

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 660 AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER ÅRSBOK 65 NR 6

KARIN ERIKSSON

INLANDSISENS AVSMÄLTNING
I OMRÅDET VÅLÅDALEN-SÄLLSJÖN
I SYDVÄSTRA JÄMTLAND

MED EN PLANSCH

SUMMARY:

DEGLACIATION OF THE VÅLÅDALEN-SÄLLSJÖN AREA
IN SOUTHWESTERN JÄMTLAND, CENTRAL SWEDEN



STOCKHOLM 1971

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER C NR 660 AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER ÅRSBOK 65 NR 6

KARIN ERIKSSON

INLANDSISENS AVSMÄLTNING
I OMRÅDET VÅLÅDALEN-SÄLLSJÖN
I SYDVÄSTRA JÄMTLAND

MED EN PLANSCH

SUMMARY:

DEGLACIATION OF THE VÅLÅDALEN-SÄLLSJÖN AREA
IN SOUTHWESTERN JÄMTLAND, CENTRAL SWEDEN

STOCKHOLM 1971

I avhandlingen ingående kartor godkända ur sekretessynpunkt av Rikets allmänna
kartverk 10 december 1970.

Manuskriptet mottaget 15 januari 1971.

INNEHÅLL

Förord	5
Inledning	7
Undersökningsområde	7
Frageställningar	7
Sammanfattning av äldre arbeten	8
Isens avsmältningmekanism	15
Undersökningens utförande	16
Översikt över isavsmältningsförloppet	18
Undersökningslokaler	20
Glacifluviala erosionsformer	20
Skårdsalsstadiet	20
Rekdalsstadiet	22
Gulåstadiet	25
Häckrenstadiet	30
Erosionsstrandlinjer	30
Gulåstadiet	30
Häckrenstadiet	32
Ackumulationsformer	32
Rekdalsstadiet och senare stadier	32
Häckrenstadiet	69
Terrasslokaler intill vägar	78
Gulåstadiet	79
Häckrenstadiet	82
Varviga sediment	82
Rekdalsstadiet	84
Gulåstadiets första skede	86
Gulåstadiets andra skede	86
Övriga lokaler med varvig mjåla	92
Geokronologi	93
Submoråna sediment	95
Isavsmältningens förlopp	98
Skårdsalsstadiet	98
Rekdalsstadiet	98
Gulåstadiet	99
Häckrenstadiet	100
Landhöjningen	102
Appendix	103
Något om den postglaciala utvecklingen i området	103
Summary	107
Deglaciation of the Vålådalen-Sällsjön area in southwestern Jämtland, central Sweden	107
Litteratur	115

Abstract. The author has made an investigation of the deglaciation of a valley in the county of Jämtland in western central Sweden. In the investigated area the ice was stagnant during the deglaciation. In the late stages of deglaciation the melt-water formed an ice-dammed lake in the western part of the valley dammed by stagnant ice to the east.

FÖRORD

Föreliggande arbete har utförts på initiativ av min lärare, professor Carl-Gösta Wenner, som varit geologisk konsult vid projekteringen av Håckrendammen. Han har överlämnat sitt omfattande material från området till mig och visat stort intresse för mitt arbete, såväl genom resor och vandringar i undersökningsområdet som vid bearbetningen på institutionen av insamlat material.

Med docent Jan Lundqvist, Sveriges Geologiska Undersökning, har jag haft många givande diskussioner, varvid jag även fått ta del av hans arbeten rörande den kvartärgeologiska karteringen av Jämtlands län.

Fil. dr. Carl M:son Mannerfelt har välvilligt genomgått manuskriptet och givit värdefulla synpunkter.

Från Oceanografiska institutet, Göteborgs Universitet, har jag genom professor Bertil Kullenbergs tillmötesgående fått låna kolvlod.

Professor Bertil Hallert och docent P. O. Fagerholm, Kungl. Tekniska Högskolan, har under flera perioder berett mig tillfälle att på institutionen för Fotogrammetri framställa fotogrammetriska kartor i stereoautografer med bistånd av institutionens personal.

Från Indalsälvens Vattenregleringsföretag har genom ingenjör R. Abrahamsén erhållits värdefullt material i form av kartor och vissa undersökningsresultat.

Genom chefen för Jämtlands Flygflottilj har jag flera gånger beretts tillfälle att göra rekognoscerande flygturer över området, och chefen för Flygvapnet har givit mig tillstånd att fotografera under dessa flygturer samt lämnat tillstånd för den av Flygvapnet utförda flygfotograferingen av området.

Fil. lic. Ann-Marie Robertsson och Mr. Edward Bragg har utfört pollenanalyserna.

Följande personer har under längre eller kortare tid medverkat i fältarbetena: Fil. kand. Mats Aastrup, fil. lic. Ulf von Brömssen, civilingenjör Thorkel von Brömssen, framlidne fil. kand. Sven-Erik Daniels, fil. kand. Lars Emmelin, fil. lic. Gunnar Eriksson, Gustav S. Eriksson, fil. kand. Kaj Boalt-Fischer, fil. kand. Hans Gottfriedz, fil. kand. Torbjörn Hahn, fil. dr. Allan Jerbo, Sören Johansson, fil. kand. Lena Lundström, fil. dr. Christer Persson, fil. kand. Bernt Pettersson och därtill åtskilliga personer från trakten.

Manuskriptet har kritiskt granskats av fil. dr. Christer Persson.

Översättningen av sammanfattningen till engelska har gjorts av Mr. Edward Bragg.

Disponent Olof Hedbom har lämnat många goda råd rörande redigeringen av figurmaterialet.

Arbetena har bekostats genom bidrag ur följande fonder: Anslaget till främjande av ograduerade forskares vetenskapliga verksamhet, Liljevalch J:rs

stipendiefond, KVA:s resestipendium, De Geer-fonden, Statens Naturvetenskapliga Forskningsråd.

Tryckningen av avhandlingen har bekostats med medel från Stockholms Universitet och Boliden Aktiebolag.

Genom stort tillmötesgående från Sveriges Geologiska Undersökning ingår avhandlingen i dess publikationsserie.

Till samtliga står jag i stor tacksamhetsskuld.

Hedemora i september 1970

Karin Eriksson

Adress: Boliden Aktiebolag 770 73 Garpenberg

INLEDNING

Undersökningsområde

Det område, som varit föremål för föreliggande undersökningar, är beläget i sydvästra Jämtland och utgörs av en dalgång i fjällområdets östra del (Pl. 1 a). Området sträcker sig från Ottsjön i väster längs sjöarna Aumen, Hottöjen, Gesten och Håckren till Sällsjön i öster. I norr begränsas området i stort sett av vattendelaren mot Indalsälvens dalgång. I söder har undersökningarna begränsats i höjddled vid ca 650 m ö. h. samt i Vålåns dalgång vid Nulltjärnarna. Sedan undersökningen avslutats har sjösystemet Aumen-Håckren förändrats till ett stort vattenmagasin genom uppförande av Håckrendammen. (Abrahamsén 1967, Blomqvist 1970). Beträffande områdets bergsgeologi hänvisas till Hög-bom (1920).

Frågeställningar

Avsikten med undersökningarna har varit att utreda följande frågor:

1. Hur avsmälte landisen från området?
2. Har isdämda sjöar förekommit i samband med avsmältningen?
3. Vilken utsträckning har i så fall dessa isdämda sjöar haft?
4. Hur länge har sådana isdämda sjöar existerat?

Detta är gamla frågor inom svensk kvartärgeologi. Redan under slutet av 1800-talet och i början av 1900-talet utfördes ett flertal undersökningar inom skilda delar av den svenska fjällkedjan rörande isavsmältningen och de i samband därmed bildade isdämda sjöarna. Under årens lopp har ett flertal undersökningar visat, att många issjöar haft väsentligt mindre utbredning än vad man tidigare ansett. Det anses nu att i stället för öppna issjöar rörde det sig om laterala vatten mellan dalsidan och en i dalens botten kvarliggande is (t. ex. G. Lundqvist 1942, J. Lundqvist 1959, s. 21, Hoppe 1950, 1959, Hoppe et al. 1959, Holdar 1957, Penttilä 1963, s. 44, von Brömssen 1966). Bl. a. har bristen på bottensediment ansetts vara bevis för att öppna sjöar ej existerat. Enligt Kujansuu (1967, s. 81) behöver dock avsaknaden av sediment ej betyda, att öppet vatten ej förekommit, eftersom inte heller i nutiden sedimentation äger rum överallt på botten.

Även i Norge och Finland har en mängd arbeten publicerats, som behandlar issjöfrågor. Nyligen har Andersen (1969), publicerat »Bresjø-avsetninger vid Tynset i Österdalen», där han påvisar, att issjöar existerat i ett område, där Gjessing (1960) tidigare ansett, att subglacial ackumulation ägt rum. Frågor

kring problemen issjösediment – subglacial ackumulation – subglacial dränering har diskuterats av en rad forskare, bl. a. Gjessing (1960, 1966), Hoppe (1960), Holmsen (1967), J. Lundqvist (1967 b), Dahl (1967, 1968) och Glen (1954).

Sammanfattning av äldre arbeten

I flera av de tidigare arbetena behandlades även det av mig undersökta området. Författarna har emellertid kommit fram till högst olika resultat, såväl beträffande landisens avsmältning som de isdämda sjöarnas regionala utbredning.

I litteraturen skrivs issjöarnas namn omväxlande med och utan bindestreck mellan namnet och ordet issjön, t. ex. Kall-issjön och Kallissjön. I det följande skrivs issjöarnas namn genomgående utan bindestreck.

A. G. Högbom är den förste, som omnämmt området. I en uppsats 1892 talas om »grushöjderna vid Vallbo» (s. 579), och i den två år därefter utkomna »Geologisk beskrivning öfver Jemtlands län» omnämns en strandlinjelokal vid Vallbo (1894, s. 75).

Den första kartan över de jämtländska issjöarna presenterades av Andersson (1897 a) i hans uppsats »Den Centraljämtska issjön». På en karta över Kallissjön och Ännissjön finns en issjö markerad i Ottsjöns och Vålåns dalgångar. Han redovisar dock ej några strandlinjeobservationer. Även på hans karta över Stora Kallissjön finns en issjö markerad i Vålåns dalgång. Dessa issjöar är dämda i öster av en stor ismassa med en rak isbräcka, som skär området i ungefär nordnordostlig-sydsydvästlig riktning.

Samma år, 1897, utkom också »Några anmärkningar om de isdämda sjöarna i Jemtland» av A. G. Högbom. Anderssons arbete angrips här på ett flertal punkter. Angående kartorna sägs bl. a. (s. 314):

»Till en början är det då, såsom jag i föregående arbeten visat, berättigadt anse landisens avsmältning hafva försiggått på det sätt, att de högre fjellen och fjellkomplexerna blifvit förr isfria än närliggande lägre trakter. Det synes därför sannolikt, att landisens vestra begränsning vid ett visst skede bör hafva något så när följt eller nått intill fjelltraktens i topografien starkt framträdande avslutning mot öster. Isgränsen, sådan den blifvit lagd på förf:s första karta, är sålunda, då denna hänsyn togs till topografiens samband med avsmältningens förlopp, helt enkelt teoretiskt omöjlig. Vid den tid, då isen uti Undersåkersdalen nådde fram till trakten af Järpen, måste Sällsjö- och Oviksfjellen redan hafva varit isfria, så att iskanten, i st. för att hafva den syd-sydvestliga riktning förf. gifvit densamma, gått i ostsydostlig riktning och derefter följt Oviksfjellens östra sluttningar. Norra Dromsjön måste under sådana förhållanden hafva existerat redan vid det stadium, förf:s första karta afser att åskådliggöra. Ett faktiskt stöd därför ligger också deruti, att denna sjö, såsom jag i min uppsats om Dromsjöarna visat, varit underkastad högst betydande nivåexlingar, som näppeligen kunna förklaras på annat sätt, än att den norr om ifrågavarande

fjellkomplexer liggande istungan vid sitt successiva aftagande öppnat nya passhöjder och aflopp åt norr för denna Dromsjö. Deremot kan samma sjö – i alla händelser icke dess vestra del – hafva existerat under de förhållanden, förf. uttryckt på sin andra karta. Den måste då, såsom redan en blick på hans karta visar, hafva afrunnit till den minst 300 m lägre liggande Ottsjöns eller Hottösjöns dalgång».

I STF:s årsskrift 1907 har Andersson skildrat en vandring från Bydalen till Vallbo. Där sägs (s. 97): »Morgonen därpå kl. 6 står hästen färdigklöfjad för att föra vårt bagage från Vallbo till Undersåker. Tillsammans tåga vi 5 km. öfver de vidsträckta tallmoar, som i ett bredt bälte täcka Vålådalen ned till båtuset vid Vålåns mynning. Dessa moar, som sakta sänka sig, äro gamla issjösediment, belägna från 525–500 m. ö. h. Vålåns mynning är ock högst intressant genom den stora deltabildning, som de bägge här mynnande åarna, Vålån och Vätån, under tidernas lopp afsatt; en lång sandudde går ut i sjön och denna fortsätter under vattnet tvärs öfver den långsmala, eljest mycket djupa sjön och bildar ett bekvämt vad, där hästen får knoga öfver, medan vi begagna båten. På sydstranden finnas t. o. m. små *dyner!*»

1910 utkom Högboms stora monografi »De centraljämtska issjöarna». Här sammanställs de olika strandlinjeobservationer som gjorts, dels av Högbom, dels av andra forskare. Beskrivningen av de olika issjöstadierna åtföljs av en karta, som på många väsentliga punkter skiljer sig från Anderssons. Samma karta åtföljd av en kortfattad text publicerades året innan (1909). Redan 1908 hade en del av materialet publicerats. Skillnaderna mellan Anderssons och Högboms kartor beror dels på deras olika uppfattningar om avsmältningförloppet, dels på att Högbom som underlag till sin karta haft tillgång till den då nya topografiska kartan. Högbom (1910) framställer de olika avsmältningsskedena på en och samma karta, ur vilken man kan urskilja tre stadier, som berör det nu aktuella området, nämligen: Storliissjön, 596 m ö. h., Duvedissjön, 562 m ö. h., samt Kallissjön, 465 m ö. h. De lokaler i mitt undersökningsområde på vilka Högbom stöder sin uppfattning om de olika issjöstadierna är följande:

1. i Storliissjön kraftigt utvecklade terasser på 596–600 m ö. h. vid Ottsjön, Vallbo och Vålådalen (Högbom 1910, s. 22).

2. i Duvedissjön de »groft utvecklade terrasserna på Ottsjöns nordsida, som enligt bestämning af K. Eriksson ligger 550 m. ö. h., skulle alltså tillhöra Dufedissjöns slutskede» (a. a., s. 25).

Inga lokaler tillhörande Kallissjön finns beskrivna inom området. På Högboms karta går dock en vik av denna issjö in över Håckren och täcker även området söder om Gestströmmen. Någon förklaring till varför sjöns västra del placerats på dalsidans sluttning i stället för i dalens botten gives ej.

Beträffande landhöjningens inverkan på strandlinjerna anser Högbom (1910, s. 39) att »I trakten Åre–Ottisjön–Ånn–Storlien fås ingen deciderad lutning

för de där representerade issjönivåerna». En annan uppfattning hyser Frödin i sin bok »Bidrag till västra Jämtlands sen-glaciala geologi» (1913). Han anser, att landhöjningsgradienten för Storliissjön varit så stor som 10,5 : 10 000. Av denna anledning anser han, att terrasserna kring Ottsjö, Vallbo och Vålådalen på 596–600 m ö. h. ej kan representera Storliissjön (s. 96).

Kallissjön är den lägsta av Frödins issjöar. På Häckerströmmens båda sidor har han funnit »erosionsterrasser». Dessa har han höjdbestämt med barometer till 478 m ö. h. och hänfört till Kallissjön. På hans karta har Kallissjön fått nå upp över sjön Hottöjen, men några strandobservationer uppströms de ovan nämnda »erosionsterrasserna» finns ej. För Kallissjön antar Frödin en genomsnittlig minimigradient på 2,9 : 10 000 (s. 219).

1914 utkom Kjell Erikssons gradualavhandling »Inlandsisens avsmältning i sydvästra Jämtland». Denna undersökning omfattar fjällområdena söder om Indalsälvens dalgång, således även mitt undersökningsområde. Inom detta utskiljer Kjell Eriksson inte mindre än 12 olika issjöstadier. Dessa är följande:

NAMN	M Ö. H.	AVLOPP
Tarmissjön	694–700	Rekhuvudet 688 m ö. h.
Tävlaissjön	642	Svarttjärnarna 611 m ö. h.
Ottissjön I	630	Skårsdalen 630 m ö. h.
Storliissjön I	623–625	SV Bodsjön 598 m ö. h.
Storliissjön II	598–605	SV Bodsjön 598 m ö. h.
Storliissjön III	595–601	SV Bodsjön 598 m ö. h.
Åreissjön	580–584	Förbindelse genom Gulåns dal till Undersåkersdalen
Undersåkersissjön	565–567	D:o
Ottissjön II	546–551	Öster om Toppberget
Ottissjön III	532–542	Öster om Toppberget
Hållandissjön	523–533	Gulån
Ottissjön IV	502–508	till Kallissjön, okänt

Ett par av dessa issjöstadier finns markerade på hans huvudkarta men de flesta presenteras i en serie små kartor. Kjell Erikssons resultat bygger på ett stort antal höjdbestämmingar av terrängformer, som han anser representera strandlinjer. Med undantag av en del avvägningar kring Ottsjön har de flesta höjdbestämmingarna gjorts med barometer. Nedströms Ottsjön har han två lokaler, Aumvallen och Nyvallen, vilka skall representera Ottissjön III samt Hållandissjön. Om Aumvallen sägs (s. 123): »Åmens fäbod ligger på en liten platå av rullstensgrus 528 m. ö. h.» Jag har kontrollavvägt höjden med utgångspunkt från SMHI:s fixpunkt vid Aumvallen 517,04 m ö. h. och funnit, att »platån» är belägen 521,5 m ö. h. Nyvallen är det gamla namnet på fäboden Spjätten. Om denna lokal sägs (s. 123): »Mellan Häckern och Nyvallens fäbod finnas terrasser i morän på 508 och 517 m. ö. h. Vid Nyvallen förekomma stora, breda ackumulationsterrasser på 533 och 542 m. ö. h.» I en not påpekas att »Den topografiska kartan förlägger Nyvallens fäbod till 539 m. ö. h. Denna höjd

torge böra ändras till 517 m. ö. h.» Även detta höjdvärde är emellertid felaktigt. Enligt min avvägning från IVF:s fixpunkt vid Spjätten ligger fäboden 520,6 m ö. h. Kjell Eriksson konnekterar nivån 533 m ö. h. vid Nyvallen med nivån 528 m ö. h. vid Aumvallen. De rätta värdena för dessa lokaler är enligt mina avvägningar ca 536 respektive 521,5 m ö. h. Nivåskillnaden mellan de båda lokalerna är uppenbarligen 14,5 m i stället för 5 m som Kjell Erikssons värden anger. Något skäl att hänföra dessa lokaler till samma issjö syns därför ej föreligga.

I en skärning genom sediment vid Vålån uppmätte Kjell Eriksson (1914) en lagerföljd med, som han trodde, glaciala årsvarv. Han ansåg att sedimenten representerade sammanlagt 613 år. Vidare sägs (s.98) att »Norr om Vålån har jag icke nedom 600 m. ö. h. funnit skiktade sediment».

Kjell Erikssons arbete föranledde Frödin att 1914 publicera »Några glacial-geologiska frågor inom våra sydliga fjälltrakter». Kjell Erikssons arbete kritiserar på flera punkter rörande issjöstadier, avloppsvägar, avsmältningshastighet, tolkning av sedimenten i Vålån m. m. Frödin anser, att sedimenten i Vålådalen representerar 18 år i stället för 613. Avslutningsvis (s. 576) presenterar han nedanstående schema, som visar hur han tänkte sig utvecklingen.

NAMN	M Ö. H.	AVLOPP
Ottissjön	ca 630	mellan Gröplingvalen och Rek-hufvud ned till Storliissjön och dess första sänkingsstadium.
Storliissjöns 1:a sänkingsstadium	622-625	SV om Bodsjön ned till Duved-issjön
Storliissjöns 2:a sänkingsstadium	598-605	SV om Bodsjön ned till Duved-issjön
Ottissjöns 1:a sänkingsstadium	595-601	i Rekåns dal vid Nulltjärnarna ned till Duvedissjön och slutligen sannolikt även till Årestadiet
Årestadiet (av Duvedissjön)	580-584	N om Hålland till Kallissjön
Undersåkerstadiet (av Duvedissjön)	565-567	N om Hålland till Kallissjön
Hållandstadiets nedre parallellnivå (av Duvedissjön)	523-530	N om Hålland till Kallissjön
Ottissjöns 2:a sänkingsstadium	507-517	genom Gulåns dal ned till Kallissjön.

