

reenista ja pohjamoreenista sekä sisältävät usein myös enemmän tai vähemmän lajittuneita osueita tai voivat ääritapauksessa olla pääosin lajittunutta ainesta.

Moreenien keskipaksuus vaihtelee suuresti. Kairausten perusteella laaksoissa, vaarojen alarinteillä ja tasaisilla alueilla moreenipeite on muutamia metrejä paksu ja se ohenee kohti mäkien ja tunturien lakia, joista se paikoin puuttuu kokonaan. Keski-Lapissa, Vuotson alueella yksi syy vaarojen alarinteiden paksuihin peitteisiin ovat toistuvat solifluktioprosessit, jotka ovat siirtäneet moreenia alarinteille (Kujansuu ja Hyyppä 1995). Korkeimmilla paikoilla moreenia edustaa vain ohut kivi- ja lohkarypeite. Tunturialueella lakiosien rakka vaihtuu rinteillä lohkariseksi moreeniksi tai rinnettä alas suuntautuneiksi kivivirroiksi.

Moreeni on myös moni-ilmeisin maalaji. Väriltään se on yleensä harmaanruskea tai harmaa. Moreenin pintaosa on yleensä ruskeampi kuin syvemmällä olevat moreenikerrokset. Tämä johtunee siitä, että pohjaveden pinnan yläpuolella rauta on hapestunut, mikä aiheuttaa ruskean värin. Moreenia voi luokitella myös monella muulla tavalla. Luokituksen pohjana voivat olla aineksen mineraali-, kivilaji- tai raekoostumus, alkuperä ja kulkeutumistapa jäätikössä, kerrostumispaikka ja -tapa sekä kerrostumien morfologia. Moreeni on lajitekoostumukseltaan yleensä hiekkamoreenia, mutta sen rae-

koostumus vaihtelee suuresti syntyvän ja siinä esiintyvän rapautuneen aineksen määrän mukaan. Myös saman yksikön sisällä vaihtelut voivat olla merkittäviä. Eri moreenipatjojen rakeisuudesta on tarkempaa tietoa kirjan Moreenistratigrafia-kappalessa.

Moreenin kivilaji- ja mineraalikoostumusta sekä aineksen kulkeutuneisuutta on tutkittu kivilaskuilla (Hirvas ja muut 1977, Junnila 1982). Kivilaskujen onnistumisen edellytyksenä on alueen kallioperän kivilajien sekä jäätikön virtaussuunnan tai -suuntien tuntemus. Maapeitteen paksuudella on todettu olevat suuri merkitys tulosten tulkinnessa. Ohutpeitteisillä alueilla paikallisesta kallioperästä lähteneen aineksen osuus on suuri, kun taas paksuissa moreenipeitteissä kiviaines on heterogeenisempää. Pohjois-Suomen kivilaskuissa ja kulkeutumismatkatutkimuksissa on usein valittu johtokivilajiksi mahdollisimman yksiselitteisesti tunnistettava kivilaji, jonka esiintyminen kallioperässä tunnetaan tarkasti. Esimerkiksi Akanvaaran alueella tutkittiin moreenissa esiintyviä gabrokiviä. Niiden kulkeutumismatkaksi eli määrän puoliintumismatkaksi saatiin yksi kilometri. Sallan Hautajärvellä graniittikivien kulkeutumismatka vaihteli ollen moreenipatjan II 11 kilometristä ja moreenipatjan III 9 kilometriin. Nuoremman moreenin pidempi kulkeutumismatka kuvastaa moreenin osittaista uudelleen kerrostumista (Hirvas ja muut 1977).

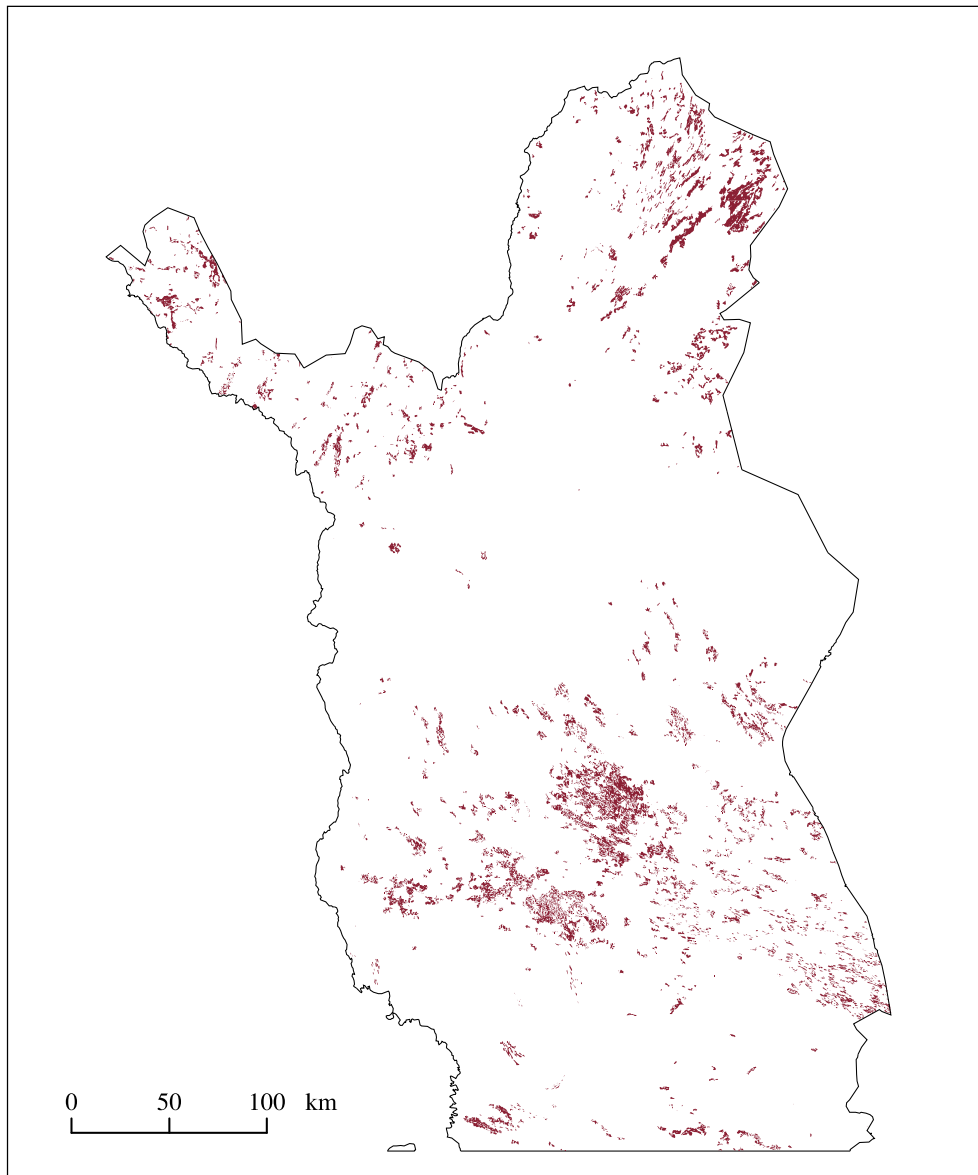
## Moreenimuodostumat

PETER JOHANSSON JA RAIMO KUJANSUU

**M**oreenimuodostumien eli kartalla kuvattujen moreenikumpujen ja -selänteiden osuus maalasta on 4,3 % (kuva 19). Moreenimuodostumat voidaan jakaa kolmeen pääluokkaan:

- 1) aktiivisesti virtaavan jäätikön alla syntyneet virtaviivaiset muodot, kuten drumliinit ja vakoumat
- 2) jäätikön reunavyöhykkeessä syntyneet suuntautuneet tai suuntautumattomat moreenikummut, joista syntyvän eroista huolimatta on käytetty kuvailevaa yleisnimitystä kumpumoreeni ja aiemmin yleisesti nimitystä kuolleen jään moreeni tai ablaatiomoreeni
- 3) jäätikön reunassa syntyneet reuna- ja päätmoreenit.

Mittakaavan vuoksi ei pieniä yksittäisiä muodostumia ole useinkaan kuvattu erikseen, vaan kuvauksen lähtökohtana on ollut ilmakuviasta rajattavissa oleva alue tai kenttä, jonka yksittäiset kummut muodostavat. Maastossa tarkan rajan vetäminen on useimmiten vaikeata, koska muodot vaihtuvat vähitellen ympäristönsä pohjamoreenipeitteeseen. Kartoituksessa ei pohjamoreenista syntynyttä pohjamoreenikerrostumaa ole esitetty omana yksikkönään, koska suurin osa pohjamoreenista esiintyy kalliopinnan muotoja myötäilevänä peitteenä, jolle Aario (1977) on ehdottanut nimeä peitemoreeni (cover moraine).



Kuva 19. Pohjois-Suomen moreenimuodostuma-alueet.  
*Fig. 19. Areas with moraine landforms in northern Finland.*

## Drumliinit ja vakoutumat

Mannerjään voimakkaan virtauksen alueilla, kuten jäätikkökielekkeiden keskiosassa, syntyi jäätikön pohjalle kerrostuneesta pohjamooreenista jäätikön virtauksen suuntaisia seläniteitä eli drumliineja ja niitä matalampia harjanteita eli vakoutumia tai flutingeja. Drumliinien muoto vaihtelee virtaviivaisesta harjanteesta soikeaan, pisanamuotoiseen ja toisinaan lähes pyöreään seläniteeseen. Ne esiintyvät usein satojen, jopa tuhansien samansuuntaisten seläniteiden muodostamina laajoina viuhkamaisina parvina.

