrin päässä toisistaan. Niiden kärjet osoittavat itään ja kaakkoon, mikä osoittaa, että vallitseva tuulen suunta niiden syntyessä oli lännen ja luoteen väliltä. Paraabelidyynien korkeus vaihtelee neljän ja kuuden metrin välillä, joskin alueen keskiosassa selänteet nousevat jopa 12 metrin korkeuteen. Dyyniselänteet ovat poikkileikkaukseltaan epäsymmetrisiä. Tuulen puoleinen vastarinne on suojapuolta loivempi, ja sen kaltevuus vaihtelee 1° ja 20°:n välillä. Suojapuolella se on 12° - 30°. Paraabelidyynin nokassa on jopa 35°:n kaltevuuksia (Seppälä 1971). Dyynien tuulieroosio sekä aineksen uudelleen kerrostuminen ovat muuttaneet rinteiden jyrkkyyksiä. Dyynikerrostumien välissä on hiilikerroksia. Ne ovat merkkejä vanhoista metsäpaloista, jotka tapahtuivat radiohiilimenetelmään perustuvan ajoituksen mukaan noin 7 100 vuotta sitten (Seppälä 1971).

Kaamasjoen ja Kiellajoen tuulikerrostuma-alueen syntyessä tapahtui myös deflaatiota. Siitä merkkinä ovat vanhat fossiiliset deflaatioaltaat, jotka nyttemmin ovat pieniä järviä ja lampia. Seppälän (1971) mukaan pohjavedenpinnan on pitänyt nousta ainakin viisi metriä dyynien ja deflaatioalueiden synnyn jälkeen. Myös nykyisin alueella tapahtuu tuulen kerrostavaa ja kuluttavaa toimintaa. Esimerkiksi Suukisjoen itäpuolelle kerrostuneen paraabelidyynin edessä olevalle suolle kasautuu dyynistä kulkeutuvaa hiekkaa. Vallitsevat tuulet puhaltavat lännestä tai lounaasta. Tuulen kuluttavasta toiminnasta merkkeinä ovat deflaatiopainanteet. Niitä löytyy alueelta toistasataa. Deflaatiolle otollisia paikkoja ovat dyynien harjat sekä etelä- ja lounaisrinteet. Deflaatiopainanteet ovat yleensä lähes pyöreitä. Suurin deflaatiopainanne on läpimitaltaan 90 metriä ja syvyydeltään 10 metriä. Dyyniselänteiden ja deflaatiopainanteiden poikki kulkee myös pitkänomaisia, 2 - 5 metriä syviä aukkoja eli tuulipuurtoja.

Tunturikoivu (*Betula pubescens sp. tortuosa*) on alueen valtapuulaji. Mäntyä on vain harvoissa paikoissa. Varvuista vaivaiskoivu (*Betula nana*), variksenmarja (*Empetrum nigrum*) ja puolukka (*Vaccinium vitis-idaea*) ovat yleisiä. Kaamasjoen ja Kiellajoen dyynialueilla ihmisen toiminta on vähäistä. Muutaman asumuksen lisäksi vain porot ja poronhoito ovat vaikuttaneet kasvipeitteen rikkoontumiseen. Kaamasesta Karigasniemelle johtavan maantien lisäksi dyynikentän läpi ei kulje muita teitä.

MOREENIMUODOSTUMAT

Suomen maaperän yleisin maalaji on moreeni. Sitä esiintyy melko yhtenäisenä, loivasti aaltoilevana tai kumpuilevana peitteenä kallioperän päällä. Kun mannerjää virtasi Suomen yli, se ruhjoi alustaansa ja irrotti kiviaineksia. Jäätikön mukana aines kulkeutui ja sekoittui ennen jäätiköitymistä syntyneiden maalajien kanssa. Mannerjään sulaessa sen kuljettamasta ja kerrostamasta aineksesta syntyi moreenia, joka on lajittumatonta eli sisältää sekaisin eri raekokoa olevaa ainesta isoista lohkareista aina hienorakeiseen savekseen asti.

Moreenien luokittelussa lähtökohtana on usein moreenien syntyyn perustuva kahtiajako pohjamoreeneihin ja ablaatiomoreeneihin. Jako perustuu kiviaineksen kulkeutumis- ja kerrostumistapaan jäätikössä. Jäätikön pohjaosassa kulkeutuva kiviaines murskautuu, hioutuu ja lopulta irtautuu jäästä rae rakeelta ja kerrostuu jään alla tiiviiksi pohjamoreeniksi. Pohjamoreenia syntyy myös, kun jäätikön pohjaosassa kulkeutuvan kiviaineksen ympärillä oleva jää sulaa, ja kiviaines kasaantuu jäätikön pohjalle. Näiden prosessien seurauksena pohjamoreenista syntyy kallion pintaa peittävä melko yhtenäinen ja ominaisuuksiltaan tasalaatuinen kerros, jota kutsutaan peitemoreeniksi. Sen paksuus vaihtelee alle metristä yli kymmeneen metriin. Paksuimmillaan se on tasaisilla alueilla, painanteissa ja kohoumien alarinteillä. Oman ryhmänsä muodostavat jäätikön virtauksen suuntaiset pohjamoreenimuodostumat, kuten drumliinit ja drumlinoidit sekä niitä pienemmät vakoutumat.

Ablaatiomoreenia syntyy jäätikön sisällä, kun kiviaines kulkeutuu jäätikön hiertopintoja pitkin ylöspäin ja rikastuu lähellä jäätikön reunaa sen pinnalle. Jään sulaessa kiviaines vapautuu ja kerrostuu pohjamoreenin päälle ablaatiomoreeniksi, jonka paksuus vaihtelee tavallisesti 1 - 2 metriin. Kun kiviainesta rikastuu jäätikön pinnalla oleviin sulamisveden synnyttämiin koloihin ja railoihin tai jäätikön reunan eteen, ablaatiomoreenipeitteestä tulee vaihtelevan paksuinen kumpumoreenimuodostuma. Kumpumoreeneja voi syntyä myös jäätikön kasaamasta pohjamoreenista. Kumpumoreeni onkin morfologinen nimitys erilaisille kummuille ja selänteille, joiden aines on synnyltään ablaatiomoreenia tai pohjamoreenia. Poikittaisia moreeniselänteitä kutsutaan usein juomumoreeneiksi. Yksi sen alatyyppi on ominaisuuksiltaan pohjamoreenia muistuttava Rogen-moreeni. Jäätikön reunalle tai sen reunan suuntaisiin railoihin syntyi myös poikittaisia reunamoreeneita. Pieniä reunamoreeniselänteitä kutsutaan De Geer -moreeneiksi. Ne esiintyvät parvina sellaisilla alueilla, joissa jäätikön reuna päättyi veteen.

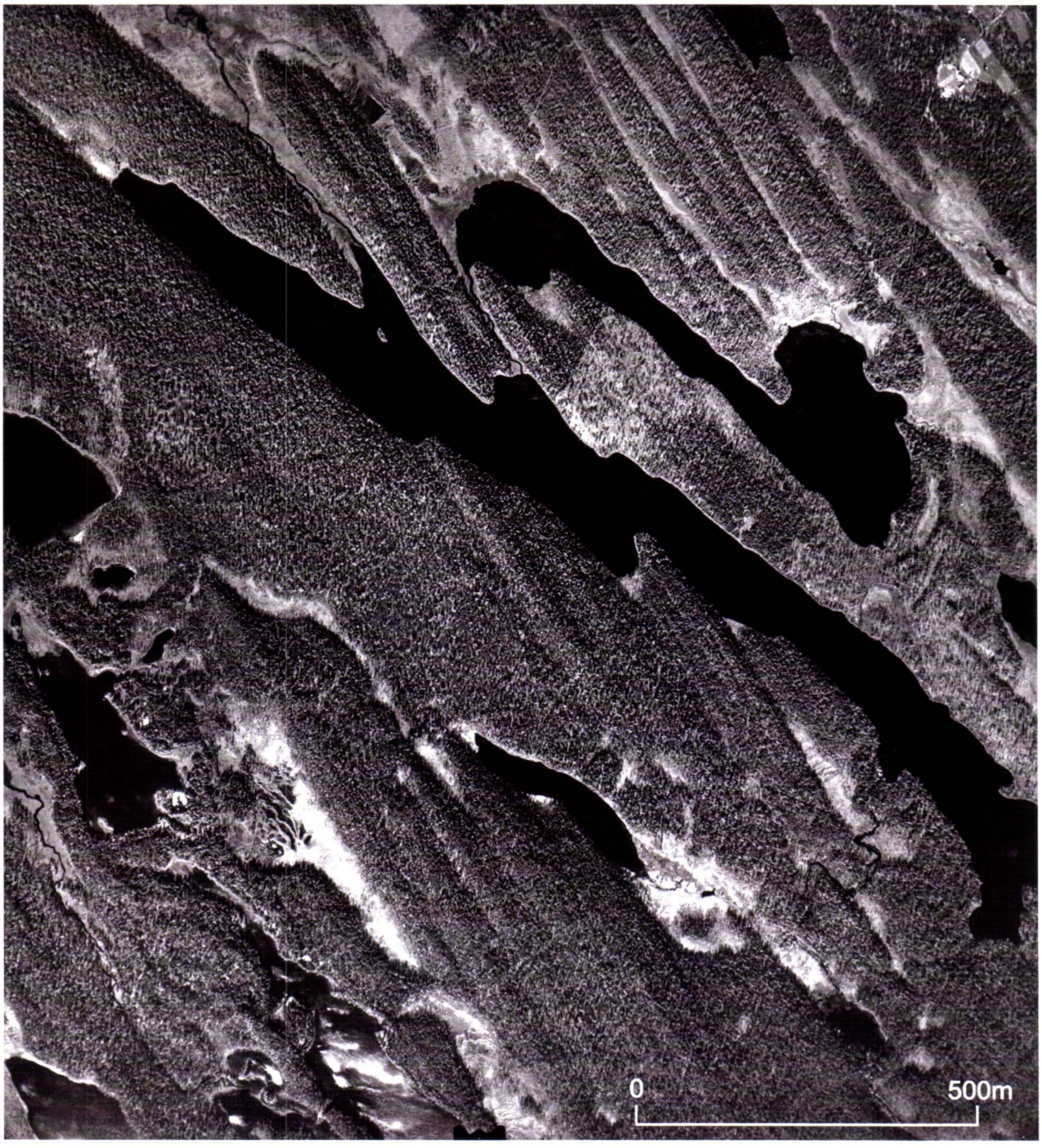
Drumliinit ja muut jäätikön liikkeensuuntaiset muodostumat

Drumliinit syntyivät aktiivisesti virtaavan jäätikön pohjalla pohjamoreenin kasautuessa jäätikön virtauksen suuntaisiksi kohoumiksi. Drumliinien esiintyminen liittyy voimakkaaseen jäätikön virtaukseen, jolloin jään pohjaosa oli paineen vaikutuksesta sula. Ei kuitenkaan tiedetä, mitkä jäätikön virtaukseen, lämpötilaan ja pohjaosan veden määrään liittyvät tekijät vaikuttivat drumliinien syntyyn ja missä määrin ne ovat muodostuneet kasautumis- tai kulutusprosessien tuloksena. Etenevä jäätikkö kulutti alustaansa ja kerrosti moreeniainesta kallio- tai moreeniytimien ympärille, etenkin niiden suojapuolelle. Aktiivisen jäätikön etenemisen seurauksena aines kasaantui pitkänomaisiksi muodostumiksi. Drumliineja tavataan maassamme erityisesti jäätikön voimakkaiden kielekevirtausten alueilla, kuten Pieksämäen, Kuhmon ja Kuusamon ympäristöissä. Niiden synty näyttää liittyvän voimakkaaseen jäätikön virtaukseen. Liikkumattoman ja hidastuvan jään vyöhykkeisiin drumliineita ei juuri muodostunut (Taipale & Saarnisto 1991, Ratia 1996). Drumliinien on esitetty syntyvän liikkuvan ja suuntaansa vaihtelevan jään alla ja kerrostuvan sopivan ytimen taakse jään paineen hellittäessä esteen jälkeen (Taipale & Saarnisto 1991). Toisaalta niiden on myös arveltu syntyvän jään pohjan spiraalimaisen liikkeen seurauksena, mikä ohjaa ainesta kerääntymään jään painemaksimista paineminimiin (Aario 1977). Drumliineja esiintyy melko tasaisilla alueilla, joilla pohjamoreenipeite on tavallisesti paksu. Niille on ominaista ryhmittyminen viuhkamaisiin parviin, joissa saattaa olla tuhansia yksittäisiä selänteitä, kuten Pieksämäen ympäristössä.

Drumliinien muoto vaihtelee pitkänomaisista ellipsoideista virtaviivaisiin sikarimaisiin ja neulamaisiin muotoihin sekä epämääräisiin leveisiin muotoihin. Näitä kaikkia tyyppejä tavataan mm. Pieksämäen ja Kuusamon alueilla. Drumliinien jäätikön vastainen proksimaalipää on jyrkempi ja leveämpi kuin tasaisesti poispäin viettävä suojasivu eli distaalipää, joka muodostaa pitkän ja suippe-

nevan moreenihännän. Drumliinien pituusakseli on kutakuinkin aktiivisen jäätikön viimeisen virtauksen suuntainen (kuva 33). Mikäli maasto on suuntautunut ilman kohoavia selänteitä, puhutaan vakoutumista eli flutingeista.

Useimmilla drumliineilla Suomessa lienee kalliosydän, joka on joko drumliinin keskellä tai sen proksimaalipäässä. Huuhtoutuneilla alueilla kalliosydän on usein näkyvillä. Kallion osuuden kasvaessa huomattavaksi puhutaan kallioytimisestä drumliinista. Tällaisia ovat mm. Paltamäki Pieksämäellä ja Saksalanharju Haukivuorella. Jos kasautuvaa ainesta on niukasti tai jäätikön paine on kova, syntyy kallion suojaan vain ohuita moreenihäntiä eli ns. crag and tail -muodostumia. Tällaisissa muodostumissa drumliiniselänteiden kiviaines on yleen-



Kuva 33. Drumliineja Kuusamon Vihtavaaran alueella. Suuntautuneet maastonmuodot kuvastavat selvästi jäätikön virtaussuuntaa luoteesta kaakkoon. Pohjoinen kuvan yläreunassa. Ilmakuva © Maanmittauslaitos lupa nro 442/MYY/99.
Fig. 33. Drumlins in the Vihtavaara area in Kuusamo. The parallel landforms clearly show the ice flow direction from NW towards SE. Upper part of picture towards the North. Aerial photo © National Board of Survey, authorization no. 442/MYY/99.

sä pohjamoreenia. Crag and tail -muodostuman tyyppisiä morfologisia muotoja voi syntyä myös, jos rantavoimat huuhtovat drumliinista kallioytimen jatkeelta drumliinin hännän pois. Jään aktiivisen virtauksen vuoksi moreenin kulkeutumismatkat ovat drumliinialueella keskimääräistä pitempiä (Salonen 1986). Toisaalta drumliinien kivien suuntaus ja selänteen suunnat eivät aina vastaa toisiaan. Usein drumliineissa, varsinkin niiden distaalipäässä, tavataan lajittuneita välikerroksia. Joissakin drumliineissa jopa pääosa niiden aineksesta on lajittunutta sen vuoksi, että glasifluviaalinen aines on joutunut jäätikön muotoilemaksi. Drumlinisoituneita harjuja tavataan mm. Lapissa ja Pohjanmaalla (Taipale & Saarnisto 1991, Ratia 1996).

Drumliinien pituudet vaihtelevat sadasta metristä useaan kilometriin ja korkeudet muutamasta metristä useaan kymmeneen metriin. Maamme suurin drumliinikenttä sijaitsee Pieksämäen ympäristössä (Glückert 1973). Laajoja drumliinikenttiä on myös mm. Kuusamossa (Aario & Forsström 1979, Glückert 1974), Kuhmossa (Glückert 1976a), Sonkajärvellä, Nurmeksessa ja Lestijärven ympäristössä. Suomen pohjoisin drumliinikenttä on Inarijärven luoteispuolella (Heikkinen & Tikkanen 1979). Sen sijaan Salpausselkien muodostaman kaaren eteläpuolella ei Suomessa ole drumliinikenttiä.