1915 återkom Frödin med en uppsats, »Några bidrag till frågan om det afsmältande istäckets ytlutning». Bland de kartor över olika avsmältningsskeden, på vilka han beräknat marginalgradienten, visar hans fig. 5 Ottissjöns begynnande sänkning ned till Storliissjön. Värdet på marginalgradienten är 22 : 7 000 och beräknad maximal marginalgradient 88 : 10 000.

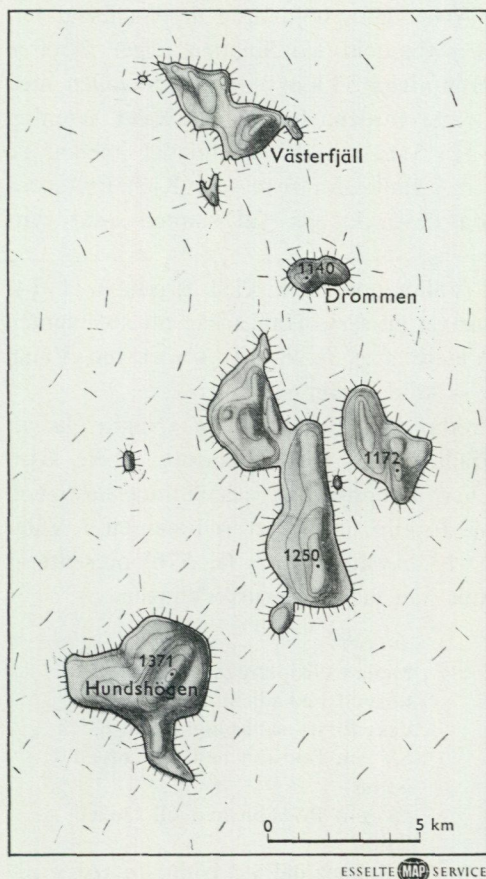


Fig. 1 a-c. Isavsmältningen i Ovixsfjällen enligt Mannerfelt. *Deglaciation of the Ovixsfjällen Mountains according to Mannerfelt.*

Fig. 1 a. Mannerfelt 1945, fig. 8.

Efter de ovan relaterade undersökningarna har inga nya detaljundersökningar publicerats från undersökningsområdet. De gamla undersökningarna har emellertid tagits upp till diskussion i flera sammanhang, t. ex. av Högbom (1920), Halden (1925) och G. Lundqvist (1943, 1961).

En forskare, som belyst isavsmältningsmekanismen i fjällterräng, är Mannerfelt (1938, 1940, 1945, 1960). Ett arbete, som varit av stor betydelse för uppfattningen om avsmältningen i Jämtland är hans doktorsavhandling »Några glacialmorfologiska formelement och deras vittnesbörd om inlandsisens avsmältningmekanik i svensk och norsk fjällterräng», som utkom 1945. Genom undersökningar av formelement i olika fjällområden, bl. a. i Ovixsfjällen omedelbart söder om av mig undersökt område, har han visat, att isen var död då den avsmälte från fjällen. Han klarlägger betydelsen av den vertikala avsmältningen. Denna uppdelas i tre stadier: nunatakkstadiet, upplösningstadiet och slutstadiet. För Ovixsfjällens del har avsmältningen skett enligt fig. 1 a-c. Isdelaren är belägen söder och öster om Ovixsfjällen. I nunatakkstadiet har endast

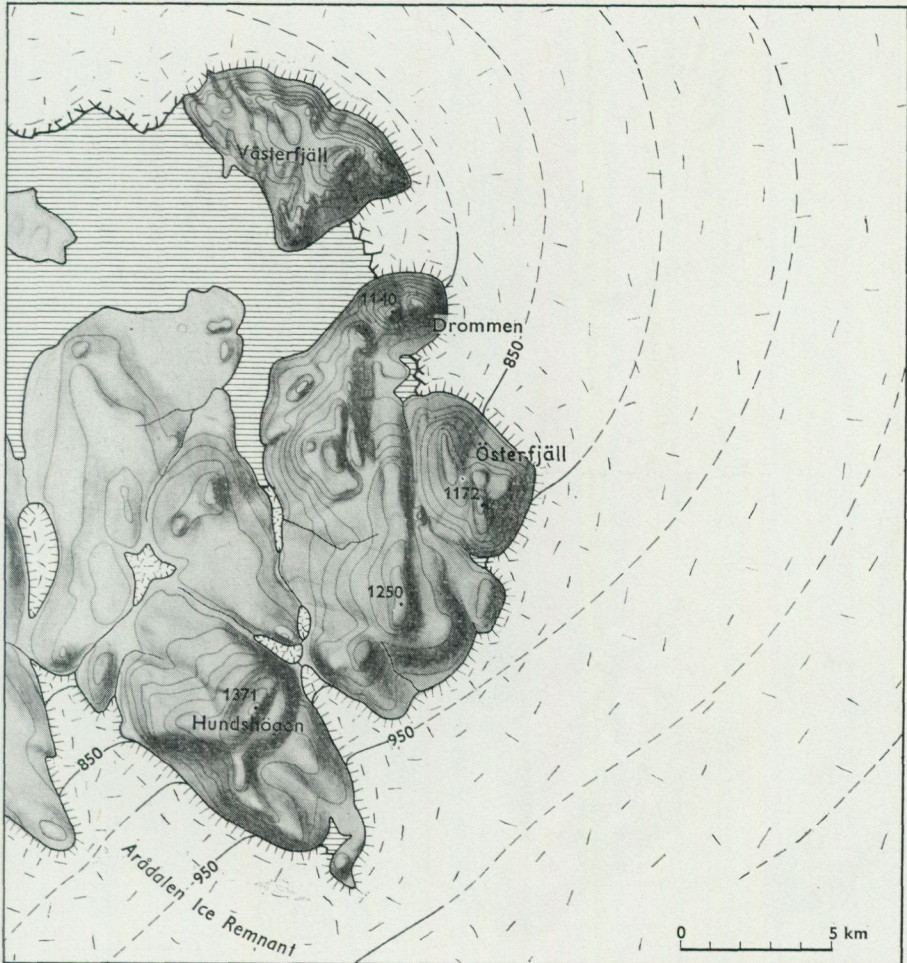


Fig. 1 b. Mannerfelt 1945, fig. 25.

ESSELTE MAP SERVICE

topparna smält fram. I upplösningsstadiet har isen lämnat fjällen och ligger kvar endast i dalbottnarna. I slutstadiet har isen helt lämnat Oviksfjällen, och de sista isresterna avsmälter i Storsjöbäckenet. Mannerfelt behandlar således isens försvinnande från fjällen och konstaterar, att efter det att fjällen smält fram har isrester kvarlegat i dalarna under upplösningsstadiet.

Eftersom mitt undersökningsområde omfattar den stora dalgången norr om Oviksfjällen, kan mitt arbete sägas vara en fortsättning på Mannerfelts arbete i fjällen. Min undersökning omfattar således landisens försvinnande från dalgången huvudsakligen under upplösningsstadiet och slutstadiet.

I inledningskapitlet säger Mannerfelt (1945, s. 7) att »Fjällforskningens första och kanske också mest tacksamma epok – issjöepoken – är avslutad». I sista



Fig. 1 c. Mannerfelt 1945, fig. 37.

kapitlet (s. 219) konstateras emellertid: »Trots att issjöarna varit föremål för många och värdefulla avhandlingar, har man ännu icke entydigt lyckats lösa vissa problem, såsom frågan om den ojämna fördelningen av strandlinjer och issjösediment i vissa dalgångar».

I den nyligen utkomna beskrivningen till jordartskartan över Jämtlands län skildrar J. Lundqvist (1969) ingående länets jordarter och den komplicerade kvartära utvecklingen. I flera olika sammanhang berörs mitt undersökningsområde. I kapitlet Issjöar granskas kritiskt alla de issjöar, som tidigare beskrivits i Jämtland. För den issjö, som tidigare kallats Lundörrissjön (Högbom, 1910, s. 17) och som existerade mellan Lunndörren och Rekdalen omedelbart

söder om mitt undersökningsområde, samt för de issjöar, som förekommit i Vålåns och Ottsjöns dalgångar i senare skeden av avsmältningssperioden, föreslår han benämningen Vålåissjöarna (J. Lundqvist 1969, s. 161 samt pl. 4).

Under rubriken bladbeskrivningar ingår undersökningsområdet i bladet 66 Åre (J. Lundqvist 1969, s. 277–294).

Isens avsmältningsmekanism

I den amerikanska geologiska litteraturen har många författare beskrivit hur den sista isresten utgjorts av stagnerande dödis i dalarna, bl. a. Tarr (1909), Flint (1928, 1929, 1932), White (1932), Brown (1930) och Goldthwait (1938). I Nordeuropa utanför Sverige är det framför allt Tanner (1915), som visat hur landisen i nordliga fjälltrakter försvunnit genom uttunning och ej med en retirande isfront.

Både Frödin (1913, s. 63) och Kjell Eriksson (1914, s. 133) diskuterade dödisavsmältning och ytavsmältningens betydelse vid landisens försvinnande. De räknade med att dödisrester kunde kvarligga i dalarna, fastän deras undersökningsresultat ej gav direkta belegg för ett sådant antagande.

Genom Mannerfelts och andras arbeten har det visat sig, att man ej bör tänka sig, att isen i fjälldalarna har avsmält på det sätt, som t. ex. Andersson tänkte sig förloppet, eftersom ytavsmältningen dominerat och de högst belägna områdena smälte fram först. Emellertid utesluter detta avsmältningssätt ej möjligheten, att isdämda sjöar ändå skulle ha kunnat bildas. Om man utgår från att isytan, även då den smält ihop till en dödisrest i en dalgång, ännu hade kvar samma gradient som då skvalrännorna bildades, så skulle detta innebära, att när istjockleken mitt i dalen var t. ex. 600 m, isen var helt bortsmält 2 mil västerut. Detta gäller om man räknar med gradienten 3:100, vilket är ett vanligt värde för Mannerfelts skvalrännor i Oviksfjällen. I dalens västra del skulle då en isdämd sjö kunna bildas tvärs över dalen. Detta resonemang förutsätter, att isen hade sin största mäktighet österut. Om man däremot räknar med att isytans lutning var avsevärt mindre, kanske till och med helt obefintlig, blir förhållandet ett annat. Då skulle smältvattnet ej kunna samlas i någon öppen sjö utan i stället i kantsjöar eller smala, laterala vattendrag, som rann mot en passpunkt. Isen skulle ha kunnat ligga kvar på dalens botten ända tills så mycket smältvatten samlats, att isen började flyta. Exakt när detta tillstånd inträffade är omöjligt att beräkna, eftersom det bl. a. beror på isens specifika vikt. Denna i sin tur är beroende av hur mycket morän som fanns i isen. En annan faktor av betydelse är isytans beskaffenhet. Ju mera sprickrik isen var, desto tidigare flöt den upp.

I stort sett kan man räkna med att isen flyter, om vattendjupet är mer än 9/10 av isens mäktighet. Thorarinsson har närmare studerat förhållandena i

Vatnsdalur vid Heinabergsjökull på Island och funnit, att följande formel där gäller: $h = \frac{x - m}{1 - y}$ (1939, s. 221, 222). h avser isens totala mäktighet och x isens mäktighet ovanför vattenytan. m är det antal meter, som höjden x skall reduceras med, beroende på att isytan ej är jämn utan sprickfylld. $x - m$ är således den höjd på isen ovanför vattenytan, som skulle erhållas, om ytan utjämnades och sprickorna fylldes. Thorarinsson har satt $m = 10$ m och $y = 0,88$. Det senare värdet avser specifika vikten av en moränfattig glaciäris på Island.

Undersökningens utförande

När det gäller issjöstudier i terräng nedanför kalfjället, är det nödvändigt att sedimentens beskaffenhet beaktas i högre grad än vad som gjorts vid äldre issjöstudier. De äldre geologerna hade blott i undantagsfall tillfälle att få kännedom om traktens jordlager. De omfattande undersöknings- och schaktningsarbeten, som utfördes för den stora dammen i Håckerströmmen och som jag tack vare professor Wenner fick ta del av, gjorde det möjligt att ånyo ta upp frågan om issjöarna i ett klassiskt område. Härvid ansågs det vara väsentligt att studera lagerföljderna mera i detalj än som varit möjligt vid de äldre undersökningarna.

Mitt fältarbete påbörjades sommaren 1961 och pågick under olika perioder åren 1961–64. Eftersom undersökningsområdet vid denna tid var ödemark utan vägar, och befintligt kartmaterial utgjordes av den gamla generalstabskartan i skala 1 : 100 000, måste jag själv framställa fotogrammetriska kartor över de delar av undersökningsområdet, som vid rekognosceringar i fält och vid studier av flygfotografier befunnits vara av intresse. För detta karteringsarbete fordrades ett stort antal noggrant bestämda stödpunkter. Därför utfördes under sommaren 1962 avvägningar av på förhand utsedda punkter. Arbetet utfördes av två arbetslag, vardera bestående av två man. Avvägningsinstrument av märkena Kern och Ertel användes. Under olika perioder 1962–64 har jag utfört den fotogrammetriska bearbetningen i stereoautograf A8 och A7 vid institutionen för fotogrammetri, KTH. Det fotografiska underlaget utgjordes dels av RAK:s flygfotografier från 1953, dels av flygfotografier som genom Flygvapnets försorg togs för min räkning sommaren 1963.

För utredning av eventuella issjöstadier behövs säkra höjdbestämmningar av strandlokaler m. m. Första säsongen användes för rekognoscerande höjdbestämmningar i fält en aneroidbarometer av typ Paulin. Under de följande åren gjordes samtliga höjdbestämmningar med tubavvägning. Inom området finns ett antal fixpunkter, tillhörande Rikets Allmänna Kartverk, Indalsälvens Vattenregleringsföretag samt Sveriges Meteorologiska och Hydrologiska Institut. Dessa



Fig. 2. Provtagning med Kullenbergs kolvlod från sjön Hottöjens is. – Foto Karin Eriksson.
Sampling bottom sediments of Lake Hottöjen with a Kullenberg piston core sampler.

fixpunkter har utnyttjats vid avvägningarna. Om ej särskilt anges, är höjdvärdena uppmätta medelst tubavvägning. Under somrarna 1963–64 avvägdes ett stort antal enstaka punkter och sektioner.

För utredning av jordlagrens beskaffenhet och ålder har ett stort antal prover insamlats. Dessa har undersökts enligt gängse metoder. Proverna har tagits av mig, dels i hand- eller maskingrävda gropar, dels genom borrhning. Vid borrhningar har jag använt spadborr i minerogena jordlager, kannborr i torvmarker och grunda sjöar. Dessutom har i samband med dammbygget ett stort antal borrhningar gjorts i samarbete med Indalsälvens Vattenregleringsföretag. Därvid har använts spadborr och på större djup ett av verkmästare Fryklund konstruerat borrhaggregat, som tillåtit provtagning i rör med relativt ostörda prover som resultat. Med detta borrhaggregat har kontinuerliga provserier på över 20 m erhållits. Borrhning utan provtagning har i vissa fall utförts med sondborr och hejarborr.

För en fullständig bild av isavsmältningen i undersökningsområdet krävdes en undersökning av sjöarnas botten. På grund av stora vattendjup, ibland över 50 m, måste alla vanliga borrhmetoder med borrhstänger uteslutas. I normala fall brukar Kullenbergs stora kolvlod på 3 och 5 m användas från båt. Eftersom det inte fanns några båtar i sjöarna som lämpade sig för detta ändamål, var enda möjligheten att försöka utföra provtagningarna från isen vintertid.

Arbetet blev tämligen tidsödande, eftersom det på varje provtagningsplats måste sågas en vak på 1×5 m. Placeringen av stubbrytare, vinsch m. m. i förhållande till vaken framgår av fig. 2. Genom upptagning av flera proppar i samma vak med lodet belastat med olika antal vikter erhöles kärnor från olika nivåer och som sammanlagt gav en propelare genom lagerföljden från sjöbotten till berg eller fasta lager. För närmare beskrivning av Kullenbergs kolvod hänvisas till litteraturen (t. ex. Kullenberg o. Fromm 1944, Kullenberg 1947, 1955).

Mätning av varvig mjåla har gjorts dels i grävda gropar, dels på proppar upptagna med Kullenbergs kolvod. Ur de grävda groparna har tagits prov i rännor för kontroll av varvmätningen. De varviga sedimenten har varit för hårt packade för att medge provtagning med kolvbörr.

Undersökningar rörande stenorienteringen har utförts i fält enligt metoder beskrivna av G. Lundqvist (1948, 1949).

Översikt över isavsmältningsförloppet

För att läsaren skall kunna placera de olika lokalerna i de följande lokalbeskrivningarna i deras genetiska sammanhang, lämnas redan här en kort översikt över avsmältningsförloppets olika huvudstadier i enlighet med de slutsatser jag dragit av min undersökning och som utförligare redovisas på s. 98. Händelseförloppet är schematiskt framställt i plansch 1. Med utgångspunkt från olika passpunkter, över vilka smältvattnet i dalgången dränerats, har fyra olika huvudstadier i isavsmältningen kunnat urskiljas:

1. SKÅRSDALSSTADIET (Pl. 1 b)

När de högsta topparna i området smälte fram ur isen, skedde dräneringen västerut genom Skårsdalen.

2. REKDALSSTADIET (Pl. 1 c)

Allteftersom isavsmältningen fortgick, sökte sig smältvattnet genom lägre pass-trösklar. När Skårsdalen torrlagts, dränerades området via Nulltjärnpasset genom Rekdalen.

3. GULÅSTADIET (Pl. 1 d, e, f)

Gulåstadiet kan indelas i två huvudskeden. Det första (Pl. 1 d, e) karaktäriseras av att smältvattnet rann norrut, norr om Gulsjön, dels lateralt mellan bergsidan och isen, dels subglacialt eller supraglacialt. I Gulåstadiets slutskede existerade Gulåissjön, och dräneringen gick över det framsmälta Gulsjöpasset genom Gulåns kanjon (Pl. 1 f).

4. HÅCKRENSTADIET (Pl. 1 g, h)

Det sista stadiet i isavsmältningen i dalgången började med att Gulåissjön sänktes och Gulsjöavloppet torrlades. Den sänkta issjön benämnes Hottöissjön. Därefter dränerades dalgången subglacialt österut genom kvarliggande dödis i Gesten och Håckren. Allteftersom denna dödispropp successivt sjönk ihop, sänktes Hottöissjön, och så småningom isolerades Ottsjön från denna. De sista dödisresterna sjönk så småningom ihop, och de övriga nutida sjöarna isolerades från varandra.

UNDERSÖKNINGSLOKALER

I detta kapitel beskrivs lokaler, vilka är av betydelse för tolkningen av isavsmältningsförloppet. Jag har försökt att där så är möjligt disponera presentationen av de olika lokalerna så, att dels lokaler med samma genes, dels lokaler från samma avsmältningsstadium förts samman. I vissa fall har det emellertid varit nödvändigt att frångå denna princip. Det gäller i sammanhängande områden, där företeelser från skilda stadier ligger i nära anslutning till varandra. Där så har ansetts motiverat, diskuteras de olika formelementens genes i anslutning till lokalbeskrivningarna.

Glacifluviala erosionsformer

Skårsdalsstadiet

SKÅRSDALSAVLOPPET

Passpunkten mellan Ottsjön och Kösjön ligger i Skårsdalen, på en höjd av 627 m ö. h. (enligt Kjell Eriksson 1914, s. 29). Den utgörs av kalspolade hållar och västerut finns deltaterrasser (Högbom 1910, s. 23). Dessa ligger emellertid utanför undersökningsområdet och har ej studerats. Det är tydligt, att smältvatten passerat västerut över passet. Kraftiga erosionsspår finns emellertid även öster om passpunkten. Från passpunkten utgår nämligen en 1–2 km lång kanjon med ca 50 m höga väggar. Den mynnar i de flacka myrarna i Ottsjödalen.

Två förhållanden talar för att denna kanjon kan vara preglacial, nämligen dels förekomsten av sediment väster om passpunkten, som visar, att dränering i avsmältningsskedet gått västerut och ej österut, dels avsaknaden av någon stor ackumulation framför mynningen i öster (jfr. Gulåns kanjon s. 25 samt Fromm 1965 a, s. 19, 1965 b, s. 134, Rudberg 1949).

Skårsdalspasset är den högst belägna passpunkten i Ottsjöns dalgång. Under det stadium, då dalgångens smältvatten dränerades genom Skårsdalen, var alla lägre passpunkter ännu istäckta.

