

ARKISTOKAPPALE

PAIN
N:o 1470

S O R A - A R V I O I N N I N O P A S

Geologinen tutkimuslaitos

Maaperäosasto

Työryhmä:

P. Lindroos
J. Niemelä
H. Rainio
R. Tynni

Sisällys

I	Arvioinnin tarkoitus	s. 1
II	Muodostumatyyppit	1
	1. Jäätikköjokimuodostumat	1
	A. Pitkittäisharjut	2
	B. Jäätikön reunavyöhykkeen muodostumat	4
	2. Rantakerrostumat	6
	3. Lentohiekkakerrostumat	8
	4. Moreenimuodostumat	9
III	Kenttätutkimukset	9
	1. Alustava kartan tulkinta	9
	2. Maastoreittien suunnittelu	9
IV	Havaintojen teko ja aineiston käsittely	10
V	Massalaskentamenetelmät	13

I Arvioinnin tarkoitus

Arvioinnissa ovat kyseessä lähinnä lajittuneet kitkamaalajit, joita ovat hiekka (0,02-2 mm), sora (2-20 mm) ja kivet (yli 20 mm). Pääosa näitä maalajeja sisältävistä muodostumista on glasifluviaalista alkuperää (kohta II, 1), osa on rantakerrostumia tai tuulikerrostumia (kohta II, 2-3). Moreenimuodostumain ainesta ja sen käyttömahdollisuuksia on tarkoitus tutkia arvioinnin yhteydessä (kohta II, 3).

Ensisijainen tarkoitus arvioinnissa on etsiä ja kartoittaa edellä mainitut muodostumat (kohta III). Tutkimuksen toinen vaihe on aineksen laadullinen ja määrällinen arviointi (kohta IV).

II Muodostumatyyppit

1. Glasifluviaaliset eli jäätikköjokimuodostumat, yleistä

Mannerjäätikön sulamisvedet synnyttivät jäätikköjokia, joitten lajittelemat ja kerrostamat sedimentit käsittävät maamme merkittävimmät sora- ja hiekkasiintymät. Jäätikön reunavyöhykkeessä oli sekä jäätikön reunan suuntaisia että pitkittäisiä railoja ja halkeamia (kuva 1). Jäätikköjoet hakeutuivat varsinkin pitkittäisiin railoihin, joista monet näyttävät syntyneen alustan murroslaaksojen kohdalle. Jäätikköjoet kuluttivat uomansa vähitellen jäätikön pohjaan saakka. Monet niistä ovat olleet ainakin paikoitellen tunnelijokia (kuva 2). Kuten nykyisissä joissa, oli jäätikköjoissakin sivuhaaroja ja lisäjokia (kuva 3). Jäätikköjokisedimenttien kartoitusten perusteella tiedetään, että jokien etäisyys vaihtelee suunnilleen 5:stä 15:een kilometriin.

Jäätikköjokien uomat sijoittuvat tavallisesti kallioperän alavimpiin kohtiin, laaksoihin ja murrosaltaisiin. Säännöstä on kuitenkin poikkeuksia. Altaat ovat varsinkin vedenkoskemilla eli subakvaattisilla alueilla myöhemmin saattaneet täyttyä nuoremmilla sedimenteillä.

Kuten nykyisissä joissa, sedimentaatiota tapahtui sekä jokiuomassa että joen suulla silloin, kun virtaavan veden kuljetuskyky ei riittänyt aineksen kuljettamiseen.

Glasifluviaalisina muodostumina esiintyvät hiekka- ja sora-sedimentit kerrostuivat useimmiten jäätikköjokien uomana olleitten altaitten tai laaksojen sivuille. Kuvassa 3 on esitetty kaavamaisesti eräitten jäätikköjokien kulku sekä jokien toiminnan tuloksena syntyneet muodostumat.

Koska jäätikköjokisedimentit esiintyvät yleensä katkeilevina jaksoina, on kartoitustyössä selvitettävä niitten yleinen kulku, minkä perusteella arvioidaan niihin liittyvien sedimenttien todennäköinen sijainti.

A. Pitkittäisharjut

Pitkittäisharjujen suunta noudattaa yleensä jäätikön viimeistä liikesuuntaa, mutta paikallinen topografia on aiheuttanut poikkeuksia. Harjujaksojen pituus vaihtelee muutamasta kilometristä kymmeneen tai satoihin kilometreihin. Sedimentaatiota ei ole tapahtunut jäätikköjoen koko uoman pituudelta, vaan harjujaksoissa tavataan pitkiäkin katkeamia. Katkeama saattaa olla vain näennäinen, koska glasifluviaaliset sedimentit ovat saattaneet jäädä nuorempien sedimenttien alle. Harjujaksojen katkeamissa olevia kohoumia on erityisesti pidettävä silmällä, sillä ne saattavat ilmentää alla olevia hienompien sedimenttien peittämiä glasifluviaalisia kerrostumia. Jäätikköjokien sedimenttejä esiintyy poikkeuksellisesti myös ympäristöään korkeammilla kallioperän kohdilla. Harjoittelijan pitää pystyä tunnista-

maan pitkittäisharju jo kartalla näkyvistä pinnanmuodoista. Tämä on yleensä helppoa varsinkin silloin, kun harju on selväpiirteinen ja kohoaa ympäristöään ylemmäksi (harjun morfologiaa kuvassa 5).

Pitkittäisharjun rakenteelle on luonteenomaista virtakerroksellisuus. Kerrostumain kaltevuus ja raesuuruus saattavat pystysuunnassa vaihdella erittäin suuresti.

Pitkittäisharjun aines on yleensä hiekkaa, mutta soraa tai kiviä sisältäviä osueita esiintyy siinä yleisesti. Harjun ydinosassa on jäätikköjoen virtaus ollut voimakainta, minkä takia sen aines on yleensä karkeinta ja sisältää paitsi hiekkaa ja soraa, myös kiviä ja lohkaraita (kuva 4). Harjun liepeillä aines on keskimäärin hienompaa kuin ydinosassa. Harjun pintaosissa ja pinnalla on usein lohkaraita ja kiviä, jotka eivät läheskään aina anna oikeaa kuvaa harjun sisäosien aineksesta.

Koska subakvaattisen alueen harjut ovat normaalitapauksessa rantavoimien deformatioita, ei niitten alkuperäinen morfologia ole säilynyt.

Edellä esitetyt pitkittäisharjua koskevat yleiset piirteet pätevät myös supra-akvaattisiin harjuihin. Niitä kerrostaaneet jäätikköjoet ovat myös hakeutuneet kallioperän altaiisiin, mutta saattavat nousta kohouman rinteelle tai kulkea alueen korkeimman kohdan ylitse. Supra-akvaattinen harju on muodoiltaan selvempi ja teräväpiirteisempi kuin subakvaattinen harju, koska rantavaihe puuttuu kokonaan ja nuorempien sedimenttien peittävä vaikutus on ollut vähäinen.

Supra-akvaattisen harjun aines ja rakenne on samanlainen kuin subakvaattisenkin, mutta aines on keskimäärin jonkin verran karkeampaa ja heikommin lajittunutta.

B. Jäätikön reunavyöhykkeen muodostumat

a. Deltat

Harjujen deltamaiset laajentumat (kuva 6) sisältävät usein paksuja hiekka- ja sorakerrostumia. Koska niitten aines on yleensä hyvin lajittunutta hiekkaa tai soraista hiekkaa, ovat ne käyttöarvoltaan hyviä. Deltamuodostumain aineksen raekoko pienenee normaalisti distaalisuuntaan päin. Proksimaaliosassa on yleensä eniten soraa, kiviä, lohkaraita sekä huonommin lajittuneita tai moreenimaisia osueita. Deltarakenteelle on tyypillistä diagonaalikerroksellisuus. Deltoja esiintyy myös yksittäisinä siten, että ne eivät liity mihinkään selvään jäätikköjokisysteemiin (kuva 7). Tällöin ne ovat usein jäätikön reunan suuntaisissa vyöhykkeissä. Deltat näyttävät usein sijoittuvan siten, että niitten proksimaalipuolella on kallioperän allas, (vrt. Salpausselkätyyppisten muodostumain platoot).

b. Sandurit

Sanduri on ylimmän vesirajan yläpuolelle kerrostunut jäätikköjokimuodostuma, joka muuten syntyvaltaltaan vastaa deltaa. Maassamme on tavattu myös deltan ja sandurin sekamuotoja. Sandurin pinnalla voi esiintyä distaalisuuntaan viettäviä sulavesiuomia (kuva 8). Sandurin kerroksellisuus on pintamyötäistä. Aines vaihtelee deltan tapaan hiekasta kiviin.

c. Varsinaiset reunamuodostumat

Varsinaisilla reunamuodostumilla tarkoitetaan jäätikköjokien kasaamia muodostumia, joitten pituusakseli on jäätikön reunan suuntainen. Tämän tyyppiset muodostumat keskittyvät maassamme selvästi määrättyihin vyöhykkeisiin, jotka taas ovat riippuvaisia jäätikön perääntymisnopeudesta ja häviämistavasta sekä alustan topografiasta.

Suuret reunamuodostumat ovat satoja kilometrejä pitkiä, 1/2 - 2 km leveitä ja niitten kerrostumat ovat kymmeniä

metrejä paksuja (esim. I Salpausselkä). Niissä on usein laajoja tasanteita, jotka sijaitsevat tavallisesti suurten järviältäaitten distaalipuolella, ja niitten synty tapa vastaa deltojen synty tapaa (kuva 9). Proksimaalirinne on tavallisesti jyrkempi kuin distaalirinne, ja siellä esiintyy kuolleen jään kuoppia ja jääkontaktirinteitä. Näitten muodostumain aineksen lajittuneisuus ja raesuuruus vaihtelevat erittäin paljon. Proksimaaliosan aines on keskimäärin karkeampaa kuin distaaliosan ja siellä esiintyy usein moreenia tai moreenimaista ainesta ("Salpausselkämoreeni").

Edellä esitetty koskee lähinnä I Salpausselkää sekä eräitä muita samantyyppisiä muodostumia. On syytä korostaa, että II ja III Salpausselkä ovat morfologialtaan ja ainekseltaan komplisoidumpia. Ne eivät läheskään kaikkialla ole yhtenäisiä laajoja selänteitä, vaan muodostuvat useista jäätikön reunan suuntaisista rinnakkaisselästä monen kilometrin levyisellä vyöhykkeellä. Moreenista koostuneet reunamuodostumat ovat niitten alueella yleisiä. Pienemmät reunamuodostumat ovat syntyneet joko jäätikön reunalle tai reunavyöhykkeen railoihin. Ne ovat usein sekä muodoiltaan että ainekseltaan harjujen kaltaisia, minkä vuoksi niitä on kutsuttu myös poikittaisharjuiksi (kuva 10). Näitten muodostumain pinnalla tai proksimaaliosassa esiintyy toisinaan moreenia, mikä saattaa johtaa harhaan muodostuman tulkinnassa. Eniten näitä muodostumia on tavattu Salpausselkien vyöhykkeessä. Arvioinnin kannalta on vaikeutena se, että on olemassa aukoton sarja täysin lajittuneista muodostumista etupäässä moreenia sisältäviin reunamuodostumiin.

d. Kames-tyyppiset muodostumat

Kames-tyyppiset muodostumat liittyvät tavallisesti jäätiköjokisysteemeihin pitkittäisharjujen laidoille. Niille ovat luonteenomaisia jyrkkärinteiset kekomaiset kummut, joilla ei ole selvää pituusakselia. Kummut esiintyvät

yleensä ryhminä, mistä syystä käytetään nimitystä kames-topografia (kuva 11).

Aines on paikoin hyvin lajittunutta, paikoin taas moreenimaista. Raesuuruus on keskimäärin sama kuin harjuissa, mutta hienoja aineksia on tavallisesti enemmän. Tästä syystä materiaali ei aina ole varsin käyttökelpoista.

e. Muut lajittuneet muodostumat

Näihin kuuluvat kehityksessään keskeneräisiksi jääneet edellisten ryhmien muodostumat. Oman ryhmänsä käsittävät Lounais-Suomelle luonteenomaiset muodostumat, joista voidaan käyttää nimitystä distaaliset lievem muodostumat. Ne sijaitsevat kalliokohoumien distaalipuolella joko viuhkamaisina häntinä (vrt. drumlinit) tai vyömäisinä reunuksina kohoumain suojasivun puolella (kuvat 12 ja 13). Aines on glasifluviaalista, mutta huonommin lajittunutta kuin harjuissa. Muodostumat eivät näytä esiintyvän vyöhykkeittäin tai harjun tapaan jaksoina, mikä vaikeuttaa niitten löytämistä.