Drumliinien ja fluting-seläniteiden synnystä on

esitetty lukuisia teorioita, joiden lähtökohtana on ollut joko jäätikön kuluttava tai kerrostava toiminta tai niiden yhdistelmä. Drumliinit syntyivät aktiivisesti virtaavan jäätikön pohjalla. Usein niiden proksimaalireunalla on kallioydin tai kalliokärki, joka viittaa siihen, että kulutusta kestävällä kohoumalla on ollut osuus alkavaan kerrostumisprosessiin. Drumliini sisältää pohjamooreenin ohella myös lajittuneita kerroksia tai pinnanmyötäisiä lajittuneen aineksen raitoja. Erityisesti distaalipäässä saattaa olla runsaasti lajittunutta ainesta, kuten soraa ja hiekkaa. Vakoutumia esiintyy drumliinikenttien sisällä, mutta usein ne ovat myös normaali pohjamooreenipinnan ominaisuus. Vakoutumien syntyessä



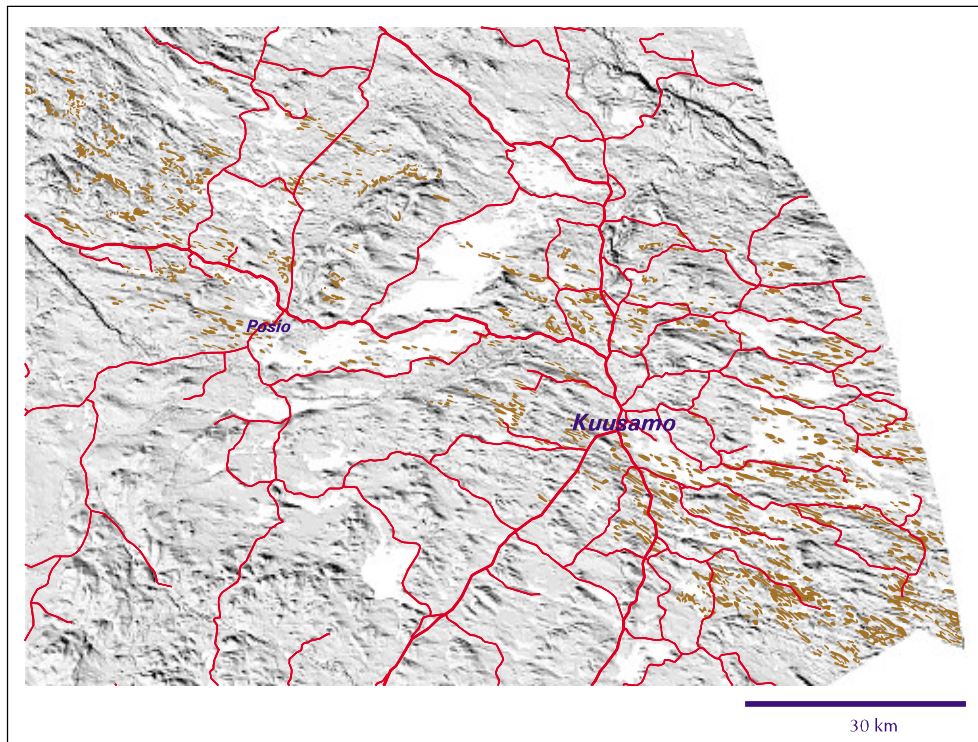
Kuva 20. Crag and tail-muotoja (C) ja reuna-uomia (M) Aakenustunturin rinteillä. Pohjoinen kuvan yläreunassa. © Topografikunta, lupa nro 44/2004.

*Fig. 20. Crag and tail formations (C) and marginal channels (M) on the fellslopes of Aakenustunturi. Upper part of picture towards the north. © The Finnish Defence Forces Topographic Service, authorization no. 44/2004.*

jäätikö oli lämminpohjainen, ja jään virtaus deformaioi alustana olevia kerrostumia. Veden kyllästämä massa pusertui kohouman suojasivun puolella olevaan paineminimiin. Pienet crag and tail -tyyppiset muodostumat, kuten Aakenustunturilla, ovat puhtaasti eroosion tuotetta (kuva 20). Kulutusta hyvin kestävä kalliokärki on suojannut suojasivua eroosiolta, eikä paineen pieneneminen suojasivun puolella ole johtanut jäätymiseen ja louhivaan eroosioon.

Varsinaiset drumliinit ovat pääasiassa kasaantu-

mismuotoja mutta paikoin myös kulutusmuotoja. Boulton (1987) on esittänyt laajasti hyväksytyn mallin jäätikön alustan kerrostumien eroosiosta ja uudelleen järjestäytymisestä ja uudelleen kerrostumisesta deformaation seurauksena. Deformoituvan kerroksen ominaisuudet voivat vaihdella siten, että jäätikön alla oli paikoin ympäristöään kovempia tai muuten paremmin deformaatiota vastustavia kohtia. Kalliokohoumien ohella sellaisia voivat olla tiukkaan pakkautuneesta moreenista tai karkearakeisesta lajittuneesta aineksestä koostuvat pohjan osat. Lajit-



Kuva 21. Korkeusmallikuva Kuusamon drumliinikentästä, joka koostuu noin 2 400 yksittäisestä drumliiniselmänteestä (ruskealla). © Maanmittauslaitos, lupa nro 268/MYY/04.

*Fig. 21. Relief map of the Kuusamo drumlin field, which consists of over about 2 400 single drumlin ridges (brown). © National Board of Survey, authorization no. 268/MYY/04.*

tuneessa aineksessa vedenläpäisevyysominaisuudet ovat ympäristöään paremmat ja huokosveden paine tämän vuoksi pieni. Suuren huokosveden paineen alueilla alustan lujuus on heikompi ja johtaa nopeaan deformaatioon. Erodoituvaa aines kerrostuu suojasivun puolelle ja muodostaa siten vähitellen jäätikön liikkeen suuntaan venyvän selänteen, joka kasvaa joko jäätikön nopeuden ja virtausvaiheen keston funktiona. Selänne koostuu näin erilaisista alustasta erodoituneista aineksista ja voi sisältää myös deformoituneita lajittuneen aineksen osueita. Distaaliosissa tavattavat lajittuneen aineksen kerrokset on selitetty myös siten, että ne olisivat sulamisvesien kuljettamaa ainesta, joka kerrostui suojasivulla olleeseen avoimeen tilaan. Voimakkaasta virtauksesta drumliinikentissä on todisteena myös moreeniaineksen pitkät kulkeutumismatkat (Salonen 1986, 1987). Pohjois-Suomen erityispiirteisiin kuuluvat myös glasifluviaaliset muodostumat, jotka ovat joutuneet jäätikön muotoilemaksi. Drumlinisoituneita harjuja tavataan runsaimmin Keski- ja Itä-Lapissa. Ne koostuvat pääosin deformoitumattomasta lajittuneesta aineksesta, jota peittää vaihtelevan paksuinen, useimmiten 0,5–1,5 m paksu moreenivaippa.

Huomattavimmat drumliinikentät sijoittuvat sellaisille alueille, joissa mannerjäätikön pohjaolot ovat olleet laajalla alueella otolliset deformaation pohjan syntymiselle. Pohjois-Suomessa tällaiset kentät sijoittuvat välittömästi nuoremman Dryas-kroonin reunamoreenien sisäpuolelle. Ilmeisesti uudelleen glasiaaliksi muuttuneet olot edesauttoivat tavalla tai toisella pohjan deformaation. Lisääntyvä jäätikön virtaus reunaan kohti ja reunaosien muuttuminen kylmähajaiseksi estivät subglasiaalisten sulamisvesien poistumisen ja näin myötävaikuttivat pohjan kerrostumisessa veden huokospaineen kohoamiseen ja rakenteen löyhlymiseen. Se lisäsi jäätikön virtausnopeutta ja alustan deformaation herkkyyttä.

Pohjois-Suomessa drumliineja esiintyy laajoina kenttinä erityisesti kahdella alueella. Niistä eteläisempi sijaitsee Etelä- ja Kaakkois-Lapissa Rovaniemen ja Kuusamon välisellä alueella sekä pohjoisempi Inarin ja Utsjoen alueella. Rovaniemen itäpuolelta Posion kautta Kuusamoon ulottuvalla ja sieltä edelleen Venäjän puolelle jatkuvalla vyöhykkeellä esiintyy jäätikön virtauksen suuntaisia virtaviivaisia moreenimuodostumia noin 8 000 km<sup>2</sup>:n alueella (kuva 21). Loivasti kaareutuva viuhkamainen esiintymä on länsipäästään 20–30 km leveä.



Kuva 22. Drumliiniselänne Nissinjärven itärannalla Kuusamossa.

*Fig. 22. Drumlin ridge on the eastern shore of the lake Nissinjärvi in Kuusamo.*

Keski- ja itäosissa leveys on suurimmillaan noin 50 km. Kenttä vaihtuu ympäristöönsä useimmiten ilman selviä rajoja. Länsipäässä laakeat moreenikumpareet alkavat vähitellen saada jäätikön viimeisen virtauksen suuntaisen ( $270^{\circ}$ – $280^{\circ}$ ) muodon. Itäänpäin maaston juovaisuus lisääntyy, muodostumien pituusakseli venyy ja korkeus kasvaa. Muodot alkavat yhä enemmän muistuttaa tyypillistä drumliinia. Rovaniemen itäpuolella suuntautunut kenttä alkaa hahmottua jo karttakuvassakin, vaikka kentän reunaosissa erilliset selänneet ovatkin vielä maastossa huonosti tunnistettavissa. Raajärvi–Vanttauskoski-linjalta itään kenttään kuuluvat selvät drumliiniselänneet on kuvattu yleiskartallakin. Vaihtuminen kentän sivuilla normaaliksi pohjamoreenipeitteeksi tapahtuu nopeammin kuin kentän länsipäässä.