ÖSTRA SKALTJÄRN

Enligt kartan »Fjällen kring Åre» är sjön Östra Skaltjärn belägen i en svacka 608 m ö. h. Den omges av höjdkurvan 620 m ö. h. och saknar avlopp. Denna bild stämmer ej med verkligheten. Sjön är nämligen belägen på själva vattendelaren till Indalsälvens dalgång och avbördas såväl åt norr som åt söder. Avloppet åt söder är i våra dagar det största. Det utgörs av en bäck, som passerar Gammalvallens fäbod och som mynnar vid Gulsjöns utlopp i Gulån. Det norra avloppet är numera högst obetydligt, men en liten bäck söker sig norrut över myrarna vid sjöns norra ände. Några hundra meter norr om sjön smalnar

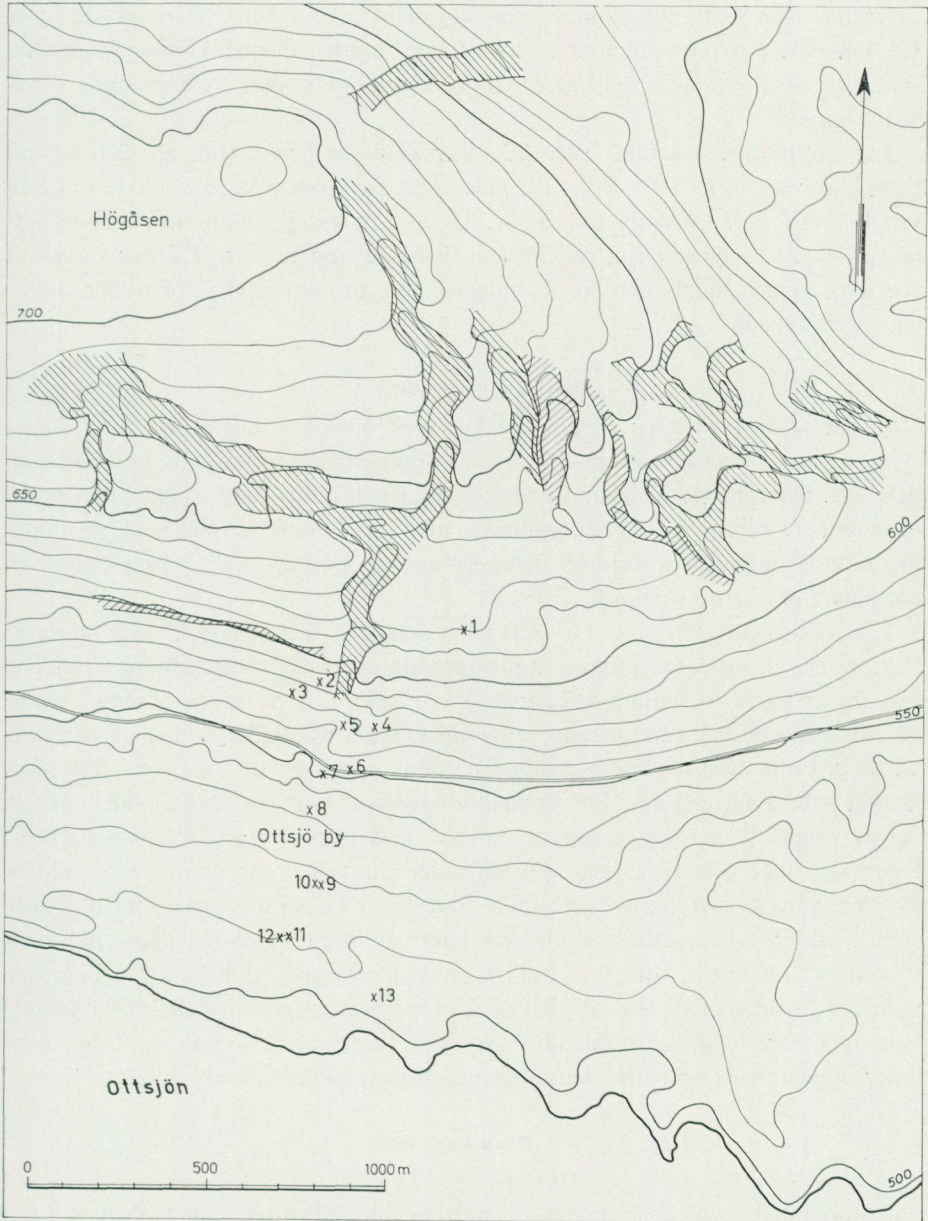


Fig. 3. Fotogrammetrisk karta över erosionsrännor vid Ottsjö by. De numererade punkterna markerar läget för provtagningspunkter.

Photogrammetric map of erosion channels near Ottsjö village. The numbered dots indicate sampling pits.

myrarna. Där vidtar en kanjon, som är nedskuren i berg. Den fortsätter ca 1,5 km mot norr och mynnar i stora flacka myrar. Denna kanjon är relativt smal och dess botten är fylld med dels rundade block, dels frostsprängda block från väggarna.

Jag har avvägt sträckan Östra Skaltjärn–Gulsjön och funnit, att Östra Skaltjärn ligger 615,4 m ö. h., vilket här således utgör höjden på passpunkten mellan Indalsälvens och Ottsjöns dalgångar. Under ett tidigt stadium av isavsmältningen stack bergstopparna runt Östra Skaltjärn upp ur isen. Då har sannolikt erosionsrännan anlagts och en tid fungerat som dräneringsväg norrut för smältvatten från dalen.

OTTSJÖRÄNNORNA

Högåsen är en bergsrygg mellan Ottsjöns och Säteråns dalgångar. Från denna rygg utgår ett flertal erosionsrännor av imponerande storlek dels mot Ottsjön, dels mot Säterån. De är uteroderade i morän och deras djup uppgår till 10–30 m. Flera av rännorna har förgreningar med gemensam början eller mynning. Deras inbördes läge och storlek framgår av fig. 3, som är en fotogrammetrisk karta över de största rännorna.

Kjell Eriksson (1914, s. 115–121) har karterat och beskrivit dessa rännor. Han anser, att »dalarna kunna, åtminstone de östligaste, representera israndens läge under några på varandra följande år». Frödin (1915, fig. 5) däremot anser, att rännorna bildats genom tappningar till Ottsjön av issjöar belägna i Säteråns dalgång. Enligt min mening har rännorna uppkommit på ett annat sätt, nämligen genom subglacial erosion. För detta bildningssätt talar det förhållandet, att en del av rännorna har en gemensam början på krönet av Högåsen och därifrån löper mot både norr och söder. Förhållandet kan tolkas så, att rännorna bildats av smältvatten, just då krönet smält fram men is ännu kvarlåg såväl i norr som i söder. Smältvattnet skulle då sökt sig under isen åt båda håll och uteroderat rännorna, som i så fall är att uppfatta som slukrännor. Dessa har uteroderats subglacialt ned till den nivå, där isens temporära och lokala grundvattenyta var belägen. Parallellt i området förekommer också en rygg, som löper ungefär vinkelrätt mot slutningen och som torde vara en slukås.

Rekdalsstadiet

NULLTJÄRNAVLOPPET

Av topografiska kartor framgår, att vattendelaren mellan Vålåns och Rekåns dalgångar bör finnas någonstans i närheten av Nulltjärnarna. Emellertid har vattendelaren placerats olika på olika kartor. På en del kartor avrinner Nulltjärnarna genom Rekåns dalgång, på andra genom Vålåns dalgång. I våra dagar är Rekån endast en liten bäck, som avvattnar myrarna i passpunktsområdet, men tydliga spår visar, att stora vattenmassor runnit genom dalen. Själva passpunkten är belägen ca 200 m norr om den nordligaste sjön. Från passpunkten

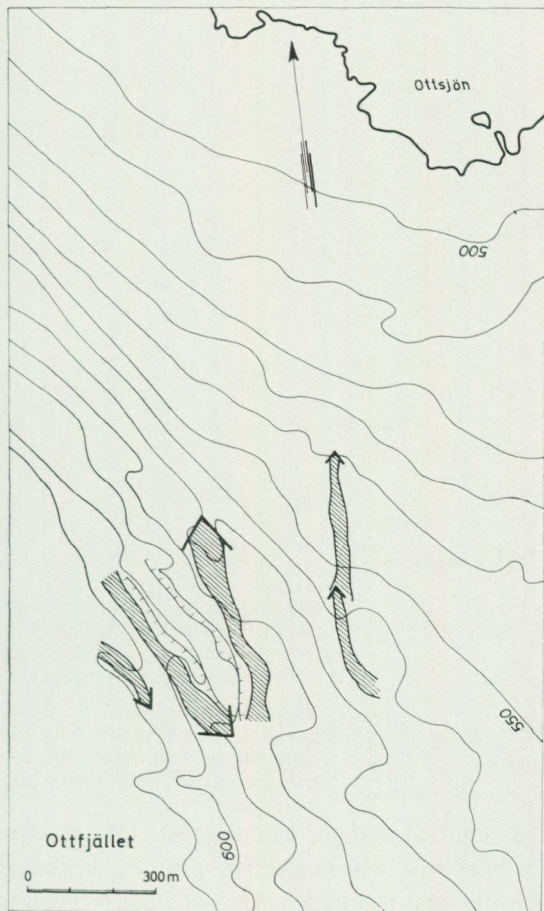


Fig. 4. Fotogrammetrisk karta över skvalrännor på Ottfjällets östra sluttning. De båda lägre liggande rännorna lutar mot norr, de båda övre mot söder. Pilar anger vattnets strömriktning.

Photogrammetric map of lateral drainage channels on the eastern slopes of Ottfjället. The two lower channels slope towards the north, the higher two towards the south. The arrows show direction of flow of water.

löper Rekdalen mot nordväst. En avvägning från Vålådalen har visat, att pasströskeln ligger ca 595 m ö. h. Eftersom området kring passet är täckt av myrar, kan den exakta höjden ej bestämmas utan borring i myren, vilket ej har gjorts. På många ställen längs dalsidorna påträffas i gränsen mellan myren och sluttningen dels kalspolade hällar, dels rundade block. Längre nedströms i dalen är torvlagret tunnare. Där syns på flera ställen mitt i dalen stora fält av rundade block, vilka utgör delar av den gamla forsbotten. Dalsidorna är till stora delar utbildade som erosionsbranter i morän eller grus. Ytterligare nedströms vidgar sig dalen och ett område med sandiga till moiga sediment utbreder sig.

OTTFJÄLLET

(representerande Rekdals- och Gulåstadierna). På Ottfjällets östra sluttning finns ett system av skvalrännor, som skiljer sig från övriga iakttagna skvalrännor.

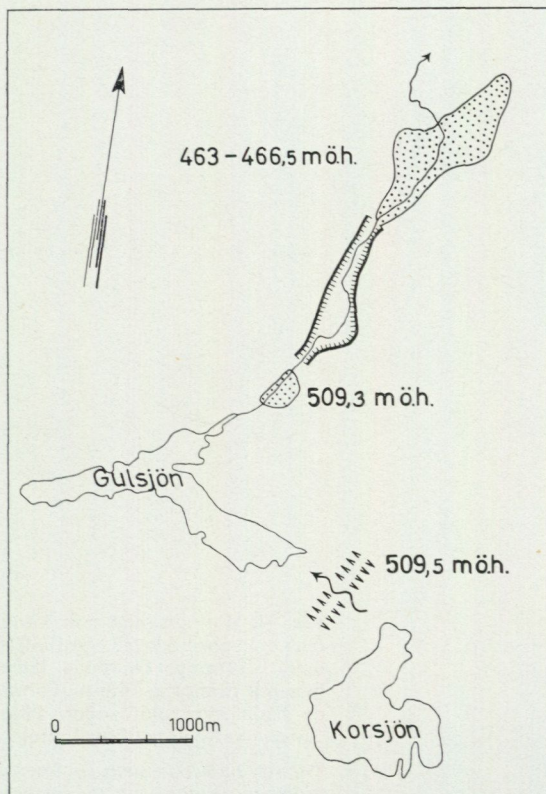


Fig. 5. Kartskiss visande Gulsjöpasset 509,5 m ö. h., Gulåns kanjon samt deltana (prickade) ovanför och nedanför kanjonen.

Sketch map showing the Gulsjö gap 509.5 m above sea level, the Gulå canyon and the deltas (dotted) above and below the canyon.

system genom att alla rännorna ej lutar åt samma håll (fig. 4). De två övre skvalrännorna lutar mot söder. De börjar på 610 respektive 600 m ö. h. (enligt fotogrammetrisk mätning) och är nedskurna i moränen. De har båda brinkarna bevarade. De två lägre skvalrännorna börjar på 584 respektive 564 m ö. h. och lutar mot norr. Den lägst belägna skär slutningen tämligen brant och har till större delen karaktär av slukränna.

Rännorna torde ha bildats genom lateral eller subglacial erosion mellan dal-sidan och isen. Orsaken till att de båda översta rännorna lutar mot söder och de båda understa mot norr syns vara, att vid den tidpunkt, då de översta rännorna bildades, dalens smältvatten avbördades genom en passpunkt, som var belägen söderut, medan i ett senare stadium hela dalen avbördades norrut. De mot söder lutande rännorna skulle sålunda ha bildats under Rekdalsstadiet, medan de mot norr lutande skulle representera Gulåstadiet. Om rännorna bildats så som här antagits, innebär det att isytan har varit flack.

OTTSJÖ BY

Ottsjö by är belägen på Högåsens sluttning ned mot Ottsjön. Området kommer att beskrivas i ett följande kapitel. Här skall endast nämnas, att på en höjd



Fig. 6. Gulåns djupt nedskurna kanjon. – Foto Karin Eriksson.

The deep Gulå canyon.

av 600 m ö. h. en terrass utskuren i morän påträffats. Denna terrass torde ha bildats av lateralt smältvatten under Rekdalsstadiet.

Gulåstadiet

GULSJÖAVLOPPET

Gulsjön eller Gårdsjön, som den kallas på äldre kartor, ligger enligt både Generalstabens karta och kartan »Fjällen kring Åre» 506 m ö. h. Enligt Kjell Eriksson ligger sjön 510 m ö. h. I våra dagar har sjön en höjd vattenyta på grund av att vid Gulåns utlopp byggts en damm, avsedd för reglering av sjön vid flottning. Vid en kontrollavvägning från Hottöjen till Gulsjön har det visat sig, att de tidigare uppgivna höjdvärdena för Gulsjön är felaktiga. Den höjda sjöns tröskel ligger 499,4 m ö. h. Pasströskeln mellan Gulsjön och Korsjön är täckt av runda block. Området mellan passpunkten och Gulsjön är täckt av myrar. Det är svårt att i blockmarken utpeka den lägsta passpunkten, men den syns ligga omkring 509,5 m ö. h. (fig. 5). Gulåns stränder omedelbart nedströms sjön är flacka och några spår av kraftig erosion finns ej. Ca 400 m nedströms Gulsjöns utlopp har emellertid Gulån skurit sig ned i några grus-

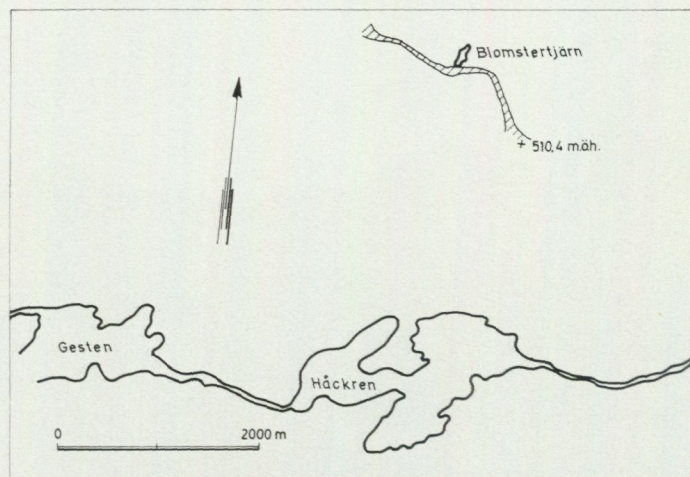


Fig. 7. Kartskiss visande Blomstertjärnavloppets läge.
 Sketch map showing the outlet of Lake Blomstertjärn.

ackumulationer, vilkas yta ligger 509,3 m ö. h. Nivåskillnaden mellan terrassplanet och Gulån är 17 m. Ytterligare ca 400 m nedströms börjar Gulåns stora kanjon, i vars övre del finns ett brant fall med en nivåskillnad på 14 m (i fallet är en timmerränna byggd). Gulåns kanjon är ett par kilometer lång. De branta kanjonväggarna är nedskurna i berget 20–30 m (fig. 6). Nuvarande Gulån kan ej ha utbildat denna mäktiga kanjon. Denna har i stället troligen uteroderats vid tappning av uppdämt smältvatten från området söder om passpunkten via Korsjön. Att stora mängder material transporterats denna väg framgår av att ett delta av imponerande storlek byggts upp nedanför kanjondalens mynning. Deltat ligger 463–466,5 m ö. h. enligt en avvägning från Gulsjön genom kanjonen. Givetvis kan Gulåns kanjon ha existerat preglacialt och även fungerat som avloppsväg för smältvatten under isen.

BLOMSTERTJÄRNAVLOPPET

Passpunkten mellan Blomstertjärn och Håckren har avvägs. Dess höjd över havet är 510,4 m. På passpunkten börjar en erosionsränna, som fortsätter förbi Blomstertjärn (fig. 7). Rännan är nedskuren ca 5 m i morän. Vid passpunkten går kalspolade hällar i dagen. Rännan är till största delen utfylld av myr, men här och där längs dess kanter syns rundade block. Där rännan möter Blomstertjärns utlopp, finns både kalspolade hällar och en mängd rundade block. Rännan fortsätter ned till Luggesjön.

Blomstertjärnrännan har säkerligen tjänstgjort som avloppsväg för en del smältvatten i dalgången, men den måste ha varit av underordnad betydelse jämfört med Gulsjöavloppet, som morfologiskt är av en helt annan storleksordning.

Under större delen av den tid, då dalen dränerades genom Gulsjöavloppet, torde ännu Blomstertjärnspasset ha varit täckt av is.

GESTVALEN

På Gestvalen finns talrika spår av glacialfluvial erosion. Vid vattendelaren mot söder mellan Gestvalen och Håckervalen finns en i berget djupt nedskuren kanjon. Denna börjar ca 760 m ö. h. omedelbart norr om myrarna kring vattendelaren och mynnar ca 900 m längre åt nordväst i flacka myrar ca 700 m ö. h.

På fjällets norra sida finns flera under varandra liggande skvalrännor. Enligt fotogrammetriska mätningar ligger dessa skvalrännor 680–700 m ö. h. De lutar mot väster med en gradient av ca 1 : 100.

En del av skvalrännorna är utbildade som långsträckta blockfält, vittnande om starka vattenflöden längs fjällsidan. Det vatten, som eroderat dessa skvalrännor, torde ha utgjorts dels av lateralt smältvatten från själva isen, dels av vatten, som strömmat genom ovan nämnda kanjon och som sedan strömmat vidare utefter iskanten.

Det går ej att med säkerhet avgöra under vilket avsmältningsstadium erosionsformerna på Gestvalen har uppkommit, men sannolikt har det varit under början av Gulåstadiet. De vattenmassor, som forsade genom kanjonen, torde ha utgjort smältvatten från dödis söder om Håckervalen.

SÄLLSJÖFJÄLLET

På Sällsjöfjällets nordsluttning ovanför Spjättens fåbod finns ett system av kraftiga erosionsrännor, som löper i stort sett vinkelrätt mot sluttningen. Systemet består av rännor av olika storlek som samlas till större rännor, vilka i sin tur förgrenar sig i flera mindre grenar. I terrängen är rännornas sträckning ganska svåröverskådlig. Området har karterats fotogrammetriskt, och de största rännorna har markerats på kartan (fig. 8). I botten på rännorna är stora rundade block anhopade. Mellan och uppströms rännorna förekommer mycket storblockig morän (fig. 9). Rännorna mynnar i de stora sedimentterrasserna vid Spjätten.

Till utseendet liknar rännorna slukrännor, som enligt Mannerfelt bildats subglacialt. Enligt G. Lundqvist (1963, s. 45) kan liknande erosionsrännor även bildas »på en isfri sluttning av smältvattenströmmar från en iskaka uppe på ett flackområde».