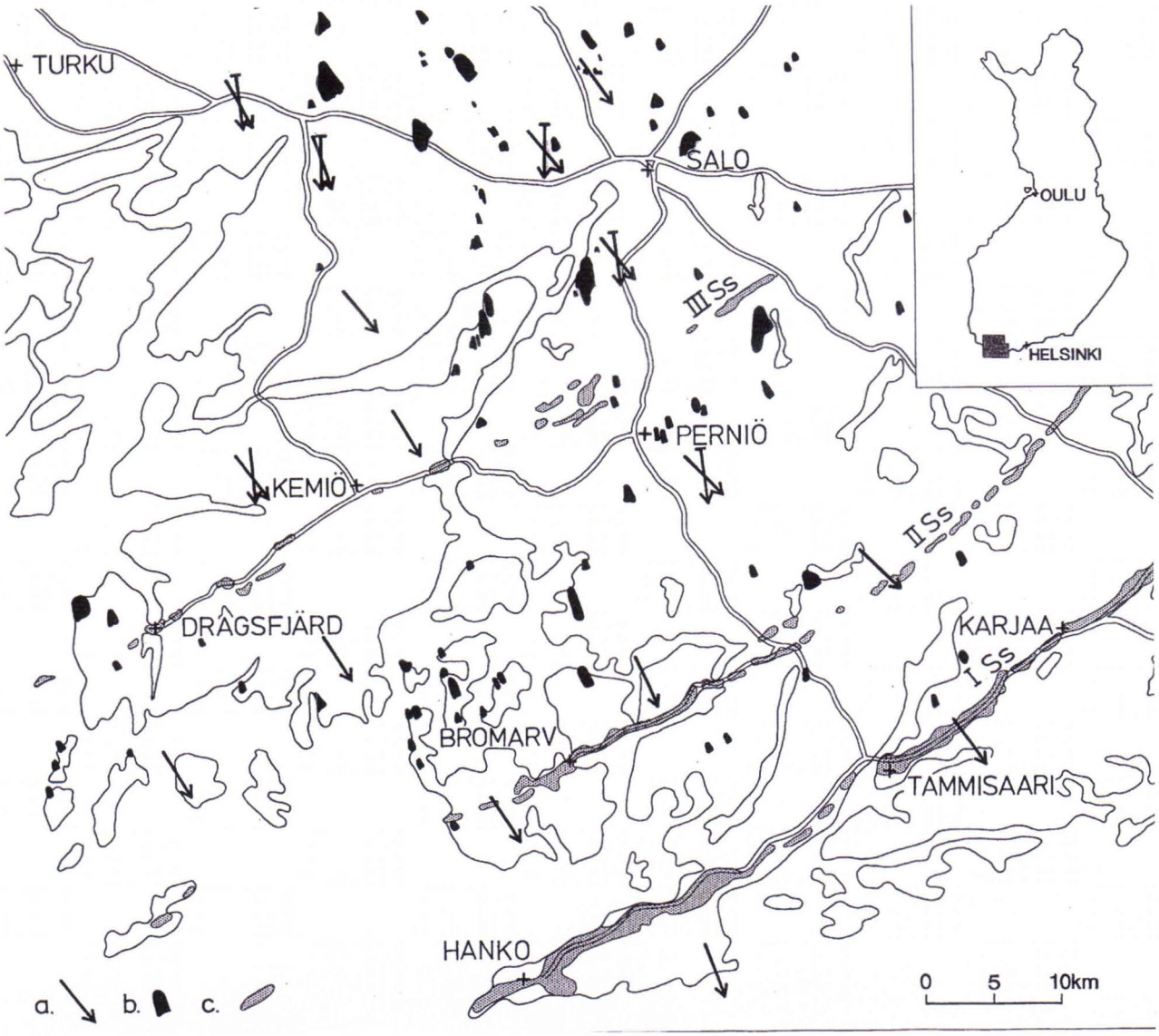
Drumliineissa moreeniaines on useimmiten melko heikosti vettäläpäisevää pohjamoreenia. Varsinkin vedenkoskemattomalla eli supra-akvaattisella alueella huuhtoutumattoman moreeniaineksen vaikutus näkyy kasvillisuudessa tuoreina kangasmetsinä, joissa kuusi on valtapuulajina. Maaperän vedenpidätyskyky näkyy myös hyvänä metsän kasvuna. Moreenin sisältämä hienorakeinen aines on luonut mahdollisuuden myös vaaraviljelyyn ja asutuksen keskittymiseen hallalta suojaisille ylärinteille ja lakialueille Pohjois-Karjalassa, Kainuussa ja Kuusamossa. Viljellyistä drumliineista on syntynyt aivan oma geotooppinsa, jossa näkyy myös ihmisen toiminta (Mielonen 1965).

Precrag-muodostumat

Precrag-muodostumat eli vastasivun drumliinit eroavat varsinaisista drumliineista siinä, että ne ovat syntyneet mannerjäätikön virtaukseen nähden vastasivun puolelle eli kallioesteen eteen (Niemelä et al. 1987, Haavisto-Hyvärinen et al. 1989). Ne ovat syntyneet jäätikön muodostaessa drumliineja syvän veden alueella, jossa jäätikön paine on ollut kellumisen vuoksi normaalia pienempää.

Precragit ovat loivapiirteisiä ja virtaviivaisia selänteitä, joiden muodot vaihtelevat nuolimaisen terävästä tylppään. Pienikokoisissa muodostumissa proksimaalirinne kohoaa loivasti kärjestä kallioon asti. Suurissa muodostumissa pituusprofiilissa on alkunousun jälkeen lähes tasainen osuus ennen kalliota. Useimmat alueen precrag-muodostumat ovat 400 - 800 metriä pitkiä ja 150 - 350 metriä leveitä. Precrag-selänteiden pituusakselien suunnat ovat 325 - 355°. Varsinkin isojen selänteiden suunta vastaa lähinnä mannerjäätikön Salpausselkävaihetta edeltänyttä virtaussuuntaa (Kujansuu et al. 1993). Vastasivun drumliinit sijaitsevat lähes poikkeuksetta suurten allasmaisten tasankojen etelä- ja kaakkoispuolella. Suurimpia vastasivun drumliineja verhoaa paikoitellen 0,5 - 1,5 metriä paksu rantakerrostuma, jonka alla on harmaa tai punertava huuhtoutumaton pohjamoreeni. Pienialaiset muodostumat ovat yleensä pinnasta alkaen moreenia.

Huomattavin precrag-alue sijaitsee Lounais-Suomessa. Turun - Salon - Dragsfjärdin - Perniön - Tammisaaren väliseltä 4 000 km^2:n laajuiselta alueelta on löydetty noin 80 suuntautunutta moreeniselännettä, jotka muodostavat harvaa drumliinikenttää muistuttavan alueen (Haavisto-Hyvärinen et al. 1989) (kuva 34). Selänteet ovat 4 - 5 kilometrin päässä toisistaan. Suurimpia yksittäisiä precrag-selänteitä ovat Tenholan Malmskogen ja Perniön Tuohittu, jolla on pituutta 3,5 kilometriä ja leveyttä 0,5 - 2 kilometriä. Yleensä muodostumien paksuudet ovat 5 - 30 metriä. Malmskogen on suurialainen precrag-selänne, jonka pinta-ala on noin 100 hehtaaria ja paksuus reilusti yli 20 metriä. Muodostuman itälaidalla sen pintaa peittää 2 - 5 metrin vahvuinen rantakerrostuma. Paimion Vista on myös suuri 2,5 kilometriä pitkä ja enimmillään 1,5 kilometriä leveä kolmion muotoinen, kilpimäinen selänne. Sen paksuus on seismisten luotausten perusteella suurimmillaan 20 metriä (Niemelä et al. 1987).



Kuva 34. Precrag-selänteiden esiintymisalue Lounais-Suomessa. a = jäätikön virtaussuunnat, b = precrag-selänne, c = I, II ja III Salpausselkä (I Ss, II Ss ja III Ss) (Haavisto-Hyvärinen ym. 1989).
Fig. 34. Map showing the occurrence of precrag ridges in SW Finland. a = ice flow directions, b = precrag ridge, c = Salpausselkä I, II and III (Haavisto-Hyvärinen et al. 1989).

Isot reunamoreenimuodostumat

Isot reunamoreenit ovat syntyneet jäätikön reunan eteen. Mannerjään perääntymisvaiheessa tapahtui ilmaston kylmenemisistä johtuvia jäätikön pysähdyksiä ja jäätikön uudelleen aktivoitumisesta johtuvia etenemisiä. Reunamoreenit ovat sulavan jäätikön reunassa ja sen läheisyydessä jäätikön työnnön seurauksena syntyneitä muodostumia. Jäätikön sulamisen vuoksi monesti reunamoreeneiden yhteydessä tavataan myös jäätikön sulavesien kerrostamia deltoja ja sandureja. Reunamoreeneita on mm. Laukaan Kaakkolampien, Tohmajärven Miilunvaaran ja Enon Tammisärkkien alueella. Reunamoreenit voivat olla jäätikön reunan suuntaisia valleja, selänteitä, harjanteita, kumpareikkoja tai näiden yhdistelmiä. Usein valleja ja harjanteita saattaa olla myös monia rinnakkaisia, kuten Ilomatsin Palokankaalla. Päätemoreenivallit ovat usein jäätikön sulamisvesien kuluttamia ja katkomia, jopa niin että ne voivat muistuttaa kumpumoreeneja.

Reunamoreenit ovat pääosin muodostuneet pintamoreenista, joka on kerrostunut joko sulamismoreenina tai jäätikön reunan yli liukuneena valumoreenina. Niihin voi myös sisältyä pohjamoreeniainesta, moreenisoitunutta jäätikköjoen kerrostamaa materiaalia tai sulamisvesien suoraan kerrostamaa ainesta. Mikäli niiden aines on jäätikköjokien tuomaa ja lajittelemaa, kyse on reunamuodostumasta,

kuten mm. Salpausselissä. Suuriin reunamoreeneihin lasketaan kuuluvaksi myös puskumoreenit sekä yksittäiset tai ryhmissä olevat moreenista muodostuneet päätemoreeniselänteet.

Päätemoreeni on reunamoreeni, joka edustaa jäätikön ulointa etenemisrajaa, tai se on syntynyt jäätikön perääntymisvaiheessa jäätikön pysähtyessä. Päätemoreenin koko kuvastaa jäätikön pysähdysajan kestoa. Päätemoreeneissa aines voi olla jäätikön kasaan työntämää pohjamoreenia, joka etenkin jäätiköstä poispäin suuntautuneella sivulla eli distaalipuolella saattaa vaihettua sulamismoreeniksi. Usein päätemoreenit ovat huuhtoutumisen takia pinnaltaan lohkareisia. Useimmat merkittävät päätemoreenit Suomessa ovat reunamuodostumien rakenneosina. Niitä ovat esimerkiksi Pohjois-Karjalassa Hattujärven ja Tuupovaaran reunamuodostumat, II ja III Salpausselän vyöhykkeiden reunamuodostumat Etelä-Hämeessä ja Sisä-Suomen reunamuodostuman yhteydessä Keski-Suomessa (Rainio 1990a).

De Geer -moreenit

Pienet päätemoreenit eli De Geer -moreenit ovat syntyneet jäätikön perääntymisvaiheen aikana. Ne ovat kerrostuneet jäätikön reunan eteen tai reunan suuntaisten railojen pohjalle (Aartolahti et al. 1995). Kerrostumisen aikana jäätikön reuna oli pysähtyneenä tai se eteni hieman. De Geer -moreenit ovat siten poikittain mannerjäätikön liikkeeseen nähden. Ne ovat vain 1 - 5 metriä korkeita ja 10 - 20 metriä leveitä selänteitä, joiden pituudet vaihtelevat muutamista kymmenistä metreistä yli kilometriin. Profiililtaan selänteet ovat joko symmetrisiä tai epäsymmetrisiä, jolloin jäätikön puoleinen eli proksimaalisivu on loivempi kuin jäätiköstä poispäin oleva eli distaalisivu. Symmetristen selänteiden rinnekaltevuudet ovat 15 - 30°. Ainekseltaan ne ovat useimmiten hiekkamoreenia, joka yleensä on ympäristön pohjamoreenin kaltaista. Lohkareita on usein runsaasti selänteiden pinnalla ja sisäosissa (Zilliacus 1987).

De Geer -selänteet esiintyvät useimmiten suurina parvina maaston alavilla ja tasaisilla alueilla. Niiden sijainti osoittaa nykäyksittäin perääntyneen jäätikön reunan asemia (Aartolahti 1972a). Suomessa niitä tavataan pääasiassa Etelä- ja Länsi-Suomessa. Suomessa tutkittujen 57:n De Geer -moreenikentän selänteiden keskimääräinen etäisyys toisistaan on usein 60 - 180 metriä ja keskimäärin 100 metriä. De Geer -moreeneja tavataan

Kuva 35. Yksittäinen pieni päätemoreeniselänne, Sokura, Luumäki.
Fig. 35. An isolated, small end moraine ridge at Sokura in Luumäki.

vain muinaisen meren peittämillä alueilla, missä jäätikön edessä oli vettä 15 - 270 metriä (Zilliacus 1987). Niitä esiintyy myös nykyisen merenpinnan alla, esimerkiksi Vaasan saaristossa.

De Geer -moreeneista on aikaisemmin käytetty nimitystä "vuosimoreeni". Tämä nimitys perustui siihen oletukseen, että jään vetäytyessä sen reunan eteen kerrostui joka vuosi uusi moreenivalli. Savilustojen perusteella on kuitenkin osoitettu, että yhden vuoden aikana on voinut syntyä useita peräkkäisiä harjanteita jäänreunan poikimisen mukaisesti. Toisaalta yhden moreenivallin muodostumiseen on voinut kulua useitakin vuosia. Moreeniharjanteiden ja savilustojen määrät eivät vastaa läheskään kaikkialla toisiaan (Zilliacus 1987).

Parhaiten De Geer -moreenit näkyvät tasaisilla alueilla, painanteissa ja laaksoissa, joissa veteen päättynyt jäätikön reuna oli jyrkkä. Mäkisillä mailla nämä moreenit ovat heikosti kehittyneitä tai puuttuvat kokonaan. Monet näistä harjanteista ovat hautautuneet merenpohjaan kerrostuneen saven ja myöhemmin päälle kasvaneen turpeen alle. Suomessa on parikymmentä suurta De Geer -moreenialuetta, joista suurin osa sijaitsee maan etelä-, lounais- ja länsiosissa. Merkittävimmät alueet ovat Hyvinkään - Mäntsälän seutu, Vaasan saaristo, Uudenkaupungin - Mynämäen ja Luvian - Euran alueet sekä Elimäen ympäristö (kuva 35) (Aartolahti et al. 1995).

Kumpumoreenit

Kumpumoreeni on morfologinen nimitys erilaisille kummuille ja selänteille, joiden aines on synnyltään ablaatiomoreenia tai pohjamoreenia. Ablaatiomoreenia syntyy mannerjään sulaessa ja siinä kulkeutuneen kiviaineksen rikastuessa jäätikön pinnalle. Jään hävittyä aines kerrostuu pohjamoreenin päälle ablaatiomoreenikerrokseksi. Kun kiviaines rikastuu jäätikön pinnalla oleviin koloihin ja railoihin tai jäätikön reunan eteen, tulee ablaatiomoreenista vaihtelevan paksuinen, itsenäisiä maanpinnanmuotoja sisältävä kumpumoreenimuodostuma. Pohjamoreenista syntynyt kumpumoreeni on usein jäätikön pohjalla oleviin railoihin puristunutta ainesta.

Kumpumoreenialueet esiintyvät yleensä laajoina yhtenäisinä kenttinä, joissa vuorottelevat jäätikön liikesuuntaan nähden pitkittäiset ja poikittaiset selänteet sekä suuntautumattomat selänteet ja kummut (kuva 36). Yhdensuuntaisten selänteiden ollessa vallalla syntyy maastoon verkkomainen kuvioitus, jota korostavat samansuuntaiset lammet ja soistuneet painanteet. Poikittaisia moreeniselänteitä kutsutaan usein juomumoreeneiksi, ja niihin kuuluvat Keski-Ruotsissa sijaitsevan tyyppialueen mukaan Rogen-moreeneiksi kutsutut selänteet (Lundqvist 1969, Lundqvist 1977 ja Hättestrand 1997). Ne ovat pitkänomaisia, jäätikön liikesuuntaan nähden poikittaisia, lyhyitä ja toisinaan mutkittelevia selänteitä, joiden korkeus on 5 - 15 metriä, leveys 100 - 150 metriä ja pituus sadasta metristä aina kilometriin (Aario 1990). Rogen-moreenien aines muistuttaa ominaisuuksiltaan pohjamoreenia, jossa on joukossa lajittuneen aineksen välikerroksia. Pinnaltaan ne ovat kivisiä ja lohkareisia. Aarion (1990) mukaan Rogen-moreenit ovat synnyltään pohjamoreenia. Lundqvist (1989) pitää niitä ainoastaan morfologisina muotoina, jotka ovat syntytavoiltaan erilaisia.