Arvioinnissa otetaan huomioon myös glasifluviaalisten muodostumain lievealueilla sijaitsevat, usein varsin laajat hienoa hiekkaa käsittävät kerrostumat. Näitten maalajiesiintymäin ulointa rajaa ei kuitenkaan kenttätyössä ole tarkoitus etsiä, vaan esiintymät merkitään morfologian ja hajahavaintojen perusteella.

2. Rantakerrostumat

Rantakerrostumilla tarkoitetaan glasifluviaalisista tai moreenimuodostumista huuhtoutuneita sedimenttejä, jotka ovat kerrostuneet lähelle syntyäikansa rantaviivaa.

Arvioinnin kannalta merkittävimmät rantakerrostumat Etelä-Suomessa ovat lähtöisin glasifluviaalisesta aineksesta, ja niitä on luonnollisesti siellä, missä glasifluviaalisia

muodostumiakin. Moreenista syntyneet rantakerrostumat ovat harvoja poikkeuksia lukuunottamatta niin pieniä, ohuita ja ainekseltaan vähäarvoisia, että niihin ei kenttätyössä ole syytä kiinnittää paljoa huomiota. Sora- ja hiekkaköyhillä alueilla ne kartoitetaan tarkemmin geologin ohjeitten mukaan.

Muodoiltaan rantakerrostumat ovat yleensä tasaisia tai loivasti viettäviä kenttiä. Rinteiden tyvellä kerrostumat saattavat olla kapeina ja paksuina muodostumina.

Subakvaattisella alueella tunnistetaan rantakerrostuma primaarisesta glasifluviaalisesta aineksesta helposti (kuva 14a). Glasifluviaalisen muodostuman tai moreenin synnyn jälkeen on sen päälle kerrostunut savia. Muodostuman tultua rantavyöhykkeeseen ovat savet joutuneet abraasion kohteeksi, mutta varsinkin niiden alarinteillä ovat ylempää huuhtoutuneet karkeat sedimentit peittäneet ja suojanneet alla olevia savia kulumiselta. Tästä syystä savi-kiiloja ja -linsejä tavataan yleisesti subakvaattisen alueen glasifluviaalisissa muodostumissa.

Savikerrostumat aiheuttavat melkoista haittaa soranotossa ja heikentävät materiaalin laatua, mistä syystä niistä on tehtävä huolelliset havainnot leikkauksissa. Savella on myös merkitystä pohjaveden kannalta, koska savi on vettä pidättävä maalaji.

Rantakerrostumain aines vaihtelee hiekasta soraan ja kiiviin saakka. Sen lajittuneisuus on normaalisti suurempi kuin niitten kerrostumain, josta sedimentti on lähtöisin. Monesti rantakerrostumissa on savea ja silttiä (0,06 - 0,002 mm), jotka rajoittavat niitten käyttömahdollisuuksia.

3. Lentohiekkakerrostumat

Lentohiekkakerrostumia esiintyy rannikoilla paljaina tai lähes paljaina sekä sisämaassa, jolloin ne ovat täysin kasvillisuuden peitossa. Lentohiekkakerrostumat sijaitsevat lähes aina glasifluviaalisten kerrostumien yhteydessä, joista niiden aines on peräisin (kuva 17). Kenttätöiden yhteydessä on erikoisesti kiinnitettävä huomiota tuulikerrostumain ainekseen, koska nämä kerrostumat muistuttavat usein erehdyttävästi sekä kasvillisuudeltaan että morfologialtaan glasifluviaalisia muodostumia (harjukumpu, pieni harju, kames)

Lentohiekkaa esiintyy yleensä vaihtelevan muotoisina dyyneinä, mutta sitä tavataan myös peitehiekan (cover-sand) tyyppisenä kerrostumana. Yleisimpiä dyynityyppejä ovat vallimaiset dyynit ja parabelin muotoiset dyynit. Vallimaisista dyyneistä pitkittäiset dyynit (kuva) ovat usein lähes symmetrisiä, poikittaiset taas selvästi epäsymmetrisiä poikkileikkaukseltaan, jolloin vasta- ja suojasivujen perusteella voi todeta dyynin kasanneen tuulen suunnan. Dyynivalli on harvoin aivan suora, vaan tekee joskus huomattaviakin polvekkeitä (kuva 16).

Dyynivalli muistuttaa morfologialtaan kapeata harjua (kuva 16) tai päätemoreenia. Vallin korkeus vaihtelee tavallisesti 1-5 metriin. Suurimmat vallit saattavat olla yli 10 m korkeita ja lähes 100 m leveitä.

Dyynien aines on aina hyvin lajittunutta ja ainekseltaan karkeata hietaa - hienoa hiekkaa. Lämpimitaltaan yli 0,6 mm:n rakeita on niissä niukasti. Sorarakeita sekä kiviä ei esiinny lainkaan.

4. Moreenimuodostumat

Tutkimuksessa otetaan huomioon paksut ja huuhtoutuneet moreeniesiintymät. Lähinnä tulevat kysymykseen ablaatiomoreenialueet, reunamoreenit sekä kohoumien suojasivulla olevat moreenimuodostumat (kuva 15 a, b, c). Muodostumia ei sinänsä pyritä rajaamaan, vaan merkitään kartalle niitten sijain- ti.

III. Kenttätutkimukset

1. Alustava kartan tulkinta

Luvussa II on muodostumain yhteydessä käsitelty kartalla näkyviä hiekkaesiintymäin pinnanmuotoja. Hiekkaesiintymäin sijainnista antavat lisäksi viitteitä hiekkakuopat, kuol- leen jään kuopat ja kasvillisuus. Useimmiten hautausmaat sijaitsevat hiekka-alueilla, jotka saattavat liittyä glasi- fluviaalisiin systeemeihin. Kartoilla olevat paikannimet antavat myös viitteitä hiekkaesiintymistä (nummi, kangas, särkkä, santa, hiekka, hieta, harju, somer, ketunpesä-, mäyrä-,).

Vanhat tiet ja polut kulkevat usein hiekka-alueilla ja harjuilla. Polkujen runsaus osoittaa usein hiekka-aluetta. Furojen ja jokien eroosiomuodot saattavat myös olla apu- na, kun karttaa käytetään orientoivaan tutkimukseen.

2. Maastoreittien suunnittelu

Alustavat kulkureitit on suunniteltava jo etukäteen, jol- loin käytetään hyväksi teitä, polkuja ja maaston raja- linjoja y.m.s. Maastoreittien suunnittelussa on pyrittävä siihen, että vältetään tarpeetonta edestakaista ajoa ja tarkoituksetonta kävelyä.

IV. Havaintojen teko ja aineiston käsittely

Maastotutkimuksissa tehdään havaintoja muodostumista, jotta voidaan saada tarvittavat tiedot muodostumain aineksen luokittelua sekä esiintymäin pinta-alojen keskipaksuuksien ja massamäärien laskemista varten. Havaintojen muistiinmerkitsemiseen on tutkijalla käytössään muodostumakortti sekä siihen liittyvät leikkaushavaintokortit (katso liitteitä seuraavilla sivuilla)

Muodostumalla tarkoitetaan erillistä esiintymää tai eräissä tapauksissa suuremman muodostuman osaa. Esimerkiksi I Salpausselän kaltainen muodostuma on pakko jakaa osiin. Muodostumat varustetaan peruskarttalehdittäin juoksevilla numerolla (1, 2,) ja nimitetään kartalla olevan nimistön perusteella. Muodostuman morfologiasta esitetään sellaisia seikkoja, jotka eivät paljastu kartan perusteella tai niitä piirteitä, jotka ovat avuksi muodostuman syntyttävän ja luokittelun selvittämiseksi. Tällaisia seikkoja ovat mm. platoopintojen pienoismorfologia ja erityyppiset uomat.

Pintalohkareisuuden määrittelyssä käytetään seuraavaa jakoa:

- runsaslohkareinen, lohkaraitten keskinäiset välimatkat ovat pienemmät kuin niitten keskimääräinen läpimitta,
- normaalilohkareinen, lohkaraitten keskinäiset välimatkat ovat 1-3 kertaa niitten keskimääräinen läpimitta,
- vähälohkareinen, lohkareisuus vähäisempi kuin edellisissä.

Pintalohkareisuutta tarkasteltaessa on syytä kiinnittää huomiota myös leikkauksiin, jolloin voidaan saada selvyyttä siitä, mikä suhde pintalohkareisuudella on koko muodostuman lohkaripitoisuuteen.

Tutkimuksia johtava geologi voi määrätä tehtäväksi havaintoja myös alueen erikoispiirteistä, joita ei ole muodostumakortissa mainittu.

Leikkauksista (sora/hiekkakuopat, tieleikkaukset, kaivannot jne.) tehdyt havainnot merkitään omalle kortilleen. Kunkin muodostuman leikkaukset, joista on tehty havaintoja, varustetaan

Muodostumakortti

Karttalehti, n:o _____, nimi _____

Muodostuman n:o _____, nimi _____ Kartan ruutu p _____, 1

Muodostumatyyppi (allev.): Cs-tyyppi, lajittunut reunamuodostuma, delta sanduri, harju, kames/kamesalue, lievemudostuma, rantakerrostuma, dyyni, muu lajitt. muod., moreenimuodostuma

Ennakkotietoja muodostumasta (tutkimus, kartoitus, kairaukset, luotaukset, koekuopat, aineksen laatu ja massamäärät, milloin tutkimus tehty, kenen toimesta).

Muodostuman morfologiset piirteet (mm. suuntausakseli)

Pintalohkareisuus, Ø > 20 cm: runsas keskink. vähäinen

Luonnonsuojelunäkökohdat (hiidenkiukaat, -kirnut, geol. arvokk. muodostumat jne.)

No	Ain. lk. B,C.	Kaa-va n:o	K.paks. kork. (h)	Para- metrit (a,b,p j.n.e.)	Pinta- ala ha	Kokon. massa- määrä (BtaiC)	Massamäärien erittely		
							A %	B-A	C-A

Yht.

Muita geologisia havaintoja: (arvioitu aines ja kerrosjärjestys, rantamerkit, sulamisvesiuomat, supat, jäätikön liikuntosuunta, pohjavesi).

Karttalehden n:o _____, muod. n:o _____
Leikkauksen tunnus _____, Koordinaatit, p _____ i _____
Keskipituus _____, leveys _____, -syvyys _____, suurin syvyys _____
Aineksen luokka (rengasta): B C A (pros.)
Otettu massamäärä _____ m³
Pohjaveden pinnan korkeus: todettu _____ m, arvioitu _____ m
Kalliopinnan asema _____ m Kivilaji _____
Kerrosjärjestys (main. valok.)

Käyttö _____ Alueen haltija _____
Päiväys _____ Havainnoitsija _____

Karttalehden n:o _____, muod. n:o _____
Leikkauksen tunnus _____, Koordinaatit, p _____ i _____
Keskipituus _____, -leveys _____, -syvyys _____, suurin syvyys _____
Aineksen luokka (rengasta): B C A (pros.)
Otettu massamäärä _____ m³
Pohjaveden pinnan korkeus: todettu _____ m, arvioitu _____ m
Kalliopinnan asema _____ m Kivilaji _____
Kerrosjärjestys (main. valok.)

Käyttö _____ Alueen haltija _____
Päiväys _____ Havainnoitsija _____

Karttalehden n:o _____, muod. n:o _____
Leikkauksen tunnus _____, Koordinaatit, p _____ i _____
Keskipituus _____, -leveys _____, -syvyys _____, suurin syvyys _____
Aineksen luokka (rengasta): B C A (pros.)
Otettu massamäärä _____ m³
Pohjaveden pinnan korkeus: todettu _____ m, arvioitu _____ m
Kalliopinnan asema _____ m Kivilaji _____
Kerrosjärjestys (main. valok.)