I området söderut, mellan Sällsjöfjället och Håckervalen har det enligt Mannerfelt legat en isdämd sjö (fig. 1 b), som först avvattnades västerut genom Rulldalen: »När den dämmande ismassan i norr sänktes, öppnades successivt lägre avloppströsklar mellan Håckervalen och Sällsjöfjället» (Mannerfelt 1945, s. 92). Det är sannolikt detta smältvatten, som uteroderat rännorna. Antingen har detta skett just då pasströskeln för den isdämda sjön framsmält, så att vattnet kunnat strömma norrut, medan isen ännu kvarlåg i dalen över den nivå, där rännorna

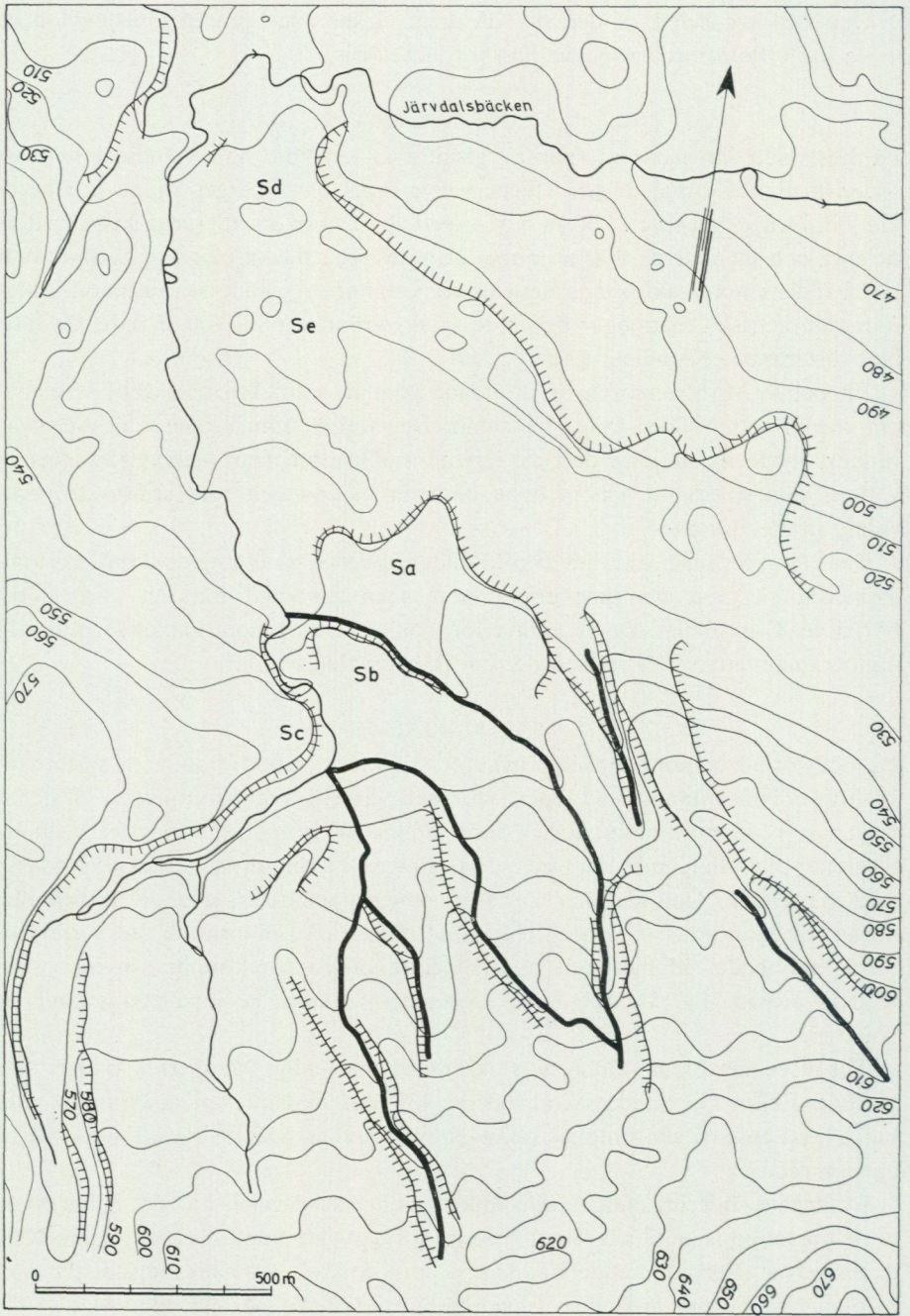


Fig. 8. Fotogrammetrisk karta över erosionsrännor på Sällsjöfjällets nordsluttning samt Spjättenterrasserna, markerade Sa–Se.

Photogrammetric map of erosion channels on the northern slopes of Sällsjöfjället and the Spjättenterraces, marked Sa–Se.



Fig. 9. Erosionsrännan och storblockig morän på Sällsjöfjället. – Foto Karin Eriksson.
Erosion channel and boulder-rich till on Mount Sällsjöfjället.

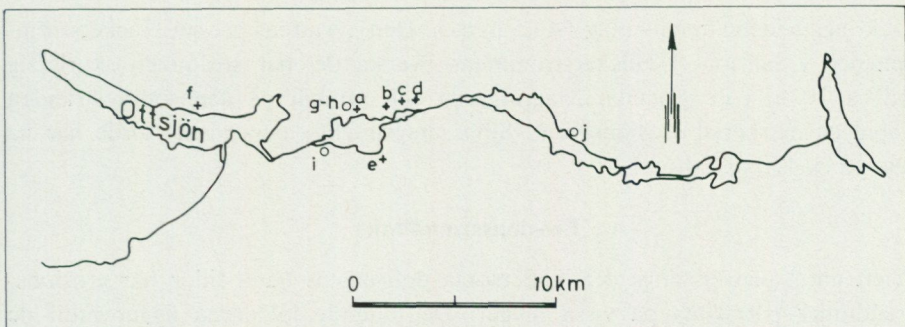


Fig. 10. Erosionsstrandlinjer belägna i närheten av nya vägar. (+ = Gulåstadiet, ○ = Håckrenstadiet).

Eroded shore lines near the new roads. (+ = Gulå stage, ○ = Håckren stage)

är belägna. I så fall har rännorna bildats subglaciellt. Eller också har rännorna uteroderats då slutningen smält fram ur isen, som då legat kvar endast så högt upp i dalen som till Spjätten. Då skulle rännornas upphörande i nivå med Spjätten kunna förklaras med att de mynnade vid iskanten. I så fall skulle rännorna vara lika gamla som Spjättenterrasserna och utgöra de flöden, som transporterat materialet i terrasserna vid Spjätten, vilket förefaller mest sannolikt. Rännorna skulle då vara bildade subaerilt och ha ett bildningssätt liknande det enligt G. Lundqvist ovan citerade.

Häckrenstadiet

OTTSJÖNS ÄLDRE AVLOPP

Ottsjöns nuvarande avlopp, Storån, är nedskuren i morän vid sjöns östra ände. Norr om Storån förekommer emellertid spår av äldre avlopp i moränen. En pasströskel ligger omedelbart ovanför en liten tjärn, som ligger 498,2 m ö. h. Någon dm över denna nivå torde Ottsjön legat under en period, innan sjön fick sitt nuvarande avlopp genom Storån. Ottsjöns vattenyta, som ej nås av Häckrendammen, ligger 494 m ö. h.

HOTTÖJENS ÄLDRE AVLOPP

Före Häckrendammens tillkomst avbördades Hottöjen genom den ca 500 m långa Hottöströmmen till Gesten. Medelvattennivån för Hottöjen respektive Gesten låg 469 respektive 467 m ö. h., således en skillnad på endast 2 m. Vid Hottöströmmens utlopp i Gesten har strömmen eroderat en moränkulle på södra stranden. Kullens höjd uppgår till 478 m ö. h. Troligen har denna kulle tidigare fungerat som pasströskel men genombrutits och nederoderats genom att erosionsbasen, det vill säga Gesten, också successivt fått en lägre pasströskel till Häckren.

HÄCKRENS ÄLDRE AVLOPP

Häckrens medelvattennivå låg 449,5 m ö. h. Den avvattnas genom Häckerströmmen ned i Sällsjön. I Häckerströmmens översta del har strömmen skurit sig ned ca 20 m i de glaciala avlagringarna och särskilt på den södra stranden skapat en markerad erosionsbrant. Sjöns ursprungliga pasströskel torde här ha legat på ca 470 m ö. h.

Erosionsstrandlinjer

På ett antal platser längs den undersökta dalgångens båda sidor har erosionsstrandlinjer påträffats på vissa nivåer. De följande lokalerna ligger intill de nybyggda vägarna norr och söder om nuvarande vattenmagasin. Lokalernas läge anges i vägarnas längdmätning, räknat från väster (Pl. 1 a och fig. 10). Bokstäverna a–j vid lägesangivelsen hänför sig till fig. 10.

Gulåstadiet

a. NORRA VÄGEN, 4/200–500

Norr om vägen finns ett brett plan, åtminstone delvis utbildat i morän. Det är ca 300 m långt och 75 m brett. På terrassens inre del är stora block anhopade. Ovanför terrassen består sluttningen av blockrik morän. Den inre delen av terrassen ligger 510,7 m ö. h., den yttre kanten ligger 508,3 m ö. h.

b. NORRA VÄGEN, 5/500–5/600

En erosionsstrandlinje i morän. Haket ligger 510,0 m ö. h. Ovanför haket finns ett blockfält.

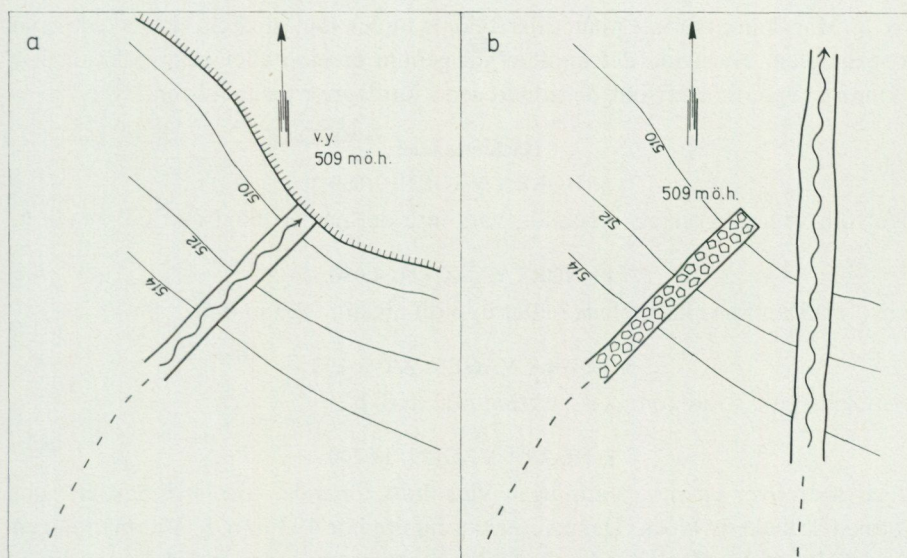


Fig. 11. Skiss över torrdalen vid Västra Störtbäcken. a: Dalen bildas genom erosion av ett vattendrag, som mynnar i en sjö 509 m ö. h. b: Vattendraget torrläggts, sjön sänks och den nutida Västra Störtbäcken anläggs.

Erosion channel near the rivulet Västra Störtbäcken. a. The channel was eroded by a stream which ran into a lake 509 m above sea level. b. The stream dried up, the lake was lowered and the present Västra Störtbäcken was formed.

c. NORRA VÄGEN, 6/000

Intill vägen finns svallade block 511,0 m ö. h.

d. NORRA VÄGEN, 6/700

Intill vägen finns en erosionsstrandlinje i moränen 509–510 m ö. h. På terrassen är moränen grusig och svallad. Ovanför 510 m ö. h. är den moig och osvallad.

e. SÖDRA VÄGEN, 7/700

Vid Västra Störtbäcken finns en företeelse, som ej kan hänföras till strandlinjer, men som ändå tas upp i detta kapitel. I terrängen väster om nuvarande bäcken löper en torr erosionsdal, vilken är 1–2 m djup. I torrdalens botten är rikligt med block anhopade. Torrdalen löper utför sluttningen och slutar som en hängande dal vid Västra Störtbäckens västra sida på en höjd av 509 m ö. h. Någon fortsättning på rännan finns ej utmed bäcken. Torrdalen är troligen en äldre bäckfåra, vars vattendrag mynnade i ett vatten med en nivå ungefär motsvarande rännans mynning. Den nuvarande bäcken, Västra Störtbäcken, har senare skurit sig ner i sin nuvarande fåra under nivån 509 m (fig. 11).

f. 500 M ÖSTER OM OTTSJÖ BY

Nedanför vägen till Ottsjö by utbreder sig en stor myr på en plan yta. Gränsen mellan myren och moränsluttningen har avvägts och befunnits ligga 510,4

m ö. h. Man kan anta, att planet har bildats under Gulåstadiets sista skede som ett strandplan. Huruvida det uppkommit genom erosion eller ackumulation har ej kunnat avgöras, eftersom de minerogena jordlagren täcks av torvlager.

Häckrenstadiet

g. NORRA VÄGEN, 3/600

Söder om vägen ligger ett blockfält, vars inre del når en höjd av 503,5 m ö. h.

h. NORRA VÄGEN, 4/000

Norr om vägen finns kalspolade hållar upp till nivån 502,7 m ö. h.

i. SÖDRA VÄGEN, 4/100-200

Kalspolade hållar förekommer omkring 500 m ö. h.

j. NORRA VÄGEN, 19/200

Vägen skär över en mot sluttningen vinkelrätt löpande, torr erosionsdal, som i botten är täckt av block. Denna erosionsdal upphör 493 m ö. h. Vid mynningen ligger kalspolade block, som sannolikt representerar en erosionsstrandlinje. Torrdalen upphör i nivå med dessa block och har troligen tidigare varit en bäckfåra, vars bäck mynnat 493 m ö. h. i en sjö på samma nivå (jämför lokal e ovan).

Akkumulationsformer

I följande kapitel redovisas bildningar, vilka i flera fall varit under uppbyggnad under mer än ett avsmältningsstadium.

Rekdalsstadiet och senare stadier

OTTSJÖ BY

Ottsjö by är såsom redan nämnts belägen på Högåsens sluttning ned mot Ottsjön. Liksom många fäbodrar är denna by lokaliserad till ett område, där sediment förekommer. Utefter sluttningen finns mer eller mindre tydliga terrasser på följande nivåer: 598-600, 576-580, 567-568, 550-553, 546-548, 510 samt 500-502 m ö. h. Lagerföljden i olika delar av byn har kunnat studeras i samband med brunns- och husgrundsgrävningar samt i gropar, som grävts med en hyrd grävmaskin. Groparnas läge framgår av fig. 3. I det följande lämnas en beskrivning av iakttagna lagerföljder med början med den högst belägna.

Beskrivning

1. Den högst belägna, observerade lagerföljden i byn fanns på 620 m ö. h. Materialet bestod genomgående av lerig, moig morän (kurva a på fig. 12).
2. I en brunnsgrävning 582 m ö. h. (fotogrammetriskt mätt) var lagerföljden:

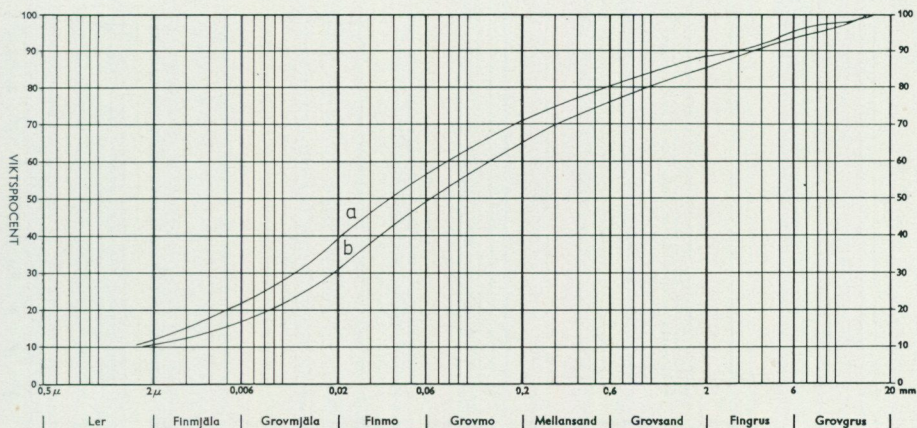
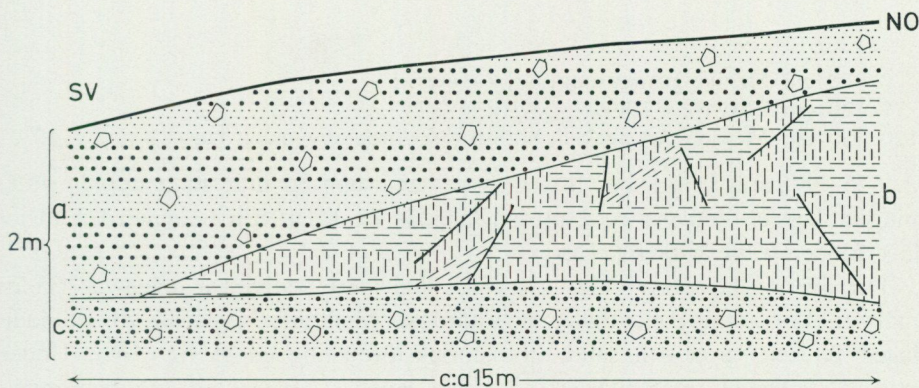


Fig. 12. Kornstorleksfördelning i moränprover från Ottsjö by.
Grain-size distribution of till from Ottsjö village.



Teckenförklaring:

- Block
- Sten
- Grus
- Sand
- ||||| Mo
- == Mjåla
- △△△ Morän
- }}}} Jordflytningsmaterial
- ~~~~ Organiska jordarter

Fig. 13. Sektion genom sedimenten på lokal 3, Ottsjö by.

Section through sediments at point 3, Ottsjö village. Explanation of symbols from the top: Boulders, Stones, Gravel, Coarse and medium sand, Fine and very fine sand, Silt, Till, Solifluction material, Organic material.

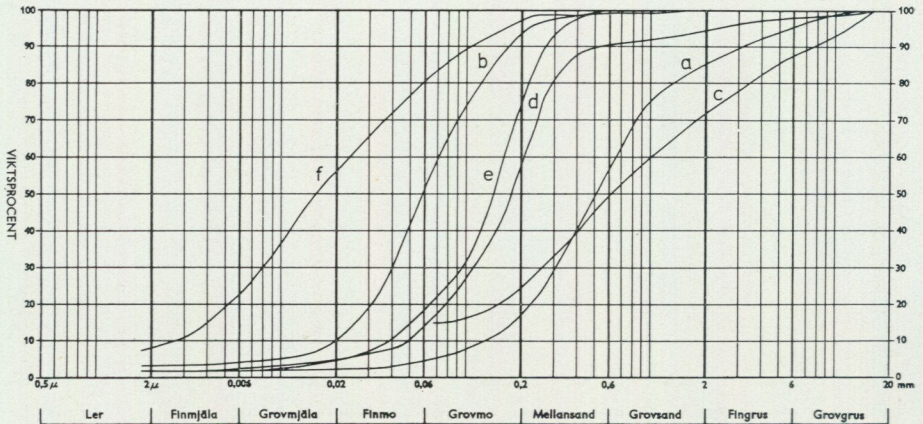


Fig. 14. Kornstorleksfördelning i prover från Ottsjö by. a = Sand från a-lagret på lokal 3. b = Mo från b-lagret på lokal 3. c = Morän från lokal 6. d = Sandig mo från lokal 6. e = Grovmo från lokal 9. f = Moig mjåla från lokal 10.

Grain-size distribution in samples from Ottsjö village. a: Layer a at point 3. b: Layer b at point 3. c: Till from point 6. d: Sand from point 6. e: Fine sand from point 9. f: Silt rich in fine and very fine sand from point 10.

0–70 cm Stenigt, grusigt moränartat material.

70–120 cm Torv (se s. 106).

120–450 cm Morän, hårt packad, kornstorleksfördelning enligt kurva b på fig. 12.

3. 575–580 m ö. h. grävdes från en gammal brunn ett dike snett uppför slutningen. Dikets djup var ca 2 m och längden ca 15 m. En schematisk bild av lagerföljden framgår av fig. 13.

Det översta lagret (a i fig. 13) var i den lägre, sydvästra delen ca 1,5 m mäktigt. Det avtog i mäktighet mot nordost. Materialet utgjordes av skiktade lager av sten, grus och sand, kornstorleksfördelning enligt fig. 14 a. Under ytlagret fanns ett mot sydväst utkilande lager av finskiktad mo och mjåla (lager b i fig. 13, kornstorleksfördelning enligt kurva b i fig. 14). Skiktningen var starkt störd med bl. a. talrika förkastningar. Under lager b låg i diket stenig, grusig mo (lager c i fig. 13). Vid dikets övre ände grävdes en brunnsgrop, vars botten låg ca 2 m under dikets. De två understa metrarna utgjordes av morän av samma typ som på lokalerna 1 och 2.

4. I en terrass 576 m ö. h. finns ett grustag. Materialet består till övervägande delen av blockigt, stenigt grus. Knappt 1 m under markytan förekommer ett metertjockt lager av finskiktad sand och mo (fig. 15).

Mitt i grustaget stupar sten- och gruslagren mot norr, dvs. in mot slutningen. En stenorienteringsanalys (fig. 16) visar, att även stenarna är orienterade mot norr-nordväst med stupning åt samma håll.



Fig. 15. Grustag i Ottsjö by (lokal 4) 576 m ö. h. Skikten (och stenarna) stupar mot nordväst.
– Foto Karin Eriksson.

Gravel pit at Ottsjö village (point 4) 576 m above sea level, where the layers and stones slope downwards towards the northwest.

5. I erosionsdalen väster om Turisthotellet grävdes 565 m ö. h. en grop med följande lagerföljd:

0–200 cm Storblockigt, grusigt material.

200–400 cm Moig sand.

6. I en brunnsgrävning 552 m ö. h. var lagerföljden:

0– 70 cm Stenigt, grusigt, sandigt moränartat material (kornstorleksfördelning enligt kurva c i fig. 14).

70–140 cm Svämsand innehållande organiskt material med pinnar.

140–420 cm Lager av sand och mo (kurva d, fig. 14).

Grävningen avslutades vid ett djup av 420 cm, på grund av att vattenförande lager då nåtts. Vid detta djup tycktes materialet övergå till mjåla.

7. I en husgrundsgrävning vid handelsboden, som är belägen på en terrass 548

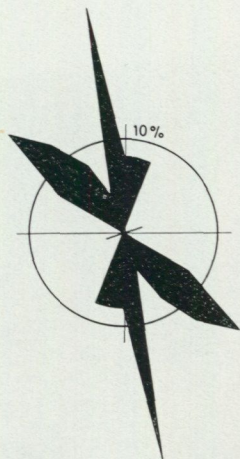


Fig. 16. Stenorienteringsanalys gjord i grustaget i Ottsjö by.

Orientation of stones in a gravel pit at Ottsjö village.

m ö. h. och nedanför lokal 6, kunde en lagerföljd iaktas, som i den övre delen var en direkt fortsättning på jordlagren på lokal 6. Enligt fig. 17, som är en principskiss av lagerföljden, förekommer fem skilda jordlager. Överst ligger ett ca 50 cm tjockt stenigt lager (a), som utåt terrassen tunnar ut och försvinner. Därunder ligger torv (b), som också tunnar ut och upphör ute på terrassen. Därunder följer ett i nord-sydlig riktning liggande horisontellt lager av skiktad grus, sand och mo (c). Under detta ligger ett 40 cm mäktigt lager av dels varvig, dels icke varvig mjåla (d). Den varviga mjålan vilar på sand (e).

I snitt grävda vinkelrätt mot ovan beskrivna skärning, dvs. i ost-västlig riktning, stupade sandskikten mot öster.

8. I en grävd grop 532 m ö. h. var lagerföljden:

0–100 cm Mo.

100–150 cm Torv.

150–400 cm Blockigt grus.

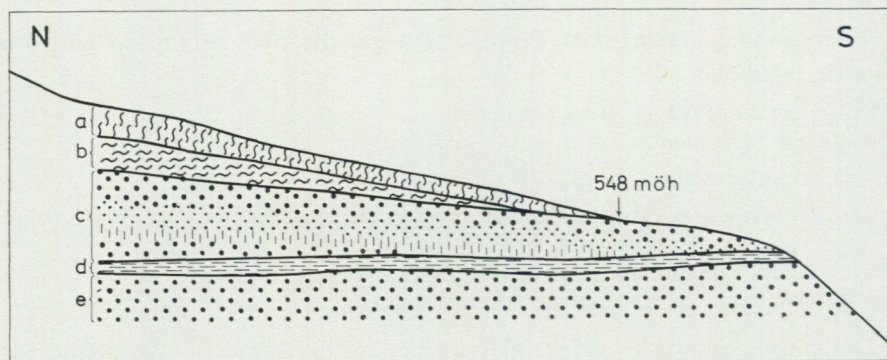


Fig. 17. Sektion genom jordlagren på lokal 7 i Ottsjö by. Teckenförklaring se fig. 13.

Section through sediments at point 7 at Ottsjö village. For explanation of symbols see Fig. 13.

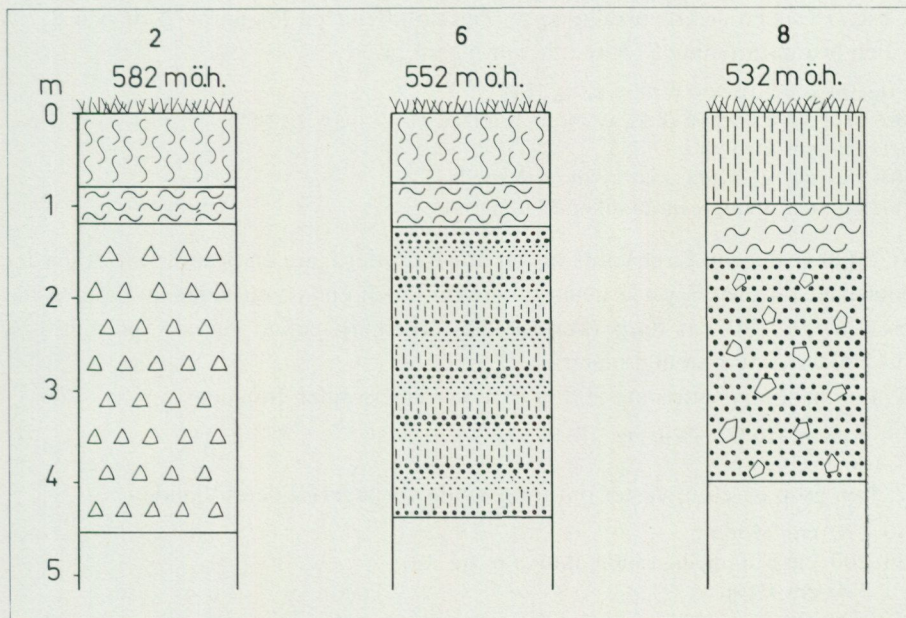


Fig. 18. Profiler genom lagerföljderna på lokalerna 2, 6 och 8 i Ottsjö by. Teckenförklaring se fig. 13.

Profiles through sediments at points 2, 6 and 8 at Ottsjö village. For explanation of symbols see Fig. 13.

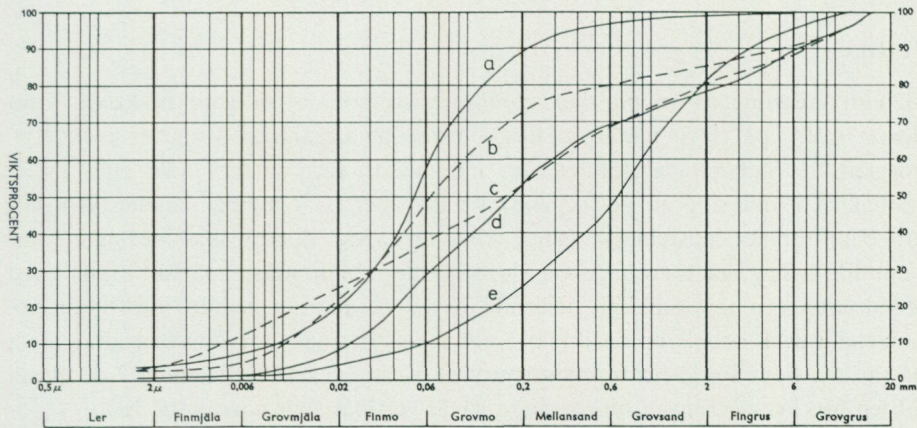


Fig. 19. Kornstorleksfördelning i prover från Ottsjö by. a = Mo från lokal 11. b = Sandig, mjällig mo från lokal 12. c = Morän från lokal 13. d = Morän från lokal 13. e = Moig sand från lokal 13.

Grain-size distribution in samples from Ottsjö village. a: Fine sand from point 11. b: Fine sand from point 12. c: Till from point 13. d: Till from point 13. e: Sand from point 13.

Fig. 18 är en sammanställning av lagerföljderna på lokalerna 2, 6 och 8.
9. I en brunngrävning 515 m ö. h. var lagerföljden:

- 0–100 cm Grovmo (kurva e, fig. 14).
- 100–110 cm Veckade skikt av mo och mjäla.
- 110–140 cm Grovmo.
- 140–150 cm Veckade skikt av mo och mjäla.
- 150–220 cm Stenigt, moränlikande material.

10. 20 m väster om föregående brunn grävdes ytterligare en brunn. Där utgjordes materialet till övervägande delen av grovmo, och endast ett skikt av moig mjäla förekom på 180 cm djup (kornstorleksfördelning enligt kurva f på fig. 14). Vid 200 cm vidtog stenigt material.

11. I en husgrundsgrävning 508 m ö. h. var lagerföljden följande:

- 0– 80 cm Mo (kurva a, fig. 19).
- 80–120 cm Grus.

12. I en grop ca 20 m väster om föregående var lagerföljden följande:

- 0–190 cm Morän.
- 190–200 cm Mo, mjällig sandig (kurva b, fig. 19).
- 200 cm Berg.

Denna grop är den enda i byn, i vilken berget nåtts.

13. I en grop belägen 502 m ö. h. var lagerföljden följande:

- 0– 20 cm Morän (kurva c, fig. 19).
 - 20– 50 cm Mo.
 - 50–220 cm Moränartat material (kurva d, fig. 19).
 - 220–230 cm Sand, grusig, moig, vattenförande (kurva e, fig. 19).
- Därunder morän.

Tolkning

Genom grävning av gropar har en företeelse, som ej tidigare beskrivits från denna trakt, påvisats, nämligen förekomsten av organiska jordarter täckta av oorganiska. Sådana lagerföljder kan misstänkas vara interglaciala eller interstadiala. C¹⁴-datering av det organiska materialet (s. 106) har emellertid visat, att detta är av postglacial ålder. Det täckande oorganiska jordlagret har sannolikt pålagrats torven genom jordflytning. Man måste därför räkna med att sluttningens ursprungliga utseende delvis förändrats genom jordflytningen.

Groparna 1 och 2 är de enda, i vilka väl sorterade oorganiska sediment ej påträffats. Som torde ha framgått av beskrivningen har sedimenten i de flesta fall en mycket begränsad utbredning i såväl vertikal som horisontell led.

Lagerföljden i grop 3 torde utgöra ett exempel på sediment, som avsatts lateralt i omedelbar närhet till isen. De starkt veckade och förkastade skikten vittnar om detta. Stenorienteringen och skiktstupningen i grop 4 visar, att avlagringen ej kan ha avsatts som ett delta i en sjö. Skikten borde då ha stupat

ut mot dalen, det vill säga mot söder. Vidare borde stenorienteringen ha varit vinkelrät mot den påvisade. Även denna terrass torde vara uppbyggd i ett lateralt vatten.

Lateralt rinnande vatten har även förekommit vid lokal 7. Att sandskikten under den varviga mjälan stupar mot öster talar för att det rinnande vattnet strömmat åt detta håll. Den varviga mjälan har avsatts vid en tidpunkt, då strömstyrkan varit ringa. Smältvattnet, som runnit österut, torde ha lämnat dalen genom avloppet norr om Gulsjön.

Jordarterna i sluttningens lägst belägna delar växlar från punkt till punkt. Mo-mjåla-avlagringarna i grop 9 visar tydliga spår av störningar, som sannolikt uppkommit på grund av närheten till isen. Sedimentens ringa utbredning belyses av lagerföljden i grop 10, belägen endast 20 m åt väster. Även en jämförelse mellan punkterna 11 och 12 visar, hur starkt begränsade de olika avlagringarna är i sidled. Grop 13 slutligen är ett exempel på en blandning av morän, morän-artat material och sediment.

Om, som tidigare ansetts, flera olika isdämda sjöar skulle ha uppfyllt dalen, borde detta avspegla sig i lagerföljderna, och man skulle vänta sig att finkorniga sediment dominerar i dalsluttningens lägre del. Lagerföljderna talar för att avsmältningen i stället skett genom successiv ytavsmältning av en dödis. Beroende på variationer av det laterala smältvattnets strömstyrka, vattenmängd, dalsidans lutning m. m. på olika nivåer har laterala ackumulationsterrasser eller erosionsterrasser bildats. På vissa nivåer kan man, som tidigare nämnts, se tydliga terrasser, medan på andra ställen markytan har jämn sluttning. Den påvisade jordflytningen har till stor del suddat ut sluttningens ursprungliga profil. Att som tidigare gjorts rekonstruera isavsmältningens förloppet enbart med hjälp av i terrängen synliga terrasser framstår därför som helt ohållbart.

VALLBO

Gårdarna i Vallbo är belägna på en jämn yta, 576 m ö. h. Jordarterna består av varviga sediment. Ovanför denna yta reser sig vid Vallbo kapell en gruskulle, vars krön ligger 603 m ö. h. Krönet är svagt välvt, men 5 m nedanför toppen är en markerad gräns utbildad, nedanför vilken kullen är mycket brant (fig. 20). Från kullen utgår flera ryggar mot Vålån. På båda sidor av vägen till Vallbo, omedelbart söder om vägskälet vid Vålådalbron, ligger en grusackumulation, i vilken finns flera grustag. Denna grusförekomst avslutas i väster och nordväst med en ca 20 m hög brant mot lägre områden vid Vålån. Dess högsta partier når 564 m ö. h. och delvis är bildningen avplanad på krönet. Dessutom finns i grusackumulationen plana ytor utbildade på 558, 549 och 550 m ö. h.

Området kring Vallbo har undersökts av Indalsälvens Vattenregleringsföretag genom borrhning och grävning. Delområdena har benämnts T, U, V samt



Fig. 20. Sedimentslätten vid Vallbo över vilken gruskullen vid kapellet reser sig. I bakgrunden syns Ottfjället. – Foto Karin Eriksson.

Sedimentary terrace at Vallbo over which the gravel hill by the chapel rises. Ottfjället is in the background.

Vägförvaltningens grustag. T och U utgör mot dalen tvärställda ryggar, vilka utgår från kullen vid Vallbo kapell, medan V och Vägförvaltningens grustag är belägna vid vägskalet. Materialet i det stora grustaget öster om vägen utgörs av blockigt stenigt grus. Väster om vägen består materialet till stor del av sand, men på nivån 564 m ö. h. ligger i ytan ca 2 m finmo och mjåla med enstaka lerskikt.

I område T består materialet av skikt av stenigt grus, sand och mo. Hela ryggen täcks av mo.

Jag har utfört en stenorienteringsanalys i Vägförvaltningens grustag och en i område T (fig. 21 a, b). I den förra är den dominerande stenriktningen ostnordost-västsydväst, i den senare finns ingen dominerande riktning.

Gruslagren vid Vallbo har troligen avsatts i subglaciala tunnlar. Senare har den varviga mjålan avlagrats uppe vid Vallbo i en liten isdämd sjö, troligen under Rekdalsstadiet. Den isdämda sjön har möjligen haft sin vattenyta 598 m ö. h., vid vilken höjd kullen vid kapellet bär märkbara erosionsspår. De plana ytorna på lägre nivåer i området torde ha utbildats av lateralt smältvatten i senare skeden av avsmältningen.

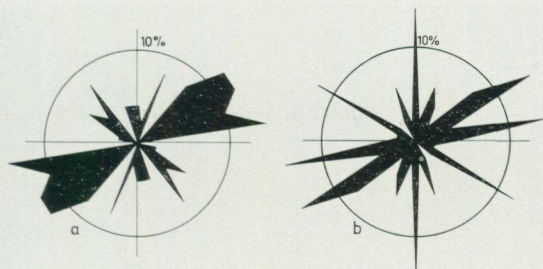


Fig. 21. Stenorienteringsanalyser. a från Vägförvaltningens grustag i Vallbo. b från område T, Vallbo.

Orientation of stones in: a. Gravel pit of the regional road administration at Vallbo; b. Area T, Vallbo.

VÅLÅDALSÅSEN

Beskrivning

Längs Vålåns västra strand söderut från landsvägsbron över Vålån kan man följa en ås ända fram till Vålådalen och vidare till Nulltjärnarna. Den utgörs ej av en sammanhängande rygg utan är avbruten på flera ställen. På några ställen uppdelas den i flera grenar, medan den på andra sträckor helt försvinner. Där åsen går fram längs Vålåns strand, är den delvis borteroderad av Vålån. Vid Nulltjärnarna är åsen av typ »getryggsås» (fig. 22).