Kentän keskiosissa drumliinien suunta kääntyy suunnasta  $290^{\circ}$ – $300^{\circ}$  vähitellen itäosassa pohjoisluoteeseen, suunnasta  $305^{\circ}$ – $310^{\circ}$ . Samalla drumliinien muodot terävöityvät itää kohti, rinteet jyrkkenevät ja korkeus ja suhteellinen pituus kasvavat. Kuusamossa drumliinikentässä on nähtävissä myös edellä mainitusta suunnasta poikkeava, haamumainen suuntaus, joka ilmenee  $280^{\circ}$ -suuntaisina painanneja kohoumajaksoina. Ilmeisesti nämä muodostumat edustavat kentän varhaisempaa kehitysvaihetta (Ku-

jansuu 1969a), jonka viimeisin jäätikön virtausvaihe on deformatoinut. Glückertin (1974) tutkimusten mukaan Kuusamon noin  $3\,700\text{ km}^2$ :n suuruisella drumliinialueella on noin 2 400 erillistä drumliiniselännettä. Siitä voidaan päätellä, että koko kentässä lienee runsas 4 000 erillistä muodostumaa, kun otetaan huomioon koko kentän pinta-ala (noin  $8\,000\text{ km}^2$ ) ja muodostumatiheyden pieneneminen länttä kohten.

Kooltaan ja muodoltaan drumliinit vaihtelevat suuresti. Suurimmat ovat yli 40 m korkeita ja 4 km pitkiä (kuva 22). Pienimmät vaihettuvat normaaliksi moreenipinnan vakoumiksi eli flutingiksi. Drumliinit on luokiteltu muotojensa perusteella eri tavoin (esim. Hänninen 1915, Glückert 1974). Suurimpia ovat ns. vaaradrumliinit. Ne ovat hieman epämääräisen muotoisia soikeahkoja muodostumia, joiden leveyden suhde pituuteen on suuri (0,3–0,7). Niillä on yleensä kallioidin, joka pistää näkyviin moreenin alta selänneen keskellä tai proksimaalipäässä. Huomattava osa selänneen koosta onkin ilmeisesti kalliota, jota moreenipeite vain muovailee virtaviivaiseksi. Glückert (1974) jakaa varsinaiset drumliinit edelleen kolmeen luokkaan: suurehkot ja korkeat eli ns. tyypilliset drumliinit, matalat ja laakeat suodrumliinit sekä pitkät ja kapeat harjumaiset drumliinit. Kaikille näille tyypeille on omi-



Kuva 23. Ilmakuva Kuusamon Iivaaran eteläpuolisesta drumliinialueesta, jossa suuntautuneet maastonmuodot kuvastavat jäätikön virtaussuuntaa luoteesta kaakkoon. © Topografikunta, lupa nro 44/2004.

*Fig. 23. Aerial photograph of the drumlin field south of Iivaara in Kuusamo, where the parallel landforms reflect the direction of ice flow towards south-east. © The Finnish Defence Forces Topographic Service, authorization no. 44/2004.*

naista suuri suhteellinen pituus, ts. leveyden suhde pituuteen on pieni, usein  $<0,1$ . Niillä ei myöskään useimmiten ole selvää näkyvissä olevaa kallioidintä tai kalliokärkeä proksimaalipäässä, ja ilmeisesti ne suurimmaksi osaksi koostuvatkin moreenista. Muotojen jakauma on sellainen, että drumliinien ”tyypillisuus” lisääntyy kentän keskustaa ja itäosaa kohti (vrt. Aario ja muut 1974), ja pitkät ja kapeat drumliinit ovat muodoltaan täydellisimpinä Kuusamon Iivaaran eteläpuolella (kuva 23).

Kuusamon kentän drumliinien rakenteesta on suhteellisen vähän havaintoja. Kuusamon Soiviossa drumliineihin tehdyissä moreenistratigrafisissa tutkimuksissa (Aario ja Forsström 1979) havaittiin, että pohjimmaisena on vihertävänharmaa hiekkamoreeni eli Soivio-moreeni, jonka päällä on kaksi metriä ristikerroksellista hiekkaa. Hiekan päällä on viisi metriä paksu moreenikerros, joka jakaantuu kahdeksi Kuusamo-moreenin fasiekseksi. Niiden välillä on lohkarivyö. Alempi fasies on Soivio-mo-

reenin kaltainen tiivis hiekkamoreeni, kun taas ylempi fasies on alempaa lajittuneempaa ja hiekkaisempaa moreenia, jossa on runsaasti hiertopintoja. Soivio-moreenin kivien suuntaus,  $280^\circ$  vastaa suunnilleen jäätikön nuorempaa Dryas-kroonia vanhempaa Tuoppajärvi-vaiheen suuntausta, joka edelsi Kuusamon kielekevirtausta. Koillismaan alueella ei drumliinien raakoostumuksessa ole havaittu suuria eroja syvyyden suhteen, mutta sen sijaan alueen kumpumoreenien aines vaihtelee suuresti (Aario ja muut 1974).

Inarin ja Utsjoen kuntien alueilla oleva drumliinikenttä on vähän yli 100 km pitkä ja leveimmillään 50 km leveä, pohjoisluoteeseen avautuva viuhka, joka ulottuu pohjoisessa Norjan rajalle saakka. Sen pinta-ala on puolet Kuusamon drumliinikentästä eli noin  $4\,000\text{ km}^2$ . Lounaispäässä kenttä alkaa Maarestatunturi–Appistunturit–Saariselkä-jakson koilliseen laskevilla rinteillä vakoutumina (kuva 24), jotka vähitellen kasvavat kooltaan muuttuen



Kuva 24. Vakoutumia Siliäselän laella Saariselällä.  
Fig. 24. Flutings on the Siliäselkä felltop, Saariselkä.

crag and tail -muodostumiksi ja Inarin altaan alavilla alueilla varsinaisiksi drumliineiksi. Aluksi suunta on hyvin eteläinen ( $190^{\circ}$ ), mutta kääntyy Simettijärvi–Paatari–Lankojärvet-linjan koillispuolella lähes lounaiseksi ( $210\text{--}220^{\circ}$ ). Pohjoisosassa kenttä viuhkaantuu siten, että länsireunassa fluting-selänteiden suunnat ovat  $160^{\circ}$  ja itäreunassa  $250^{\circ}$ .

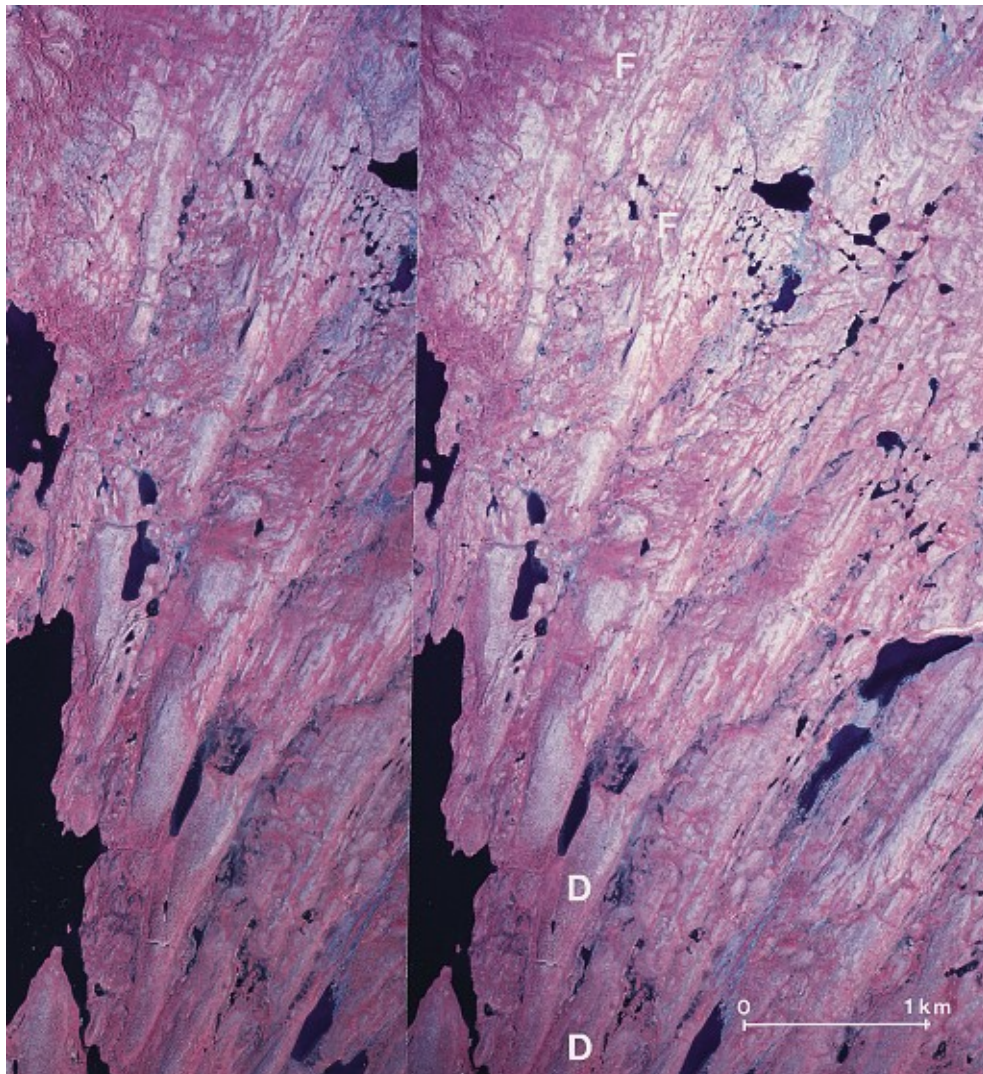
Inarin drumliinikentän yksittäiset selänteet vaihtelevat kooltaan ja muodoiltaan huomattavasti ja muodostavat vaihtuvan sarjan heikosti virtaviivaisista, pyöreähköistä moreenikumpareista pitkiin ja kapeisiin harjumaisiin selänteisiin (Heikkinen ja Tikkanen 1979). Varsinaiset fluting-selänteet ovat suurimmillaan 0,5–2 metrin korkuisia ja joidenkin satojen metrien pituisia. Niitä esiintyy aivan viereisessä 20–40 m:n välein. Useimmiten ne antavat maastolle ilmakuvilta havaittavan selvän juovaisuuden, joka yhtyy drumliinien suuntaan, mutta alueen koillisosassa se poikkeaa jopa  $25\text{--}30^{\circ}$  drumliinien suunnasta (Heikkinen ja Tikkanen 1979, Kujansuu 1992, Sutinen 1992) (kuva 25). Pienimpiä flutingmuotoja on maastossa useimmiten vaikea tunnistaa.