Käyttö _____ Alueen haltija _____
Päiväys _____ Havainnoitsija _____

kirjaintunnuksella (a, b, ...). Koska sora- ja hiekkakuoppien rajat ovat usein peruskartan valmistumisen jälkeen muuttuneet, on kartoille merkittävä niitten nykyiset rajat. Leikkausten mittasuhteet arvioidaan mahdollisimman tarkasti, jotta poistetuista massamääristä saataisiin oikea kuva. Tutkijan ei tarvitse merkitä leikkaushavaintokorttiin leikkauksen koordinaatteja.

Leikkauksen aineksen laadun arvioinnissa käytetään d_{50} -menetelmää. Jaottelu on seuraava:

luokka B, soravaltainen aines. Rakeista yli 50 % $\varnothing > 2$ mm.

luokka C, hiekkavaltainen aines. Rakeista yli 50 % \varnothing 0,06-2 mm. Soran osuus hiekkavaltaisissa leikkauksissa merkitään kuitenkin muistiin, jos sen määrä on 30-50 %.

luokka A, murskauskelpoinen aines. Kivien läpimitta 6 cm - n. 60 cm. Siitä tehdään merkinnät vain silloin, kun sen määrä ylittää 30 %. Joissain tapauksissa voidaan geologin ohjeitten mukaan ottaa huomioon alle 30 prosentin jäävät pitoisuudet.

Aineksen laadun arvioinnin helpottamiseksi on oppaassa luonnollisessa koossa valokuvia (kuvat 18-23) eräistä lajitekoostumatyypeistä. Laatuarvioinneissa on erikoisesti muistettava se, että kokemuksen mukaan isoimpien rakeitten määrä arvioidaan usein liian suureksi. Kenttäseulan avulla voidaan varmistaa silmämääräinen B- ja C-luokkien arviointi.

Leikkauksesta on syytä aina ottaa valokuvia, jos murskauskelpoisen aineksen määrä on yli 30 %. Kuvassa pitää olla mittakaava. Kerrosjärjestyshavainnoja tehdään varsinkin sellaisista seikoista, jotka ovat arviointityön ja muodostuman synnyn selvittämisen kannalta tärkeitä. Kerrosten vaihteluista ja kerrospaksuuksista tehdään kaavamaisia piirroksia (tarpeen vaatiessa muodostumakortin kääntöpuolelle) ja otetaan valokuvia.

Leikkauksen nykyisestä käytöstä ja alueen haltijasta merkitään tiedot muistiin vain silloin, jos ne ovat saatavissa ilman lisätyötä.

Tutkijalla on kenttätöitä varten normaali peruskartta. Lopullinen kartta (peruskartan valokopio) väritetään kuvassa 17 esitetyn mallin mukaisesti. Leikkauksista ja muodostumasta saatujen tietojen perusteella jaetaan muodostuma osa-alueisiin, jotka rajataan valokopiokartoille punakynällä. Muodostuman osa-alueet merkitään juoksevalla numerotunnuksella (I, II jne.). Joissakin tapauksissa muodostuma käsittää vain yhden osa-alueen. Tällaisia ovat pienet muodostumat ja rantakerrostumat. Kukin osa-alue pyritään rajaamaan niin, että kerrostuman keskipaksuus on lähes sama koko alueella ja että sen aines käsittää vain jompaa kumpaa pääluokkaa (B tai C).

Muodostumakortin taulukko-osan tiedot merkitään mahdollisuuksien mukaan jo maastossa. Ensimmäiseen sarakkeeseen merkitään osa-alueen numerotunnus. Aineksen luokka merkitään joko B:llä tai C:llä. Osa-alueen keskipaksuus tai muodostuman korkeus merkitään vaihtoehtoisesti 4. sarakkeeseen.

Keskipaksuus määritetään kartan korkeuskäyrien ja muitten tietojen (kairaukset) perusteella pohjaveden, kallion tai moreenin pintaan saakka (pohjataso). Pohjavedenpinnan muodostaessa pohjataso riittää noin 4 havaintoa sen määräämiseen. Pohjavedenpinnan havainnot joudutaan tavallisesti tekemään järvien, lampien, soitten, lähteitten ja kaivojen perusteella. Kallion tai moreenin muodostaessa pohjataso on otettava huomioon seuraavaa:

- keskipaksuus määritetään mahdollisimman monen havainnon perusteella,
- keskipaksuus on havaintojen keskiarvo.

Jos massalaskelmat tehdään perusmallien mukaan (kaavat 2-5 jäljempänä), merkitään 4. sarakkeeseen h:n arvo. Parametrien määrittäminen selvitetään massalaskentamenetelmien yhteydessä.

Muodostumain tai osa-alueitten pinta-aloja ei tarvitse laskea. Kokonaismassamäärien ja massamäärien erittelylaskuja ei tutkijan myöskään tarvitse suorittaa. Murskauskelpoisen aineksen (A) prosentuaalinen osuus on merkittävä omaan sarakkeeseensa.

Karttojen puhtaaksi piirtäminen sekä muodostumakorttien varustaminen kaikilla tarvittavilla tiedoilla tehdään sitä mukaa, kun kenttätö edistyy. Tutkija on velvollinen pitämään huolen siitä, että hänelle kuuluvien tehtävien tekemättä jättäminen ei viivästyttä aineiston myöhempää käsittelyä.

Massalaskentamenetelmät

A. Keskipaksuuteen perustuva menetelmä (ks. liitettä seuraavalla sivulla)

Kun maastohavaintojen perusteella on arvioitu osa-alueen keskipaksuus (h) ja tunnetaan sen pinta-ala (ha), on mas-
samäärä $T = h \times \text{pinta-ala}$.

Laskumenetelmä soveltuu ohuiden tasanteiden, rantakerrostu-
mien, lievemuodostumien sekä morfologialtaan epämääräisten,
karttakuvassa monimuotoisten alueiden laskemiseen.

B. Kohomuotoon perustuvat menetelmät

Mikäli muodostumalla on selvä kohomuoto, ja muodostuma
vastaa likimain katkaistun kartion, elliptisen katkaistun
kartion, paraboloidin segmentin tai sen osan taikka poik-
kileikkaukseltaan cosinikäyrän muotoisen selänteen avaruus-
mallia, voidaan tilavuus muodostumatyypistä riippuen laskea
kaavan avulla.

Laskentaa varten tarvitaan vähintään 3 seuraavista paramet-
reistä (h määrättävä aina):

h pohja- ja lakitason välinen kohtisuora korkeus (kaavat 2-3)
tai pohjatason ja huipun välinen kohtisuora korkeusero
(kaavat 4-5) metreinä.

r lakitasanteen säde (luonnonmuodostumassa säteen keskipituus)

R pohjatason säde - " - - " -

a, a_1 , a_2 ellipsin pisin puoliakseli

b, b_1 , b_2 ellipsin lyhyempi puoliakseli (kohtisuorassa a-akse-
lia vastaan)

p selänteen pituusakseli (luonnossa myös kaaren pituus)

h arvioidaan korkeuskäyrien perusteella n. metrin tarkuu-
della, muut parametrit mitataan kartalta n. 10 m tark-
kuudella. Tilavuuden laskemiseen tarvittavat parametrit sekä
kaavat ilmenevät seuraavalla sivulla olevista esimerkeistä.

Massalaskentamenetelmät

T = tilavuus

A. Keskipaksuuteen perustuva menetelmä

Määrätään pinta-ala (ha) ja keskipaksuus (h)

1. $T = h \times \text{pinta-ala}$

Esim. rantakerrostuma, lievemuodostuma, tasanne

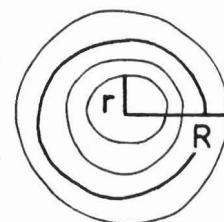
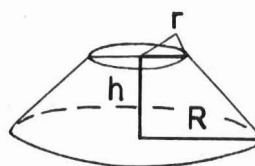


B. Kohomuotoon perustuvat menetelmät

2. Katkaistu kartio

$$T = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

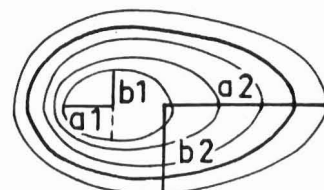
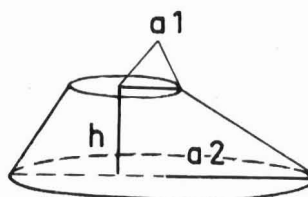
Esim. harjukumpu, kames



3. Elliptinen katkaistu kartio

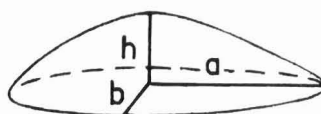
$$T = \frac{\pi h}{3} (a_1 b_1 + \sqrt{a_1 b_1 a_2 b_2} + a_2 b_2)$$

Esim. tasalakinen delta, tasoittunut harjuselänne



4.a. Elliptisen paraboloidin segmentti

$$T = \frac{\pi abh}{2} \quad \text{Esim. drumlinityyppi, reunamuodostuma, harjuselänne}$$

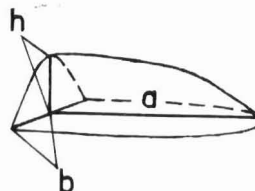


4a

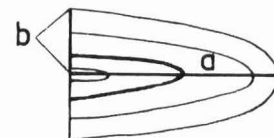


4. b. Segmentin osa

$$T = \frac{\pi abh}{4} \quad \text{Esim. delta, lievemuodostuma}$$



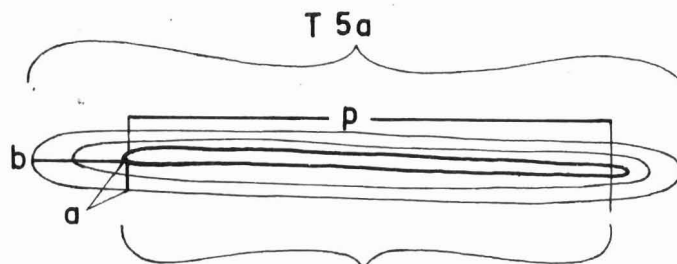
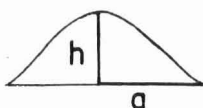
4b



5.a. Poikkileikkaukseltaan cosini-käyrän muotoinen muodostuma

$$T = ah \left(p + \frac{b}{2} \right)$$

Esim. harjuselänne, päät mukana



5.b. $T = p a h$ Esim. osa harjusta

T 5b

Massalaskentamenetelmät

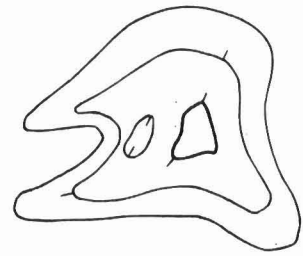
T = tilavuus

A. Keskipaksuuteen perustuva menetelmä

Määrätään pinta-ala (ha) ja keskipaksuus (h)

1. $T = h \times \text{pinta-ala}$

Esim. rantakerrostuma, lievem muodostuma, tasanne

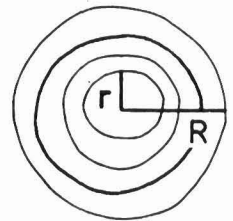
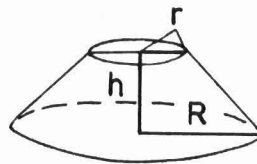


B. Kohomuotoon perustuvat menetelmät

2. Katkaistu kartio

$$T = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$$

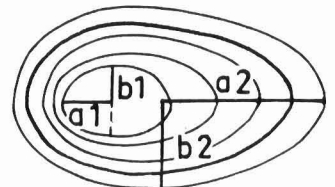
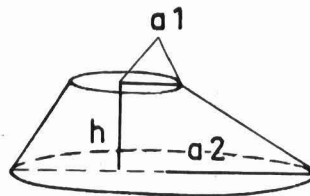
Esim. harjukumpu, kames



3. Elliptinen katkaistu kartio

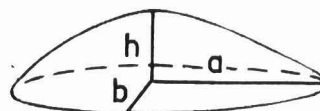
$$T = \frac{\pi h}{3} (a_1 b_1 + \sqrt{a_1 b_1 a_2 b_2} + a_2 b_2)$$

Esim. tasalakinen delta, tasoittunut harjuselänne

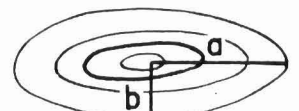


4.a. Elliptisen paraboloidin segmentti

$$T = \frac{\pi abh}{2} \quad \text{Esim. drumlinityyppi, reunamuodostuma, harjuselänne}$$