Kumpumoreenialueiden moreeniaines on usein lajittuneempaa ja huuhtoutuneempaa kuin peitemoreenityyppinen pohjamoreeni. Huuhtoutuneisuuden määrä vaihtelee kuitenkin hyvin paljon. Paikoin kumpumoreenit sisältävät runsaasti suhteellisen hyvin lajittunutta soraa ja hiekkaa moreeniaineksen sisällä välikerroksina sekä moreeniainekseen epätäydellisesti sekoittuneena. Kumpumoreeneissa ablaatiomoreeniaines on yleensä löyhää ja huokoista. Hienorakeista ainesta runsaasti sisältävät kumpumoreenityypit ovat tiiviitä ja tiukkaan pakkautuneita. Kumpumoreenien kasvillisuus ei useinkaan eroa pohjamoreenialueiden kasvillisuudesta. Pääasiassa mäntyvaltaisilla kumpumoreenialueilla aines on joko karkearakeista moreenia tai moreeniaineksen joukossa on runsaasti vettä läpäiseviä soraisia ja hiekkaisia välikerroksia. Kumpumoreeneissa moreeni on varsinkin pinnaltaan kivistä ja lohkareista, ja se osaltaan aiheuttaa moreenin pintaan pikkupiirteistä vaihtelua (kuva 37). Kivet ja lohkareet ovat tavallisesti kulmikkaita ja teräväsärmäisiä mutta usein selvästi pyöristyneempiä kuin pohjamoreenissa. Pintalohkareisuuden perusteella puhutaan usein lohkareettomasta, lohkareisesta tai runsaslohkareisesta moreenista. Pintalohkareisuus ei kuitenkaan aina ilmaise syvemmällä olevan moreenin lohkareisuutta, sillä lohkareet ja kivet ovat usein rikastuneet pintaosaan huuhtoutumisen ja routimisen seurauksena.

Pinta-alaltaan laajimmat ja yhtenäisimmät kumpumoreenialueet Suomessa ovat Kemijärven länsi- ja lounaispuolella (Kurimo 1977) sekä Rovaniemen eteläpuolella (Kujansuu et al. 1982). Laajoja kumpumoreenialueita on lisäksi Oulujärven ja

Kuva 36. Kumpumoreeneita Meekojärven laaksossa Enontekiöllä. Taustalla Saivaaran tunturin huippu.
Fig. 36. Hummocky moraine in the Meekonjärvi valley in Enontekiö. In the background is the top of Saivaara fell.

Kuva 37. Pinnaltaan lohkareisia moreenikumpuja Inarin Nellimissä.
Fig. 37. Boulder-covered hummocky moraine at Nellim in Inari.

Joensuun välillä, Pohjois-Savossa ja Keski-Pohjanmaalla, joissa esiintymisalueet sijoittuvat suurten harjujaksojen välialueille sekä Ahlaisten - Kullaan (Salonen & Kokkola 1981) alueella.

Eri puolilla maata on lisäksi kymmeniä pieniä ja morfologialtaan usein selväpiirteisiä kumpumoreenialueita. Niistä mainittakoon Puljun alueen renkaan tai hevosenkengän muotoiset moreenikummut (Kujansuu 1967, Aartolahti 1974, Johansson & Nenonen 1991). Rovaniemen ja Ranuan välisellä alueella (Aario 1990) sekä Keski-Pohjanmaalla esiintyy yleisesti Rogen-moreeneita. Tervolan Sihtuunan alueella Aarion, Peuraniemen ja Saralan (1995) nimeämät Sihtuuna-moreenit ovat Rogenmoreenien kaltaisia, mutta niitä pidempiä ja kapeampia. Sevettijärven - Partakon alueella on jäätikön virtaussuunnan suuntaisia ja pinnaltaan hyvin kivisiä ja lohkareisia Sevetti-moreeniselänteitä (Aario 1990). Enontekiön Suppivuomalla on pinnaltaan tasaisia ja lähes pyöreänmuotoisia moreenikumpuja, joita Kujansuu (1967) on verrannut Pohjois-Ruotsin Veiki-moreeneihin.

Hienoainesmoreenikummut

Ylä-Savossa tavataan moreenikumpareita, joiden aines poikkeaa tavallisista kumpumoreeneista siinä, että ne ovat vähäkivistä tai aivan kivetöntä hienoainesmoreenia. Moreenin savespitoisuus on usein yli kymmenen prosenttia (Kukkonen & Saarelainen 1990), ja sen vuoksi ainesta kutsutaan myös mäkisaveksi. Seismisten luotausten ja koekuoppien perusteella hienoainesmoreenikummut koostuvat pelkästään moreenista (Kukkonen & Sahala 1988) eikä merkkejä kallioytimestä ole löydetty. Pinnan kivisyys ja lohkareisuus on vähäistä tai puuttuu kokonaan, joten kumpareet ovat hienoaineisen maaperän vuoksi usein viljeltyjä (kuva 38).

Hienoainesmoreenikummuille on esitetty kaksi erilaista syntytapaa. Aartolahden (1975) mukaan Heinäperän moreenialue on syntynyt mannerjään paikalleen pysähtyneen reunaosan painanteisiin ja onteloihin, jotka ovat täyttyneet jäätikön pinnalta valuneella moreeniaineksella. Ne ovat muodostuneet kartiomaisiksi kummuiksi jään sulaessa. Kukkosen ja Sahalan (1988) mukaan tällaiset moreenikummut ovat syntyneet savipitoisen ja veden kyllästämän löysän pohjamoreenin pusertuessa jäätikön alla sen pohjaosien onkaloihin ja rakoihin. Jäätikön hävittyä moreeni on jäänyt kartiomaisiksi kummuiksi.

Laajimmat kumpukentät ovat Runnin ja Valkeiskylän alueet noin 15 kilometriä Iisalmesta luo-

Kuva 38. Lapinlahden Haapamäen hienoainesmoreenikummut ovat kivettömyydestään johtuen hyvää viljelysmaata.
Fig. 38. Fine-grained hummocky moraine is easy to cultivate due to the lack of boulders, Haapamäki in Lapinlahti.

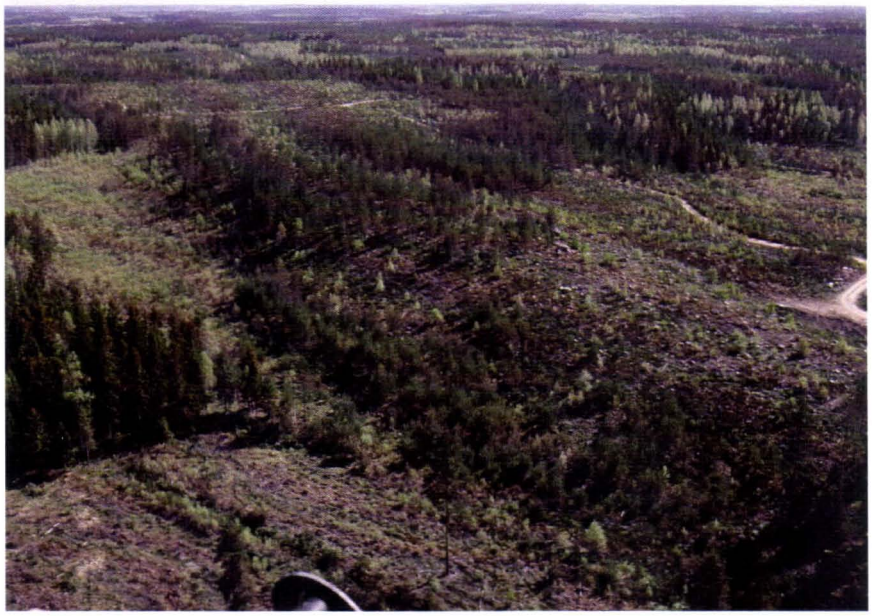
teeseen sekä Heinäperän alue, Kiuruveden pohjoisosissa. Runnin - Valkeiskylän kumpumoreenialue on syntynyt subakvaattiselle alueelle. Sen kummut ovat muodoltaan lähes pyöreitä, tosin muutamia soikeitakin selänteitä tavataan. Suurimpien mäkien läpimitat ovat 500 - 600 metriä ja korkeudet 15 - 40 metriä. Korkein moreenikumpu, Iimäen länsipuolella oleva Mäkiaho, kohoaa 48 metriä ympäristöään korkeammalle. Yleensä kumpujen läpimitta on 200 - 300 metriä ja korkeus 15 - 20 metriä. Lisäksi tavataan pieniä moreenikumpuja suurempien välissä sekä paikoin myös näiden päällä. Muodoltaan valtaosa moreenikummuista on keilamaisia, tosin eräät suuret kummut ovat lakiosastaan hieman tasoittuneita. Kaikille moreenikummuille on ominaista rinteiden jyrkkyys, joka vaihtelee yleensä 25°:sta 30°:seen.

Kohdeselostukset

Valkealammi

Yksi Suomen edustavimmista ja suurimmista reunamoreeniselännekentistä sijaitsee I Salpausselältä luoteeseen Hyvinkään ja Vihdin rajalla. Kenttä on yhdeksän kilometriä pitkä ja kuusi kilometriä leveä. Siinä on yli 300 erikokoista selännettä, ja ne ovat noin 85 - 130 metriä merenpinnan yläpuolella. Selänteiden korkeudet ovat suurimmillaan yli 15 metriä, ja matalimmat ovat 1 - 2 metriä korkeita. Yksittäisten selänteiden leveydet ovat 10 - 100 metriä ja pituudet 50 - 5 500 metriä (Haavisto-Hyvärinen et al. 1990). Alueen kookkain ja pisin reunamoreeniselänne kulkee Kominharjun länsipuolelta Valkealammin itäpuolitse Uunimäelle. Koillispäästään selänne haarautuu useaksi erilliseksi selänteeksi (kuva 39). Reunamoreeneille on tyypillistä sekä proksimaali- että distaalirinteiden jyrkkyys.

Reunamoreeniselänteiden syntytapa ja niiden aines vaihtelevat suuresti. Selänteet voivat olla pääosin mannerjään pohjalla syntyneitä, jolloin



Kuva 39. Reunamoreeniselänteitä Valkealammin alueella Hyvinkäällä. Reunamoreenikenttä on yksi Suomen edustavimmista ja laajimmista. Siellä on laskettu olevan noin 300 päätemoreeniselännettä. Valokuva J. Väätäinen.
Fig. 39. Small end moraine ridges in the Valkealampi area of Hyvinkää. This system of small end moraines with about 300 ridges is one of the largest and most representative in Finland. Photo J. Väätäinen.

aines vastaa pohjamoreenia. Useimmiten selänteiden distaaliosassa on mukana myös glasifluviaalista ainesta. Selänteet ovat syntyneet jäätikön reunan kontaktissa. Selänteiden koon ja morfologian perusteella voidaan tehdä oletuksia aineksen laadusta. Pääosin pohjamoreenia sisältävät selänteet ovat muita selänteitä matalampia, ja niiden proksimaalirinteet ovat loivia. Sen sijaan kookkaimmat reunamoreeniselänteet ovat aineksellaan lajittuneempia, ja niiden rinteet ovat jyrkemmät. Pääosin glasifluviaalisesta aineksesta koostuvat selänteet ovat kookkaimpia, ja niiden proksimaalirinteet ovat jyrkimpiä (Palmu 1990 ja 1999, Haavisto-Hyvärinen et al. 1990). Alueella on lukuisia pikkuteitä. Valkealammin koillispuolella on Komiharjun komea lakivalli ja pirunpelto, jotka ovat syntyneet Baltian jääjärven rantavyöhykkeeseen.

Uusikaupunki - Mynämäki

Askaisista ja Nousiaisista levittäytyy luodetta kohti 20 kilometriä leveä ja 65 kilometriä pitkä päätemoreeneista eli De Geer -moreenivalleista koostuva alue. Se on laajin yhtenäinen päätemoreenialue Etelä-Suomessa. Päätemoreenit sijaitsevat laaksopainanteissa ja alavilla alueilla. Alue koostuu kahdesta erillisestä päätemoreenikentästä. Niistä itäisempi ulottuu Nousiaisten, Mynämäen ja Laitilan kautta Pohjanlahden rannikolle Pyhärannan kunnan Rihtniemeen. Läntisempi kenttä suuntautuu Askaisista ja Mietoisista Kalannin itäosiin ja sieltä edelleen Pohjanlahden rannikolle Mannavedelle. Edustavimmillaan ne ovat Uhlun alueella Vehmaalla (Glückert & Tittonen 1999). Tyypillisesti De Geer -moreenit sijaitsevat maaston alavimmissa kohdissa (Aartolahti 1972a).

Selänteet ovat syntyneet melko tasaisten välimatkojen päähän toisistaan. Ne ovat 100 - 300 metriä pitkiä, 10 - 20 metriä leveitä ja 2 - 5 metriä korkeita. Alueella on myös huomattavasti pienempiä selänteitä, jotka ovat vain joitakin kymmeniä metrejä pitkiä ja alle kaksi metriä korkeita. Pisin yksittäinen päätemoreeni on yli kilometrin pituinen. Muodoiltaan moreenivallit ovat vaihtelevia. Osa niistä on täysin suoria. Toiset ovat kaartelevia, ja jotkut haarautuvia. Yleensä ne ovat kohtisuorassa jäätikön reunan perääntymissuuntaan nähden, mutta harjujen läheisyydessä varsinkin pidemmät selänteet ovat kaartuneet harjun suuntaisiksi (Perttunen et al. 1984). Rannikolla ne näkyvät kapeina, pieninä niemekkeinä, saarina ja karikkoina.

Geotooppina päätemoreenit erottuvat ympäristöstään siksi, että ne ovat yleensä pinnaltaan erittäin kivikkoisia ja louhikkoisia. Selänteiden moreeniaines on hyvin vaihtelevaa, ja yleensä se on tiivistä pohjamoreenia. Runsaskivistä ja löyhää moreenia tavataan myös monin paikoin. Päätemoreenin moreeniaineksen rakeisuus on sama kuin ympäristön pohjamoreenin tai on sitä hieman karkeampaa.

Ahlainen - Kullaa

Ahlaisten ja Kullaan välisellä alueella on erityyppisistä moreenikummuista ja -selänteistä koostuva noin 1 000 km^2:n laajuinen kumpumoreenialue, joka on alaltaan Etelä-Suomen suurin (Lindroos 1981). Porin ja Kankaanpään välillä oleva alue oli jääkauden loppuvaiheessa jäätikön kahden erisuuntaisen virtauksen välimaastoa. Alueelle kerrostui runsaasti jäätikön mukanaan kuljettamaa ainesta, josta syntyi paksuja moreenikerrostumia ja erilaisia moreenimuodostumia. Lähes koko alueelle on tyypillistä runsas pintalohkareisuus. Huonon kulkukelpoisuutensa takia isot osat tästä alueesta ovat asumattomia. Alue koostuu useasta erillisestä osa-alueesta, joista löytyy monenlaisia moreenimuodostumia.

Ahlaisten itä- ja pohjoispuolella olevalla alueella moreenikumpujen erottaminen moreenipeitteisistä kallioista on paikoin vaikeaa erittäin runsaan pintalohkareisuuden vuoksi. Esimerkiksi Isojärven ympäristön lohkareikkojen alla on usein näkyvissä laakea kalliopinta. Syvemmällä moreeniaineksessa lohkareiden osuus on huomattavasti vähäisempää kuin pinnalla. Moreenikumpujen korkeudet vaihtelevat yleisesti kolmesta kymmeneen metriin. Aineksellaan moreenimuodostumat ovat hiekkamoreenia (Kielosto et al.1988a, 1988b)

Noormarkun ja Kullaan välillä oleva moreenimuodostuma-alue koostuu sekä jäätikön liikkeen suuntaisista selänteistä että suuntautumattomasta kumpu- ja kuoppamaastosta. Muodostumien aines vaihtuu pintaosan löyhästä ablaatiomoreenista tiiviiseen pohjamoreeniin. Muodostumien pinnalla on runsaasti lohkareita. Lohkareisuus vähenee huomattavasti pinnalta syvemmälle mentäessä. Kullaan ja Noormarkun välillä sijaitsevan harjun lounaispuolella moreenikummut ovat 3 - 10 metriä korkeita, verraten loivapiirteisiä ja jäätikön viimeisen liikesuunnan suuntaisia. Täällä pintalohkareisuus on muuta aluetta vähäisempää. Harjun koillispuolella suuntautumattomien moreenikumpujen korkeudet ovat 5 - 15 metriä (Kukkonen et al. 1987, Kejonen et al. 1988a).

Karhijärven länsipuolella, Noormarkun ja Lavian välisellä erämaa-alueella, moreenikummut ovat joko jäätikön liikettä vastaan kohtisuorassa olevia

selänteitä tai suuntautumattomia kumpuja ja selänteitä. Selänteiden pituudet vaihtelevat 0,5 kilometristä 1 kilometriin, ja korkeus on usein noin 20 metriä. Kumpumaiset muodostumat ovat suhteellisen pieniä, 100 - 200 metrin läpimittaisia ja noin 10 metriä korkeita. Moreenimuodostumat ovat pinnaltaan erittäin kivisiä ja lohkareisia (Kukkonen et al. 1988).