I några skärningar utefter vägen har lagerföljden kunnat studeras. Ca 4 km uppströms landsvägsbron över Vålån finns en skärning intill vägen. Materialet utgörs där av block och sten.

Ca 200 m norr om Vålådalen finns vid vägens västra sida ett grustag, i vilket ytlagret består av osorterat, moränliknande material. Under detta ligger skikt av grus och sand.

Ca 2 km väster om Vålådalen vid vägen till Nulltjärn var lagerföljden i en skärning vid vägen följande:

- 0– 8 cm Vit mo.
- 8– 38 cm Brun mo.
- 38– 48 cm Sand.
- 48– 60 cm Grus.
- 60–115 cm Skiktad mo.
- Därunder stenigt grus.

Ca 2,7 km väster om Vålådalen vid vägen till Nulltjärn fanns en skärning, där materialet i ytan bestod av grus med stensikt, som mot djupet övergick i sand och mo.

Tolkning

Den åsliknande bildning, som ovan beskrivits, är troligen ej en rullstensås, bildad subakvatiskt framför en isbräcka. Dels saknas karakteristiska åskullar, dels talar de iakttagna skärningarna för ett annat bildningssätt.



Fig. 22. Vålådalsåsen mellan Stora och Södra Nulltjärn är getryggsformad, vilket tyder på att den är bildad supraakvatiskt. – Foto Karin Eriksson.

The Vålådal esker between Stora and Södra Nulltjärn is pointed, with steep sides, a sign that it was formed above water level.

Förekomsten av morän och grovt, stenigt material ovanpå finsediment talar för ett subglacialt bildningssätt. Finmaterialet skulle då först ha avlastats i en tunnel i isen, varefter det osorterade materialet ramlat ned från istunnelns tak, då isen smält. Tydligt har dock ej hela åsen bildats i en sammanhängande tunnel, utan delar av den kan ha byggts upp av en isälv i öppna sprickor i isen. Så torde vara fallet i de partier, där materialet i ytan är sorterat. Även getryggsformen talar för att åsen bildats i sprickor eller tunnlar i isen. Getryggsformen är sekundär och har uppkommit genom ras, då den stödjande isen utefter sidorna smält. (Jfr G. De Geer 1897, Tanner 1934, Granlund 1943, s. 63, J. Lundqvist 1969, s. 70). Vidare kan nämnas, att det ca 1,5 km öster om Vålådalens turiststation intill åsens västra sida ligger en liten sjö, som troligen är en dödisgrop.

VALÅDALEN

Beskrivning, Rekdalsstadiet

Vid stora Nulltjärns östra strand ligger en terrassyta 594,8–597 m ö. h., i vilken sjön utbildat en ca 4 m hög erosionsbrink. Materialet i brinken utgörs av sand. Samma terrassyta sträcker sig flera hundra meter efter vägen mellan Nulltjärn och Vålå dalen. Vid Vålå dalen finns smala terrasser på samma nivå som vid Nulltjärn. Dessa är utbildade som erosionsstrandlinjer i sediment, 596–597 m ö. h. Ovanför denna nivå vidtar morän i sluttningen och på lägre nivåer ned mot ån är dalen täckt av sediment, i vilket Vålån meandrar.

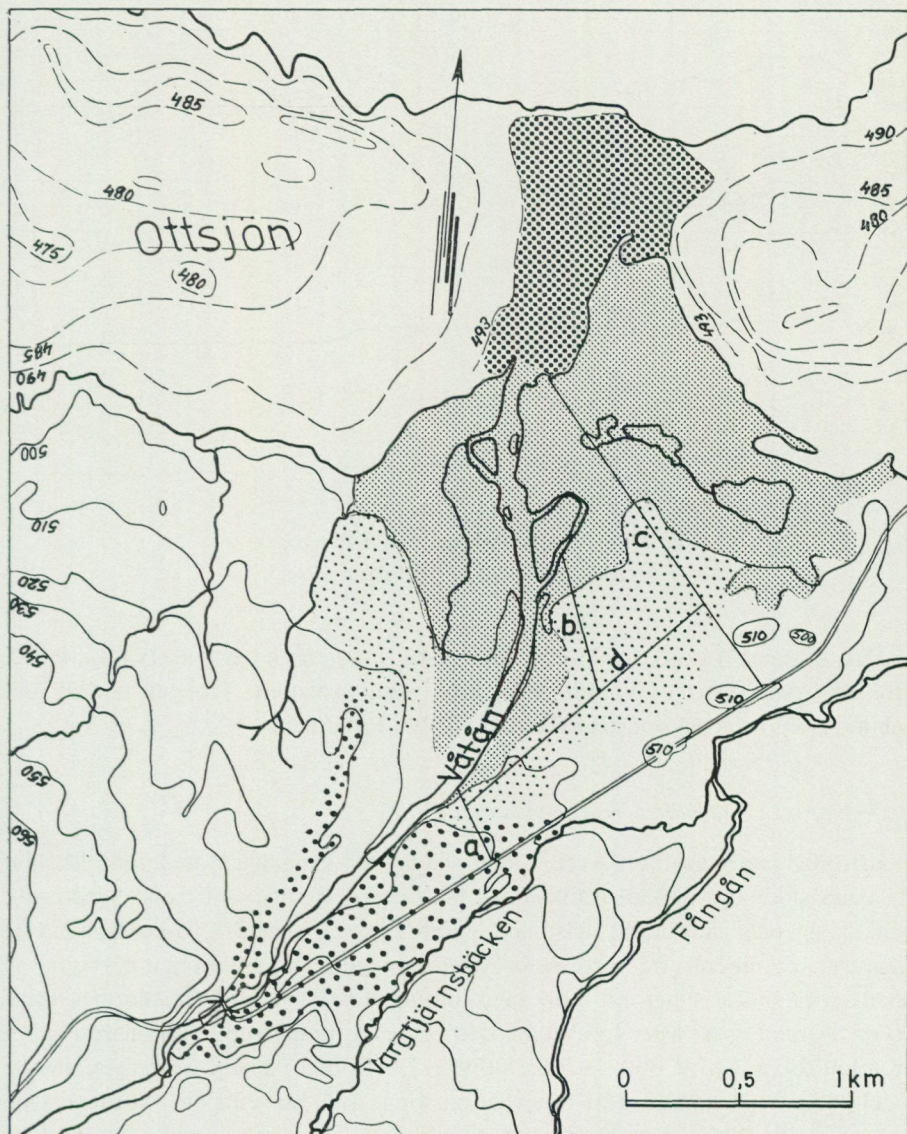


Fig. 23. Fotogrammetrisk karta över Vålåns nedre lopp och dess terrasser. De avvägda sektionerna (fig. 24) är inlagda på kartan. Prickbeteckningen avser olika terrassnivåer.

Photogrammetric map of the lower reaches of the River Vålån and its terraces. The levelled sections in Fig. 24 are shown in the map. The dotted areas indicate different terraces.

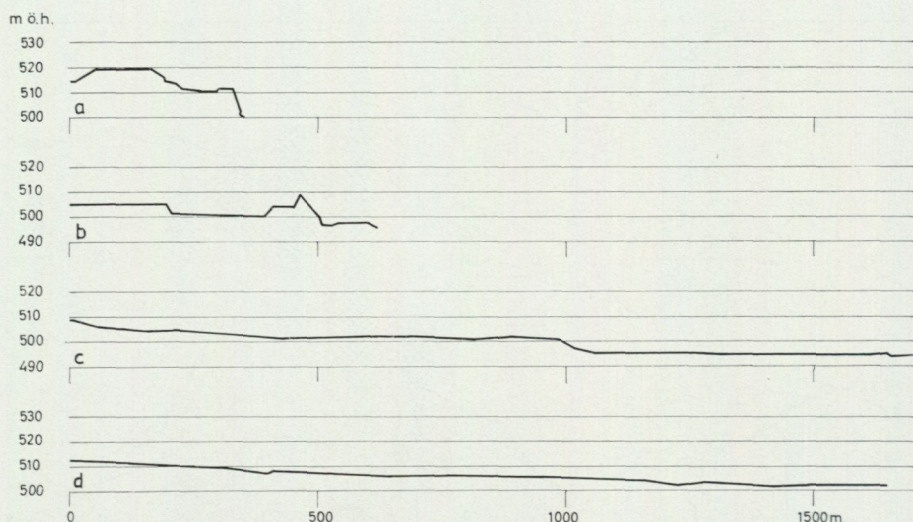


Fig. 24. Avvägda sektioner över Vålåterrasserna.
Levelled sections of the Vålå terraces.

Det ligger nära till hands att anta, att sedimentplatån vid Nulltjärn och erosionsstrandlinjerna i Vålådalen bildats i samma vatten. Troligen har en liten isdämd sjö utbredd sig uppströms pasströskeln i Rekdalen.

Beskrivning, Gulåstadiet–Häckrenstadiet

Nedströms landsvägsbron över Vålån vidgar sig dalgången ned mot Ottsjön. På båda sidor om Vålån utbreder sig breda terrassytor, som trappstegsformigt sänker sig dels mot norr, dels mot Vålån (fig. 23 och 24). Som framgår av figurerna dominerar tre terrassytor. Den avvägda längdsektionen d visar, att terrasserna sluttar svagt mot norr med lutningen 6,2:1 000. Tvärsektionen visar, att de även lutar åt väster (på Vålåns östra sida). Lutningen på sektionerna a, b, c är följande: a 12,7:1 000, b 5,6:1 000, c 2,6:1 000. På den översta terrassen, i det följande benämnd 520 m-terrassen, finns spår av erosion i form av små erosionsdalar. En ca 5 m djup erosionsdal utgår från denna terrass och mynnar i den övre delen av 510 m-terrassen (se nedan). Materialet i ytan utgörs överallt av ett ca decimetertjockt lager av mer eller mindre sandig mo. Under detta ytskikt ligger moränliknande material, som i uppströmsdelen är relativt stenigt. I vissa grävda gropar var moränen svallad. Det övre diagrammet i fig. 25 visar de olika jordartstyperna i 520 m-terrassen.

510 m-terrassen skiljer sig från den föregående genom att den regelbundet lutar mot norr och mot Vålån utan synliga spår av erosion i ytan. Den begränsas i norr av en brant mot den lägre terrassen och även mot Vålån slutar terrassen

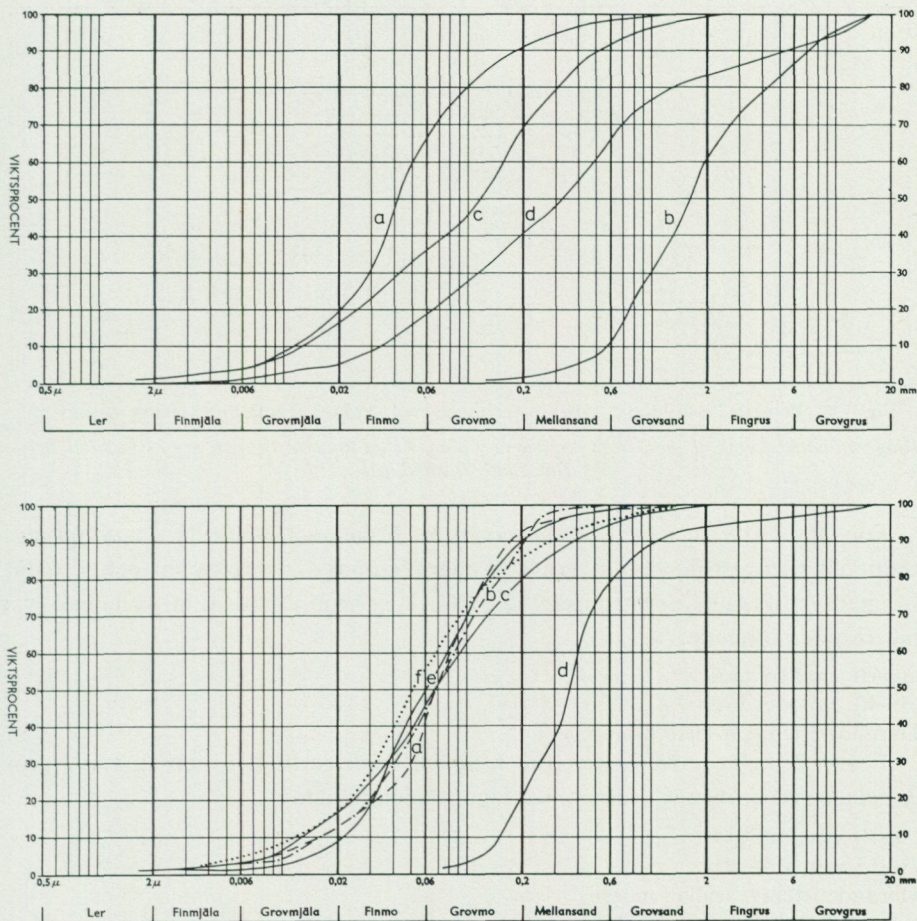


Fig. 25. Kornstorleksfördelning i morän och sediment i Vålåterrasserna. Övre diagrammet: a = Ytlagret av mo mitt på 520 m-terrassen; b = Samma punkt som a, på ca 1 m djup, grusig sand; c = Ytlager av sandig mo på 520 m-terrassens norra del; d = Samma punkt som c, på ca 30 cm djup, moig sand. Nedre diagrammet: a-c = Ytlager av mo på 510 m-terrassen; d = Sand från 30 cm djup, 510 m-terrassen; e-f = Flygmo från Hagavatten, Island.

Grain-size distribution of till and sediments from the Vålå terraces. Upper diagram: a = Surface layer of fine sand in the middle of the 520 m terrace; b = Same point as a, from approx. 1 m depth, gravelly sand; c = Surface layer of fine sand on the northern part of the 520 m terrace; d = Same point as c, from approx. 30 cm depth, sand. Lower diagram: a-c = Surface layer of fine sand on the 510 m terrace; d = Sand from 30 cm depth, 510 m terrace; e-f = Eolian fine sand from Hagavatten, Iceland.

med en brant. Liksom 520 m-terrassen utgörs ytlagret på 510 m-terrassen av mo (kornstorleksfördelning enligt nedre diagrammet i fig. 25). Under ytlagret består materialet i södra delen av svallad, omlagrad morän, men detta material övergår mot norr i allt finare sediment, som längst i norr består av helt sten- och grusfri, finskiktad sand och mo. Skikten stupar 10–20° åt norr.

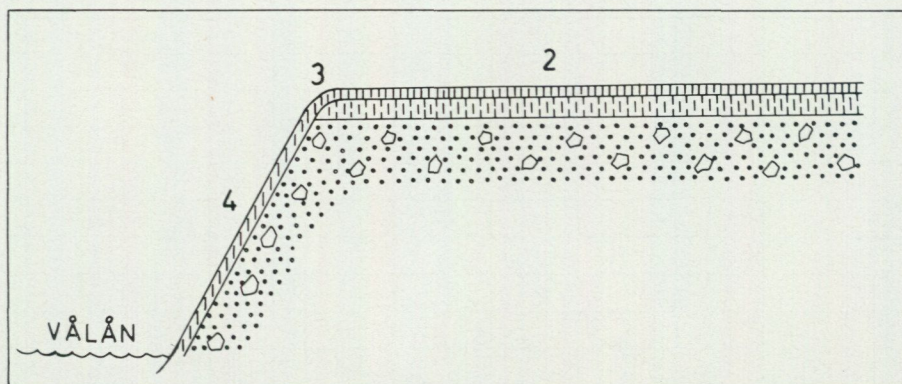


Fig. 26. Principskiss genom 510 m-terrassen vid Vålån. Teckenförklaring se texten.
 Diagrammatic sketch of the 510 m terrace at Vålån. From top downwards: grey fine sand, brown fine sand, washed drift.

För att få klarhet i om 510 m-terrassens brant mot Vålån är en avlagrings-brant eller en erosionsbrant grävdes några gropar i närheten av och i själva branten i terrassens uppströmsdel (fig 26). I en grop ca 30 m in på planet, var lagerföljden följande:

- 0–10 cm Mo, grå.
- 10–40 cm Mo, brun.
- Därunder stenig, svallad morän.

I grop 2, belägen tre meter från branten, var lagerföljden densamma. I grop 3, belägen på krönet av branten, var lagerföljden följande:

- 0–10 cm Mo, grå.
- 10–15 cm Mo, brun.
- Därunder stenig, svallad morän.

I grop 4, belägen i branten, fanns endast ett 10 cm tjockt ytlager av grå mo på den omlagrade moränen.

Materialet i 500 m-terrassen framträder endast nere vid Ottsjön, där stränderna består av sand. För övrigt är materialet dolt av torvlager.

I Ottsjön utbreder sig framför Vålåns mynning ett delta, som når tvärs över Ottsjön. Deltat, som kallas Ridvadet, utgjorde samfärdsled innan landsvägen och landsvägsbron över Storån kom till. Deltaplanet är mycket jämnt. Det är endast utmed sjöns norra strand som Ridvadets vattendjup överstiger 1 m. Materialet i deltat utgörs enligt borrhningar utförda av Indalsälvens Vattenregleringsföretag till största delen av sand.

Tolkning

De stora sedimentytorna vid Nulltjärn har tolkats som avsatta i en sjö, eftersom inga inblandningar av morän har påträffats. Denna sjö har ej haft någon större

utbredning mot norr utan varit ganska smal. Indicium för ett sådant antagande är det förhållandet att den subglacialt bildade åsen längs Vålån ej täcks av sediment. Att 550 m-terrassen byggts ut som ett delta mot norr framgår av att skikten stupar åt detta håll. Emellertid kan ej heller detta delta ha byggts ut i någon större sjö, eftersom det om så varit fallit borde finnas distala finsediment utanför deltat. Sådana saknas dock.

520 m-terrassen med de talrika erosionsrännorna och med ett moränliknande material är närmast att betrakta som en erosionsyta, som utbildats genom Vålåns och Vargtjärnsbäckens meandring. Den torrdal, som mynnar på 510 m-terrassen, har utskurits av Vargtjärnsbäcken. Vid den tidpunkt, då Vargtjärnsbäcken höll denna fåra, mynnade den i en sjö, vars vattenyta låg ca 510 m ö. h. I denna sjö byggdes 510 m-terrassen ut som ett delta, dels av Vålån, dels av Vargtjärnsbäcken. Att branten mot Vålån har uppkommit genom dennas erosion framgår av fig. 26. Det täckande ytlagret av mo har avsatts efter det att branten utbildats, vilket visas av att ytlagret ligger diskordant på lagerföljden i övrigt.

Att Vålån ej blott utbildat själva branten i samband med sänkning av erosionsbasen utan även eroderat uppe på själva terrassytan framgår av dennas olika lutning i olika delar av planet. I ytan syns många små erosionsspår, men troligen har deras ursprungliga, mer markerade former utjämnats av mon i ytan. Ytmon kan vara flygmo. Att avgöra om ett sediment är eoliskt eller ej är mycket svårt, eftersom kornfördelningen ej alltid behöver skilja sig från fördelningen i ett i vatten avsatt sediment (G. Lundqvist 1940, s. 66, 1951, s. 76). En jämförelse mellan tre siktcurvor representerande prov från det ytliga molagret på 510 m-terrassen och två kurvor, som representerar flygmo från Island, (fig. 25) visar att sorteringsgraden är ungefär densamma i alla fallen. För den jämtländska mon är sorteringskoefficienten 1,6, 1,9 respektive 2,2. För den isländska flygmon är värdena 1,7 och 2,1 (jfr Seppälä 1969, s. 169, Falk 1955, s. 116).

Den lägsta terrassen, 500 m-terrassen, är täckt av torvlager och har därför ej kunnat studeras, men det förefaller rimligt att anta, att denna terrass byggts ut som ett delta i en sjö. Det recenta deltat i sjön har ej kunnat börja byggas ut, förrän sjön nått ungefär till sin nuvarande pasströskel (s. 30).

LAPPTJÄRNSBÄCKEN

Vid Lapptjärnsbäcken har två olika terrasser påträffats, en högre på 611,3–618,1 m ö. h. och en lägre på ca 600 m ö. h. De är bäst utbildade på Lapptjärnsbäckens västra sida, men rester av dem finns även på östra sidan. I den högre terrassen har bäcken skurit sig ned ca 5 m.

Materialet i den högre terrassen utgjordes av mellansandig mo (kurvorna d, e, fig. 27) och i den lägre av icke varvig finmoig mjåla (kurva c, fig. 27). På Lapptjärnsbäckens östra sida, 300–400 m från bäcken, utgjordes materialet

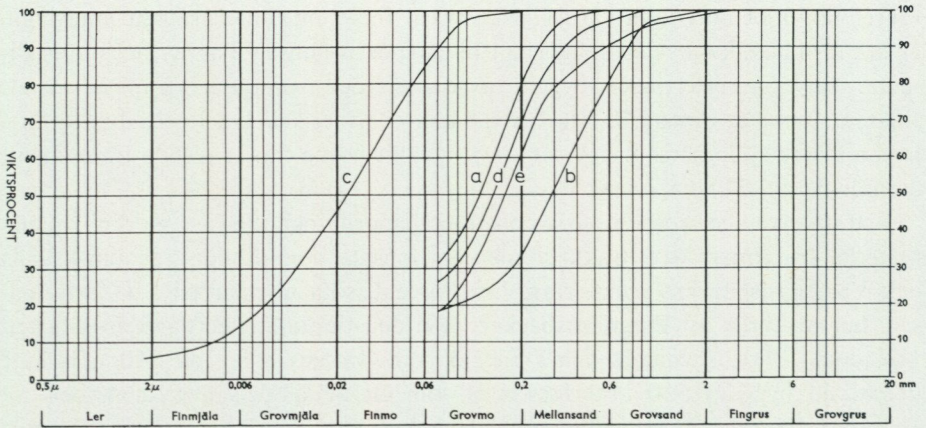


Fig. 27. Kornstorleksfördelning i sediment vid Lapptjärnsbäcken. a = 590 m ö. h., öster om Lapptjärnsbäcken. b = 601 m ö. h., öster om Lapptjärnsbäcken. c = 600 m ö. h., väster om Lapptjärnsbäcken. d = 615 m ö. h., väster om Lapptjärnsbäcken. e = 615 m ö. h., väster om Lapptjärnsbäcken.

Grain-size distribution in sediments by the stream Lapptjärnsbäcken. a: 590 m above sea level, east of stream. b: 601 m above sea level, east of stream. c: 600 m above sea level, west of stream. d: 615 m above sea level, west of stream. e: 615 m above sea level, west of stream.

på 590–601 m ö. h. av sandig mo och moig sand (kurvorna a, b, fig. 27).

Lutningen på det högre planet är från söder till norr 24:1 000 enligt avvägning längs en rågång i nord-sydlig riktning.

RÅGÅNGEN SÖDER OM AUMEN

En avvägning uppför den södra dalsidan har gjorts utefter en rågång i riktningen N 10°V–S 10° O. Rågången är belägen ungefär mitt för Aumens södra sida.

I den övre delen av den avvägda sektionen förekommer talrika mindre blocksträngar och terrassytor, som visar att området påverkats av erosion och svallning. Den högst belägna terrassytan (A) i sektionen ligger 551,7–555,0 m ö. h. Den är täckt av en ca 110 m bred myr. Ca 30 m norr om myren ligger en 51 m bred terrassyta (B) på 546,8–548,6 m ö. h. Nedanför B-terrassen följer C-terrassen 537,8–541,4 m ö. h.