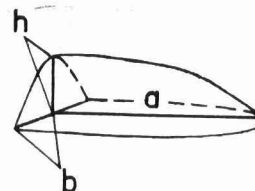


4a



4. b. Segmentin osa

$$T = \frac{\pi abh}{4} \quad \text{Esim. delta, lievem muodostuma}$$



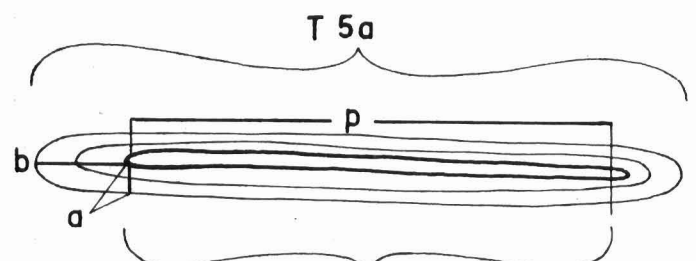
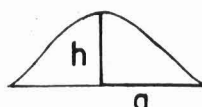
4b



5.a. Poikkileikkaukseltaan cosini-käyrän muotoinen muodostuma

$$T = ah \left(p + \frac{b}{2} \right)$$

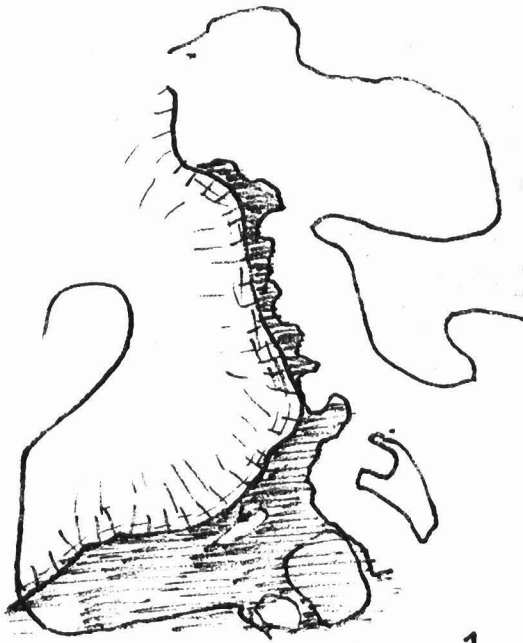
Esim. harjuselänne, päät mukana



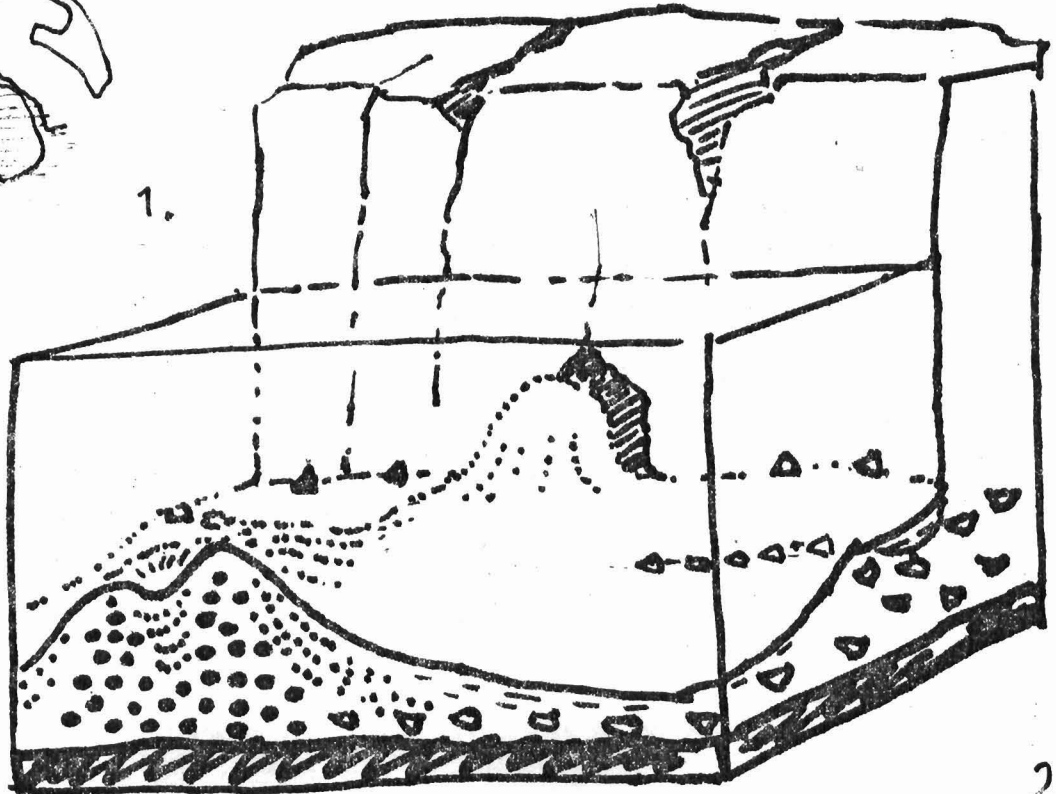
5.b. $T = p a h$ Esim. osa harjusta

T 5b

Kuva 1. Kaavamainen kuva mannerjäätikön sulamisvaiheen aikaisesta jäätikön reunan railoutumisesta. Jäätikön reuna rajoittui veteen. Sauramon (1940) mukaan.



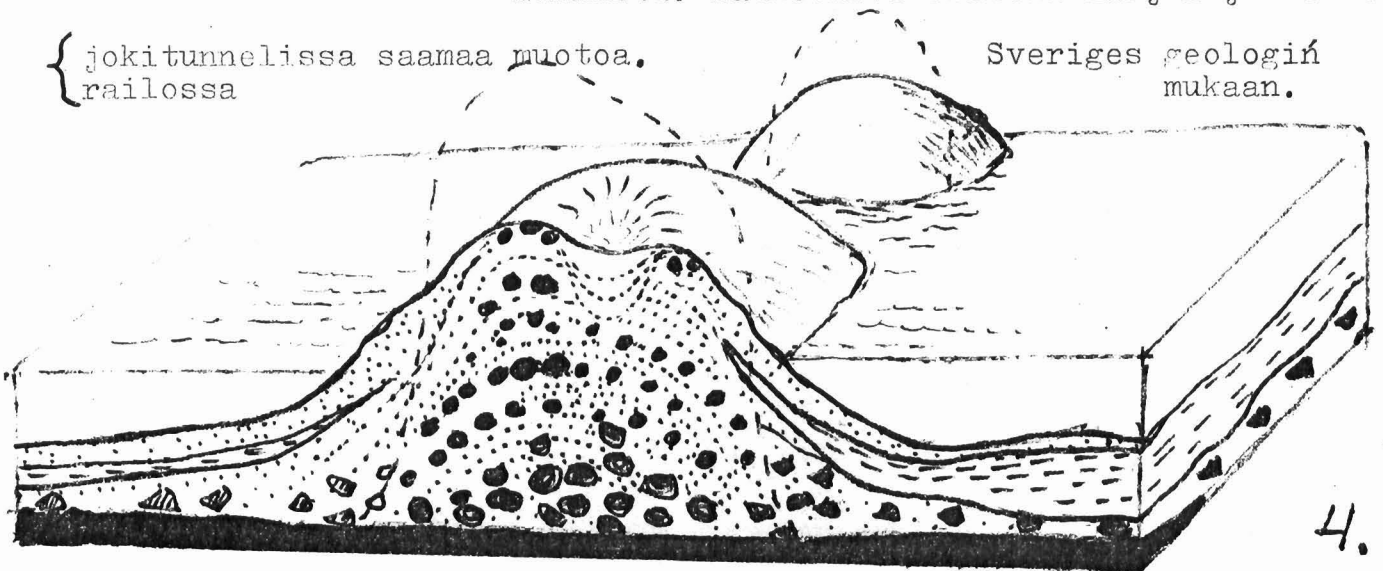
Kuva 2. Lohkodiagrammi veteen rajoittuvasta jäätikön reunasta. Jäätikköjoen suulle on muodostumassa harjukumpu. Sveriges geologin mukaan.

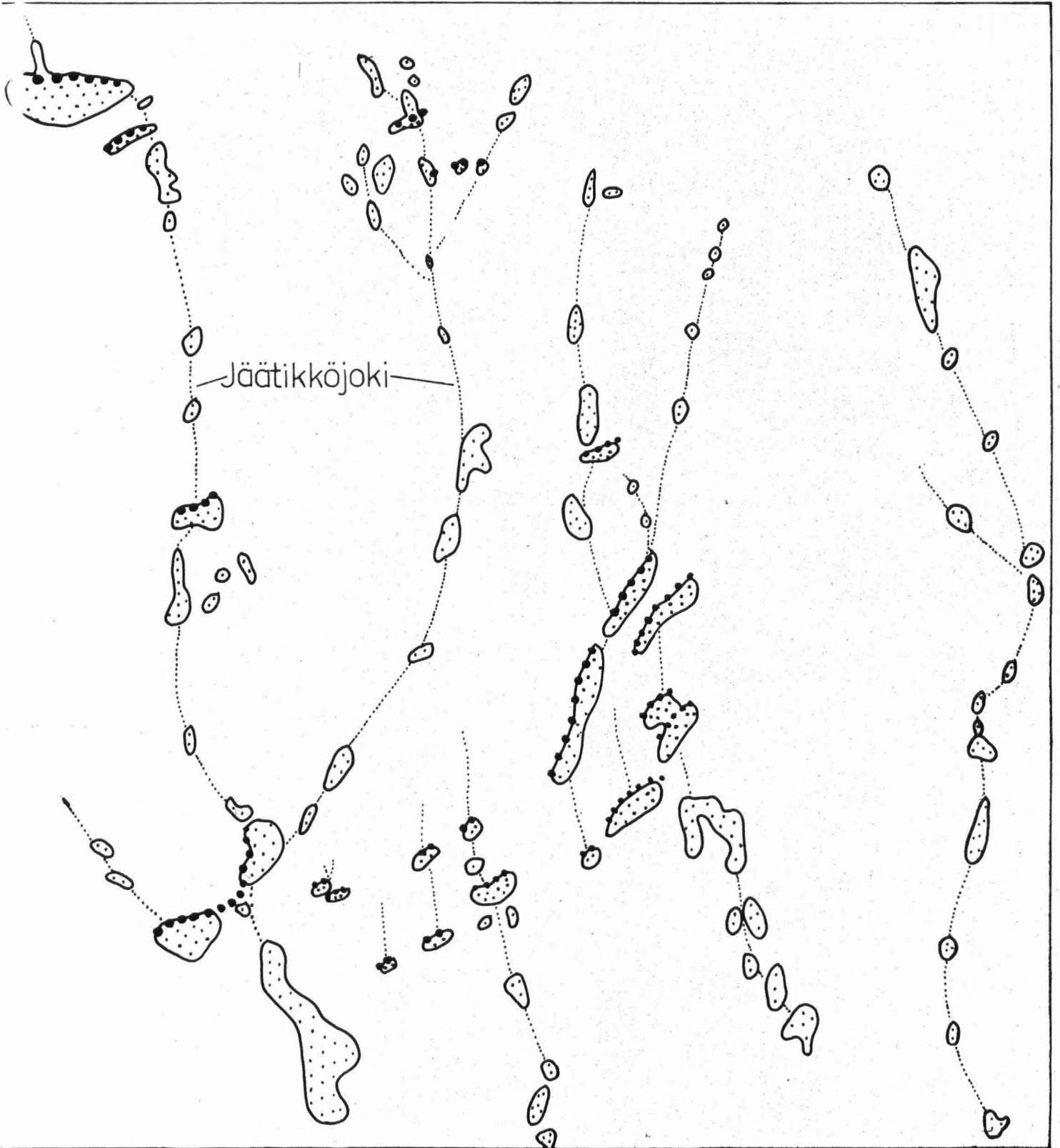


Kuva 4. Kaavamainen lohkodegrammi harjukummusta. Katkoviiva esittää harjun jäätikkö-

{ jokitunnelissa saamaa muotoa,
railossa

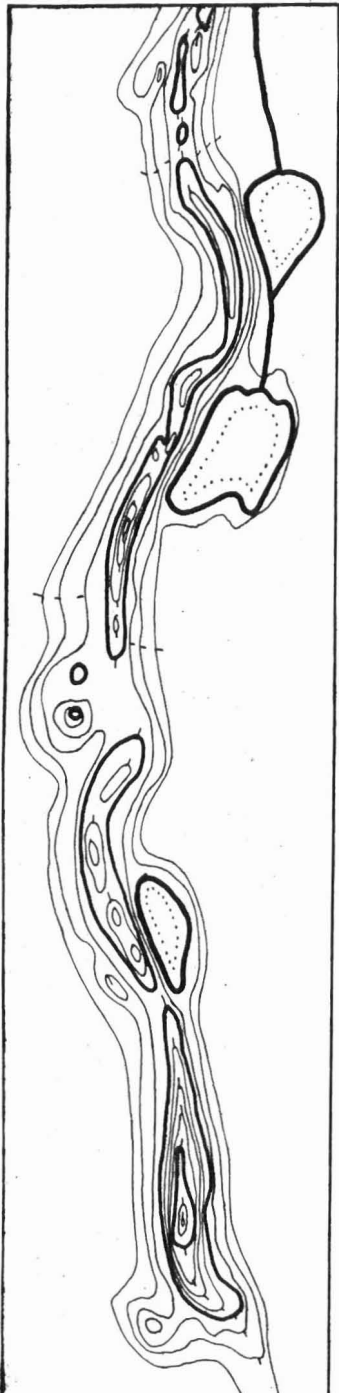
Sveriges geologin
mukaan.