Kullaan pohjoispuolella Joutsijärven altaassa on usean tyypin moreenimuodostumia. Järven itä- ja eteläpuolella on 0,5 - 2 kilometriä pitkiä, 0,3 - 0,5 kilometriä leveitä ja 10 - 20 metriä korkeita mäkiä, joiden pituussuunta on lähes pohjois-eteläinen. Muodostumien aines on pääasiassa pohjamoreenia. Kumpujen korkeudet ovat 15 - 30 metriä. Selänteet saattavat olla jonkin aiemman jäätikön virtauksen kasaamia drumliineja, joita jäätikön viimeinen virtaus on muotoillut, tai ne ovat viimeisen jäätikön virtauksen kasaamia juomumoreeneja. Joutsijärven altaan pohjoispuolella on kumpumoreeneja, joiden korkeudet ovat 3 - 12 metriä. Niiden aines on erittäin lohkareista ja runsaasti hiekka- ja hietalinssejä sisältävää pintamoreenia (Kejonen et al. 1988b).

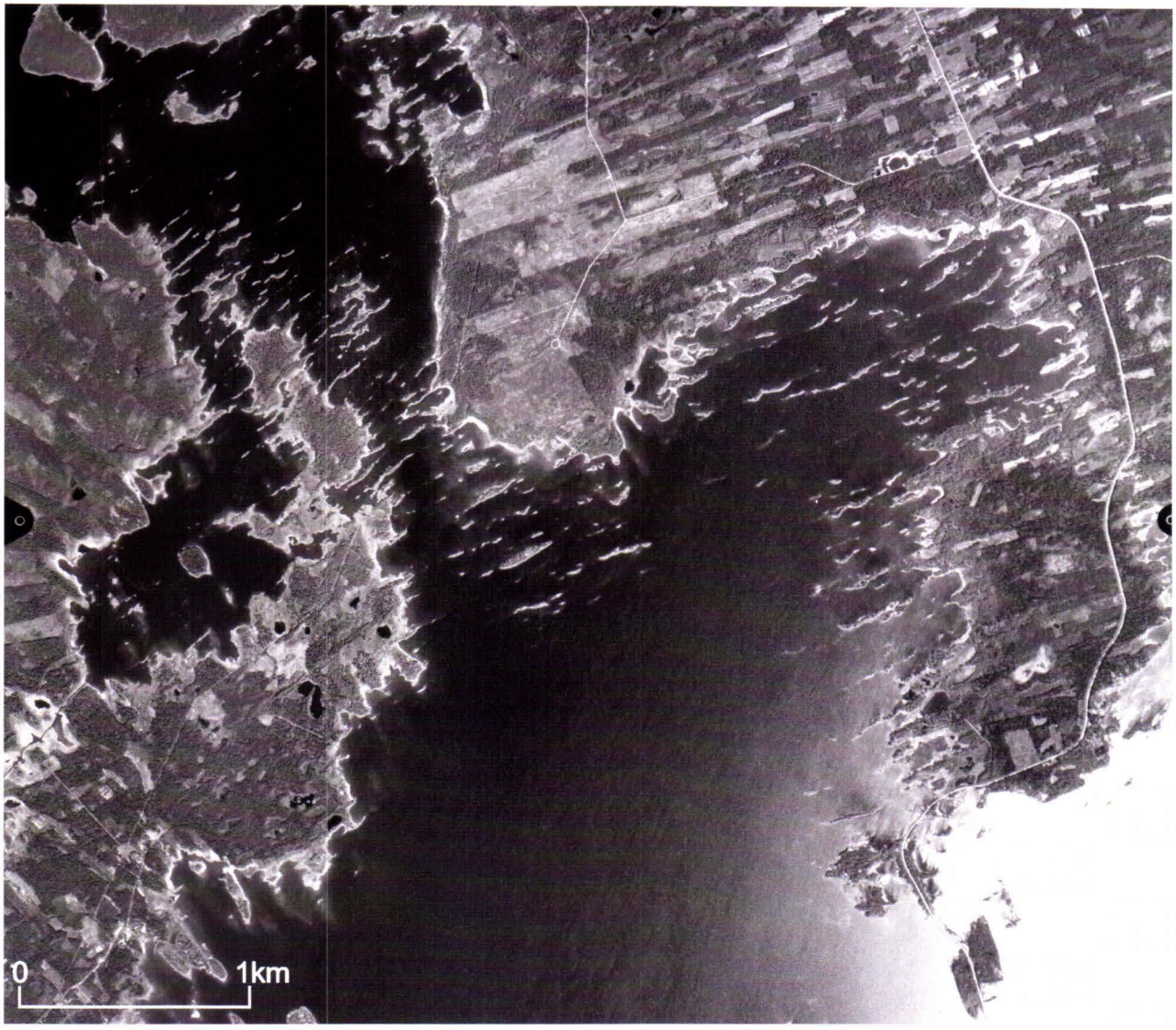
Sääksjärven ympäristössä Kullaan kaakkoispuolella moreenimuodostumat ovat 2 - 10 metriä korkeita, pinnaltaan usein louhikkoisia ja muodoltaan epäsäännöllisiä kumpuja. Ne esiintyvät hajanaisina ryhminä. Kumpujen aines on hiekkamoreenia, jossa on vaihtelevasti hiekkalinssejä. Kivijärven eteläpuolen moreenimuodostumat ovat suuria selänteitä, joiden korkeudet ovat 7 - 15 metriä. Niiden pituussuunta kuvastaa jäätikköön syntyneiden railojen muotoja. Aineksen raekoostumus, tiiviys ja lohkareisuus vaihtelevat suuresti eri paikoissa (Kejonen et al. 1988c, 1988d).

Raippaluoto

Raippaluodon ja Björkön saarilla sijaitsee Suomen laajin päätemoreeniselänteiden alue. Sen pinta-ala on noin 200 km^2. Erityisen runsaasti päätemoreeneita esiintyy Raippaluodon keski- ja itäosassa, lähes koko Björkössä, Börsskärsfjärdenillä sekä Lappörenin alueella. Selänteiden suunta on länsilounaasta itäkoilliseen, mikä osoittaa jäätikön reunan perääntyneen kohti pohjoisluodetta. Yksittäiset selänteet ovat yleensä vain 10 - 20 metriä leveitä ja 0,5 - 2,5 metriä korkeita. Ne ovat yleensä 300 - 400 metriä pitkiä, tosin muutamilla harjanteilla on pituutta jopa kaksi kilometriä. Yksittäisten harjanteiden etäisyys toisistaan on keskimäärin 100 metriä. Harjanteet ovat muodoltaan jokseenkin symmetrisiä, tasalevyisiä ja melko suoria tai lievästi kaarevia. Niiden pinnalla olevien lohkareiden määrä vaihtelee huomattavasti, mutta yleensä pisimmillä selänteillä tavataan runsaasti lohkareita. Tunnusomaista De Geer -moreeniselänteille on niiden esiintyminen suurina parvina (Zilliacus 1981). Vaikka yksittäiset harjanteet ovat varsin lyhyitä, ne liittyvät toisiinsa pitkiksi harjannejaksoiksi. Raippaluodossa erästä tällaista jaksoa voi seurata 15 kilometrin matkan (Aartolahti 1988). Kaikkiaan Raippaluodosta ja Björköstä on erotettavissa lähes 200 peräkkäistä harjannetta. Kaikki harjanteet eivät ole näkyvissä, sillä osa niistä on savikkojen tai turvekerrostumien alla. Osa moreeniselänteistä näkyy nieminä ja saarina. De Geer -moreenit muodostavat voimakkaasti maisemaa hallitsevan pyykkilautamaisen kuvioinnin (kuva 40), ja siksi niitä kutsutaan myös kuvainnollisesti pyykkilautamoreeneiksi.

Alueen pohjoispuolisilla saarilla (Nikersgrunden, Lappörarna, Slåttskäret sekä Painiken) tavataan myös Rogen-moreeneja. Niiden on tulkittu kerrostuneen mereen, jäätikön poikittaisiin railoihin. Ne ovat 200 - 3 000 metriä pitkiä, 100 - 200 metriä leveitä ja 5 - 10 metriä korkeita itä-länsisuuntaisia moreeniharjanteita, jotka ovat pinnaltaan kumpuisia ja muodoltaan mutkaisia. Ne esiintyvät suurina joukkoina ja muodostavat pyöreähköjä saariryhmiä. Pienimmät moreeniharjanteet ovat lähes pyöreitä kumpuja, jotka ovat selvästi jonoissa. Pisimmät harjanteet ovat muodostuneet useasta eri osasta. Niiden pituus kasvaa koko ajan maan kohotessa merestä, kun yhä uudet kummut liittyvät toisiinsa. Pisimmät saarijonot ovat kuuden kilometrin mittaisia. Moreenipeitteen paksuus on paikoin 10 - 15 metriä. Harjanteiden itä-länsisuunta osoittaa, että ne ovat kasaantuneet pohjoisesta etelään liikkuneen jään alla (Aartolahti 1988).

Raippaluodolla tavataan lisäksi pohjoisluoteesta eteläkaakkoon suuntautuneita drumliineita, joiden suuntaus yhtyy jäätikön viimeiseen virtaussuuntaan. Alueen drumliinit ovat matalia, vain 5 - 10 metriä korkeita ja tavallisesti alle kilometrin mittaisia. Niitä on usein vaikea hahmottaa, sillä ne ovat jääneet myöhemmin kasautuneen ablaatiomoreeniaineksen alle. Tämän vuoksi alueelle on syntynyt varsin sokkeloinen pinnanmuodostus. Drumliinimaasto näkyy selvimmin Raippaluodon Norra Vallgrundin, Brändövikin ja Malskärin rajoittamalla alueella sekä Raippaluodon koillispuolella Korsörenillä (Aartolahti 1988). Saarilta on valmistunut vuonna 1997 siltayhteys mantereelle.



Kuva 40. Päätemoreenivalleja Björkön ja Raippaluodon saaristossa. Pohjoinen kuvan yläreunassa. Ilmakuva © Maanmittauslaitos lupa nro 442/MYY/99.
Fig. 40. Small end moraine ridges in the archipelago of Björkö and Raippaluoto. Upper part of picture towards the North. Aerial photo © National Board of Survey, authorization no. 442/MYY/99.

Laukaa

Isot reunamoreenit ovat syntyneet jäätikön reunan eteen jäätikön pysähdyksestä ja jäätikön uudelleen aktivoitumisesta johtuvan työnnön seurauksena. Useimmat merkittävät reunamoreenit Suomessa ovat reunamuodostumien osia. Näin myös Laukaan Kaakkolammen reunamoreeni, joka on osa Sisä-Suomen reunamuodostumaa. Sisä-Suomen reunamuodostuma on osittain hiekkavaltaista lajittunutta ainesta ja osittain huuhtoutunutta moreenia, kuten Kaakkolammen reunamoreeni.

Kaakkolammen reunamoreeni on noin 1,5 kilometriä pitkä, 200 - 300 metriä leveä ja 20 - 40 metriä korkea luonnontilainen selänne. Sen proksimaalisivulla eli jäätikön puoleisella sivulla on suunnilleen puolen kilometrin levyinen lohkareinen kumpumoreenikenttä, joka on muodostunut jäätikön reunan päällä olleesta moreeniaineksesta. Kaakkolammen reunamoreeni on pääosin muodostunut pintamoreenista, joka on kerrostunut jäätikön puskun seurauksena tai jäätikön reunan yli liukuneena valumoreenina. Paikoin selänteessä on ilmeisesti myös pohjamoreeniainesta ja glasifluviaalista ainesta, josta osa on morenisoitunutta. Kaakkolammen reunamoreeni edustaa jäätikkökielekkeen ulointa etenemisrajaa. Se on huuhtoutumisen vuoksi pinnaltaan erittäin lohkareinen.

Kuva 41. Laukaan Kaakkolammen reunamoreeni on huuhtoutumisesta johtuen pinnaltaan lohkareinen.
Fig. 41. The end moraine of Kaakkolampi in Laukaa is boulder-covered due to wave-washing.

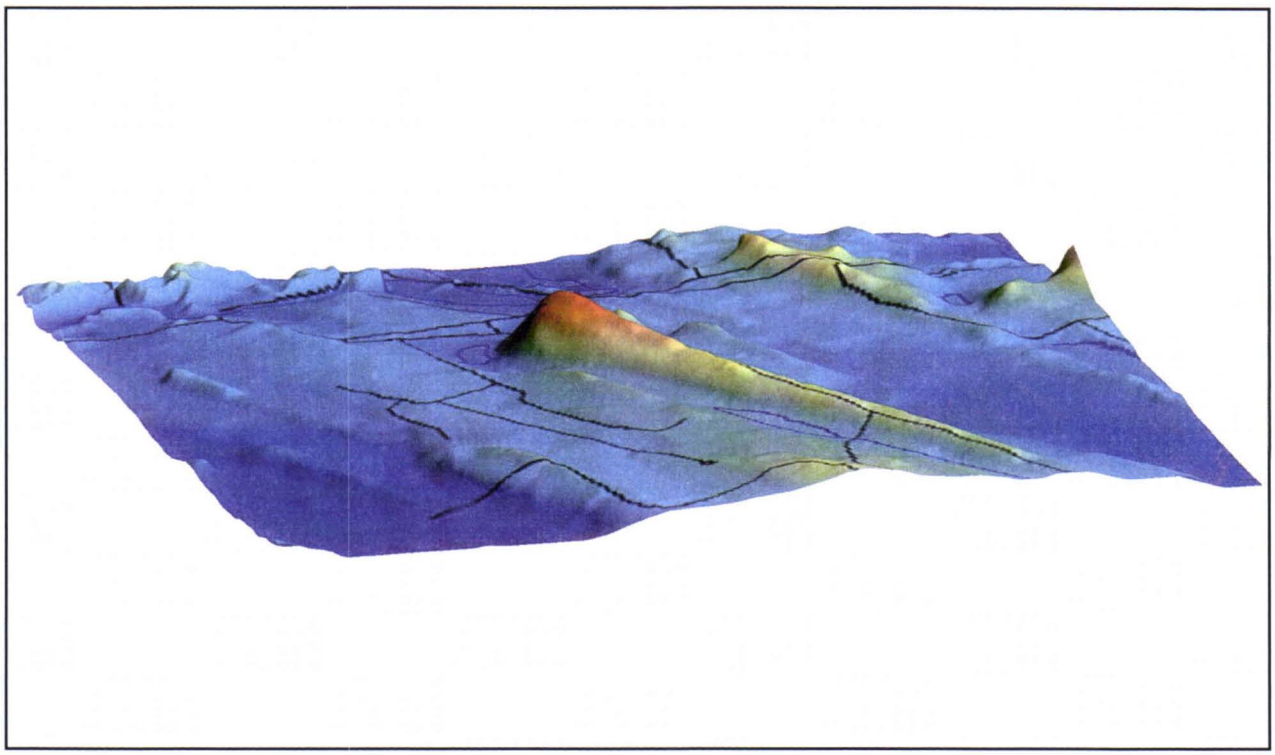
Kaakkolammen selänteen korkeus on 100 - 140 metriä merenpinnan yläpuolella. Se on syntynyt veden alla, sillä muinaisen Itämeren vedenpinta oli noin 155 metrin korkeudella. Kaakkolammen selänteen itäreuna on lohkareikon peitossa, ja se on 105 - 125 metrin korkeudella (kuva 41). Se syntyi jääkauden jälkeisen Itämeren järvivaiheen, Ancylusjärven vedenpinnan nousun eli transgression seurauksena. Kaakkolammen selänteen tyvellä on vielä 102 metrin korkeudessa hienosedimentteihin muodostunut rantatörmä, joka on muodostunut ns. Muinais-Päijänteen tulviessa alueella.

Hankasalmi

Hankasalmen drumliinikenttä on läntisin osa Suomen suurinta drumliinialuetta, Pieksämäen drumliinikenttää, johon kuuluu kaikkiaan noin 14 500 pitkänomaista selännettä (Glückert 1973). Toisinaan nämä Hankasalmen drumliinit kuitenkin lasketaan kuuluvan Keiteleen drumliinikentän eteläisiin osiin (Glückert 1973).

Drumliinikenttä on vedenjakaja-alueella, 115 - 190 metrin korkeudella merenpinnasta. Drumliinit ovat yleisimmin 5 - 15 metriä korkeita, mutta myös lähes 50 metriä korkeita drumliineita tavataan. Alueella on vaihteleva kalliotopografia. Tämän vuoksi alueen drumliinit voidaan yleisimmin luokitella kalliodrumliineiksi, drumlinoideiksi ja drumliinikilviksi (Glückert 1973). Yleisesti näyttääkin siltä, että kaikkein suurimmissa drumliineissa, kuten Hankasalmen Venetmäessä ja Hankamäessä, on laaja kallioydin. Monet alueen drumliinit ovat viljeltyjä tai laitumina, joten niille tyypillinen muoto ja vaikutus maisemaan on helppo havaita.