Inarin–Utsjoen drumliinit ovat yli 10 metriä korkeita, 2–4 kilometriä pitkiä ja 300–400 metriä leveitä muodostumia. Leveyden suhde pituuteen on pienimmillään kentän keskellä. Puolbmakkeäsjärvien alueella suhde vaihtelee 1:7:stä 1:11:een. Suhde suurenee kentän reunoille ja lounaisosan vaa-

ra- ja tunturialuetta kohti, jossa muodostumat ovat osin crag and tail -muotoja. Niissä kallioperä muodostaa suuren osan koko muodostuman massasta. Kentän sisällä drumliinit ja fluting-selänteet ovat pääosin moreenia ja vain satunnaisesti niillä on kallioidin proksimaalipäässä (Heikkinen ja Tikkanen 1979).

Selänteiden aines on erittäin huonosti lajittunutta hiekkamoreenia, joka näyttäisi olevan samanlaista kuin niiden ympäristön pohjamoreenialueilla (op.cit.). Maatutkaluotausten tulosten perusteella drumliinien selänneosa sisältää myös lajittuneita aineksia, jotka sen sijaan puuttuvat selänteiden välisistä painanteista (Sutinen 1992). Heikkisen ja Tikkanen (1979) tekemien suuntaanalyysien mukaan pääosa fluting-selänteiden kivistä sekä harjalla että sivuilla on erittäin hyvin suuntautunut selänteiden suuntaiseksi.

Inarin–Utsjoen drumliinikentässä esiintyy myös selviä eroosiomuotoja, kouruja, jotka ovat uurtuneet kallioperään mutta ilmeisesti paikoin myös moreenipeitteeseen. Kourujen syvyudet vaihtelevat puolesta metrillä seitsemään kahdeksaan metriin ja leveydet 5 m:stä 20 m:iin, leveimmät ovat jopa 50 m (Heikkinen ja Tikkanen 1979). Eroosiomuotojen koko lähentelee kasaantumismuotojen kokoa. Drumliinikentän ainoalaatuinen ominaisuus on kuolleen jään kuopat, jotka löydettiin 1970-luvun alussa tehtäes-



Kuva 25. Drumliineja (D) ja vakoutumia (F) Utsjoen Tsiegnalisjavrin ympäristössä. Pohjoinen kuvan yläreunassa. (Stereopari) © Topografikunta, lupa nro 44/2004.

*Fig. 25. Drumlins (D) and flutings (F) near the lake Tsiegnalisjavri in the municipality of Utsjoki. Upper part of picture towards the north. (Stereopair) © The Finnish Defence Forces Topographic Service, authorization no. 44/2004.*

sä ilmakuvatulkitusta maaperän yleiskartoitusta varten. Kuoppia on kaikkiaan parikymmentä, joista pienimmät ovat vain muutamia metrejä mittasuhteiltaan, mutta suurin katkaisee täysin Puobmakkeäsjavrin koillispuolella olevan drumliiniselänteen. Ilmiö ei liity pelkästään selänteisiin, vaan kuoppia on myös ympäristön pohjareenialueella (Sutinen 1992). Suurimman jäälohkareen on täytynyt olla drumliinin poikkileikkauksen kokoinen, koska kuopan pohja ulottuu suunnilleen samalle tasolle kuin sen ympäristön suon pinta. Kuopassa on pohjaveden pinnan säätelyä pieni lampare, jonka pohjalta on kerrostunut liejua noin 20 cm. Jääkappaleita on kerrostunut moreenin joukkoon myös drumliinikentän lounaisosassa. Saarenketo ja Tammela

(1987) ovat kuvanneet Inarin kirkonkylästä vajaa 20 km pohjoiseen kaksi moreeniluolaa, joiden poikkileikkausten pinta-alat ovat 1,5 ja 4 m<sup>2</sup> ja pituudet 5 ja 30 metriä. Luolat sijaitsevat 5 metrin syvyydessä, ja niiden alapuolella on seismisen luotauksen mukaan edelleen 5–6 metriä moreenia. Luolien pituusakselin suunta (220°–40°) on sama kuin drumliinien pituusakselin suunta. Drumliinien kerrostuessa moreeni oli ylikonsolidoitunut, ja jääkappaleen sulaessa sen tilalle jäi onkalo.

Pohjois-Suomessa on usealla muullakin alueella edellä kuvatun kaltaisia, selviä drumliini- ja flutingmuotoja. Niitä on mm. laajalla alueella Enontekiön pohjoisosassa (Kujansuu 1967), Tervolan–Tornion sekä Ranuan–Pudasjärven alueella (Kurimo



1978 ja Sutinen 1992). Laajalla alueella keskisessä Länsi-Lapissa on suuria edellisiä vähän epämääräisemmän muotoisia, luode-kaakkosuuntaisia muodostumia, joista osa on crag and tail- ja osa laakeita drumlinoidityyppisiä muotoja (Hirvas 1991). Niiden pituusakseliin suunta yhtyy suunnilleen moreenipatjan III suuntaukseen. Tämä luodekaakkoinen kenttä näyttää ulottuvan Etelä-Enontekiöltä aina Pudasjärven korkeudelle saakka (Hamborg ja muut 1986, Hirvas 1991, Sutinen 1992, Bargel ja muut 1999). Alueen lounaisosassa, Oulun koillispuolella luodekaakkoiset drumliinit ovat uudelleen suuntautuneet suunnilleen lännestä tulleen virtauksen vaikutuksesta (Sutinen 1992).

Pohjamoreenialueiden heikkoa suuntautumista, vakoutumista tai juovaisuutta esiintyy lähes kaikkialla. Suuntautuneet muodot ovat yleensä niin pieniä, että niiden yhteisvaikutuksena syntyvä vähäinen maaston juovaisuus on tunnistettavissa vain ilmakuista (Kujansuu 1969a). Länsi-Lapista laadittu vakoutumakartta kuvastaa mannerjäätikön viimeistä virtaussuuntaa sulavaa reunaa kohti (Kujansuu 1967). Juovaisuus voi johtua joko eroosio- tai kerrostumismuodoista tai usein myös niiden yhdistelmistä. Aakenusturin ja Pyhätunturin laella on maastossakin tunnistettavia pieniä crag and tail-muotoja, joiden kärkenä on 0,5–1,5 m korkea kvartsiittitappi ja häntänä 0,5 m korkea ja joitakin kymmeniä metrejä pitkä rikkoutuneesta kalliosta tai loh-kareista muodostunut selänne. Kohomuotojen ohel-

la laella on myös vastaavankokoisia kouruja.

Vakoumat ovat selvästi viimeisin aktiivisen mannerjäätikön virtauksen jättämä merkki maankamarrassa. Länsi-Lapissa niiden kuvaama mannerjäätikön virtaussuunta on ollut keskimäärin etelä-lounaasta pohjois-koilliseen. Suurien drumlinoidien edustama luode-kaakkosuuntaus on tätä vanhempi. Kolarin eteläpuolisella alueella nämä kaksi virtausvaihetta on nähtävissä myös ristissä olevina muodostumina. Ikäero on voitu vahvistaa myös moreenistratigrafisissa tutkimuksissa (Hirvas 1991). Eri-ikäisiä drumliinien ja fluting-selänteiden ilmentämiä jäätikön virtausvaiheita on jo aikaisemmin mainittu sekä Kuusamon että Inarin–Utsjoen alueelta, vaikka kaikki nämä kuvastavat ilmeisesti erilaisia ja eri-ikäisiä toisiaan leikkaavia vaiheita. Utsjoen–Inarin alueella lienee kysymyksessä mannerjäätikön virtaussuunnan kääntyminen aivan sulamisvaiheen lopussa. Kuusamossa lienee kysymyksessä sulamisvaiheen kaksi erillistä virtausvaihetta (Aario ja muut 1974) ja Länsi-Lapissa ja Oulun seudulla kaksi eri jäätiköitymisvaihetta, joiden välillä on ollut jäästä vapaa vaihe.

## Kumpumoreenit

Kumpumoreeni on morfologinen nimitys erilaisille kummuille ja selänteille, joiden aines on synnyltään ablaatiomoreenia tai pohjamoreenia. Ablaatiomo-



Kuva 26. Moreeniselänteitä ja -kumpuja Sarviojan laaksossa Saariselällä.