Den största terrassytan i rågången är ca 450 m bred och ligger 511,9–514,8 m ö. h. (D). I norr avslutas ytan av en terrassbrant, vid vars fot två blockhak på 501,1 respektive 502,6 m ö. h. är belägna. Terrassytan är genomskuren av Östra Aumbäcken, som meandrar starkt. Bäckens skär rågången minst åtta gånger. Genom Aumbäckens erosion har den övre delen av terrassen fått sin yta något sänkt.

Nedanför de båda blockhaken utbreder sig nästa stora terrass (E), vilken är 450 m bred och belägen 488,5–498,8 m ö. h. Den är täckt av en myr och begränsas i norr av en i ost-västlig riktning löpande moränrygg.

I de terrasser, som ej är täckta av myrar, har gropar grävts. Materialet i B-terrassen utgjordes av morän. C-terrassen bestod i ytan av något stenig, moig mjäla. I D-terrassens högre del, där bäcken meandrar, var materialet stenigt i ytan. I den lägre delen av terrassen var jordarten ned till minst 1 m finmoig mjäla.

Ur den avvägda sektionen har lutningen på de olika terrasserna beräknats:

A-terrassen	29,9 : 1 000
B-terrassen	34,4 : 1 000
C-terrassen	35,2 : 1 000
D-terrassen	6,7 : 1 000
E-terrassen	22,9 : 1 000

D-terrassen skiljer sig markant från de övriga såväl beträffande jordarter som lutning. Värdena på lutningen av D-terrassen och Vålåns 510 m-terrass, som är 6,2 : 1 000, är likartade. Terrasserna ligger även på samma nivå, varför man kan anta att de uppbyggts på likartat sätt och i samma vatten (jfr Andersen 1969, s. 305).

GULSJÖN

Vid Gulåns östra strand, 400–500 m nedströms Gulsjöns nutida utlopp och vid mynningen av en österifrån kommande bäck, finns ett deltaplan som ligger 509,3 m ö. h. (fig. 5). Terrassen avslutas mot Gulån av en ca 20 m hög erosionsbrant, numera vegetationstäckt. Även den österifrån kommande bäcken har eroderat sig ned i terrassen. Materialet i deltaytan utgörs av mo, åtminstone ned till ett djup av 1,5 m. Terrassen vid Gulån har troligen utbyggts som ett delta i en sjö belägen utanför den lilla bäcken som kommer från öster.

OMRÅDE G 1

Den nya vägen mellan Fångåmon och Håckren skär på sträckan 27/000–27/500 genom två grusryggar, vilka är åtskilda av en djup svacka (pl. 1 a). Ryggarna löper i ca nordnordost–sydsydväst. Ryggarna utgår båda från en moränsluttning, och den västra ryggen bildar närmast sluttningen ett brett plan, ca 560 m ö. h. Detta plan begränsas i sin östra del, liksom även i den östra delen av ryggen, av en brant sluttning. Även den östra ryggen når en höjd av 560 m ö. h. Den mellanliggande svackans botten ligger ca 30 m nedanför den västra ryggens krön vid vägs kärningen. Dess botten stiger från mynningen mellan ryggarna sakta mot sydväst till ca 520 m ö. h. Där övertväras den av en vinkelrätt mot sänkan löpande höjdsträckning, som når 532 m ö. h. Svackans fortsättning mot sydväst utgörs av en långsträckt grop, vars botten ligger 518 m ö. h.

Den västra ryggen består i vägs kärningen av skiktat material av grus, sand och mo (fig. 28). Av snitt i ryggen, skurna dels parallellt med ryggen, dels



Fig. 28. Västra ryggen i område G 1. – Foto Karin Eriksson.

The western ridge in area G 1.

vinkelrätt mot denna, framgår att skikten i stort sett stupar mot sydsydost. Även den östra ryggen består i vägskärningen av skiktade sediment. Av borrhningar i den tvärställda ryggen i svackan har det visat sig, att också där materialet utgörs av mer eller mindre stenig och grusig sand. I sluttningen söder om vägen är ytan täckt av löst liggande block, som är väl rundade.

Svackan mellan de båda ryggarna kan ej vara bildad genom erosion av rinnande vatten, eftersom den tvärgående ryggen då borde ha borteroderats. Den är istället sannolikt en stor dödisgrop. Ryggarna torde ha byggts upp i sprickor i isen på båda sidor om den nuvarande svackan, i vilken dödis legat. De branta sluttningarna är i så fall bildade genom iskontakt. Under isens avsmältning har senare en lateral vattenyta på 560 m ö. h. planat av ytan på denna nivå. Att vatten även påverkat sluttningen bevisas av den kalspolade, blockiga ytan.

Längs den södra dalsidan mellan Gesten och Håckren påträffas flera liknande ryggar, vilka löper vinkelrätt mot dalsidan. Alla dessa uppvisar brant stående sidor och torde utgöra exempel på glacifluviala bildningar, som avsatts i sprickor eller tunnlar i isen. Det torde närmast vara fråga om slukåsar, som i senare stadium blivit påverkade i ytan av svallning. Denna torde ha ägt rum i Gulåstadiets första skede.

SYDOST KLUCKSHÄCKREN

Vid Håckrens södra strand 1 km sydost om Kluckshäckren mynnar en 1,5 km lång kanjon. Denna kanjon, i vilken en liten bäck rinner, börjar ca 580 m ö. h. i en myr. Kanjonen är nedskuren i berg och har sin mynning ca 530 m ö. h. Utanför kanjonmynningen utbreder sig en terrassyta, som från proximal till



distal del har en bredd av 200–300 m. Längs höjdkurvorna har terrassen en längd av ca 400 m. Jordarten i terrassen utgörs av blockigt och stenigt, osorterat material. Stenarna och blocken är rundade. Terrassytan avslutas av en brant, som i den norra delen av terrassen övergår i den jämna sluttningen ned mot Kluckshäckren. I den södra delen av terrassen finns nedanför branten ett lägre plan 520–522 m ö. h. täckt av en myr.

På högre nivå, ovanför den stora 530–536 m-terrassen, finns utanför kanjonens väggar markerade, plana nivåer 540–542 m och 550–552 m ö. h.

Eftersom inga skärningar har funnits tillgängliga, går det ej att med säkerhet avgöra hur terrasserna sydost om Kluckshäckren bildats, men då området till utseende och läge liknar Spjättenområdet, kan man möjligen räkna med att även det uppbyggs intill stagnerad is.

OMRÅDE C, HÄCKREN

Område C:s läge och omfattning framgår av fig. 29 och 30.

Inför dammbygget schaktades nio provslitsar i området. Vidare har borrhning med linstötborr samt seismiska undersökningar utförts. Senare har området exploaterats som tätjord till dammen.

Såväl de seismiska profilerna som borrhningarna har visat, att jorddjupet är relativt stort. I en av de seismiska profilerna uppgår jorddjupet i en punkt till ca 19 m. Större delen av området är i ytan täckt av ett 0,5–1,5 m mäktigt lager av finmoig mjåla. Före exploateringen har detta avtäckts. Under detta lager är jordarten till övervägande del morän.

Lagerföljden i slits C IX (503–511 m ö. h.) skiljer sig från övriga slitsar i området. Ytlagret ned till ca 30 cm består av block och sten, under vilket

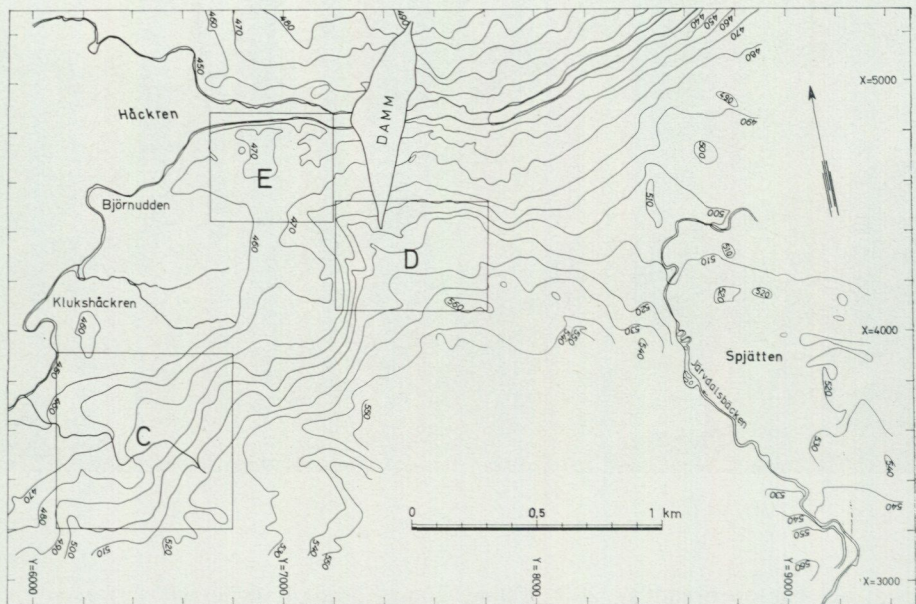


Fig. 29. Fotogrammetrisk karta över området kring Håckrendammen med delområdena C, D, E markerade. — Sammanställd efter kartor från Indalsälvens Vattenregleringsföretag.

Photogrammetric map of the area round the Håckren dam.

ligger skiktad sand och mo (fig. 31). Sand- och molagren, som har inlagringar av grövre fraktioner och enstaka stenar, är veckade.

Slits C IV är belägen i den nordvästra delen av en kulle, vars topp når 528 m ö. h. Materialet i slitsen består av en ganska rikblockig, stenig, moig morän. På kullens yta finns rikligt med block. I slitsen gjordes en riktninganalys (fig. 32). Denna visar, att stenarna har en tämligen spridd orientering.

OMRÅDE D, HÅCKREN

Söder om Håckren ligger ett område, som benämns område D i Håckrenundersökningen. Området utgörs av ett i nord-sydlig riktning ca 200 m brett och i ost-västlig riktning ca 500 m långt plan på 516–520 m ö.h. De norra och västra sidorna av detta begränsas av mer eller mindre branta sluttningar mot dalen.

I området har fem stora slitsar schaktats. Vidare har AB Elektrisk Malmletning utfört fyra seismiska profiler där. Senare har en del av området exploaterats som tätjord till dammen. Läget av slitsarna och de seismiska profilerna framgår av fig. 29 och 33.

Den seismiska undersökningen visar, att jorddjupet är störst i de yttre delarna av planet. Där finns djup på över 18 m. Mot söder, dvs. uppåt dalsidan, avtar jorddjupet. Berg går i dagen i flera punkter 520–523 m ö. h.

Jordarten i området utgörs huvudsakligen av blockrik morän i vilken även

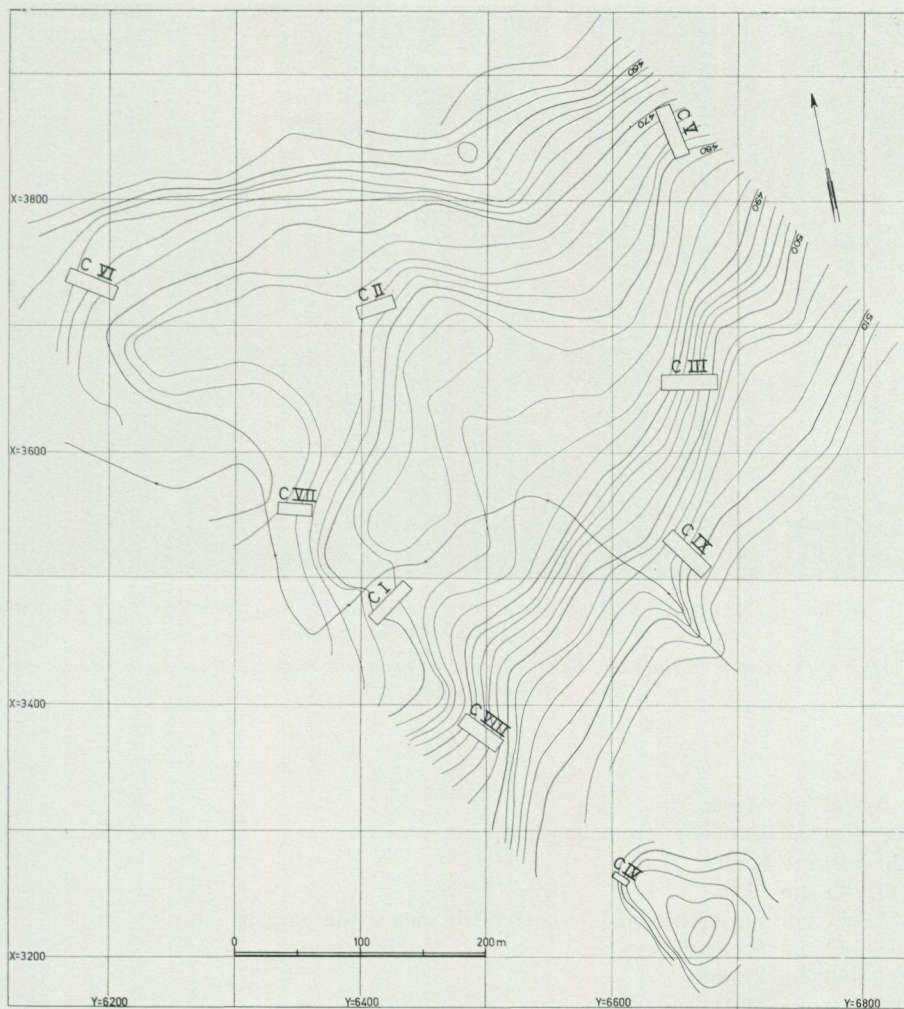


Fig. 30. Område C, Häckren. – Kartan framställd av Indalsälvens Vattenregleringsföretag.
Area C, Häckren.

sorterat material ingår.

Slits D II är den enda av slitsarna, som når in på själva planet. Den ligger orienterad i nord-sydlig riktning med den södra delen 519 m ö. h. och den norra delen i slutningen 513 m ö. h. Materialet utgörs enbart av blockrik morän utan inslag av sediment.

Slits D III är belägen ca 100 m nordväst om D II i terrassbrantens slutning (slitsens södra del 513 m ö. h. och norra del 502 m ö. h.). I denna slits är lagerföljden en helt annan än i den föregående. I västra väggen noterades följande lagerföljd:



Fig. 31. Slits C IX i område C, Häckren. Under ytlagret av block och sten ligger skikt av sand och mo. – Foto Karin Eriksson.

Cutting C IX in area C, Häckren. Below the surface layer of boulders and stones there are layers of sand and fine sand.

- 0–100 cm Morän.
- 100–120 cm Grovmo och mellansand.
- 120–140 cm Sand.
- 140–143 cm Grus.
- 143–163 cm Finskiktad sand, mo och mjäla med sandlinser (fig. 34).
- 163–183 cm Sten och grus.
- 183–480 cm Morän.
- 480–530 cm Skiktad sand och mo.
- Därunder rasbrant.

Slits D I är belägen i sluttningen 100 m sydväst om D III och är utsträckt i nordväst-sydostlig riktning. Dess sydöstra, övre del ligger 514 m ö. h. och den lägre, nordvästra delen ligger 505 m ö. h. Även i denna slits påträffas sediment, nämligen i inre, östra väggen. Där ligger i ytan (514 m ö. h.) ca 1 m blockrik morän, och därunder sand och steniga gruslager samt underst blockrik morän. Sedimenten ligger 511–512 m ö. h. och går i sluttningen ut i ytan vid denna nivå. I de nedre delarna av såväl den södra som den norra väggen utgörs materialet enbart av morän.

Slits D VI är belägen 100 m norr om slits D I 502–509 m ö. h. Materialet utgörs uteslutande av blockrik sandig-moig morän.

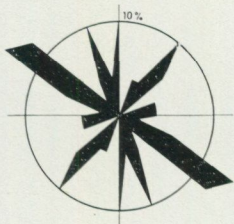


Fig. 32. Stenorienteringsanalys från slits C IV, Håckren.

Orientation of stones in cutting C IV, Håckren.

Slits D IV slutligen är belägen 100 m nordväst om D VI 486–491 m ö. h. Där påträffades i markytan stenigt, osorterat material ned till ca 0,5 m. Därunder följer 1–2 m skiktad horisontellt lagrad sand. Därunder ligger dels sten- och gruslager, dels block och sten i sand- och molager.

De ovan beskrivna slitsarna visar, att materialet i området huvudsakligen består av morän, men att det på nivåerna 511–512 och 490 m ö. h. förekommer välsorterade sediment.

Den del av området, där tätjord exploaterats, är belägen mellan slitsarna D II och D III. Även där kunde sediment iaktas på ungefär samma nivå. I slutningen gick ett skikt av mjälig finmo i dagen ca 511 m ö. h. Detta skikt låg utefter slutningen och var täckt av ett tunt sandigt gruslager. Under detta skikt följde ca 1 m grusigt-sandigt material, under vilket låg ett andra skikt av mjälig finmo (kurva c, fig. 35). Detta skikt tunnade ut uppåt och upphörde ca 510 m ö. h. Där vidtog stenigt moränmaterial.

SPJÄTTEN

Söder om Håckerströmmen på slutningen upp mot Sällsjöfjället ligger Spjättens fäbod på en stor terrass. Ovanför denna finns andra stora terrasser. Eftersom delar av dem innehåller material lämpligt som stödlager i dammen, har borrhningar och provslitsar gjorts. Allteftersom grustäkten fortskridit, har jag studerat skärningarna. Undersökningsområdet vid Spjätten har uppdelats i fem delområden, benämnda Sa, Sb, Sc, Sd och Se. Deras läge framgår av fig. 8 och 29. Inom samtliga delområden förekommer terrassytor av växlande storlek.

Beskrivning

Sc är det högst belägna området. Inom detta förekommer fyra mindre terrassplan på respektive 562, 557–559, 544–546 och 533–538 m ö. h. De båda lägre nivåerna sammanfaller med Sb:s respektive Sa:s nivåer. Borrhningarna och provgroparna har visat, att materialet i Sc består av mer eller mindre stenigt, sandigt grus. Mäktigheten av ackumulationen är okänd, eftersom berg

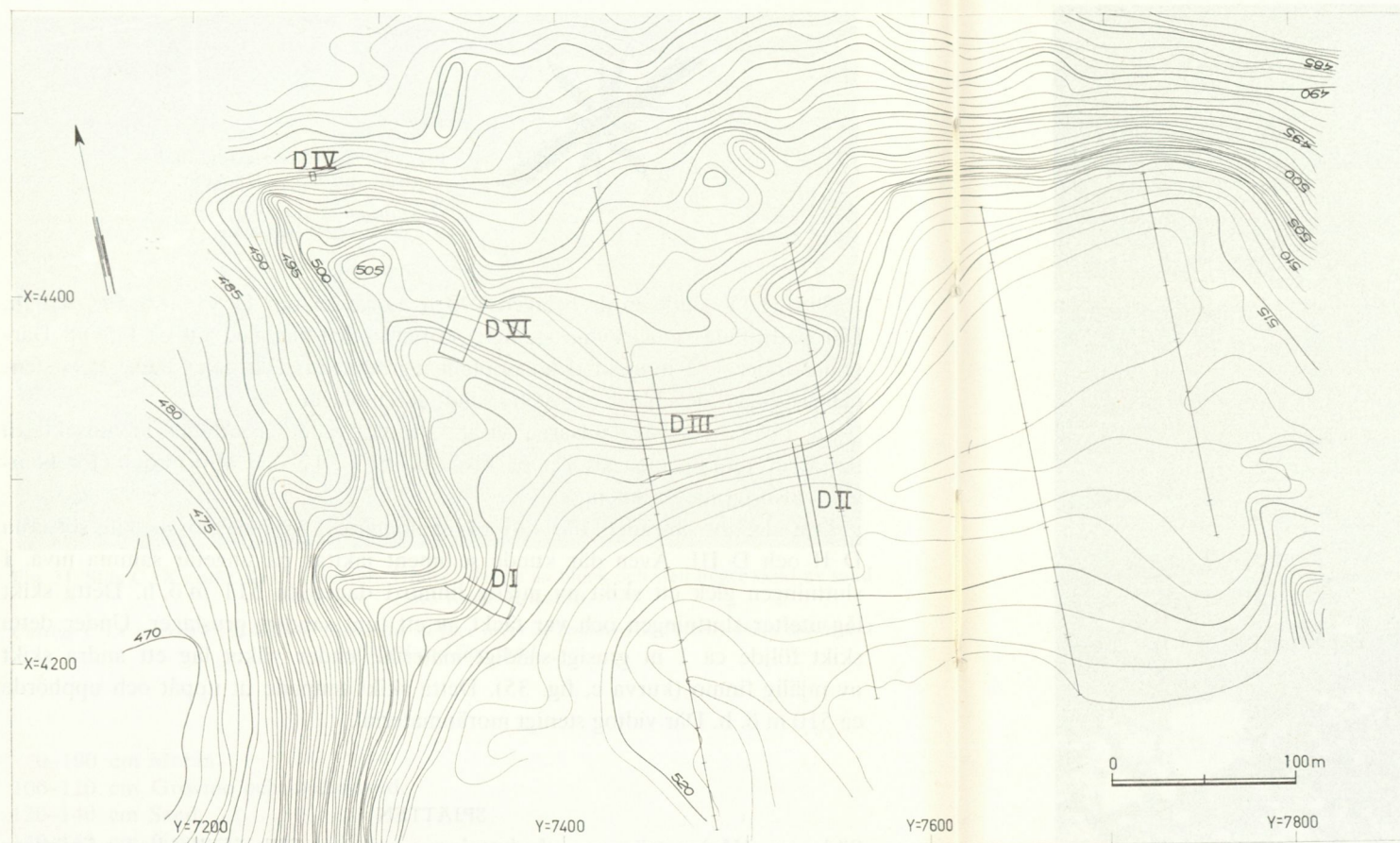


Fig. 33. Område D, Häckren. – Kartan framställd av Indalsälvens Vattenregleringsföretag.

Area D, Häckren.

aldrig nåtts i något borrhål trots borrhålsdjup på 15 m. Sc begränsas i öster av den tvära erosionsbranten ned i Järvdalsbäcken, på vars andra sida Sb utbreder sig. I Sc har material till dammen ej tagits.