Drumliineja esiintyy yleisimmin mannerjään suurten kielekevirtojen keskialueilla, missä jäätikön virtaus oli voimakkainta. Drumliinien suuntaus yhtyykin jäätikön virtaussuuntaan. Drumliinit ovat syntyneet jäätikön kulutuksen ja kasaamisen seurauksena, jolloin moreenia on kasaantunut useimmiten kallioytimen ympärille ja varsinkin sen suojapuolelle. Usein drumliineilla on pitkänomainen häntä, joka jatkuu matalana ja aiheuttaa maaston juovikkuutta (kuva 42). Pieksämäen drumliinikentän voidaan katsoa kokonaisuutena syntyneen Järvi-Suomen jääkielekkeen keskiosiin, jolloin jäätikkö virtasi pitkään kohti Salpausselkämuodostumia (Glückert 1973). Drumliinien aines on yleensä pohjamoreenia. Lajittuneet hiekka- ja sorakerrokset ovat drumliinien suojasivulla tyypillisiä. Alueella sijaitsevasta Kaiturin drumliinista on tavattu ns. sipulirakenne, jossa sisäkkäisiä moreenikerroksia erottaa toisistaan ohuet hieta- tai hiekkakerrokset (Nenonen 1994).



Kuva 42. Korkeusmallilla luotu kuva Pieksämäen maalaiskunnassa olevasta Paltamäen drumliinista, jossa näkyy jäätikön virtauksen suuntainen muoto.
Fig. 42. The Paltamäki drumlin in the rural district of Pieksämäki, represented by a digital elevation model showing its form parallel with the glacier flow.

Viinijärvi

Viinijärven eteläosassa on noin 3 000 hehtaarin laajuinen, pitkänomainen moreenimuodostumaalue. Se sijaitsee morfologialtaan tasaisella alueella, Jaamankangas - Siilinjärvi-saumamuodostuman eteläpuolella. Lohkareisuutensa ja soistuneisuutensa vuoksi alue on asumatonta erämaata, jonka metsiä tosin hyödynnetään tehokkaasti. Metsäautotiet risteilevät alueella ja hakkuualueita sekä eriasteisia taimikoita on runsaasti (kuva 43).

Viinijärven kumpumoreenialue koostuu sadoista poikittain suuntautuneista, mutkittelevista kumpumoreeniselänteistä, jotka ovat muodoltaan pitkänomaisia tai soikeita. Näiden päällä on paikoin pieniä, noin 50 metrin läpimittaisia lohkareisia moreenikumpareita. Moreeniselänteitä erottavat toisistaan suot, järvet ja alavammat moreenimaat. Selänteet ovat yleensä muutamien satojen metrien, joskus jopa yli kilometrin pituisia, ja leveydeltään ne ovat 50 - 200 metriä. Niiden korkeus vaihtelee kahdesta kymmeneen metriin, mutta yleisesti tavataan myös yli 10 metriä korkeita selänteitä. Rainion (1985) mukaan alueen moreenin paksuus on yli 20 metriä. Viinijärven moreenialue on 90 - 130 metriä merenpinnan yläpuolella.

Viinijärven kumpumoreenit ovat pinnaltaan runsaslohkareisia. Koska moreeniselänteiden ytimessä on satunnaisesti pohjamoreenia ja lajittunutta ainesta, niitä voitaneen pitää osittain myös juomumoreenityyppisinä sulamismoreeneina. Viinijärven moreenialue on Rainion (1985) mukaan osa Liperin reunamuodostumaa, joka kuvaa jäätikön pysähdystä sen peräytymisvaiheessa.

Hattujärvi

Ilomantsin Hattujärven reunamoreeni on osa lounaasta koilliseen kulkevaa Koitereen reunamuodostumaa, joka vastaa II Salpausselän aikaista jäätikön reunan pysähdystä (Rainio 1991). Hattujärven reunamoreeni muodostuu jäätikön reunan suuntaisista valleista, selänteistä, harjanteista ja näiden yhdistelmistä, mutta useimmiten se kulkee yhtenä selänteenä läpi alavien soiden ja muodostaa hienon maisemakokonaisuuden näiden kanssa. Reunamoreeni on yleisimmin 5 - 10 metriä korkea, mutta korkeimmillaan se kohoaa 25 metriin asti. Reunamoreenin distaalipuoli on jäätikön etenemisen vaikutuksesta loiva ja proksimaalipuoli jyrkkä.

Hattujärven reunamoreeni edustaa luoteesta virranneen jäätikkökielekkeen ulointa reunan asemaa. Sen aines on jäätikön kasaan työntämää moreenia, joka leviää kaakossa usean kilometrin levyiseksi,

Kuva 43. Viinijärven kumpumoreenialue koostuu jäätikön liikesuuntaan nähden poikittaisista, mutkittelevista moreeniselänteistä.
Fig. 43. The hummocky moraine of Viinijärvi consists of winding moraine ridges transverse to the ice flow direction.

lampien ja soiden pirstomaksi kumpumoreenikentäksi. Reunamoreenin korkeustaso on 170 - 210 metriä merenpinnan yläpuolella, joten se on syntynyt supra-akvaattiselle alueelle. Päätemoreenivalli katkeaa Hattujärven itäpuolella, jossa jäätikön sulavesivirrat ovat kuluttaneet ja katkoneet päätemoreenivallia sekä muodostaneet pitkittäisharjun sen poikki. Vallin itäpuolelle sulamisvedet ovat muodostaneet epämääräisen sandurikentän jäätiköltä kulkeutuneista hiekoista (Rainio 1990a).

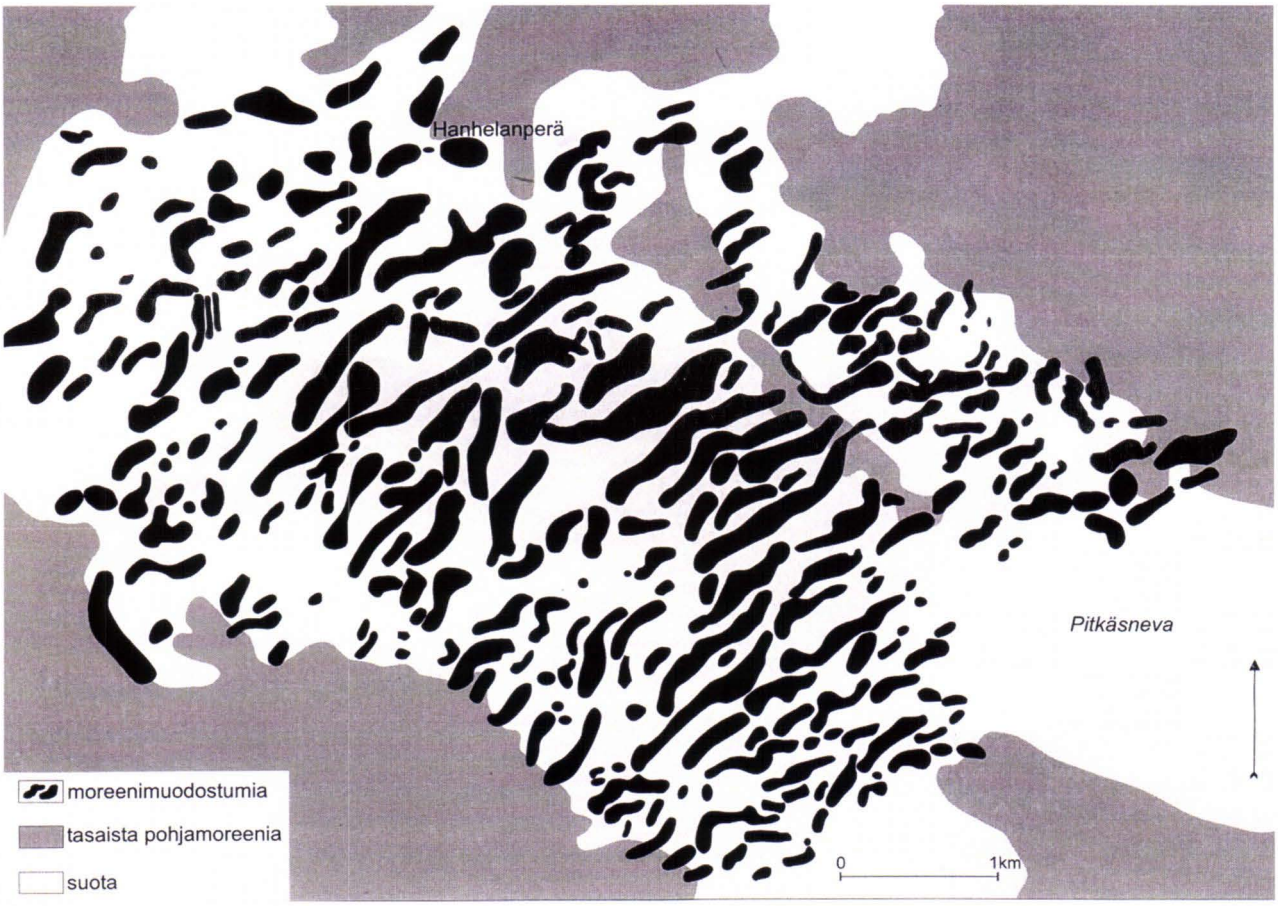
Heinäperä

Heinäperän kumpumoreenialue on noin 25 km^2:n laajuinen kenttä, joka sijaitsee Kiuruveden ja Pyhännän rajalla. Alueella on satoja pyöreitä tai lievästi soikeita moreenikumpareita, joita suot tai alavat moreenimaat erottavat toisistaan. Kumpareet ovat useimmiten halkaisijaltaan 20 - 50 metriä ja korkeudeltaan yleensä 3 - 7 metriä, joskus jopa yli 10 metriä korkeita kumpareita. Heinäperän kumpumoreenialue on 175 - 195 metriä merenpinnan yläpuolella, ja alueen ylimmän rannan taso on noin 188 metriä. Siten osa moreenikummuista on syntynyt matalaan veteen ja osa supra-akvaattiselle alueelle. Supra-akvaattisen alueen moreenikummut ovat jyrkempiä kuin subakvaattiselle alueelle syntyneet.

Heinäperän moreenikumpujen aines ja rakenne poikkeavat tavallisista kumpumoreeneista siten, että moreenikumpujen materiaali on vähäkivistä ja kivetöntä hienoainesmoreenia, jossa on lisänä glasifluviaalista ainesta. Kumpumoreeneille tyypillinen pintalohkareikko puuttuu myös Heinäperän moreenikummuista. Hienoainespitoisen ja kivettömän aineksen vuoksi kummut ovat usein viljeltyjä.

Hanhelanperä

Hanhelanperän noin 25 km^2:n laajuinen moreenimuodostuma-alue sijaitsee Pohjois-Pohjanmaalla, Raahen, Pattijoen, Vihannin ja Pyhäjoen kunnissa. Se muodostuu sadoista kumpumoreeniselänteistä, jotka ovat poikittain jäätikön viimeistä virtaussuuntaa vastaan. Niitä voitaneen nimittää juomumoreeneiksi. Hanhelanperän kumpumoreeniselänteet ovat samankaltaisia, mutta paremmin suuntautuneita kuin Nenosen (1993 ja 1995) kuvaamat Raution alueen Rogen-moreeniselänteet. Hanhelanperällä on satoja poikittaisia, selvästi pitkänomaisia tai soikeita moreeniselänteitä ja -kumpareita, joita suot tai alavat moreenimaat erottavat toisistaan (kuva 44). Moreeniselänteiden välinen suoalue on nimeltään Pitkäsneva, joka kuuluu Natura 2000 -suojeluohjelmaan. Moreeniselänteet ovat



Kuva 44. Piirros Hanhelanperän moreeniselänteistä, jotka ovat suuntautuneet poikittain mannerjään viimeistä virtaussuuntaa vastaan.
Fig. 44. Drawing of the moraine ridges at Hanhelanperä, which are transverse to the ice flow direction.

yleensä muutamien satojen metrien mittaisia. Pisimmillään ne ovat yli kilometrin ja leveydeltään yleensä noin 20 - 100 metriä. Selänteiden korkeudet ovat yleensä 2 - 10 metriä, mutta yleisesti tavataan myös yli 10 metriä korkeita selänteitä. Hanhelanperän moreenialue on 80 - 105 metriä merenpinnan yläpuolella. Alue on ollut jäätikön sulaessa noin 100 metriä syvän veden peitossa (Eronen 1988).

Hanhelanperän moreeniselänteet ovat pinnaltaan runsaskivisiä ja -lohkareisia. Niiden aines ja rakenne poikkeavat tavallisista kumpumoreeneista siten, että moreeniselänteiden ytimessä on pohjamoreenia. Toisaalta selänteissä esiintyy myös selvästi lajittuneita, jopa glasifluviaalisia kerroksia. Tällaisten Rogen-moreeniselänteiden voidaan ajatella syntyneen, kun sulamismoreenia kerääntyi sulavan jäätikön poikittaisrailoihin (Lundqvist 1969). Moreeniselänteet ovat voineet syntyä osittain sulan moreeniaineksen pusertuessa jäätikön pohjalla olleisiin railoihin, tai ne ovat syntyneet jäätiköltä railoihin valuneen aineksen kasautumista.

Kuusamo

Yksi Suomen suurimmista drumliinikentistä, Kuusamon drumliinikenttä, koostuu sadoista jäätikön virtauksen suuntaisista moreeniselänteistä, drumliineista. Sen synty liittyy viimeisen jäätiköitymisen sulamisvaiheeseen eli deglasiaatioon, jolloin jäätikkö virtasi voimakkaasti länsiluoteesta itäkaakkoon kohti Venäjän Karjalan reunamuodostumia. Aario ja Forsström (1979) kutsuvat tätä virtausta Kuusamon kielekevirtaukseksi. Suomen puolella drumliineja esiintyy noin 3 500 km^2:n laajuisella alueella, joka alkaa Posion länsiosista ja jatkuu noin 40 kilometriä leveänä vyöhykkeenä Kuusamon keskiosien kautta itään yli valtakunnan rajan.

Drumliinikentän sisällä on eri drumliinityypeistä koostuvia osa-alueita, jotka erottuvat parhaiten toisistaan ilmasta nähtynä (kuva 2). Iivaaran eteläpuolella, Penikkajärven ja Kallioluoman järven välisellä kannaksella sekä Tammelan kylän eteläpuolella on kymmeniä kapeita, neulamaisia drumliineja, jotka ovat 0,5 - 1,5 kilometriä pitkiä, 50 - 150 metriä leveitä ja 5 - 30 metriä korkeita. Soivion

alueella sekä Posion eteläpuolella drumliinit ovat edellisiä pyöreämpiä, 1 - 2 kilometriä pitkiä, 300 - 500 metriä leveitä ja 15 - 25 metriä korkeita (kuva 45). Drumliiniselänteiden joukossa esiintyy niiden kanssa samansuuntaisia vakoutumia eli flutingeja, joita pidetään osaksi kasaantumis- ja osaksi kulutusmuotoina. Posion Suonnassa (Aario 1990) ne ovat huomattavan suuria, 1,5 - 3 kilometriä pitkiä, 200 - 300 metriä leveitä ja 5 - 10 metriä korkeita. Niitä on kutsuttu myös megaflutingeiksi. Maastossa vakoumia on vaikea havaita, ja ne erottuvat parhaiten ilmasta nähtynä.

Kuusamon drumliinien aines on pohjamoreenia, ja se kertoo niiden syntyneen jäätikön alla. Pohjamoreenin sisässä, varsinkin distaaliosassa on lajittuneita välikerroksia. Osalla drumliineista on todettu kalliosydän, joka on joko muodostuman keskellä tai sen proksimaaliosassa. Soivion alueella drumliinien on todettu koostuvan kahdesta eri moreeniyksiköstä, joista alempi liittyy vanhempaan, ns. Tuoppajärven virtausvaiheeseen ja ylempi edellä mainittuun Kuusamon kielekevirtaukseen (Aario 1990), joka aiheutti drumliinien suuntauksen.

Drumliineissa sekä niiden välissä olevien järvien ja soiden muodoissa näkyy jäätikön virtaussuunnasta johtuva juovaisuus. Se on vaikuttanut alueen pinnanmuotoihin ja maisemaan. Kuusamossa ja Posiolla asutus ja niiden ympärillä olevat viljelykset sijaitsevat usein drumliinien päällä, sillä korkealla olevat alueet eivät ole yhtä hallanarkoja kuin soistuneet painanteet. Kasvillisuudeltaan drumliinit eivät eroa ympäristön pohjamoreenialueista.

Kuva 45. Drumliiniselänne lähellä Kuusamon Iivaaraa.
Fig. 45. A drumlin near Iivaara in Kuusamo.