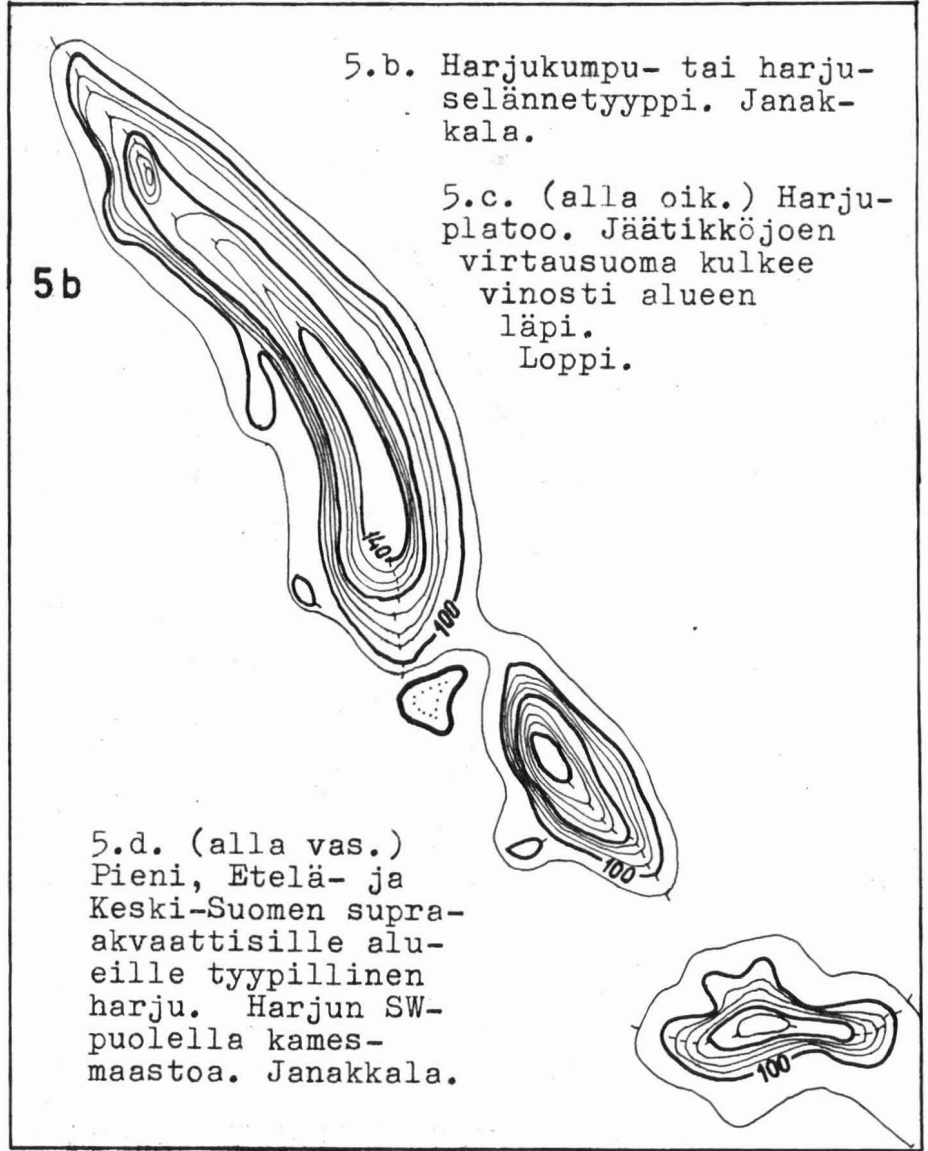


Kuva 3.

Osa Lahden 1:100 000 mittakaavaisen maaperäkartan jäätikkököjokisysteemeistä kaavamaisesti esitettynä. Suuret pisteet osoittavat jäätikön reunan asemia. Pisteytetyt kuviot ovat jäätikköjokimuodostumia; harjuja, deltoja ja reunamuodostumia



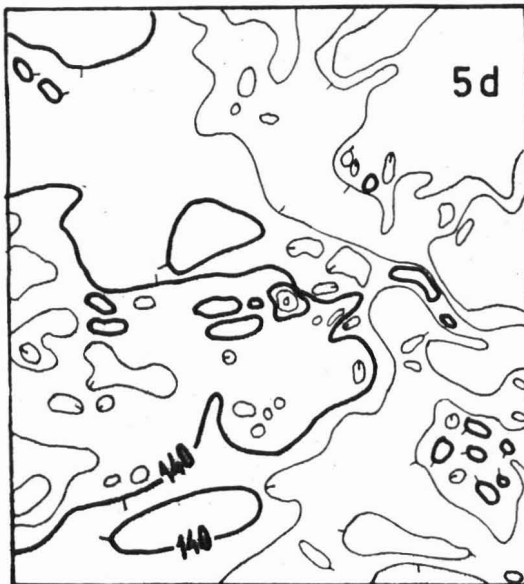
5.a. "Sianselkäharju" ; Punkaharju-
tyyppi. Heinola.



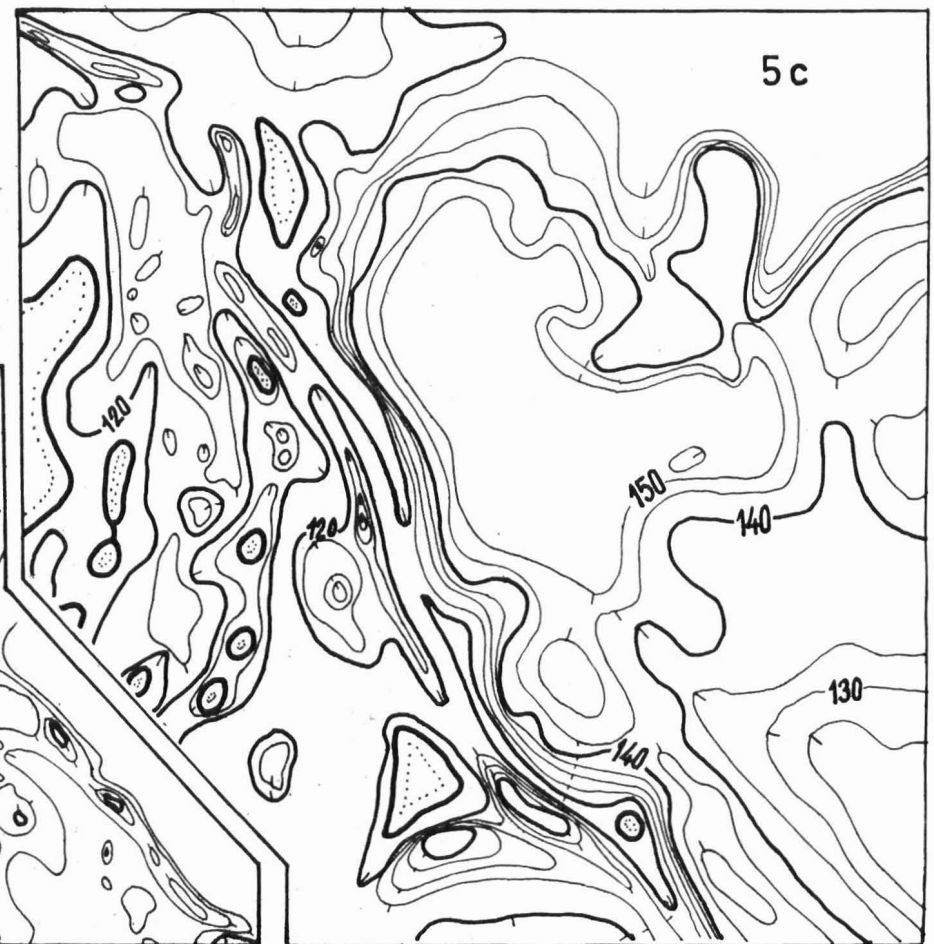
5.b. Harjukumpu- tai harju-
selännetyyppi. Janak-
kala.

5.c. (alla oik.) Harju-
plato. Jäätikköjoen
virtausuoma kulkee
vinosti alueen
läpi.
Loppi.

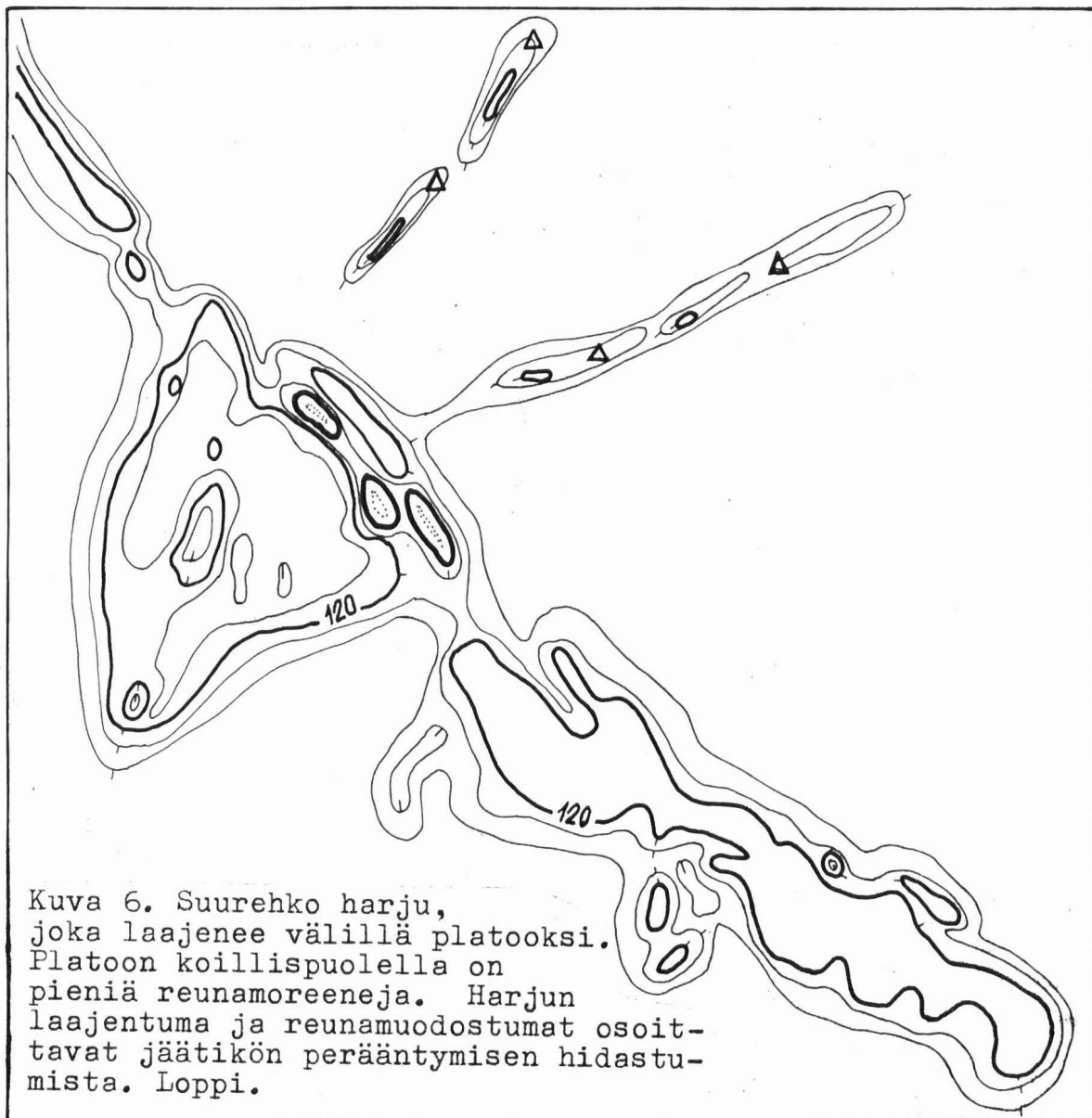
5.d. (alla vas.)
Pieni, Etelä- ja
Keski-Suomen supra-
akvaattisille alu-
eille tyypillinen
harju. Harjun SW-
puolella kames-
maastoa. Janakkala.