Fig. 26. Moraine ridges and hummocks in the Sarvioja valley, Saariselkä fell range.



Kuva 27. Juomumoreeneita Petäjävaaaran alueella Rovaniemellä.

*Fig. 27. Ribbed moraine in the vicinity of Petäjävaaara, in the Rovaniemi region.*

reenia syntyy mannerjään sulaessa ja jäätikön mukana kulkeutuneen kiviaineksen rikastuessa jäätikön pinnalle. Jäätikön 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 (kuva 26). Pohjamoreenista syntynyt kumpumoreeni on usein jäätikön pohjalla oleviin railoihin puristunutta tai kasaantunutta ainesta.

Maaperäkartoituksessa luokittelun lähtökohtana oli näkemys, että kumpumoreenit olivat syntyneet pääasiassa ablaatiomoreenista. Tämän perusteella niitä kutsuttiin aluksi ablaatiomoreeneiksi tai kuolleenjäänmoreeneiksi. Kartoituksen edistyessä ilmeni kuitenkin, että kumpumoreenien synty tapa ja siitä johtuva rakenne ja aineskoostumus olivat hyvin vaihtelevia. Osa oli syntynyt alkuperäisen näkemyksen mukaisesti supraglasiaalisesta aineksesta, ja osa oli taas subglasiaalista pohjamoreenia.

Kumpumoreenialueet esiintyvät yleensä laajoina yhtenäisinä kenttinä, joissa vuorottelevat jäätikön liikesuuntaan nähden pitkittäiset ja poikittaiset selänteet sekä suuntautumattomat selänteet ja kummut. Yhdensuuntaisten selänteiden ollessa vallalla syntyy maastoon verkkomainen kuvioitus, jota ko-

rostavat samansuuntaiset lammet ja soistuneet painanteet (kuvat 27). Poikittaisia moreeniselänteitä kutsutaan usein juomumoreeneiksi, ja niihin kuuluvat Keski-Ruotsissa sijaitsevan tyyppialueen mukaan Rogen-moreeneiksi kutsutut selänteet (Lundqvist 1969a, Lundqvist 1989 ja Hättestrand 1997).

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 (kuva 28). Kumpumoreeneissa ablaatiomoreeniaines on yleensä löyhää ja huokoista. Hienorakeista ainesta runsaasti sisältävät kumpumoreenityypit ovat tiiviitä ja tiukkaan pakkautuneita. Muotojen perusteella voidaan toisinaan esittää ennusteita niiden rakenteesta ja aineksista, vaikka toisaalta samankintyyppiset moreenimuodot saattavat aineskoostumukseltaan olla hyvin vaihtelevia, kuten on ilmennyt mm. juomumoreenien kohdalla.

Kumpumoreenien kasvillisuus ei useinkaan eroa pohjamoreenialueiden kasvillisuudesta. Pääasiassa mäntyvaltaisilla kumpumoreeneilla aines on joko karkearakeista moreenia tai moreeniaineksen joukossa on runsaasti vettä läpäiseviä soraisia ja hiek-



Kuva 28. Misin alueen juomumoreeniselänteet koostuvat synnyltään erityyppisistä moreeneista sekä lajittuneesta aineksesta, joka kuvastaa sulamisveden mukana oloa kerrostumisvaiheessa.

*Fig. 28. Ribbed moraine ridges at Misi are composed of a variable mixture of tills of different genesis and glaciofluvial material, indicating the presence of meltwater during deposition.*

kaisia välikerroksia. Kumpumoreeneissa aines on varsinkin pinnaltaan kivistä ja lohkareista, ja se osaltaan aiheuttaa moreenin pintaan pikkupiirteistä vaihtelua (kuva 29). 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 syvemmillä olevan moreenin lohkareisuutta, sillä lohkareet ja kivet ovat usein rikastuneet pintaosaan huuhtoutumisen ja routimisen seurauksena.

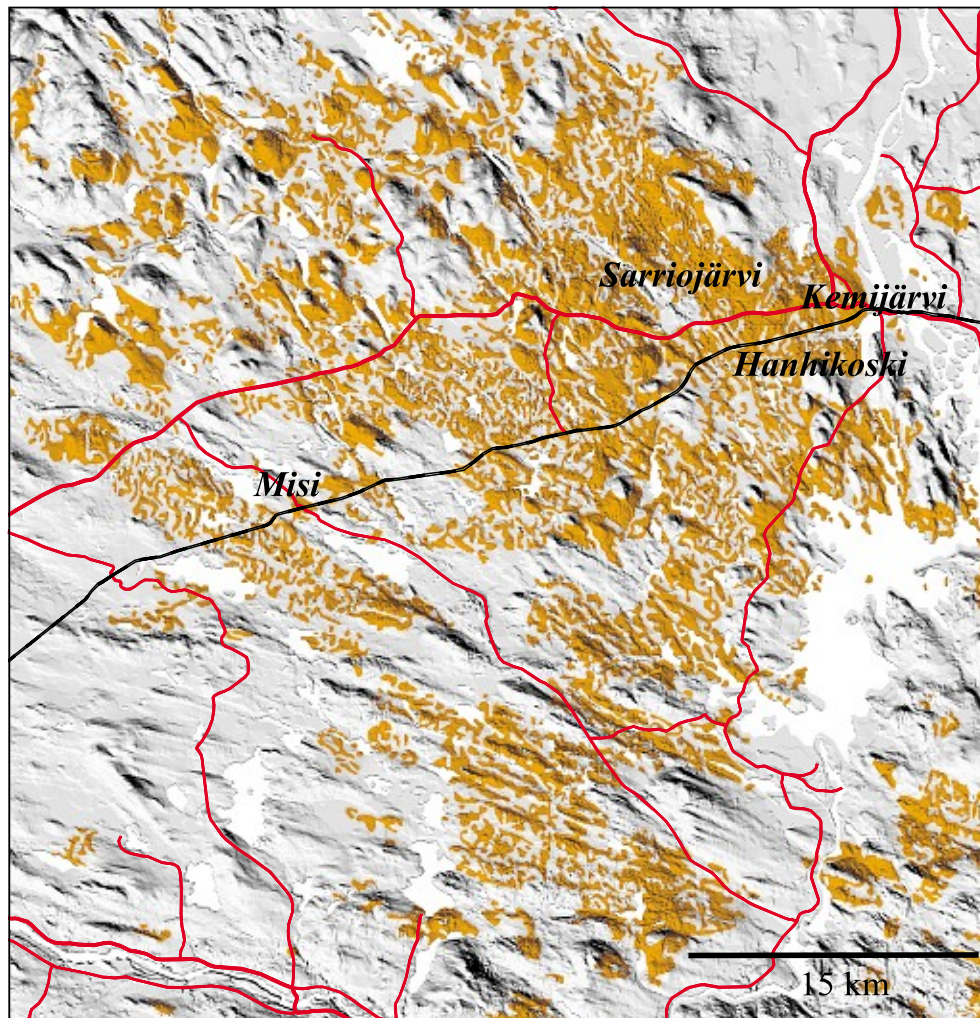
Pinta-alaltaan laajimmat ja yhtenäisimmät kumpumoreenialueet Pohjois-Suomessa ovat Kemijärven länsi- ja lounaispuolella (Kurimo 1977) sekä Rovaniemen ja Ranuan välisellä alueella (Kujansuu ja muut 1982, Aario 1990a ja b). Kemijärven kumpu-

moreenialue koostuu varsin erilaisista osa-alueista (kuva 30). Alueen länsiosassa, Misissä on vallalla poikittaiset juomumoreeniselänteet, joista monet muistuttavat läheisesti Rogen-moreeneita. Ne ovat pinnaltaan kivisiä ja lohkareisia. Niiden proksimaalirinteillä lohkareiden määrä on hyvin suuri. Selänteiden pituus on 10–200 metriä, ja korkeus vaihtelee yhdestä 15 metriin (Kurimo 1977). Sarriojärven koillispuolella on jäätikön liikkeen suuntaisia radiaalimoreeneita. Ne ovat mittasuhteiltaan juomumoreenien kaltaisia (Kurimo 1977). Kolmas Kemijärven moreenimuodostumatyyppi on pyöreän- tai soikeanmuotoiset kummut, joita esiintyy esimerkiksi Vikajärvi–Kemijärvi-maantien ja -rautatien välisellä alueella Hanhikoskella. Kurimon (1977) mukaan ne ovat yleensä läpimitaltaan 10–300 metriä ja korkeudeltaan 1–10 metriä, päältä loivan kuperia ja rin-



Kuva 29. Pinnaltaan lohkareisia moreenikumpuja Inarin Nellimissä.

*Fig. 29. Boulder-covered hummocky moraine at Nellim in the municipality of Inari.*



Kuva 30. Korkeusmallikuva Kemijärven kumpumoreenikentästä, jossa on tuhansien juomumoreenien (ruskealla) muodostama alue. © Maanmittauslaitos, lupa nro 268/MYY/04.

*Fig. 30. Relief map of the hummocky moraine field in Kemijärvi, where are thousands of ribbed moraines (brown). © National Board of Survey, authorization no. 268/MYY/04.*

teiltään joskus melko jyrkkiä. Pinta on usein hyvin lohkareinen ja kivinen. Kumpujen välissä on lampia tai soistuneita painanteita. Kemijärven kumpumoreenialueen synty on ilmeisesti polygeneettinen. Siihen on osaltaan vaikuttanut jäätikön aktiivinen virtaus sekä kerrostumisen loppuvaiheessa jäätikön laaja-alainen passivoituminen. Passivoituminen johtui kumpumoreenialueen itäpuolella olleen Sallan jääjärven vedenpinnan huomattavasta laskusta, jolloin jäätikön reuna päättyi laajalla alueella kuivalle maalle (Taipale ja Saarnisto 1991).