Kemijärvi

Kemijärven länsiosassa on noin 2 000 km^2:n laajuinen, lähes pyöreä moreenimuodostuma-alue (Kurimo 1977, Lindroos 1981), joka eroaa geotooppina ja myös karuna biotooppina ympäristöstään. Se sijaitsee tasaisella alueella, ja sitä ympäröivät Kemijokilaakson ja toisaalta Hyypiön pohjoispuoliset vaara-alueet. Lohkareisuutensa ja huonon kulkukelpoisuutensa takia alue on harvaan asuttua, ja myös teitä on vähän. Siksipä laajat alueet ovatkin lähes luonnontilaisia.

Kemijärven kumpumoreenialue koostuu varsin erilaisista osa-alueista. Alueen itäosassa, Peuraselässä moreenimuodostumat ovat pitkänomaisia, luoteesta kaakkoon virranneeseen jäätikköön nähden poikittaisia ja toisinaan mutkittelevia juomumoreeniselänteitä, joista monet muistuttavat läheisesti Rogen-moreeneita. Ne ovat pinnaltaan kivisiä ja lohkareisia, ja varsinkin luoteisrinteellä lohkarei-

den määrä on hyvin suuri (Sutinen 1992). Selänteiden pituus on 10 - 200 metriä, ja korkeus vaihtelee yhdestä 15 metriin (Kurimo 1977). Sarriojärven itäpuolella on yli 15 metriä korkeita poikittaisia selänteitä, joiden rinteet ovat jyrkkiä (15 - 25°) ja lohkareisia. Selänteiden välit ovat usein soistuneita. Sarriojärven koillispuolella on jäätikön liikkeen suuntaisia radiaalimoreeneita. Ne ovat myös lyhyitä ja joskus mutkittelevia selänteitä, jotka mittasuhteiltaan ovat Rogen-moreenien kaltaisia (Kurimo 1977). Kolmas moreenimuodostumatyyppi on pyöreän tai soikean muotoiset kummut, joita esiintyy esimerkiksi Rovaniemeltä Kemijärvelle menevän maantien ja rautatien välisellä alueella. Kurimon (1977) mukaan kummut ovat yleensä läpimitaltaan 10 - 300 metriä ja korkeudeltaan 1-10 metriä. Ne ovat päältä loivan kuperia ja rinteiltään joskus melko jyrkkiä. Pinta on usein hyvin lohkareinen ja kivinen. Kumpujen välissä on lampia tai soistuneita painanteita. Kemijärven kumpumoreenialueella esiintyy myös renkaan- tai hevosenkengän muotoisia kumpuja, jotka muistuttavat Pulju-moreenikumpuja.

Poikittaisissa moreeniselänteissä aines muistuttaa ominaisuuksiltaan pohjamoreenia, jossa on joukossa lajittuneen aineksen välikerroksia (Sutinen 1992, vrt. Aario 1990 ja Lundqvist 1989). Välikerrosten on tulkittu kerrostuneen selänteiden suojapuolelle jäätikön pohjalla olleesta sulasta moreeniaineksesta. Särmikkäät paikalliset lohkareet kuvastavat moreenin kerrostumisen olleen nopeaa (Sutinen 1992). Kurimon (1977) mielestä Kemijärven kumpumoreenialue on aineksellaan jäätikön pinnalle kerrostunutta pintamoreenia. Ilmeisesti kumpukentän muodostumiseen on vaikuttanut sekä jäätikön aktiivinen virtaus että kerrostumisen loppuvaiheessa jäätikön laaja-alainen passivoituminen, joka johtui idässä jäätikköön rajoittuneen Sallan jääjärven vedenpinnan huomattavasta laskusta (Taipale & Saarnisto 1991, Johansson 1995).

Pulju

Myöhäis-Veikselkautisen jäänjakajan pohjoispuolella Kittilässä, Enontekiöllä ja Inarissa esiintyy yleisesti suuntautumattomia, morfologialtaan rengasmaisia tai kaarenmuotoisia moreenimuodostumia. Ne sijaitsevat usein maaston painanteissa tai tasaisilla alueilla ja peittävät kymmenien neliökilometrien laajuisia alueita. Laajin ja tunnetuin rengasmaisten moreenimuodostumien esiintymisalue on Kittilän Puljun kylän ympäristössä. Esiintymispaikan mukaan rengasmaisia kumpumoreeneita kutsutaan Pulju-moreeneiksi (Kujansuu 1967). Edustavin esiintymisalue on noin 7 kilometriä Puljun kylästä pohjoiseen Nunnaseen johtavan maantien varrella. Siellä Pulju-moreeniselänteet ovat yleensä yhdestä reunasta avoimia renkaita, jotka ovat kiinni toisissaan. Ilmasta katsottuna ne muodostavat "matomaisesti" kiemurtelevan verkoston. Renkaiden läpimitta on 20 - 150 metriä ja korkeus 1 - 4 metriä. Renkaan keskellä on usein soistunut painanne.

Moreenistratigrafisissa tutkimuksissa (Johansson & Nenonen 1991) Pulju-moreeniselänteissä löydettiin kolme päällekkäistä hiekkamoreeniyksikköä. Niistä alin on pohjamoreenia, joka on kerrostunut aiemmin ja jolla ei ole osuutta selänteen syntyyn. Keskimmäinen 2 - 5 metriä paksu yksikkö muodostaa moreeniselänteen varsinaisen ytimen. Sen on tulkittu syntyneen jäätikön pohjalla halkeamia ja railoja pitkin ylöspäin puristuneesta pohjamoreenista. Noin metrin paksuinen ylin moreeniyksikkö on paikoilleen pysähtyneen jäätikön railoihin ylhäältä valunutta ja pudonnutta ainesta, joka on synnyltään ablaatiomoreenia.

Pulju-moreenit ovat pinnaltaan vähäkivisiä ja -lohkareisia. Selänteiden päällä kasvaa harvaa mänty- ja koivumetsää. Painanteet ovat puuttomia ja usein soistuneita. Maastossa ja varsinkin ilmasta nähtynä selänteet ovat hyvin erottuvia ja sopivat havainnollisuutensa vuoksi opetuskohteiksi. Yhdessä soistuneiden painanteiden kanssa ne muodostavat selvästi ympäristöstään erottuvan geotoopin.

Mutusjärvi

Inarin drumliinikenttä sijaitsee Inarijärven länsi- ja luoteispuolella. Se on yksi Suomen suurimmista drumliinialueista, joka koostuu sadoista jäätikön virtauksen suuntaisista drumliineista ja niiden välissä olevista vakoutumista eli flutingeista. Drumliinikentän synty liittyy viimeisen jäätiköitymisen deglasiaatioon, jolloin jäätikkö virtasi voimakkaasti etelälounaasta pohjoiskoilliseen kohti Pohjois-Norjan Salpausselkävaihetta vastaavia reunamuodostumia (Hirvas 1991).

Drumliinikentän sisällä on eri drumliinityypeistä ja vakoutumista koostuvia osa-alueita, jotka erottuvat parhaiten ilmasta nähtynä. Mutusjärven alueella on muutamia lähes 25 metriä korkeita drumliineja, jotka ovat ilmasta katsottuna ellipsin muotoisia. Korkein kohta sijaitsee proksimaalipäässä, jossa näkyy myös kallioita. Kaamasen alueella drumliinit ovat muodoltaan soikeita tai paikoin aivan neulamaisia. Ne ovat noin kilometrin pituisia ja 4 - 10 metriä korkeita selänteitä, jotka leikkausten perusteella koostuvat pelkästään pohjamoreenista.

Kaamasesta pohjoiseen Syysjärven ja Iijärven välisellä alueella on muutamia kooltaan huomattavia drumliineita. Sammuttivaara on 30 metriä korkea drumliini, jonka kallioytimisen proksimaalipään taakse on kerrostunut lähes 3 kilometriä pitkä moreenihäntä. Syysjärven drumliinit ovat 1 - 3 kilometriä pitkiä ja 10 - 20 metriä korkeita soikion muotoisia selänteitä. Drumliiniselänteiden joukossa esiintyviä vakoutumia eli flutingeja pidetään osaksi kasaantumis- ja osaksi kulutusmuotoina (Heikkinen & Tikkanen 1979). Lähes kaikkialla ne ovat samansuuntaisia kuin drumliinit, mutta Iijärven pohjoispuolella niiden suuntaus poikkeaa jonkin verran drumliinien suuntauksesta, mikä todistaa niiden syntyneen aivan deglasiaation lopussa drumliinien kerrostumisen jälkeen (Kujansuu 1990). Omana geotooppinaan drumliinit ja flutingit erottuvat selvästi yhdensuuntaisina selänteinä ympäröivästä puuttomasta tunturi- tai suoalueesta.

Partakko

Laajat kiviset kumpumoreenialueet sekä tuulikerrostumat vuorottelevat Partakon ja Sevettijärven välisellä lounais-koillissuuntaisella vyöhykkeellä. Se sijaitsee noin 60 km pitkässä ja vain 2 - 3 kilometriä leveässä maaston painanteessa. Alue eroaa maisemaltaan selvästi ympäristöstään ja sijoittuu Partakon kylän luoteispuolella olevan laajan Inarin drumliinikentän ja kaakkoispuolella olevan lohkareisen ja karun kallioalueen väliin.

Kumpumoreenialueen koillispäässä moreenimuodostumat ovat suuntautumattomia kumpuja, kun taas lounaispäässä jäätikön virtauksen suuntaiset, lounais-koillissuuntaiset lyhyet moreeniselänteet ovat yleisiä. Aario (1990) on nimennyt ne omaksi moreenimuodostumatyypiksi, Sevetti-moreeniksi. Sevetti-moreenikummut ja -selänteet ovat noin 10 metriä korkeita ja 40 metriä leveitä. Selänteiden pituus vaihtelee sadasta 400 metriin. Niille on tyypillistä runsas pintalohkareisuus. Lohkareet ovat läpimitaltaan 0,5 - 1,5 metriä ja muodoltaan hyvin särmikkäitä. Selänteiden sisällä moreeniaines muuttuu löyhäksi, ja kivien sekä lohkareiden määrä ja koko vähenee noin 1,5 metrin syvyydessä. Aarion (1990) mukaan Sevetti-moreenit ovat syntyneet ilmeisesti aktiivisesti virtaavan jäätikön pohjalla. Jäätikkö on voimakkaasti lohkonut alla olevaa, jo valmiiksi rikkonaista kalliota. Lohkareiden kiviaineksen perusteella moreeniaines on lyhytmatkaista.

Partakon kylän länsipuolella on myös useiden neliökilometrien laajuinen tuulikerrostuma-alue. Dyyniselänteiden keskikorkeus on noin 5 metriä, mutta Inarijärven rannalla on useita yli 7 metriä korkeita selänteitä. Selänteiden suuntauksen perusteella tuulen suunta on vaihdellut lounaan ja luoteen välillä. Tuulikerrostuma-alueilla tunturikoivu on valtapuulaji. Muutamissa paikoissa mäntyä on kohtalaisen runsaasti, vaikka alue sijaitseekin lähellä mäntymetsien pohjoisrajaa. Tuulikerrostuma-alue on säilynyt lähes luonnontilaisena lukuun ottamatta Sevettijärven kylää ja sen lähiympäristöä.

KOHTEIDEN UHANALAISUUS

Biodiversiteetin kannalta moreenimuodostumien ja rantamerkkien säilyminen luonnontilaisena ei suuressa mitassa ole uhattuna. Kuitenkin on joitakin tekijöitä, jotka saattavat muuttaa muodostumien muotoa ja pohjavesiolosuhteita, jolloin ympäristön monimuotoisuus vähenee. Tällaisia uhkatekijöitä ovat esimerkiksi moreenialueilla asutus, teiden ja metsäautoteiden rakentaminen, metsäojitus, hakkuut sekä maa-ainesten otto. Alueilla, joissa sora- ja hiekkavaroja on vähän, niitä korvaavaa maa-ainesta otetaan myös kumpumoreeneista.

Monet rantamerkit, kuten rantatörmät ja -terassit, häviävät maa-ainesten oton yhteydessä, sillä ne sijaitsevat usein soraa ja hiekkaa sisältävien harjujen rinteillä ja reunoilla. Rantavallit sijaitsevat usein tasaisilla mailla, jotka voivat olla myös soistuneita. Rantavallialueiden poikki vedetty metsäojitus laskee pohjaveden pintaa ja kuivattaa ympäristöä, jolloin vallinnut biotooppi muuttuu. Lohkarepellot ovat maisemassa hallitsevia muotoja. Niille tehdyt rakennelmat, kuten kolmiomittaustornit, linkkimastot, merimerkit ja kiviaidat vähentävät niiden luonnontilaisuutta. Kalliokiviaineksen lisääntyvä hyödyntäminen uhkaa tuhota erityisesti Etelä-Suomen rantakivikoita ja lohkarepeltoja, koska monet niistä sijaitsevat kallioalueilla tai niiden reunoilla.

Soran ja hiekan puutealueilla moreenia on ryhdytty käyttämään korvaavana materiaalina. Kumpumoreenin pintaosan kiviä ja lohkareita on paikoin käytetty murskausmateriaaliksi. Useimmiten runsas pintakivisyys ja -lohkareisuus on kuitenkin haitaksi, sillä maanteiden ja metsäautoteiden rakentaminen ja ojitus on hankalaa. Huonoa kulkukelpoisuutta lisää vielä maaston pinnanmuotojen pienipiirteisyys. Samoista syistä kumpumoreenialueet ovat myös harvaanasuttuja ja Pohjois-Suomessa usein asumattomia. Siksi ne ovat vielä lähes luonnontilaisia ja eroavat geotooppina ja myös

karuna biotooppina ympäristön pohjamoreenialueista.

Suurin uhka kohdistuu kuitenkin tuulikerrostumiin, koska niiden kasvillisuuden tekee erityisen eroosioherkäksi hiekan päällä olevan maannoksen ja kasvipeitteen ohuus. Varsinkin kesäisin kuivalla säällä kasvipeite murenee jo vähäisestäkin tallauksesta. Aartolahden (1976) mukaan uuden jäkälän kasvu lentohiekan päälle saattaa kestää jopa 90 vuotta, mikäli hiekka pysyy paikoillaan. Pohjoisimmassa Suomessa kasvipeitteen rikkoontumisesta sekä dyynien ja deflaatioaltaiden uudelleen aktivoitumisesta on todisteita vuosituhansien takaa. Dyynikerrostumien välistä löytyvät maannokset ja hiilikerrokset kertovat alueella riehuneista isoista metsäpaloista, jotka radiohiilimenetelmään perustuvien ajoitusten perusteella tapahtuivat ennen ihmisen saapumista alueelle (Seppälä 1971, 1981, Kotilainen 1991, Tikkanen & Heikkinen 1995). Esimerkiksi Enontekiöllä ja Inarin pohjoisosissa monet hiilikerroksia sisältävät dyynialueet sijaitsevat tunturikoivuvyöhykkeellä, jossa nykyisin saattaa esiintyä vain satunnaisesti yksittäisiä mäntyjä eikä kuusia lainkaan. Hiili on kuitenkin peräisin havupuista. Se kertoo siitä, että postglasiaaliajan lämpöoptimin aikana havupuuraja oli pohjoisempana kuin nykyisin. Nykyisin tunturikoivua kasvavalla alueella oli sankkojakin havupuumetsiä, joissa sattui ajoittain koko kasvipeitteen tuhonneita metsäpaloja. Maanpintaa sitovan kasvillisuuden tuhoutuminen oli syynä vanhojen dyynien syöpymiseen, deflaatioaltaiden ja kuoppien kasvuun ja tuulen kuljettaman hiekan kerrostumiseen vanhojen dyynien päälle.

Viimeisen vuosituhannen aikana myös ihmistoiminta on vaikuttanut tuulikerrostumien eroosioon. Muinaisten lappalaisten ja pohjoiseen muuttaneiden uudisasukkaiden tiedetään pyydystäneen peuroja pyyntikuoppia kaivamalla. Niitä tehtiin usein peurojen kulkureiteille, jotka seurasivat helposti kuljettavia reittejä, hiekkaisia kankaita, jollaisia dyynialueet juuri ovat. Peuroja ajettiin pyyntikuoppiin maastoon sytytettyjen tulien avulla. Voi olettaa, että tulet riistäytyivät toisinaan laajoiksi metsäpaloiksi, jolloin myös kasvipeite tuhoutui ja dyyniaines lähti uudelleen liikkeelle.