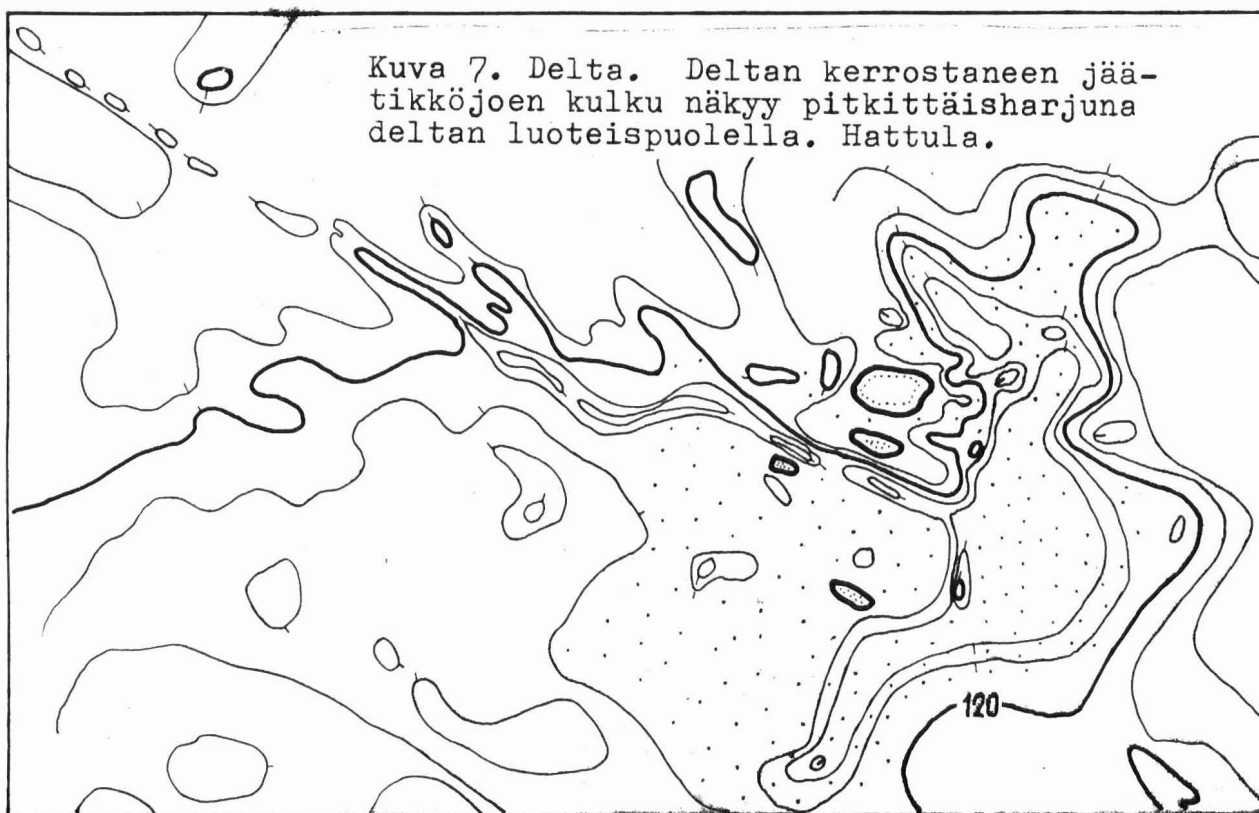
5d



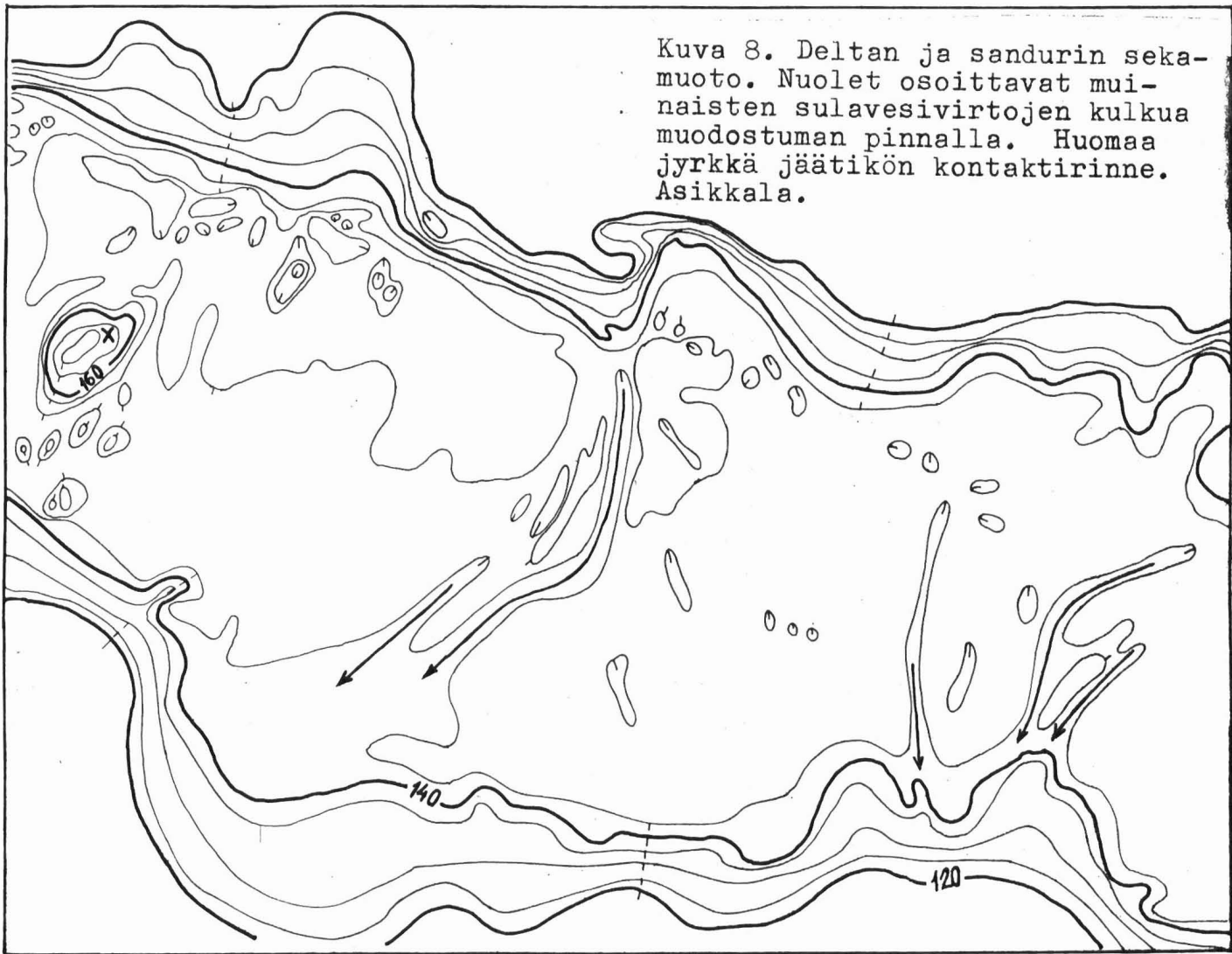
5c



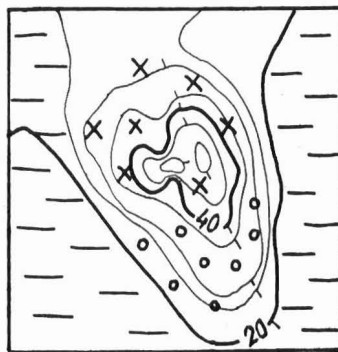
Kuva 6. Suurehko harju, joka laajenee välillä platooksi. Platoon koillispuolella on pieniä reunamoreeneja. Harjun laajentuma ja reunamuodostumat osoittavat jäätikön perääntymisen hidastumista. Loppi.



Kuva 7. Delta. Deltan kerrostaneen jäätikköjoen kulku näkyy pitkittäisharjuna deltan luoteispuolella. Hattula.



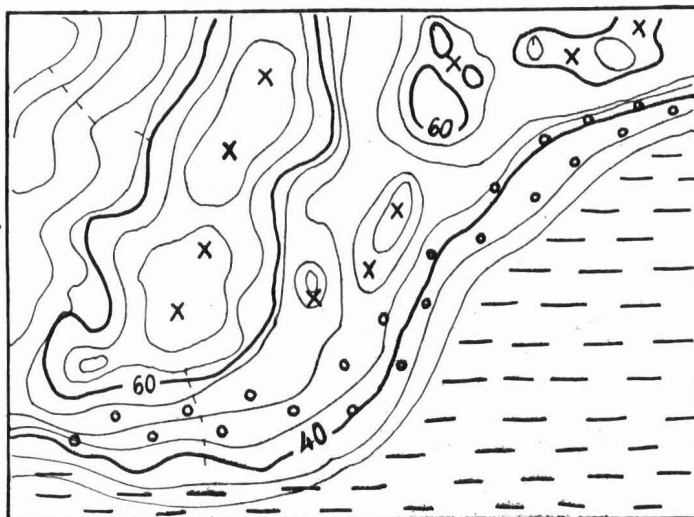
Kuva 8. Deltan ja sandurin seka-
muoto. Nuolet osoittavat mui-
naisten sulavesivirtojen kulkua
muodostuman pinnalla. Huomaa
jyrkkä jäätikön kontaktirinne.
Asikkala.