Eri puolilla Pohjois-Suomea on lisäksi kymmeniä pieniä ja morfologialtaan usein selväpiirteisiä kumpumoreenialueita. Niistä mainittakoon Kittilän pohjoisosan Pulju-moreenialue (Kujansuu 1967, Aartolahti 1974, Johansson ja Nenonen 1991), Tervolan Sihtuuna-moreenialue (Aario ja muut 1997) sekä Sevetti-moreeniselänteet Sevettijärven–Partakon alueella (Aario 1990a). Enontekiön Suppivuomalla on pinnaltaan tasaisia ja lähes pyöreänmuotoisia moreenikumpuja, joita Kujansuu (1967) on verrannut Pohjois-Ruotsin Veiki-moreeneihin.

## Juomumoreenit

Juomumoreenit (engl. ribbed moraine) ovat pitkänomaisia, jäätikön deglasiaatiovaiheen liikesuuntaan nähden poikittaisia, lyhyitä ja toisinaan mutkittelevia tai puolikuun muotoisia selänteitä. Niiden korkeus on 5–30 metriä, leveys 150–300 metriä ja pituus 300 metrissä aina runsaaseen kilometriin (Aario 1990a, Hättestrand ja Kleman 1999). Ne muodostavat neliökilometrien laajuisia kenttiä, jotka sijaitsevat usein alavilla ja tasaisilla alueilla (kuva 28).

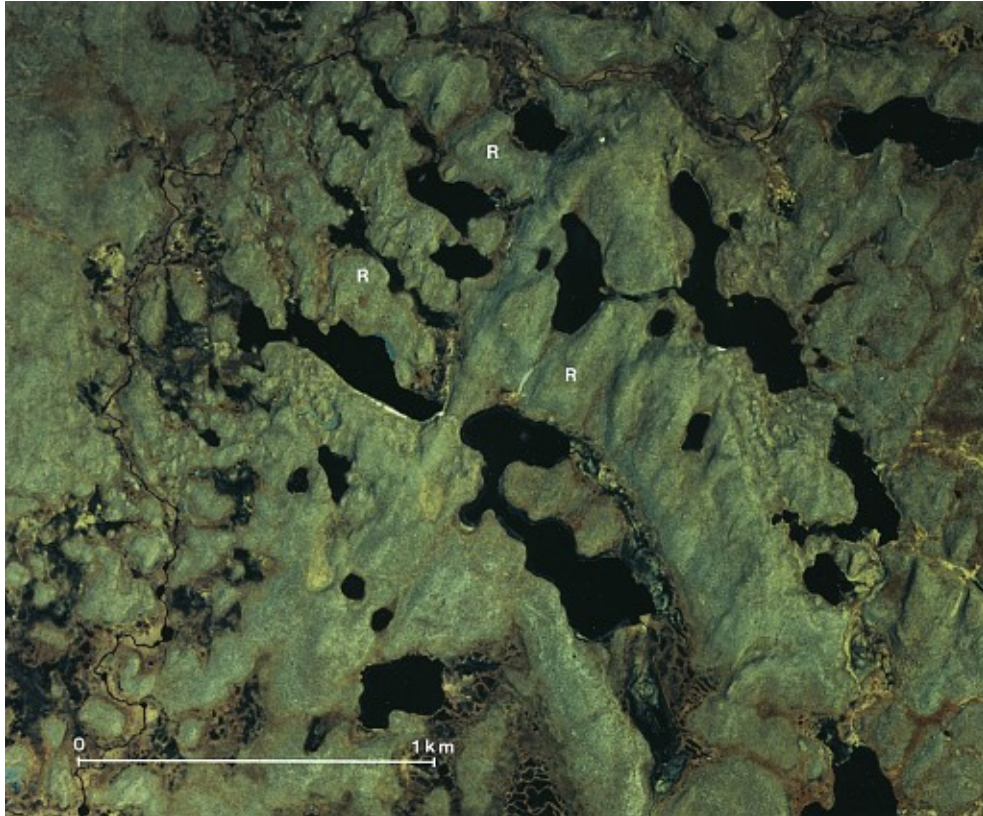
Juomumoreeneita esiintyy yleisesti Skandinavian ja Pohjois-Amerikan mannerjään peittämien alueiden keskusalueilla, joissa jäätiköitymisen maksimivaiheessa jäätikkö oli kylmähajainen mutta muuttui deglasiaation edetessä lämminpohjaiseksi. Mannerjäätikön reuna-alueilla sekä nykyisillä vuoristojäätiköillä juomumoreeneita ei esiinny. Juomumoreenit mainitaan ensi kerran Kanadassa tehdyissä moreenitutkimuksissa (Hughes 1964). Ne on usein rinnastettu Rogen-moreeneihin, joiden tyyppialue sijaitsee Rogenin alueella Keski-Ruotsissa (Hoppe 1959). Nykyisin juomumoreeni on yleisnimitys edellä kuvatuille poikittaisille moreeniselänteille, kun taas Rogen-moreeni-nimeä käytetään kuvaamaan sen erikoistyyppiä, jossa poikittaisen moreeniselän-

teen päällä esiintyy fluting-kuvioitusta (Lundqvist 1969a ja 1981) (kuva 31).

Juomumoreenien synnystä on esitetty useita teorioita. Aikaisemmin niiden pääteltiin syntyneen jäätikön reunalla tai reunan alla olleisiin poikittaisiin railoihin, joihin kasaantui supra- tai subglasiaalista moreeniainesta (Mannerfelt 1945, Hughes 1964 ja Kurimo 1977). Aarion (1990a) mukaan Rogenmoreenit ovat pohjamoreenia ja syntyneet moreenin kerrostumisen alkuvaiheessa ennen drumliineja. Viime vuosina juomumoreenien synnystä on esitetty pääasiassa kahta eri teoriaa. Kujansuun (1967) ja Lundqvistin (1969a) tekemien glasiotektonisten rakennehavaintojen perusteella moreeni on irronnut laattoina, kulkeutunut jäätikön pohjaosassa ja kasaantunut lopulta selänteeksi jäätikön virtauksen kohdatessa esteen eli virtauksen muuttuessa kompressiiviseksi. Myöhemmin Lundqvist (1989) on pitänyt niitä ainoastaan morfologisina muotoina, jotka saattavat olla syntyvoiltaan erilaisia.

Viimeisin syntyteoria perustuu jäätikön pohjaosassa tapahtuviin olosuhteiden muutoksiin. Deglasiaation edetessä jäätikkö muuttui kylmähajaisesta lämminpohjaiseksi. Pohjaosan muuttuessa sulaksi jäätikön virtausnopeus kasvoi. Aiemmin kerrostunut moreenipeite laajeni ja halkesi voimakkaiden vetojännitysten seurauksena, jolloin syntyi sadoista samansuuntaisista repeämistä koostuva palapelirakenne. Kukin pala muodosti poikittaisen moreeniselänteen (Hättestrand 1997). Laajeneminen vaihteli 35 %:sta 60 %:iin, ja pienintä se oli juomumoreenikentän reunoilla ja laajinta sen keskellä. Deglasiaatiovaiheen aikaista syntyä tukee juomumoreenien suuntaus, joka on kohtisuoraan jäätikön viimeistä eli deglasiaatiovaiheen aikaista eikä maksimivaiheen aikaista virtaussuuntaa vastaan. Subglasiaalista syntyteoriaa tukevat niiden pinnalla olevat drumliinit ja flutingit sekä selänteiden yli kulkevat subglasiaaliset harjut. Ne sulkevat pois myös supraglasiaalisen syntyvaihtoehdon. Hättestrandin ja Klemanin (1999) mukaan juomumoreenit ovat drumliineja vanhempia, mutta drumlinisaatio syntyi varsin pian selänteiden synnyn jälkeen ennen subglasiaalisten harjujen syntyä.

Juomumoreenien aines saattaa vaihdella laidasta laitaan. Osa koostuu massiivisesta ja homogeenisesta, lodgement-tyyppisestä pohjamoreenista. Toiset selänteet ovat lähes pelkästään lajittunutta ainesta. Useimmissa tapauksissa ne ovat ominaisuuksiltaan pohjamoreenia, jossa on joukossa



Kuva 31. Ilmakuva Valkamapään länsipuoliselta alueelta Enontekiöllä, jossa rogen-moreenien (R) pinnalla näkyy jäätikön liikkeen suuntaisia vakoutumia. Pohjoinen kuvan yläreunassa. © Topografikunta, lupa nro 44/2004.