Tällä vuosisadalla porojen määrä on kasvanut moninkertaiseksi, ja sen seurauksena monilla tuulikerrostuma-alueilla kasvipeite on rikkoontunut ja vanhojen dyynien eroosio on alkanut. Kotilaisen (1991) mukaan Pohjois-Suomen dyynikenttien uudelleenaktivoituminen on pääasiassa vanhojen dyynimuodostumien syöpymistä ja katoamista sekä deflaatioaltaiden syntyä. Dyynien kerrostuminen ja kasvillisuuden peittyminen lentohiekkaan on pienempi ongelma, ja sitä esiintyy vain harvoilla alueilla, esimerkiksi Enontekiön Munnikurkkiossa ja Inarin Kaamasjoella. Dyynien korkeimmilla ja usein myös tuulisimmilla kohdilla kiemurtelevat poropolut ovat olleet alkuna deflaatioaltaiden synnylle. Porojen ylilaidunnuksen seurauksena jäkäläkasvillisuus on paikoitellen lähes kauttaaltaan tuhoutunut. Pahimmat tuhot ovat juuri poroaitojen ja poronerotuspaikkojen läheisyydessä, jossa polut kulkevat aitoja seuraten. Siellä muukin kasvillisuus kuin jäkälä on tallaantunut rikki, ja alueet ovat nyt kasvittomia. Passiiviset dyynit ovat muuttuneet pinnaltaan aktiivisiksi. Se näkyy deflaatioaltaiden, tuulipuurtojen sekä kasvittoman maan pinnalle syntyneiden alkiodyynien ja väreiden esiintymisenä.

Nykyaikana poronhoidossa ja myös metsätaloudessa käytetään erilaisia maastokulkuneuvoja, kuten mönkijöitä, maastomoottoripyöriä ja maastoautoja, ja ne jättävät nopeasti jälkiä maastoon ja rikkovat kasvipeitettä. Tuulikerrostuma-alueille tehdyt paikallistiet ja kärrypolut ovat kasvaneet leveiksi uriksi, ja ne umpeutuvat hyvin hitaasti. Esimerkiksi Muonion Palojoensuun dyynialueella toisen maailmansodan aikana tehdyt huoltotiet ja puolustusasemat ovat yhä vielä näkyvissä.

1900-luvun alkupuolella Kalajoella ja Hailuodossa lampaiden laidunnus aiheutti huomattavaa eroosiota. Koska lampaiden määrä on vähentynyt, kasvipeite on palautunut ja deflaatioalueet ovat pienentyneet ja metsittyneet (Alestalo 1979). Ihmisen toiminta, kuten lentohietikoille tehdyt tiet, metsien hakkuut, ojitukset ja muu rakentaminen ovat johtaneet kasvipeitteen tuhoutumiseen monilla alueilla (kuvat 46 ja 47). Kasvava loma-asutus sekä uudet matkailu- ja urheilukeskukset eri puolilla Suomea ovat rikkoneet laajalla alueella tuulikerrostumia ja niiden kasvipeitettä. Tästä löytyy esimerkkejä Pohjanlahden rannikolla, kuten Hietasärkillä, Yyterissä ja Hailuodossa sekä Raattaman ja Ketomellan välisellä alueella. Näissä on vilkasta matkailu- ja majoitustoimintaa. Alueille on rakennettu hotelleja, leirintäalueita, huvipuistoja ja paikoitusalueita. Laajoja alueita Yyterin pohjoisosasta on tasoitettu golfkentäksi ja sen keskiosassa Keisarinpankin korkealle dyyniselänteelle on suunniteltu myös talviurheilukeskusta (Hellemaa 1998). Myös Lohtajan Vattajanniemelle on suunniteltu rakennettavaksi matkailupalveluja. Teiden ja polkujen lisäksi myös vesijohtojen ja viemärien kaivutyöt, erilaiset urheiluradat ja -rakennelmat sekä hiihtolatujen pohjustukset ovat rikkoneet maastoa esimerkiksi Rokuanvaaralla ja Vuokatissa (kuvat 48 ja 49). Niitä rakennettaessa maankäytön suunnittelussa ei ole otettu huomioon lentohiekka-alu-

Kuva 46. Metsäauraukseen aiheuttamaa eroosiota herkässä dyynimaastossa Valkeisen alueella Rautavaaralla.
Fig. 46. Erosion caused by forest ploughing in vulnerable dune terrain in the Valkeinen area of Rautavaara.

Kuva 47. Maa-ainesten otto on tuhonnut osan dyyniselänteestä Onnistaipaleen alueella Orivedellä.
Fig. 47. Extraction of sand has destroyed part of the dune ridges in the Onnistaipale area of Orivesi.

Kuva 48. Metsätöissä ja poronhoidossa käytettävät erilaiset maastokulkuneuvot rikkovat helposti jäkälää kasvavan dyynin pintakerroksen. Kuva on Pudasjärven Pintamosta.
Fig. 48. Various terrain vehicles used in forestry and reindeer husbandry easily break up the lichen-clad surface layer of a dune. The picture is from Pintamo in Pudasjärvi.

Kuva 49. Rokuanvaaran hyppyrimäki on kaivettu dyyniselänteeseen.
Fig. 49. The Rokuanvaara ski jump has been dug into a dune ridge.

eiden eroosioherkkyyttä. Lentohiekkarannat ovat myös erinomaisia uimarantoja ja virkistysalueita. Aivan rannalla aallokko ja talvisten jäiden työntö pitävät hiekan kasvittomana. Sisempänä rantavyöhykkeessä dyynejä peittävä kasvillisuus on tallautunut tai kokonaan kulunut, kuten Kalajoella ja Yyterissä. Sen seurauksena passiivinen dyyni on muuttunut pinnaltaan aktiiviseksi.

Yksi selvimmistä ihmisen dyynimaisemaan aiheuttamista tuhoista on näkyvissä Kokkolan Ykspihlajassa, jossa alueelle rakennettu satama rakennuksineen ja laitteineen on lähes täydellisesti hävittänyt siellä aiemmin olleen dyynikentän. Rokuanvaaralla sijaitsevien matkailukeskusten, hiihtostadionin, laskettelurinteen ja vapaa-ajan asuntojen ympäristöstä sekä niiden välissä olevilta retkeilypoluilta kasvillisuus on kulunut pois (kuva 49). Toisaalta matkailualueilla ohjattu liikkuminen ja opastetut polut johtavat retkeilyn määrätyille urille, jotka kylläkin kuluvat rikki, mutta toisaalta niitä ympäröivät alueet säilyvät koskemattomina.

Puolustusvoimien harjoitusalueilla mm. Hankoniemellä ja Lohtajalla on dyynien luonnontilaisuus hävinnyt laajoilta alueilta. Aidatuilla sotilasalueilla samoin kuin useilla aidatuilla yksityisillä kesämökkialueilla on jäänyt runsaasti koskemattomia kohteita (Hellemaa 1998). Osia Hankoniemestä sekä Tauvon alue Siikajoella ovat säilyneet luonnontilaisina, sillä ne sijaitsevat luonnonsuojelualueilla. Lisäksi Tammisaaren Padvan Grönviksanden, osia Vattajanniemestä sekä Hailuoto kuuluvat valtakunnalliseen harjujensuojeluohjelmaan, joka rajoittaa dyyniaineksen hyväksikäyttöä. Natura 2000 -ohjelmaan tullaan mahdollisesti hyväksymään lisää dyynialueita.

SUMMARY

During the years 1993-1996 the Geological Survey of Finland carried out the project "Inventory of raised beaches, aeolian and morainic landforms". It was a sub-programme of The Finnish Biodiversity Research Programme (LUMO). The aim of the project was to search, assess and classify the most significant raised beaches, including littoral beach ridges, boulder belts and till-capped hills, morainic landforms such as end moraines, drumlins and hummocky moraine areas, and dunes and deflation areas build of aeolian material.

The research material consists of scientific results published earlier, basic data and files from several sources and Quaternary geological maps and their explanations. During the inventory over 900 sites were checked, most of the sites involved field investigation. The classification gives priority to the geological, geomorphological and landscape values of the sites. This report includes fifty of the most impressive localities, regarded best to represent the natural state geological landforms or geotopes referred to. The localities were evenly chosen from various parts of Finland, to ensure the representation of the most general subtypes. Several of the localities presented are formerly well known natural excursion sites, such as Lauhanvuori and Aavasaksa hills, and Yyteri and Hietatievat dunes. This report also includes new localities, many of them unknown to the public. Rest of the inventoried material has been documented in the databases at the Geological Survey of Finland.

The description of the localities also expresses a view to their endangerment. From the point of view of geo- or biodiversity the preservation of most of the morainic landforms and raised beaches in their natural state is not threatened on a large scale. The spreading of settlement and road networks, extraction of sand and gravel, forest cutting and ploughing have in some degree destroyed the natural state of the landforms. The most serious threat concerns the aeolian deposits. Their thin soil cover and scarce vegetation makes them very sensitive to erosion. In some areas in northern Finland the lichen-vegetation have been almost totally devastated due to the overgrazing of reindeers and off-road traffic. Since the ground cover vegetation has disappeared, the fossil dunes have been exposed to surface deformation and erosion, leaving barren deflation areas instead. In southern and central Finland tourism and other holiday activities have diminished the natural state of the dunes. On the coast of the Gulf of Bothnia aeolian landforms have been destroyed almost totally in the neighbourhoods of popular beaches and holiday resorts.

KIRJALLISUUTTA - REFERENCES

Aario, R. 1977. Classification and terminology of morainic landforms in Finland. Boreas 6, 87-100.

Aario, R. 1990. Morainic landforms in northern Finland. Julkaisussa: Aario, R. (toim.) III International drumlin symposium, Oulu 1990, Finland. Excursion Guide. Nordia tiedonantoja A, 1. 13-27.

Aario, R. & Forsström, L. 1979. Glacial stratigraphy of Koillismaa and North Kainuu, Finland. Fennia 157 (2), 1-49.

Aario, R., Peuraniemi, V. & Sarala, P. 1995. Sihtuuna moraine of Tervola, southern Lapland. International Union for Quaternary research, XIV international congress. Terra Nostra, Schriften der Alfred-Wegener-Stiftung 2/95. Abstracts, s. 3.

Aartolahti, T. 1972a. On deglaciation in southern and western Finland. Fennia 114. 84 s.

Aartolahti, T. 1972b. On the beach ridges in the area of the Virttaankangas-Säkylänharju esker, SW-Finland. Fennia 177. 31 s.

Aartolahti, T. 1973. Morphology, vegetation and development of Rokuanvaara, an esker and dune complex in Finland. Fennia 127. 53 s.

Aartolahti, T. 1974. Ring ridge hummocky moraines in northern Finland. Fennia 134, 5-22.

Aartolahti, T. 1975. Two glacial mound fields in Northern Savo. Fennia 139, 5-23.

Aartolahti, T. 1976. Lentohiekka Suomessa. Suomalainen tiedeakatemia, Esitelmät ja pöytäkirjat, 83-95.

Aartolahti, T. 1977. Suomen geomorfologia. Helsingin yliopiston maantieteen laitoksen opetusmonisteita. 150 s.

Aartolahti, T. 1988. Maanpinnan muodot. Julkaisussa: Oksala, T. (toim.) Vaasan saaristo - Vasa skärgård. Vaasa: O & G Kustannus/O&GKustannus, 26-35.

Aartolahti, T., Koivisto, M. & Nenonen, K. 1995. De Geer moraines in Finland. Julkaisussa: Autio, S. (toim.) Geological Survey of Finland, Current Research 1993-1994. Geological Survey of Finland, Special Paper 20, 67-74.

Alapassi, M. & Alanen, A. 1988. Lehtojensuojelutyöryhmän mietintö. Ympäristöministeriö, Komiteamietintö 1988: 16. Helsinki. 279 s.

Alestalo, J. 1979. Land uplift and development of the aeolian morphology on Hailuoto, Finland. Acta Universitatis Ouluensis A 82: Geologica 3, 109-120.

Alestalo, J. 1986. Muhos area. Julkaisussa: Koutaniemi, L. (toim.) Northern Ostrobothnia - Kainuu. A geographical guide. Nordia 20 (2), 157-159.

Donner, J. 1986. Pyhävuori, Kristiinankaupuki. Julkaisussa: Haavisto-Hyvärinen, M. (toim.) 17e Nordiska Geologmötet, 1986: excursion guide, excursion C 2: Quaternary geology, southern Finland. Geologian tutkimuskeskus, Opas 15, 59-60.

Eronen M. 1988. Geologinen kehitys jääkauden lopussa ja sen jälkeen. Suomen kartasto, Vihko 123 - 126, Geologia. 5. laitos. Helsinki: Maanmittauslaitos ja Suomen Maantieteellinen Seura. 58 s., 3 liitekarttaa, 29 liites.

Eronen, M. & Haila, H. 1988. Tärkeimmät muinaisrannat. Suomen kartasto, Vihko 123 - 126, Geologia. 5. laitos. Helsinki: Maanmittauslaitos ja Suomen Maantieteellinen Seura. 58 s., 3 liitekarttaa, 29 liites.

Glückert, G. 1971. Stranddunenwälle am Längoszug Virttaankangas-Säkylänharju in SW-Finnland. Bulletin of the Geological Society of Finland 43 (1), 7-18.

Glückert, G. 1973. Two large drumlin fields in Central Finland. Fennia 120, 1-37.

Glückert, G. 1974. The Kuusamo drumlin field, northern Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 46, 37-42.

Glückert, G. 1976a. The Kuhmo drumlin field, eastern Finland. Publications of the department of Quaternary geology, University of Turku 13. 11 s.

Glückert, G. 1976b. Post-glacial shore-level displacement of the Baltic in SW Finland. Annales Academiae Scientiarum Fennicae. Series A. III. Geologica - Geographica 118. 92 s. + 2 liitettä.

Glückert, G. & Tittonen, J. 1999. Graniittikalliolta rahkasuolle. Geologisesti merkittävimmät kallio- ja maaperäkohteet Varsinais-Suomessa. Turku: Varsinais-Suomen liitto. 106 s.

Haavisto, M., Grönlund, T., Lahermo, P. & Sten, C.-G., 1980. Someron kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Somero map sheet area. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehti 2024. Geologian tutkimuskeskus. 66 s.

Haavisto-Hyvärinen, M., Kielosto, S. & Niemelä, J. 1989. Precrags and drumlins in Finland. Julkaisussa: Menzies & Rose, J. (toim.) Subglacial bedforms - drumlins, Rogen moraine and associated subglacial bedforms. Sedimentary Geology 62, 337-348.

Haavisto-Hyvärinen, M., Stén, C.-G. & Kaija, J. 1990. Vihtijärvi. Maaperäkartta 1 : 20 000, lehti 2042 10. Geologian tutkimuskeskus.

Heikkinen, O. & Tikkanen, M. 1979. Glacial flutings in northern Finnish Lapland. Fennia 157, 1-12.

Heikkinen, O. & Tikkanen, M. 1987. The Kalajoki dune field on the west coast of Finland. Fennia 165, 241-267.

Hela, I. 1944. Über die Schwankungen des Wasserstandes in Ostsee mit besonderer Berückssichtigung des Wasseraustausches durch die dänischen Gewässer. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A I 134, 81-97.

Hellaakoski, A. 1922. Suursaimaa. Deutsches Referat: Gross-Saimaa. Fennia 43 (4), 1-122.

Helle, R. 1965. Strand-wallbildungen im Gebiet am Unterlauf des Flusses Siikajoki. Fennia 95 (1), 1-35.

Hellemaa, P. 1998. The development of coastal dunes and their vegetation in Finland. Fennia 176 (1), 111-221.

Hirvas, H. 1991. Pleistocene stratigraphy of Finnish Lapland. Geological Survey of Finland, Bulletin 354. 123 s.

Hättestrand, C. 1997. Ribbed noraines and Fennoscandian palaeoglaciology. Stockholm University, the Department of Physical Geography. Dissertation series 9. 111 s.

Johansson , P. 1995. The deglaciation in the eastern part of the Weichselian ice divide in Finnish Lapland. Geological Survey of Finland, Bulletin 383. 72 s.

Johansson, P. 1998. Pallas-Ounastunturi. Maaperägeologinen kartta ja selitys 1 : 50 000. Geologian tutkimuskeskus.

Johansson, P. & Nenonen, J. 1991. Till stratigraphical studies in the Pulju area in northern Finland. Julkaisussa: Autio, S. (toim.) Geological Survey of Finland, Current Research 1989-1990. Geological Survey of Finland, Special Paper 12, 131-134.

Johansson, P., Niemelä, J., Sahala, L. & Virtanen, K. 1994. Inventory of the raised beaches, morainic and eolian forms in Finland. 21:a Nordiska Geologiska Vintermötet, Luleå 1994. Abstracts. 93 s.

Johansson, P., Sahala, L. & Virtanen, K. 1995. Inventory of the raised beaches, morainic and eolian forms - progress report. Julkaisussa: Autio, S. (toim.) Geological Survey of Finland, Current Research 1993-1994. Geological Survey of Finland, Special Paper 20, 95-99.

Johansson, P., Sahala, L. & Virtanen, K. 1996. Suomen moreenimuodostumien, rantamerkkien ja tuulikerrostumien inventointi. Julkaisussa: Nystén, T., Suokko, T. & Tarvainen, T. (toim.) Suomen ympäristökeskus, Ympäristögeologian sovelluksia, Suomen ympäristö 71, 23-29.