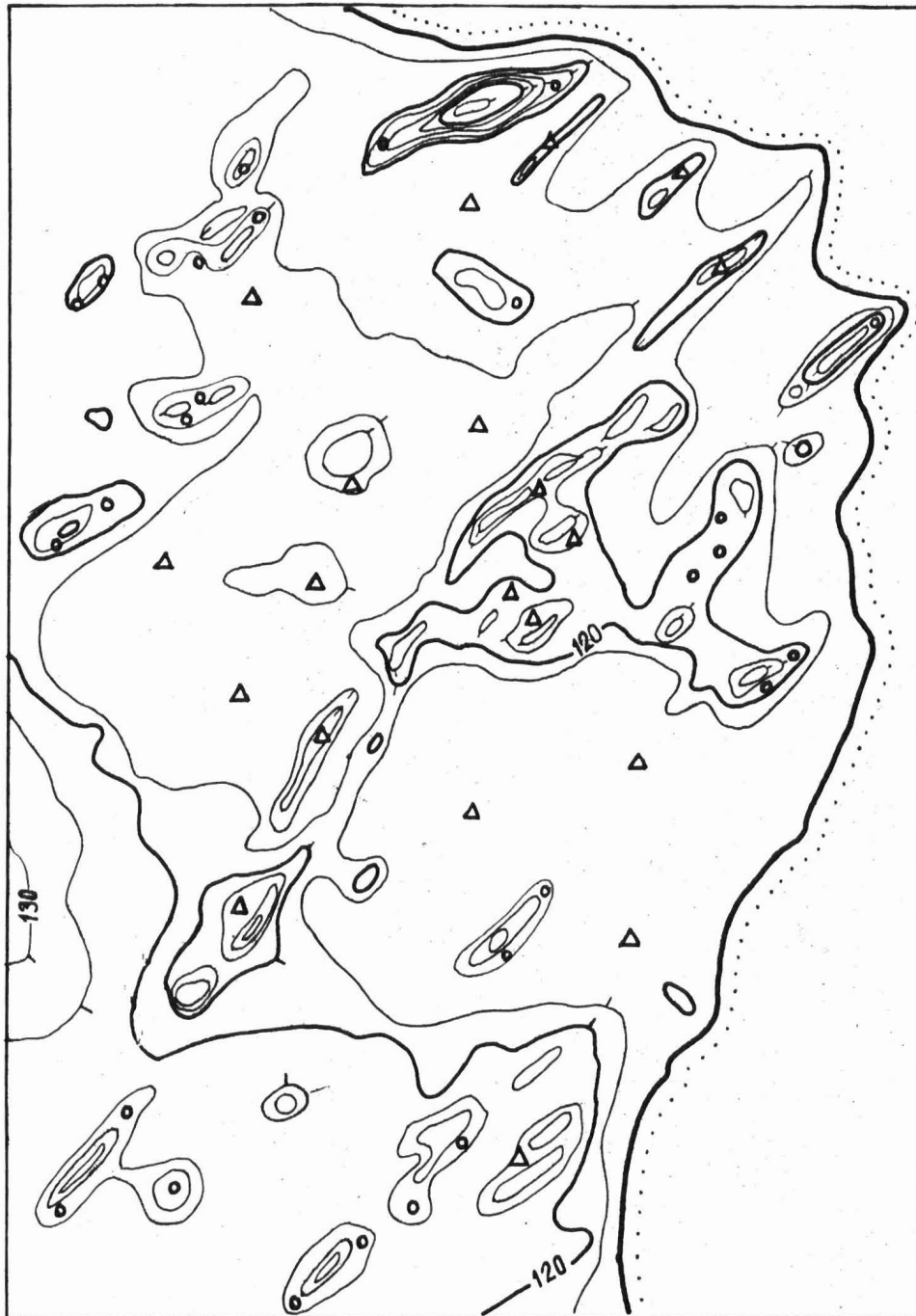
Kuva 12.

Kuvat 12 ja 13.
Glasifluviaalisia
lievemuodostumia
Salon läheltä.
Ne sijaitsevat
kalliokummun tai
selänteeseen (ristit)
distaalipuolella,
jäätikön liike-
suuntaan nähden
suojanpuolella.

Kuva 11.
Kames-topo-
grafiaa kah-
den pienen
harjun väli-
sellä alueel-
la. Huomaa
tyypilliset
kekomaiset
kummut.
Kalvola.



Kuva 13.



Kuva 10.

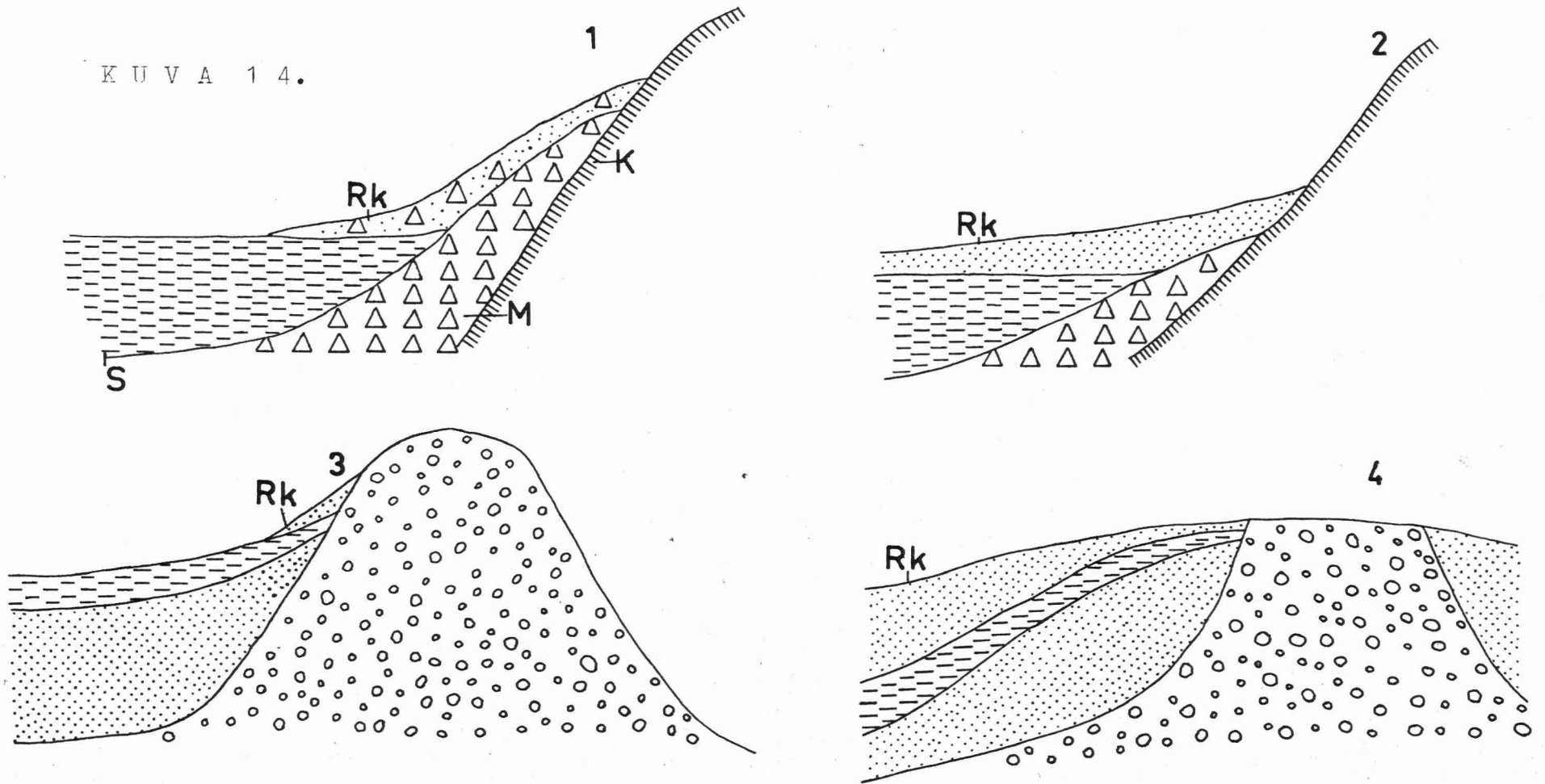
Mannerjätikön reunamuodostumia Lopella II Salpausselän vyöhykkeessä. Kolmiot = moreeniaines, ympyrät = lajittunut sora ja hiekka. Moreenimuodostumain (päätemoreenit) ja lajittuneiden muodostumain ("poikittaisharjut") morfologia saattaa olla kuten kuvasta näkyy, hyvin samantyyppistä. Huomaa, että samassakin jäätikön reunan suuntaisessa muodostumajonossa on sekä lajittuneesta aineksestä että moreenista koostuvia muodostumia.



Kuva 9.

I Salpausselän platoita, jotka muodostuvat kahdesta rinnakkaisesta selännejonosta. Proksimaalisen selännejonon (muodostuminen) pinnalla esiintyy 1-2 m paksu moreenikerros, "Salpausselkämoreeni". Nurmijärvi

K U V A 1 4 .



Merkkien selitys: K = kallio, M = moreeni, Rk = rantakerrostuma, S = savi

Tapaus 1. Moreenista syntynyt rantakerrostuma, joka on osaksi saven päällä. Aines on heikosti lajittunutta.

Tapaus 2. Savikkoa peittävä moreenista syntynyt rantakerrostuma. Aines on hyvin lajittunutta.

Tapaus 3. Harjun lievettä peittävä savipatja. Harjun tyvellä saven päällä rantakerrostumaa.

Tapaus 4. Glasifluviaalisen aineksen ja rantakerrostuman väliin hautautunut savikerrostuma. Harjun laki on kokonaan leikkautunut pois.



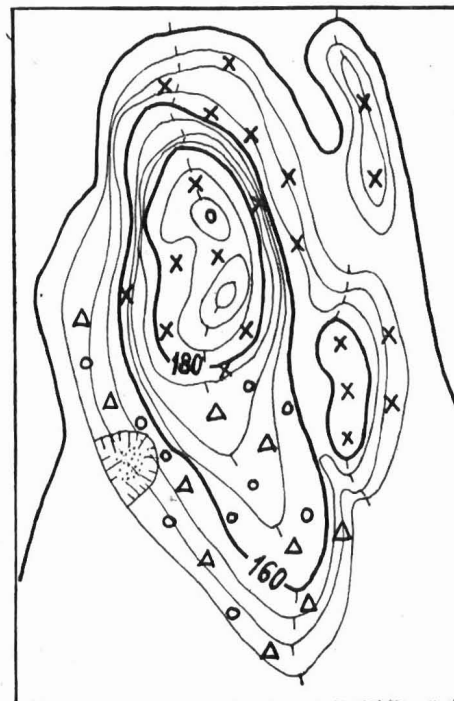
Kuva 15. a.

Paksu moreeniesiintymä Lounais-Suomessa. Korkeuskäyristä näkyy näille muodostumille tyypillinen morfologia. Mittajanan kohdalla on seismisen luotauksen avulla todettu 20 metriä moreenia. Paimio.



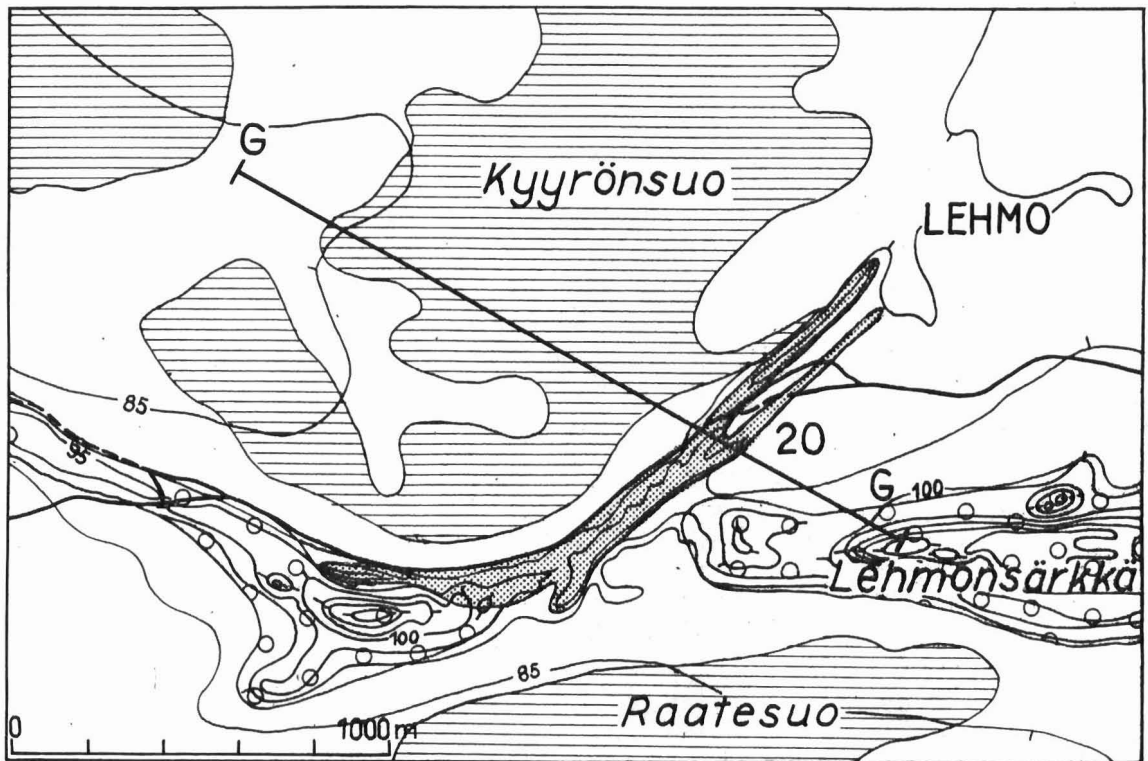
Kuva 15. b.

Ablatiomoreeniesiintymän morfologiaa. Maaston painanteet ovat usein soistuneet. Renko.