*Fig. 31. Aerial photograph of the area west of Valkamapää in the municipality of Enontekiö, where flutings parallel with the ice flow are seen on the surface of the Rogen moraine. Upper part of picture towards the north. © The Finnish Defence Forces Topographic Service, authorization no. 44/2004.*

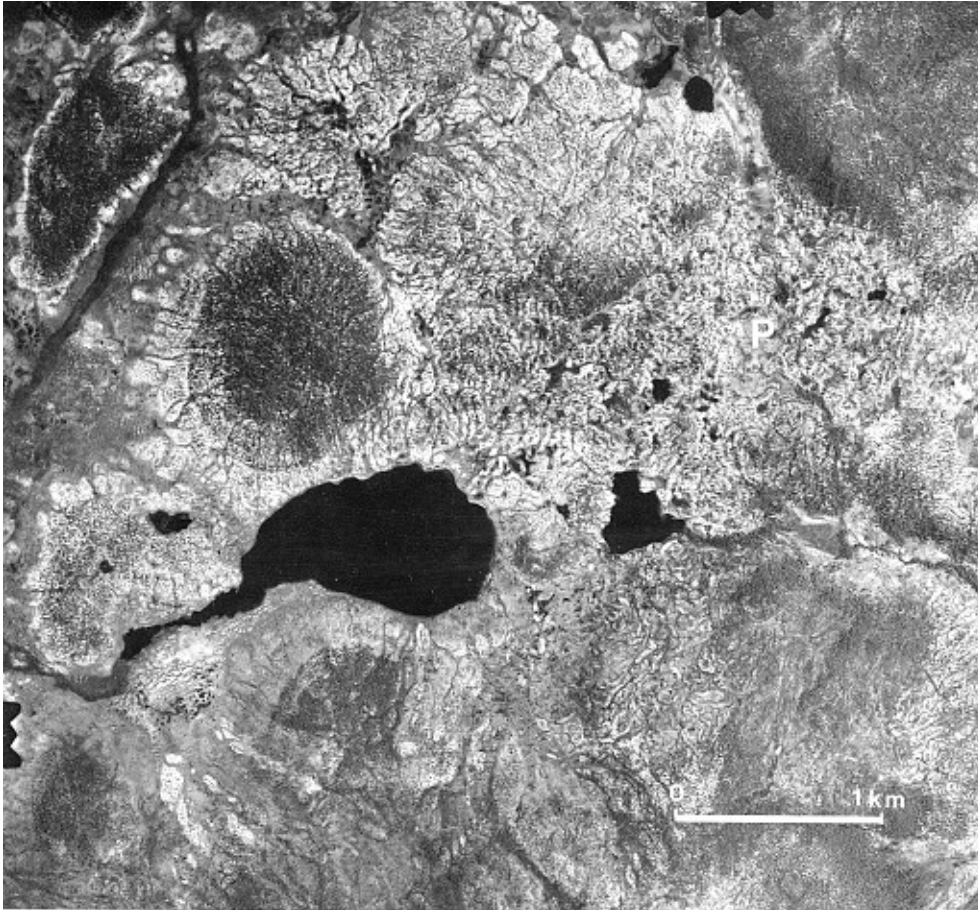
enemmän tai vähemmän lajittuneen aineksen välikerroksia. Pinnaltaan ne ovat usein kivisiä ja lohkaraisia. Moreenissa näkyy usein glasiotektoonisia rakenteita, kuten poimuja ja hiertopintoja. Moreeniaineksen suuntausta tutkittaessa on saatu erilaisia tuloksia. Aarion (1987) mukaan Ranuan juomumoreeneissa suuntaus on kohtisuoraan selänteen suuntaa vastaan. Ruotsissa moreeniaineksen on todettu suuntautuneen joko selänteen harjan tai jäätikön virtaussuunnan suuntaisesti (Lundqvist 1997).

Tervolan Sihtuunan kylän ympäristössä esiintyy noin 10 km<sup>2</sup>:n laajuisella alueella kapeita ja lähes suoria juomumoreeniselänteitä, jotka ovat suuntautuneet pohjoisesta etelään eli poikittain viimeistä jäätikön liikesuuntaa vastaan. Aario ja muut (1997) sekä Sarala (2003) kutsuvat niitä Sihtuuna-moreeneiksi. Selänteet ovat muutamia satoja metrejä pitkiä, kymmeniä metrejä leveitä ja noin 3–5 metriä korkeita. Pinnaltaan ne ovat hyvin kivisiä ja lohka-

reisä. Kiviaines on lähtöisin paikallisesta kallioperästä, mikä kuvastaa jäätikön voimakasta pohjaerosiota kerrostumisen loppuvaiheessa. Selänteiden sisäosassa moreeni on hiekkaista ja vähäkivistä. Lajittuneiden osueiden ja välikerrosten osuus on huomattava, mikä kuvastaa selänteiden syntyyn liittyntä sulamisvesien toimintaa. Moreenin kivilajisto on myös vaihtelevampaa kuin pintaosassa, mikä kuvastaa moreeniaineksen pidempää kulkeutumismatkaa kerrostumisen alkuvaiheessa (Aario ja muut 1997).

## Pulju-moreenit ja muut kumpumoreenityypit

Myöhäis-Veikselkautisen jäänjakajan pohjoispuolella Kittilän pohjoisosassa, Enontekiöllä ja Inarissa esiintyy suuntautumattomia, morfologialtaan rengas-



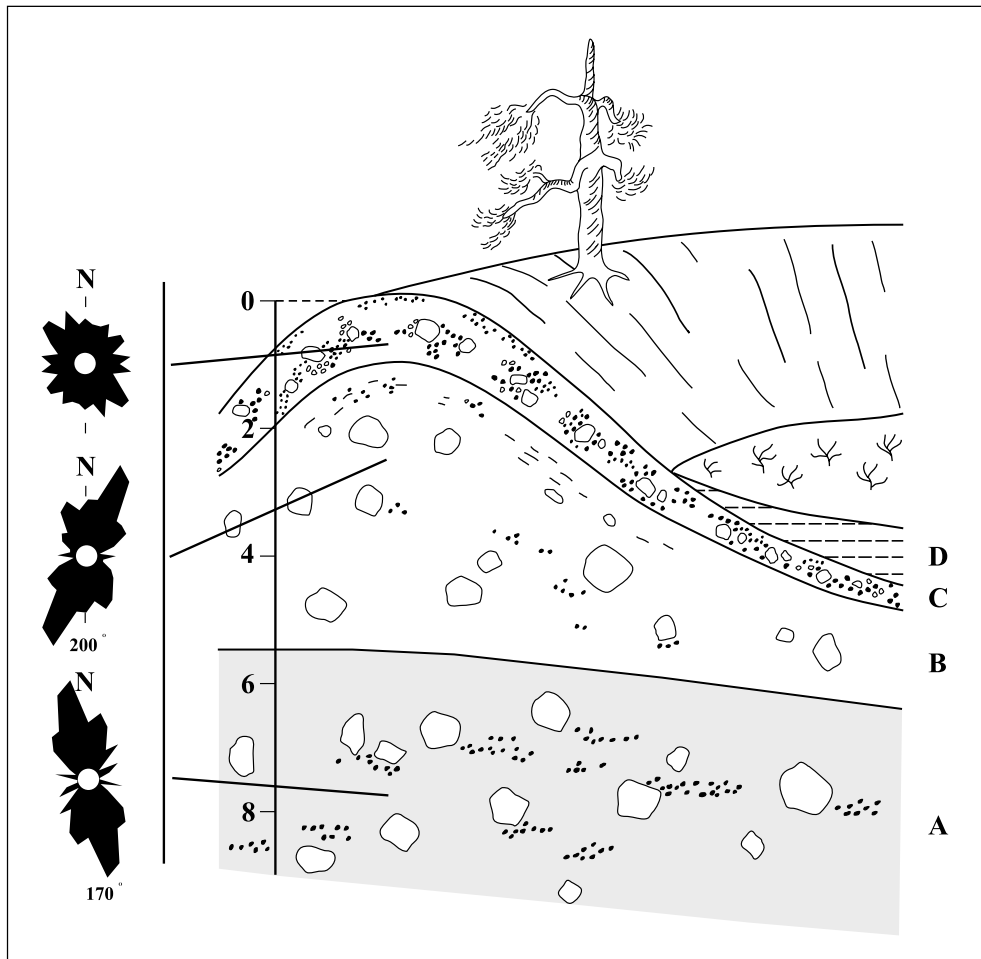
Kuva 32. Ilmakuva Puljutunturin pohjoispuoliselta alueelta, jossa on matomaisesti mutkittelevien puljimoreeniselänteiden (P) muodostama verkosto. Pohjoinen kuvan yläreunassa. © Maanmittauslaitos, lupa nro. 268/MYY/04

*Fig. 32. Aerial view of the area north of the fell Puljutunturi, where worm-like winding Pulju moraines form a network. Upper part of picture towards the north. © National Board of Survey, authorization no. 268/MYY/04.*

maisista tai kaarenmuotoisia moreenimuodostumia. Ne sijaitsevat usein maaston painanteissa tai tasaisilla alueilla ja peittävät kymmenien neliökilometrien laajuisia alueita Länsi-Lapissa (Aartolahti 1974, Aario 1992) sekä Pohjois-Ruotsissa (Lagerbäck 1988). Laajin ja tunnetuin esiintymisalue on Kittilän Puljun kylän ympäristössä. Esiintymispaikan mukaan rengasmaisia kumpumoreeneita kutsutaan Pulju-moreeneiksi (Kujansuu 1967). Hyvin muodostuneita Pulju-moreeniselänteitä on noin 7 kilometriä Puljun kylästä pohjoiseen Nunnaseen johtavan maantien varrella. Siellä esiintyy kymmeniä toisissaan kiinni olevia rengasmaisia selänteitä, jotka ovat yleensä yhdestä reunasta avoimia. Pinnaltaan ne ovat vähäkivisiä ja -lohkareisia. Selänteiden päällä kasvaa harvaa mänty- ja koivumetsää. Renkaiden keskellä olevat painanteet ovat puuttomia ja usein soistuneita. Ilmasta katsottuna Pulju-moreenit ovat

hyvin erottuvia ja ne muodostavat ”matomaisesti” kiemurtelevan selänteiden ja kumpujen verkoston (kuva 32). Renkaiden läpimitta on 20–150 metriä ja korkeus 1–4 metriä.