Kallio, K. 1991. Enontekiön Palojoensuun ja Muonion Sonkamuotkan alueen dyyneistä. Pro gradu-tutkielma. Turun yliopisto, geologian laitos. 67 s.

Kejonen, A., Stén, C.-G., Moisanen M. & Paukola, T. 1988a. Palus. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1143 06. Geologian tutkimuskeskus.

Kejonen, A., Stén, C.-G., Moisanen M. & Paukola, T. 1988b. Tuurujärvi. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1143 09. Geologian tutkimuskeskus.

Kejonen, A., Stén, C.-G., Moisanen M. & Paukola, T. 1988c. Sääksjärvi. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1143 11. Geologian tutkimuskeskus.

Kejonen, A., Stén, C.-G., Moisanen M. & Paukola, T. 1988d. Kivijärvenmaa. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1143 12. Geologian tutkimuskeskus.

Kemiläinen, H. 1982. Oulujärven ympäristön deglasiaatiosta ja siihen liittyvästä hydrografiasta. Lisensiaattitutkielma. Oulun yliopisto, maantieteen laitos. 68 s.

Keränen, R. 1986. Mikä on rantavalli? Terra 98 (1), 79-83.

Kielosto, S., Stén, C.-G. & Backman, B. 1988a. Ahlainen. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1142 11. Geologian tutkimuskeskus.

Kielosto, S., Stén, C.-G. & Backman, B. 1988b. Lankoski. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1142 12. Geologian tutkimuskeskus.

Kielosto, S., Kukkonen, M., Stén, C.-G. & Backman, B. 1996. Hangon ja Perniön kartta-alueiden maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Hanko and Perniö map-sheet areas. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset lehdet 2011 ja 2012. Geologian tutkimuskeskus. 104 s.

Kilpi, S. 1937. Das Sotkamo-Gebiet in spätglazialer Zeit. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 117, 1-118.

Kontturi, O. & Borg P. 1975. Suomen edustavimmat reunamuodostumat pohjoismaisen tason suojelukohteiksi. Terra 87 (3), 142-154.

Kotilainen, M. 1991. Aavikkopaholaisen jäljillä: dyyni-kenttien uudelleen aktivoituminen Pohjois-Lapissa. Julkaisussa: Perttunen, M. (toim.) Ihmisen aiheuttamat ympäristömuutokset Suomessa, Symposio Oulangalla 2.-4.4.1990. Summary: Environmental changes in Finland caused by man. Articles. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 105, 105-113.

Kujansuu, R. 1967. On the deglaciation of western Finnish Lapland. Bulletin de la Commission géologique de Finlande 232. 92 s.

Kujansuu, R. 1990. Glacial flow indicators in air photographs. Julkaisussa: Kujansuu, R. & Saarnisto, M. (toim.) Glacial indicator tracing. Rotterdam: A. A. Balkema, 71-86.

Kujansuu, R. (toim.), Erviö, R., Herola, E., Hyyppä, J., Kae, E., Lahermo, P., Raikamo, E., Stén, C.-G. & Taka, M. 1981. Oriveden alueen maaperä. Summary: Surficial deposits in the Orivesi area. Geologinen tutkimuslaitos. maaperäkarttojen selitykset 1 : 20 000, lehdet 2142 01-12. Geologian tutkimuskeskus. 44 s.

Kujansuu, R., Hyyppä, J. & Lappalainen, E. 1982. Rovaniemen kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Rovaniemi map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, 3612. Geologian tutkimuskeskus. 48 s.

Kujansuu, R., Uusinoka, R., Herola, E. & Stén, C.-G. 1993. Tammisaaren kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Tammisaari map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehti 2014. Geologian tutkimuskeskus. 90 s.

Kukkonen, E. & Sahala, L. 1988. Iisalmen kartta-alueen maaperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehti 3341. Summary: Quaternary deposits in the Iisalmi map-sheet area. Geologian tutkimuskeskus. 45 s.

Kukkonen, E. & Saarelainen, J. 1990. Moraine hills containing clayey till north-west of Iisalmi. Julkaisussa: Mäkinen, K. (toim.) Mid-Norden Project: Subproject Quaternary Geology. Guide for the excursion to central Finland, 3.-7.9.1990. Espoo: Geological Survey of Finland, 64-65.

Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K. & Backman, B. 1987. Noormarkku. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1144 01. Geologian tutkimuskeskus.

Kukkonen, M., Tuittila, H., Lehmuskoski, K. & Backman, B. 1988. Lassila. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1144 07. Geologian tutkimuskeskus.

Kukkonen, M. & Backman B. 1988. Yyteri. Suomen geologinen kartta 1 : 20 000, maaperäkartta, lehti 1141 09. Geologian tutkimuskeskus.

Kukkonen, M., Stén C.-G. & Herola, E. 1993. Loimaan kartta-alueen maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Loimaa map-sheet area. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehti 2111. Geologian tutkimuskeskus. 49 s.

Kurimo, H. 1977. Pattern of dead-ice deglaciation forms in western Kemijärvi, northern Finland. Fennia 153, 43-46.

Lappalainen, V. 1962. The shore-line displacement on southern Lake Saimaa. Acta Botanica Fennica 64. 116 s.

Lindroos, P. 1972. On the development of lateglacial and post-glacial dunes in North Karelia, eastern Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 254. 85 s.

Lindroos, P. 1981. Ablaatiomoreenin esiintyminen Suomessa. Julkaisussa: Lindroos, P. (toim.) Pintamoreenin merkitys malmilohkarekuljetuksissa. Geologinen tutkimuslaitos, Tutkimusraportti 55, 25-31.

Lundqvist, J. 1969. Problems of the so-called Rogen moraine. Sveriges Geologiska Undersökning C 648, 1-32.

Lundqvist, J. 1977. Till in Sweden. Boreas 6, 73-85.

Lundqvist, J. 1989. Rogen (ribbed) moraine - identification and possible origin. Sedimentary Geology 62, 281-292.

Maa- ja metsätalousministeriön harjujensuojelutyöryhmä 1980. Valtakunnallinen harjujensuojeluohjelma. Komiteamietintö 1980:41. 70 s.

Mielonen, M. 1965. Die Vaara-Siedlung in Nordkarelien und ihre Beziehung zur Landwirtschaft. Fennia 93 (2). 164 s.

Nenonen, J. 1994. The Kaituri drumlin and drumlin stratigraphy in the Kangasniemi area, Finland. Sedimentary Geology 62, 281-292.

Nenonen, K. 1993. Rogen moraines in Rautio. Julkaisussa: Jokinen, S. (toim.) Guide for the Mid-Norden Quaternary and Environmental Excursion to Finland 6.-10.9.1993. Geological Survey of Finland, 1-2.

Nenonen, K. 1995. Pleistocene stratigraphy and reference sections in southern and western Finland. Kuopio: Geological Survey of Finland. 205 s.

Niemelä, J. (toim.), Stén C.-G., Taka, M. & Winterhalter, B. 1987. Turun-Salon seudun maaperä. Summary: Quaternary deposits in the Turku - Salo map - sheet area. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, 1043 ja 2021. Geologian tutkimuskeskus. 83 s.

Ohlson, B. 1957. Om flygsandfälten på Hietatievat i östra Enontekiö. Terra 69 (4), 129-137.

Olander, A. 1934. Lauhavuoren vanhoista rantamuodostuksista. Terra 45 (4), 185-198.

Palmu, J-P. 1990. Karkkilan-Mäntsälän alueen moreenimuodostumat ja aineksen laatu. Lisensiaattitutkimus. Turun yliopisto, geologian laitos, maaperägeologian osasto. 126 s.

Palmu, J.-P. 1999. Sedimentery environment of the second Salpausselkä ice marginal deposits in the Karkkila-Loppi area in soutwestern Finland. Tiivistelmä: Jäätikön reunan kerrostumisympäristö Toisella Salpausselällä Karkkila-Lopen alueella. Geologian tutkimuskeskus, Tutkimusraportti 148. 91 s.

Perttunen, M., Lappalainen, E., Taka, M. & Herola, E. 1984. Vehmaan, Mynämäen, Uudenkaupungin ja Yläneen kartta-alueiden maaperä. Suomen geologinen kartta 1 : 100 000, maaperäkarttojen selitykset, lehdet 1042, 1044, 1131 ja 1133. Geologian tutkimuskeskus. 51 s.

Rainio, H. 1985. Pohjois-Karjalan Salpausselkien aikaiset reunamuodostumajaksot tarvitsevat nimet. Geologi 37 (3), 48-50.

Rainio, H. 1990a. Koitere end moraine, Hattujärvi ice-marginal formation, Ilomantsi. Julkaisussa: Mäkinen, K. (toim.) Mid-Norden Project: Subproject Quaternary Geology. Guide for the excursion to central Finland, 3.-7.9.1990. Espoo: Geological Survey of Finland, 48-49.

Rainio, H. 1990b. Muuramenharju. Julkaisussa: Mäkinen, K. (toim.) Mid-Norden Project: Subproject Quaternary Geology. Guide for the excursion to central Finland, 3.-7.9.1990. Rovaniemi: Geological Survey of Finland, 21-23.

Rainio, H. 1991. The Younger Dryas ice-marginal formations of southern Finland. Julkaisussa: Rainio, H. & Saarnisto, M. (toim.) Eastern Fennoscandian Younger Dryas end moraines: field conference, North Karelia, Finland - Karelian ASSR, June 26 - July 4, 1991: excursion guide. Geologian tutkimuskeskus, Opas 32, 25-72.

Ratia, A. 1996. Lohkareesta emäkallioon - jäätiköstä maaperäksi. Helsinki: Tammi. 222 s.

Ristaniemi, O. 1985. Keski-Suomen muinaisrannat. Keski-Suomen seutukaavaliitto, julkaisu 73 B. 38 s.

Saarnisto, M. 1968. The Flandrian history of lake Höytiäinen, Eastern Finland. Bulletin of the Geological Society of Finland 40, 71-98.

Saarnisto, M. 1970. The Late Weichselian and Flandrian history of the Saimaa lake complex. Societas Scientiarum Fennica, Commentationes Physico-Mathematicae 37. 107 s.

Saarnisto, M. 1981. Holocene emergence history and stratigraphy in the area northof the Gulf of Bothnia. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III 130. 39 s.

Saarnisto, M. 1984. Oulujoen maiseman kehitys. Julkaisematon moniste. Muhoksen koulutoimisto. 16 s.

Saarnisto, M. 1991. Tornionlaakson geologiset kehitysvaiheet. Julkaisussa: Tornionlaakson historia 1, jääkaudelta 1600-luvulle. Malung: Malungs boktryckeri AB, 11-44.

Saarnisto, M. 1994. Salpausselkä ja jääkaudet. Geologian tutkimuskeskus, Opas 36. 50 s.

Salomaa, R. 1982a. Post-glacial shoreline displacement in the Lauhanvuori area, western Finland. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III 134, 81-97.

Salomaa, R. 1982b. Erikoinen Lauhanvuori. Suomen Luonto 41 (1), 30-33.

Salomaa, R. 1986. Lauhanvuori, Isojoki-Kauhajoki. Julkaisussa: Haavisto-Hyvärinen, M. (toim.) 17e Nordiska Geologmötet, 1986: excursion guide, excursion C 2: Quaternary geology, southern Finland. Geologian tutkimuskeskus, Opas 15, 65-72.

Salonen, V.-P. 1986. Glacial transport distance distribution of surface boulders in Finland. Geological Survey of Finland, Bulletin 338. 57 s.

Salonen, V.-P. ja Kokkola, M. 1981. Ablaatiomoreenin kivilajikoostumus, kerrostuminen ja lohkarekuljetus Merikarvialla. Julkaisussa: Lindroos, P. (toim.) Pintamoreenin merkitys malmilohkarekuljetuksissa. Geologinen tutkimuslaitos, Tutkimusraportti 55, 45-51.

Sauramo, M. 1940. Suomen luonnon kehitys jääkaudesta nykyaikaan. Helsinki: WSOY. 286 s.

Sauramo, M. 1958. Die Gesichte der Ostsee. Annales Academiae Scientiarum Fennicae A III 51. 522 s.

Seppälä, M. 1969. On the grain size and roundness of wind-blown sands in Finland as compared with some Central European samples. Bulletin of the Geological Society of Finland 41, 165-181.

Seppälä, M. 1971. Evolution of eolian relief of the Kaamasjoki: Kiellajoki river basin in Finnish Lapland. Fennia 104, 1-88.

Seppälä, M. 1974. Some quantitative measurements of the present-day deflation on Hietatievat, Finnish Lapland. Abhandlungen der Akademie der Wissenschaften in Göttingen, Matematisch - Physikalische Klasse III 29, 208-220.

Seppälä, M. 1981. Forest fires as activator of geomorphic processes in Kuttanen esker-dune region, northernmost Finland. Fennia 159 (1), 221-228.

Simojoki, H. 1957. On the consideration of the double sunspot cycle in climatic investigations. Geophysica 6, 25-29.

Suomen ympäristökeskus. 1996. Vaasan läänin luonnon- ja maisemansuojelun kannalta arvokkaat kallioalueet. Suomen ympäristökeskus, Luonto- ja maankäyttöyksikkö. Helsinki. (ei sivunumerointia)

Suominen, J. & Varkki, A. 1982. Lauhanvuoren kasvisto, karu mutta kiintoisa. Suomen Luonto 41 (2), 24-28.

Sutinen R. 1992. Glacial deposits, their electrical properties and surveying by image interpretation and ground penetrating radar. Geological Survey of Finland, Bulletin 359. 123 s.

Söderman, G, Kejonen, A. & Kujansuu, R. 1983. The riddle of the tors at Lauhavuori, western Finland. Fennia 161 (1), 91-144.

Taipale, K. & Saarnisto, M. 1991. Tulivuorista jääkausiin. Suomen maankamaran kehitys. Porvoo: WSOY. 416 s.

Tikkanen, M. & Heikkinen, O. 1995. Aeolian landforms and processes in the timberline region of northern Finnish Lapland. Zestyvy Naukowe Universytetu Jagiellonskiego 98, 67-90.

Tynni, R. & Hokkanen, K. 1982. Annelidien ryömimisjälkiä Lauhanvuoren hiekkakivessä. Geologi 34, 129-134.

Varjo, U. 1960. Die Steinwälle am Nordufer der Insel Jurmo (Finland) und ihre Entstehung. Zeitschrift für Geomorphologie, Neue Folge 4, 243-263.

Zilliacus, H. 1981. De Geer moränerna på Replot och Björkön i Vasa skärgård. Terra 93 (1), 12-24.

Zilliacus, H. 1987. De Geer moraines in Finland and annual moraine problem. Fennia 165 (2), 147-239.

Ympäristöministeriö 1984. Valtakunnallinen harjujensuojeluohjelma. Ympäristön- ja luonnonsuojeluosaston julkaisu D:6. 9 s + 40 liitettä.

Åker, K. 1981. Glacialerosion och accumalation i tredje Salpausselkätråket, Jurmo - Utö, sydvästra Finland. Pro gradu-tutkielma. Turun yliopisto, maaperägeologian osasto. 82 s.

GTK

Tätä julkaisua myy

GEOLOGIAN
TUTKIMUSKESKUS (GTK)
Julkaisumyynti
PL 96
02151 Espoo
☎ 020 550 11
Telekopio: 020 550 12

GTK, Väli-Suomen
aluetoimisto
Kirjasto
PL 1237
70211 Kuopio
☎ 020 550 11
Telekopio: 020 550 13

GTK, Pohjois-Suomen
aluetoimisto
Kirjasto
PL 77
96101 Rovaniemi
☎ 020 550 11
Telekopio: 020 550 14

Denna publikation säljes av

GEOLOGISKA
FORSKNINGSCENTRALEN (GFC)
Publikationsförsäljning
PB 96
02151 Esbo
☎ 020 550 11
Telefax: 020 550 12

GFC, Distriktsbyrån för
Mellersta Finland
Biblioteket
PB 1237
70211 Kuopio
☎ 020 550 11
Telefax: 020 550 13

GFC, Distriktsbyrån för
Norra Finland
Biblioteket
PB 77
96101 Rovaniemi
☎ 020 550 11
Telefax: 020 550 14

This publication can be obtained
from
GEOLOGICAL SURVEY
OF FINLAND (GSF)
Publication sales
P.O. Box 96
FIN-02151 Espoo, Finland
☎ +358 205 50 11
Telefax: +358 205 50 12

GSF, Regional office for
Mid-Finland
Library
P.O. Box 1237
FIN-70211 Kuopio, Finland
☎ +358 205 50 11
Telefax: +358 205 50 13

GSF, Regional office for
Northern Finland
Library
P.O. Box 77
FIN-96101 Rovaniemi, Finland
☎ +358 205 50 11
Telefax: +358 205 50 14

E-mail: info@gsf.fi
WWW-address: http://www.gsf.fi

9 789516 907614

ISBN 951-690-761-X
ISSN 0781-4240