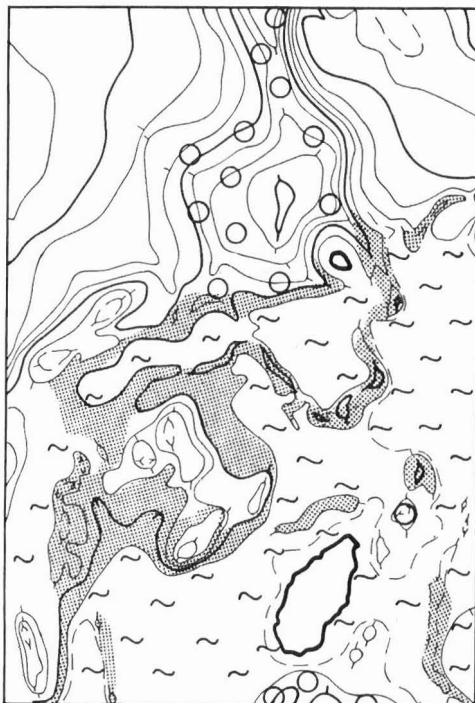


Kuva 15. c.

"Moreenihäntä". Sitä voidaan pitää drumlinin tyyppisenä muotona. Muodostuma saattaa olla huomattavan paksu. Aines on joissain tapauksissa kerrostuessaan huuhtoutunut. Jämsä.

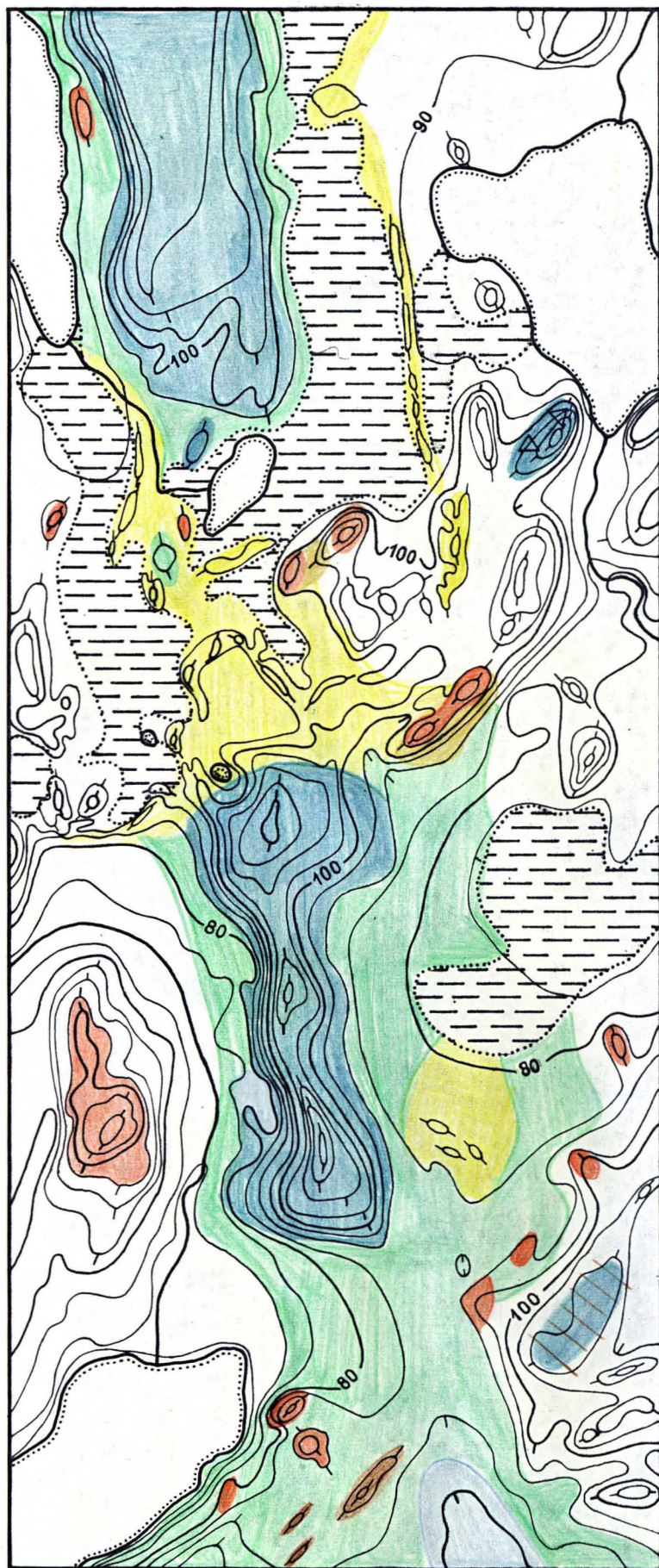


Kuva 16 A. Pitkittäinen dyyni (pisteytys), jonka lounaiskärki on kasvanut kiinni harjun (ympyrät) kylkeen. Kontiolahti.



Kuva 16 B. Lentohiekkaa (pisteytys) esiintyy harjujakson (ympyrät) katkeaman kohdalla sekä peitehiekkana että vaihtelevan muotoisina polveilevina valleina. Suomusjärvi.

Kuva 17. Kartan väritysohje



- Muodostuman ydin,
karkein aines
229
- Muodostuman lieve-
alueet, luokka C
220
- Hieno hiekka,
0,06 - 0,6 mm
10
- Moreenimuodostuma
(reuna-, abl.mor.)
59
- Moreeni
35
- Kallio
70
- Savi
161
- Turve
5
- Muodostuman aineksen
laatu epävarma
229
59
- Moreenia lajittuneen
aineksen päällä
229



Kuva 18. Soravaltaista ainesta, luokka B. Soraa on 75, hiekkaa 25 painoprosenttia.



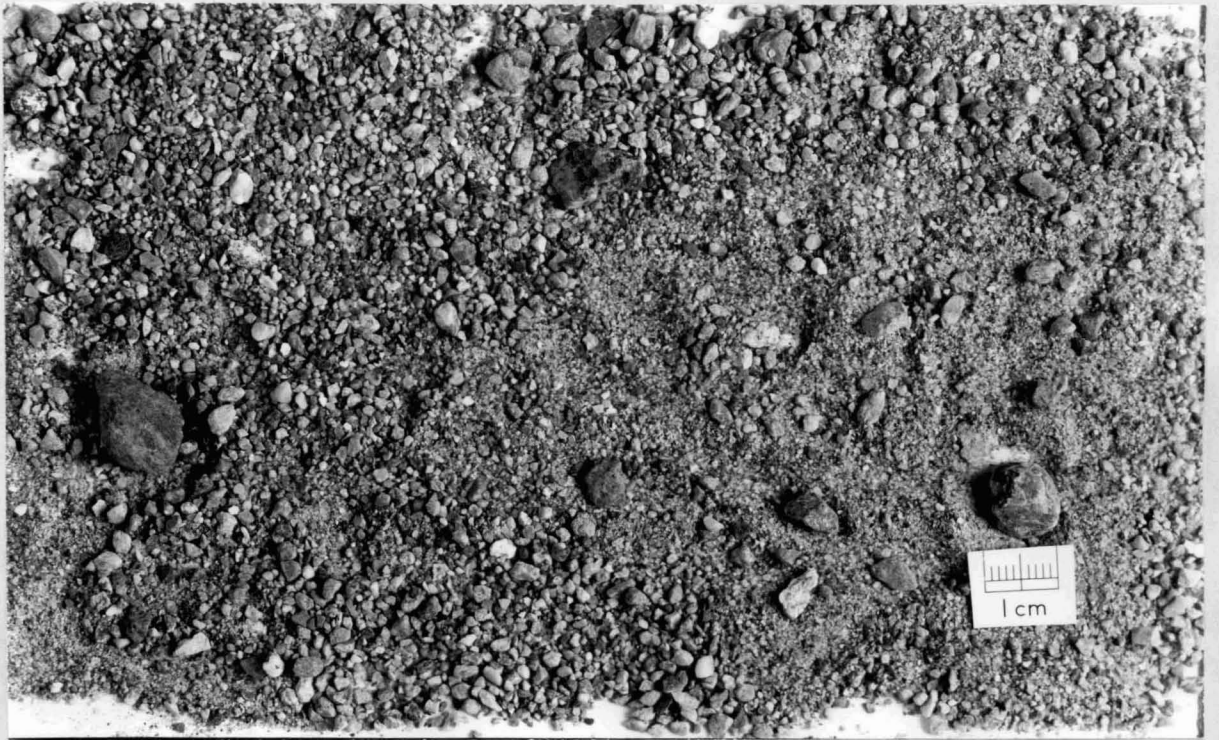
Kuva 19. Soravaltaista ainesta, luokka B. Soran osuus 60 %, hiekan 40 %.



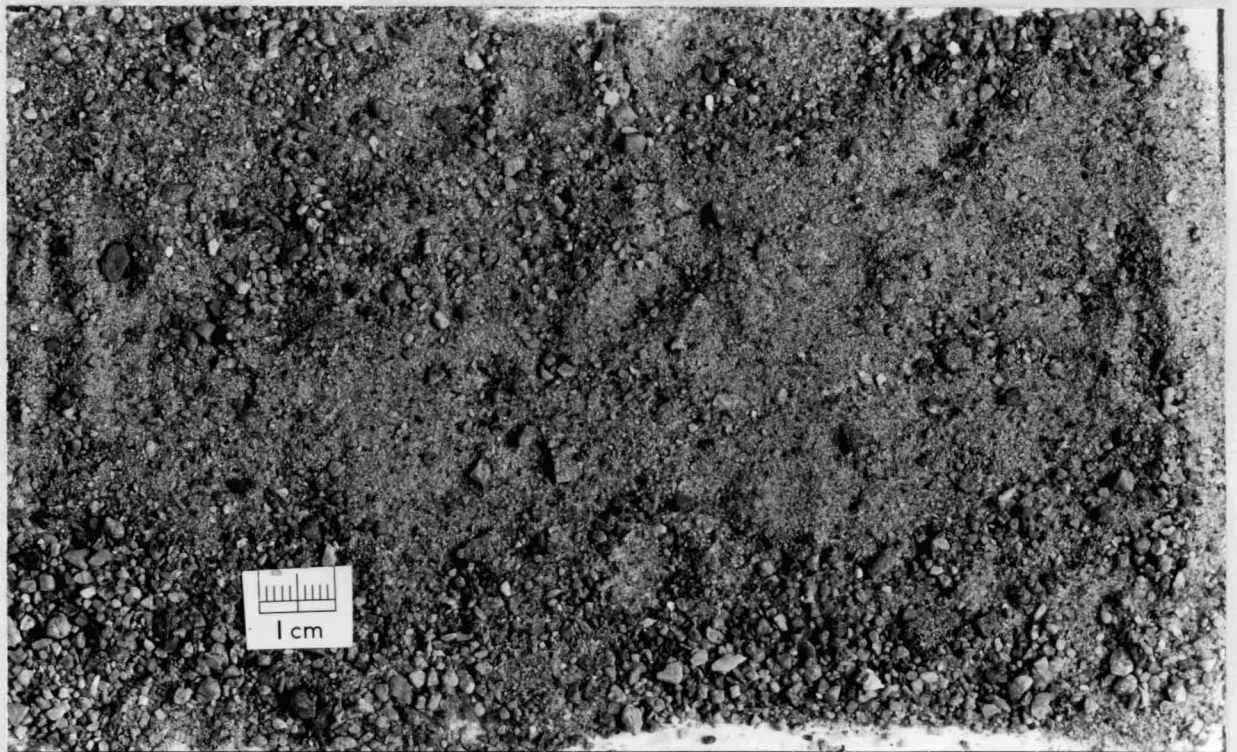
Kuva 20. Hiekkavaltaista ainesta, luokka C. Hiekkaa on 60 %, soraa 40 %. Soraa "näyttää olevan" todellista enemmän.



Kuva 21. Hiekkavaltaista ainesta, luokka C. Hiekkaa on 65 %, soraa 25 % ja karkeaa hietää 10 %.



Kuva 22. Hiekkavaltaista ainesta, luokka C. Soraa on 10 %, hiekkaa 80 % ja karkeaa hietaa 10 %.



Kuva 23. Hiekkavaltaista ainesta, luokka C. Hiekkaa on 60 %, karkeaa hietaa 40 %.