Moreenistratigrafisissa tutkimuksissa (Johansson ja Nenonen 1991) Pulju-moreeniselänteiden todettiin koostuvan kolmesta päällekkäisestä moreeniyksiköstä. Niistä alin on pohjamoreenia. Sen on kerrostanut etelästä pohjoiseen virrannut myöhäis-Weikselkautinen jäätikkö. Yksikkö kerrostui jo ennen viimeistä deglasiatiota, eikä sillä ole osuutta selänteen syntyyn. Keskimäinen 2–5 metriä paksu moreeniyksikkö muodostaa rengasmaisen moreeniselänteen varsinaisen ytimen. Moreenin kivien suuntaus yhtyy selänteen harjan suuntaan. Keskimäisen moreeniyksikön on tulkittu syntyneen viimeisen deglasiation loppuvaiheessa jäätikön pohjalla olleita halkeamia ja railoja pitkin ylöspäin puristu-



Kuva 33. Piirros puljumoreeniselänteen rakenteesta. A = pohjamoreenipatja III, B = pohjamoreenipatja II, C = pintamoreeni, D = postglasiaalinen turve.

*Fig. 33. Drawing of the structure of a Pulju moraine ridge. A = basal till, till bed III, B = basal till, till bed II, C = supraglacial till, D = postglacial peat (Jobansson & Nenonen 1991).*

neesta pohjamoreenista. Ylin moreeniyksikkö on noin metrin paksuinen, ja siltä puuttuu selvä kivien suuntaus. Se syntyi stagnantoituneen jäätikön pinnalla olleesta supraglasiaalisesta aineksesta, joka putosi tai valui jäätikön pinnalta railoihin (kuva 33).

Kaareluvannon alueella Pulju-moreeneihin tehdyissä moreenistratigrafisissa tutkimuksissa löydettiin kaksi moreeniyksikköä (Aario 1992). Niistä alempi muodosti selänteiden ytimen, ja se vastanee Puljun alueen keskimmäistä yksikköä. Aario (1992) sulkee pois puristumis- ja valumisteoriat ja esittää Pulju-moreenien syntyneen subglasiaalisesta aineksesta jäätikön virtauksen pysähtyessä ja sen pohjaosien jäätyessä. Pinnalla oleva suuntautumaton moreeniyksikkö tulkittiin myös supraglasiaaliseksi.

Enontekiön luoteisosassa, Suppivuomassa on noin 30 km<sup>2</sup>:n laajuinen kumpumoreenialue, joka käsittää satoja yksittäisiä matalia moreenikumpuja.

Kujansuun (1967) kuvauksen mukaisesti ne ovat soikion tai ympyrän muotoisia, kuten Pulju-moreenitkin, mutta niitä paljon suurempia, läpimitaltaan noin 500 metriä. Ne ovat laeltaan tasaisia, platoomaisia tai jonkin verran kraaterimaisia muotoja, jolloin niiden reunaan kiertää kehämäinen valli. Kumpujen ulkorinteet ovat jyrkkiä. Suppivuoman kummut muistuttavat läheisesti Pohjois-Ruotsin Veiki-moreeneja (Hoppe 1952, Lagerbäck 1988), joita esiintyy varsinkin Norrbottenin keskiosassa olevassa kaarenmuotoisessa Lainion moreenimuodostumassa. Ne ovat saaneet nimensä Jällivaaran lähellä olevasta Veiki-nimisestä paikasta.

Suppivuoman moreenikummuista ei ole tehty tarkempia tutkimuksia, joten niiden synnystä ei ole varmaa tietoa. Ruotsissa Veiki-moreeneja on tutkittu useilla eri alueilla. Niiden synnystä on esitetty eri teorioita. Hoppen (1952) tekemien stratigrafisten



utkimusten perusteella moreenin kivien suuntaus on yhdensuuntainen ulkorinteen vieton kanssa, mikä saattaa johtua joko aineksen pusertumisesta ylöspäin subglasiaalisissa olosuhteissa tai sen valumisesta rinnettä alas. Kumpujen laelta on löytynyt myös merkkejä drumlinisaatiosta, mikä todistaisi jäätikön edenneen muodostumien yli niiden syntyneen jälkeen. Minell (1979) pitää Veiki-moreeneita viimeiseen deglasiaatioon liittyvinä supraglasiaalisina moreenimuodostumina. Veiki-moreenikumppuihin 1980-luvulla tehtyjen tutkimusojien moreenistratigrafian perusteella kummut näyttävät syntyneen aluksi jäätikön pinnalle kerääntyneestä moreeniaineksesta, joka liukui ja kasaantui kuolleen jään painanteissa olleiden vesialtaiden pohjaan. Vallimaiset reunat syntyivät kuolleen jään sulaessa jäätikön reunalta pudonneesta moreenista (Lagerbäck 1988). Veiki-moreenien ja Lainio-moreenimuodostuman synty edellytti jäätikön muuttumista passiiviseksi, jolloin drumliineita synnyttäneet aktiivisesti virranneet jäätikkökielekkeet stagnantoituivat ja muuttuivat ennen lopullista sulamistaan kuolleeksi jääksi Pohjois-Ruotsissa ja myös Enontekiön luoteisosissa.

Lagerbäckin (1988) mukaan Veiki-moreenit syntyivät varhais-Veikselkaudella. Useista kummuista on löytynyt ohuen myöhäis-Veikselkautisen moreeni- peitteen alta orgaanista ainesta, joka on kerrostunut muodostumassa olevaan painanteeseen. Orgaanisen aineksen radiohiili-iat ovat yli 45 000 vuotta. Niiden siitepölykoostumus viittaisi Peräpohjola-interstadiaalikauteen, joten moreenimuodostumat olisivat niitä vanhempia. Veiki-moreenien hyvin säilyneet muodot sekä niitä peittävä ohut myöhäis-Veikselkautinen moreenipeite viittaisivat siihen, että viimeisen jäätiköitymisen aikana jäätikön pohjalla tapahtunut kulutus- ja kerrostamistyö oli hyvin heikkoa.

Pohjoisimmassa Lapissa, Sevettijärven kylän ympäristössä esiintyy jäätikön viimeisen virtauksen suuntaisia, lounaasta koilliseen suuntautuneita, lyhyitä moreeniselän-teitä. Ne ovat sijoittuneet maaston alaviin kohtiin, kun taas läheiset drumliinit ja vakoutumat sijaitsevat korkeammilla alueilla. Aario (1992) nimeää ne omaksi moreenimuodostumatyy-piksi, Sevetti-moreeniksi. Selän-teet ovat 100–200 m pitkiä, noin 40 m leveitä ja noin 10 m korkeita. Niile on tyyppillistä runsas pintalohkareisuus. Lohkareet ovat hyvin särmikkäitä, ja ne voivat olla läpimital-taan yli 1,5 m. Selän-teiden sisällä moreeniaines muuttuu löyhäksi. Lohkareiden määrä vähenee, ja

kivikoko pienenee läpimitaltaan alle 20 cm:n koiseksi yli 1,5 m:n syvyydessä.

Aarion (1992) mukaan Sevetti-moreenit syntyivät sulavan jäätikön pohjalla drumlinien synnyn lop-puvaiheessa tai sen jälkeen. Jäätikön ohetessa ja osittain jo stagnantoituessa sen pohjaosassa tapah-tui sulamista ja uudelleen jäätymistä. Jää louhi alla olevasta rikkonaisesta kallioperästä runsaasti kiviä ja lohkareita ja kuljetti niitä lyhyen matkaa rikas-taen niitä moreeniselän-teen pintaosaan. Sevetti-mo-reenialueen lounaisosassa selän-teiden proksimaa-lipäässä esiintyy usein kuoppia ja painanteita, jotka syntyivät glasiaalieroosion tuloksena.

## Reunamoreenit

Reunamoreenit ovat mannerjäätikön reunan suun-taisia moreenivalleja, jotka syntyivät jäätikön reu-nan eteen tai reunan suuntaisen railon pohjalle. Kerrostuminen tapahtui jäätikön perään-tymisvai-heen aikana olleen lyhytaikaisen pysähdyksen tai lyhytmatkaisen uudelleen etenemisen seurauksena. Pohjois-Suomessa reunamoreenit ovat harvinaisia, minkä on tulkittu johtuvan siitä, että jäätikkö pe-rään-tyi tasaisesti ja pysähdykset olivat lyhytaikaisia (Kujansuu 1967).

Enontekiöllä Haltin eteläpuolella toimi varsinai-sen mannerjäätikkövaiheen jälkeen itsenäinen laak-sojäätikkö. Se laskeutui laakson pohjaa myöten ete-lään noin 5 km pitkänä kielekkeenä. Jäätikkökielek-keen reunan eteen kerrostui toistakymmentä pe-räkkäistä reunamoreenivallia, jotka kuvastavat kie-lekkeen perään-tymisessä tapahtuneita pysähdyksiä. Reunamoreenit ovat 1,5–6 metriä korkeita ja 50–900 metriä pitkiä valleja, jotka kaareutuvat loivasti laakson sivuille ja kuvastavat siten jäätikkökielek-keen reunan muotoa (Kujansuu 1967, Hirvas 1968). Ne koostuvat jäätiköltä tulleesta pohjamo-reenista ja sen pinnalta valuneesta ablaatiomoree-nista. Niiden koko riippuu suuresti pysähdyksen pi-tuudesta ja jäätikkökielekkeeltä lähtöisin olevan moreeniaineksen määrästä.

Torvisen kylän ympäristössä esiintyy luode-kaak-kosuuntaisia moreeniselän-teitä, joiden pituus on noin 500 metriä ja korkeus 2–4 metriä. Ne ovat syn-tyneet samaan aikaan mannerjäätikön sulamisvai-heessa kuin läheinen moreenipeitteinen Torvisen harju. Harjun on tulkittu syntyneen viimeistä edel-lisen tai sitä vanhemman jäätiköitymisen sulamis-vaiheessa.