Sb utgörs av en stor terrass, vars plan ligger ca 546 m ö. h. I öster begränsas området av en brant, vars botten utgör en torr erosionsdal. På andra sidan erosionsdalen utbreder sig Sa. I område Sb har stora slitsar schaktats.

Sb III är belägen i den östra delen av slänten ned i erosionsrännan. Materialet är mycket blockrikt, stenigt och moränartat och verkar svallat. I detta material är sand den finaste fraktionen. Här och var förekommer lager och linser av grus och sand. I terrassplanets yttre kant är lagerföljden följande:

0–300 cm Blockigt, moränartat material.

300–350 cm Grusig sand.

Därunder blockigt, moränartat material.

Det 50 cm tjocka skiktet av grusig sand ligger horisontellt och är avskuret i brinken.

Sb IV är belägen 100 m nordost om föregående slits. Även här är materialet storblockigt, grusigt, sandigt och osorterat med inslag av sediment. I terrassens yttre kant är lagerföljden följande:

0–350 cm Blockrik, grusig, sandig morän.

350–360 cm Mo.

Därunder stenigt grus.

Molagret, som ligger horisontellt, går ut i branten.

Sb V är belägen i den västra sluttningen. Även i Sb V utgörs ytmaterial av ursköljt, moränliknande material, dock ej så storblockigt som i de föregående. Under detta ligger i den norra väggen 50 cm sand. Därunder följer grus. I den södra väggen förekommer flera tunna moskikt i grus och morän-



Fig. 34. Sediment med växellagrade skikt av sand, mo och mjåla i slits D III. – Foto Karin Eriksson.

Layers of fine sediments in cutting D III.

liknande material.

Sb II ligger vid foten av föregående slits. Liksom i de andra slitsarna består ytlaget av ursköljt, stenigt och blockigt material. Därunder följer ett ca 15 cm tjockt lager av moig sand.

Sa (fig. 36) är det område, som undersökts utförligast och som exploaterats för stödjord till dammbyggnaden. Området utgörs av en stor terrass, vars plan ligger 536,5–538,5 m ö. h. I den sydöstra delen finns ett mindre och högre plan 544,5–546,5 m ö. h.

I ytan förekommer överallt ett osorterat, stenigt, delvis blockigt material. Detta har en mäktighet av 1–2 m. Därunder ligger mer eller mindre välsorterade sediment. Dessa har i detalj kunnat studeras under schaktningens gång.

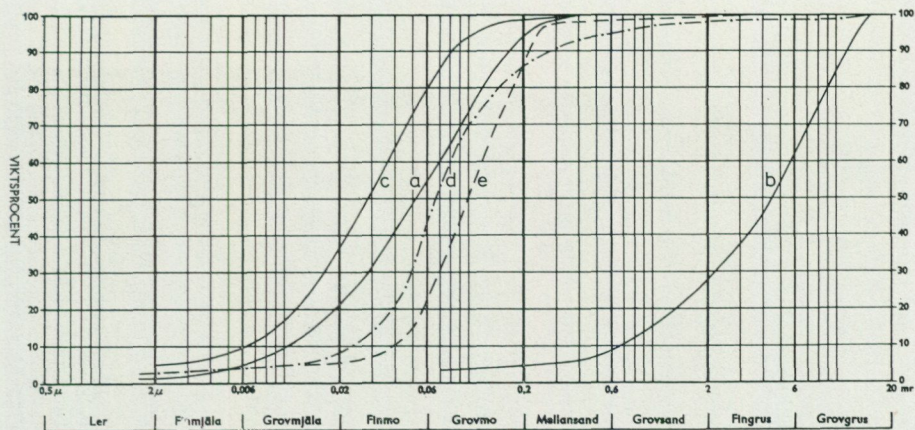


Fig. 35. Körnstorleksfördelning i sediment från följande områden: a = Söder om Gesten; b = Söder om Gesten; c = Område D, Häckren; d = Sa-terrassen, Spjätten; e = Sa-terrassen, Spjätten.

Grain-size distribution in sediments from a: South of Gesten, b: South of Gesten, c: Area D, Häckren, d: The Sa terrace, Spjätten, and e: The Sa terrace, Spjätten.

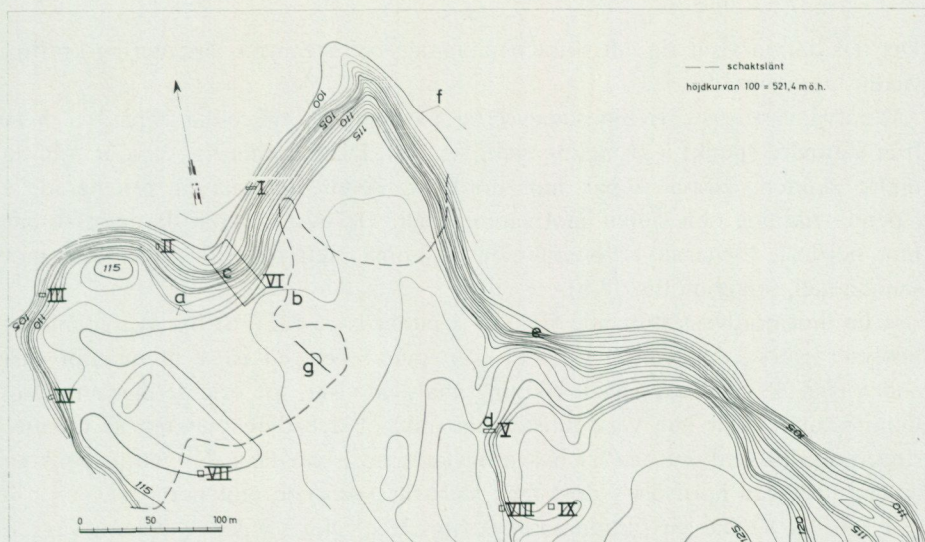


Fig. 36. Sa-terrassen, Spjätten. Bokstäverna markerar foto- och observationspunkter. – Kartan framställd av Indalsälvens Vattenregleringsföretag.

The Sa terrace, Spjätten. The letters indicate photographic and measuring points.



Fig. 37. Lokal för stenorienteringsmätningar i område Sa, Spjätten (punkt a i fig. 36). Mät-punkterna är markerade på fotot. – Foto Karin Eriksson.

Site of stone orientation measurements in area Sa, Spjätten, point a in Fig. 36. The measuring points are marked.

Det har därvid visat sig, att skiktens stupning och stenarnas orientering kraftigt växlar inom området.

De två västligaste riktningsanalyserna har gjorts i två olika lager, ca 5 m från varandra (punkt a på fig. 36 samt fig. 37). Diagrammet fig. 38 a är från de undre skikten. Dessa stupar mot nordväst. Även stenarna är orienterade i i denna riktning och stupar mot samma håll. De övre skikten däremot stupar mot nordost. Stenarna är orienterade i samma riktning och stupar alla mot samma håll, (diagram fig. 38 b).

I de mot nordväst stupande skikten (i punkt b på fig. 36) har två riktningsanalyser gjorts, den ena (fig. 38 c) i en punkt belägen ca 1 m ovanför den andra (fig. 38 d). Dessa båda riktningsanalyser visar, att orienteringen t. o. m. inom samma skikt kan vara fullständigt olika. I den övre punkten är orienteringen nordost-sydväst med stenarna liggande horisontella. I den undre punkten är orienteringen nordväst-sydost med stenarna stupande mot nordväst.

I slits Sa VI har en riktningsanalys (fig. 38 e) gjorts i den sydvästra väggen (punkt c på fig. 36). Den dominerande stenriktningen är nordväst-sydost med dominerande stupning mot nordväst.

Materialets växlande sammansättning och stratigrafi illustreras i fig. 39–43.

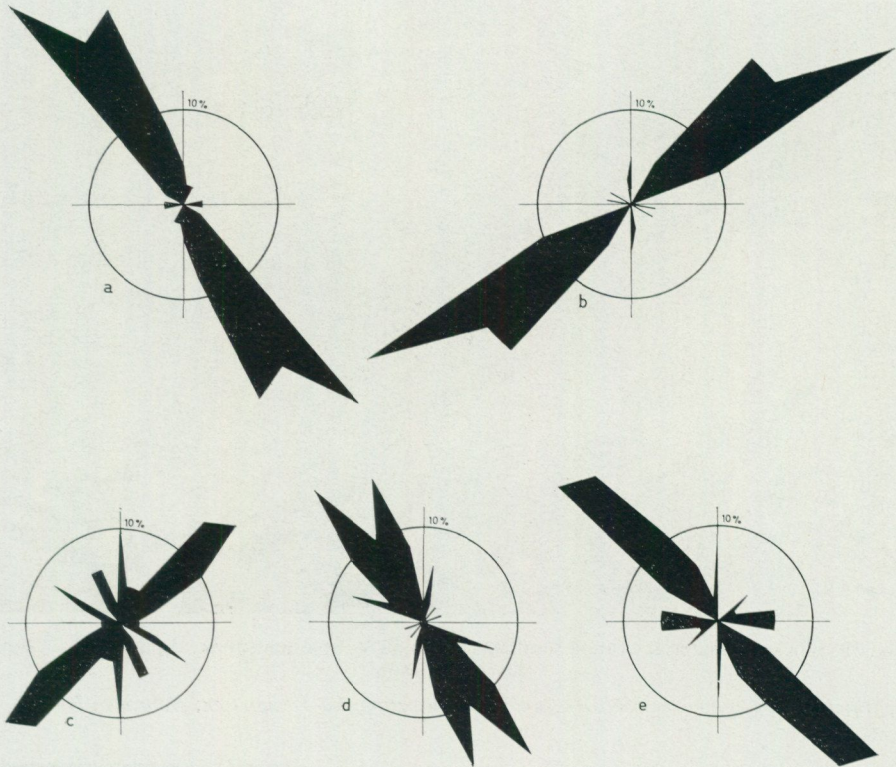


Fig. 38. Stenorienteringsanalyser från område Sa, Spjätten. a = Punkt a på fig. 36. b = Punkt a på fig. 36. c = Punkt b på fig. 36. d = Punkt b på fig. 36. e = Punkt c på fig. 36.

Orientation of stones in area Sa, Spjätten. a: Point a in Fig. 36. b: Point a in Fig. 36. c: Point b in Fig. 36. d: Point b in Fig. 36. e: Point c in Fig. 36.

Lagerföljder liknande dem i område Sb förekommer även inom Sa, t. ex. i slits Sa V (fig. 39). Överst ligger 1–2 m blockigt moränliknande material. Därunder följer ett horisontellt liggande molager och därunder stenigt och grusigt material.

På fig. 40 (punkt e på fig. 36) syns lagerföljden i den i ungefär ost-västlig riktning löpande branten. Ytlagren består av det blockiga moränliknande materialet. Under detta följer lager av sten, grus, sand och mo. Skikten går rakt ut i branten utan att följa sluttningen.

Fig. 41 (punkt f på fig. 36) visar skärningen längre i väster. Även här utgörs ytlagret av osorterat moränliknande material, under vilket följer skiktat material av sten, grus och sand. Skikten är något oregelbundna men i stort sett stupar de mot nordväst. Den på högra delen av fotot kvarstående sluttningen mot höger utgör en del av terrassbranten. I motsats till förhållandena i den ost-västliga branten följer lagren branten konformt.



Fig. 39. Blockrikt material ovanpå sandlager i slits Sa V, Spjätten (punkt d på fig. 36). – Foto Karin Eriksson.

Material rich in boulders above a sand layer in cutting Sa V, Spjätten, point d in Fig. 36.



Fig. 40. Detalj av lagerföljden på fig. 41. – Foto Karin Eriksson.

Detail of sediments in Fig. 41.

Fig. 42 (punkt g på fig. 36) är ett panorama över den halvcirkelformade skärningen. På fotot ser det ut som om skikten överallt stupar åt samma håll. Men eftersom panoramafotot täcker 180° , är detta förhållande endast skenbart. I verkligheten förhåller det sig så, att skikten i den norra väggen (se kartan, fig. 36) stupar mot nordväst. I den södra väggen däremot stupar skikten mot öster. Materialet utgörs av omväxlande sand och grus. I den nordvästra delen (vänstra delen av panoramat) är materialet mera blockigt och skiktningen mindre väl framträdande. I hela skärningen ligger i ytan ett lager av osorterat, blockigt material. På fotot är detta material delvis avtäckt.

Gruset och sanden i Sa har en mäktighet av ca 16 m. Överallt i Sa har i schaktbotten, ca 520 m ö. h., ett molager påträffats. Eftersom denna mo ej bar grävmaskinerna och ej kunde dräneras, kunde exploateringen ej nå djupare. Kornfördelningskurvorna d och e i fig. 35 är från två moprover, som tagits i gropar intill skärningen vid punkt a i fig. 36. Molagret är där ca 0,5 m mäktigt och underlagrat av sand.

Se-området är det inom Spjätten till ytan största området (fig. 8). Det utbreder sig norr om Sa. Området utgörs av en jämn yta på 520 m ö. h., över vilken höjer sig några moränkullar.

Området har exploaterats, men brytningen har endast kunnat ske ner till några få meters djup. Grundvattenytan ligger nämligen ca 515 m ö. h. beroende på att det över större delen av området på denna nivå ligger ett molager. Om detta molager har förbindelse med molagret under Sa har ej med säkerhet kunnat fastställas.

Det exploaterade materialet är i den södra delen blockigt, stenigt och moränliknande, även om en viss skiktning kan iaktas i de finare fraktionerna. En helt annan sammansättning har materialet i den nordvästra delen. Intill en uppstickande moränkulle består materialet huvudsakligen av sand och mo.

Innan exploatering skedde, gjordes ett försök att dränera området, genom att ett dike grävdes i nordost-sydvästlig riktning. I dikets nordvästligaste del är materialet blockigt, stenigt och väl rundat (fig. 43). I en skärning sydväst om diket fanns i ytan relativt dåligt sorterat, stenigt material. Under detta låg skikt av sten, grus och sand samt ett metertjockt lager av sand.

Sd-området utgör en direkt fortsättning på Se-området (fig. 8). Det utgörs av ett plan och en sluttning ned mot Järvdalsbäcken. Terrassen består av sediment, som i den östra delen till övervägande del utgörs av sten och grus, medan det i området närmast Järvdalsbäcken förekommer mjäla. Där upp-mättes följande lagerföljd:

- 0–200 cm Stenig mo.
- 200–350 cm Skiktad sand och mo.
- 350–380 cm Skiktad mo och mjäla, veckad och förkastad.



Fig. 41. Sa-terrassen från punkt f på fig. 36. Skikten stupar mot höger på bilden, d. v. s. mot nordväst. – Foto Karin Eriksson.

The Sa terrace from point f in Fig. 36. The layer slopes downwards to the right, i.e. to the northwest.



Fig. 42. Sa-terrassen från punkt g på fig. 36. – Foto Karin Eriksson.

The Sa terrace from point g in Fig. 36.

380–430 cm Mjåla.
Därunder grus och sand.

I den östra delen av området gjordes en stenorienteringsanalys (fig. 44). Stenarna är orienterade huvudsakligen i N 60° V–S 60° O.

Tolkningar

En schematisk bild av uppkomsten av terrasserna vid Spjätten samt områdena C och D presenteras i fig. 45 och 46. Det material som uppbyggt terrasserna



har transporterats i de nu torra erosionsdalar, som mynnar ovanför terrasserna. Det härrör från området mellan Sällsjöfjället och Håckervalen. Där har enligt Mannerfelt (1945) smältvatten varit uppdämt, som vid isavsmältningen bland annat avbördats norrut över pasströskeln mellan nämnda fjäll. Då smältvattnet började strömma norrut över Sällsjöfjällets nordsluttning, har is ännu kvarlegat i Håckrendalen. Terrasserna har byggts upp mot denna isrest. Att de är iskontaktbildningar framgår bl. a. av de skärningar, som visar att lagren slutar blint i branterna. Allteftersom isen sjunkit ihop i Håckrendalen, har successivt lägre terrasser byggts upp. Möjligen kan varje terrassnivå motsvara



Fig. 43. Isälvmaterial i område Se, Spjätten. – Foto Karin Eriksson.

Glaciofluvial material in area Se, Spjätten.

ett års avlagringar och i så fall avspegla isens ihopsjunkning. De övre terrasserne torde närmast kunna klassificeras som lateralterrasser delvis avsatta i öppet vatten. Det lägst belägna området, Sd, har troligen avsatts i öppet vatten, i en liten kantdämd sjö. I samma läge har troligen sedimenten i områdena C och D avsatts (Jfr J. Lundqvist 1957, s. 9).

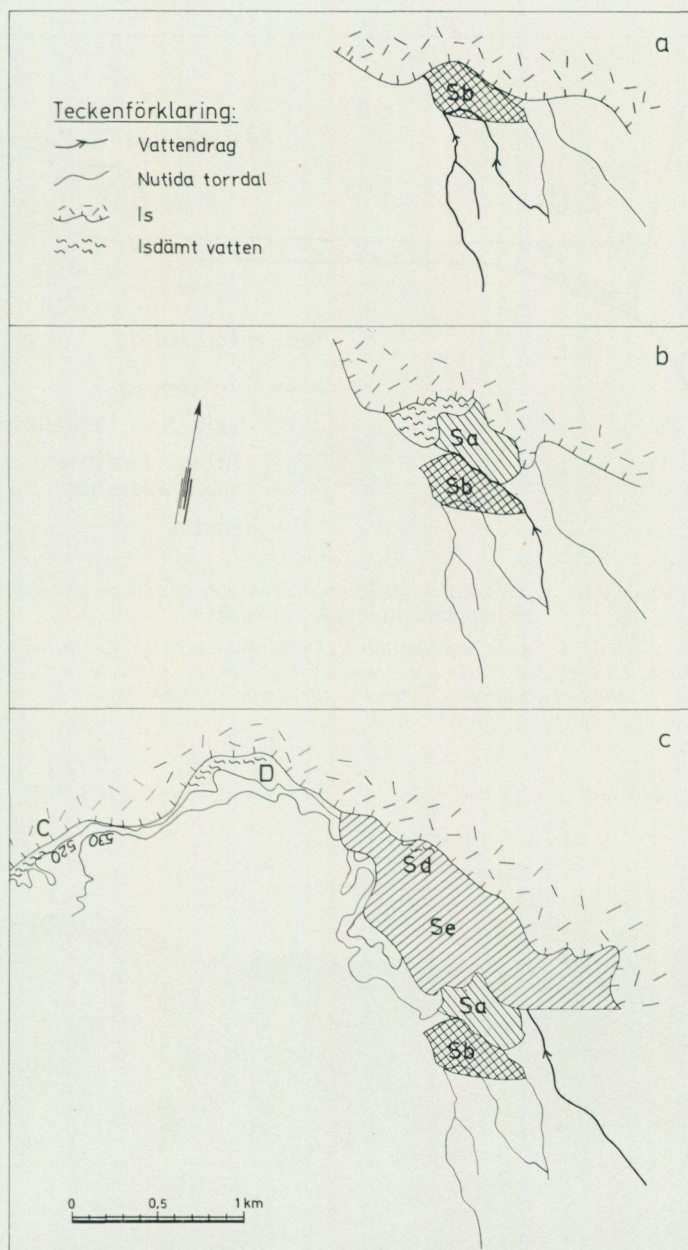


Fig. 45. Schematisk skiss visande Spjättenterrassernas uppkomst. a: De översta terrasserna (Sb) byggs upp som iskontaktbildningar mot isen. b: Den lägre belägna Sa-terrassen byggs i sin östra del upp mot isen och i sin västra del ut i en kantdämd liten sjö. c: De lägsta terrasserna Se-Sd byggs upp mot den hopsjunkande isen, Sd delvis i en kantdämd sjö. Vid ungefär samma stadium avsätts sedimenten i områdena C och D längre västerut.

Diagrammatic sketch of the formation of the Spjättenterraces. Explanation of symbols from the top: Stream, Dry valley, Ice, Ice-dammed lake. a: The upper terraces (Sb) are deposited against the edge of the ice. b: The lower-lying Sa terrace is in its eastern part formed against the ice, and in its western part deposited in a small lateral lake. c: The lowest terraces Se-Sd are deposited against the retreating ice - Sd partly in a lateral lake. At about the same stage the sediments in areas C and D further to the west are deposited.

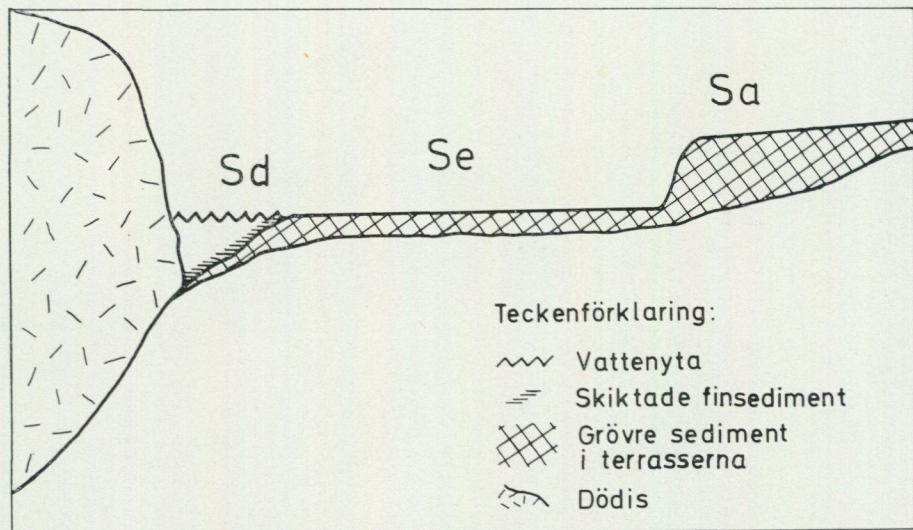


Fig. 46. Schematisk skiss av de lägre Spjättenterrasserna och isens läge vid uppkomsten av bildningarna i område Sd, Spjätten.

Diagrammatic sketch of the lower Spjätten terraces and position of ice during the formation of area Sd, Spjätten. Explanation of symbols from the top: Surface of the water, Stratified fine sediments, Coarse sediments in the terraces, Stagnant ice.



Fig. 47. Moräntäckta, subglacialt bildade sedimentkullar söder om Gesten. – Foto Karin Eriksson.

Subglacially formed hills of till-covered sediment south of Gesten.

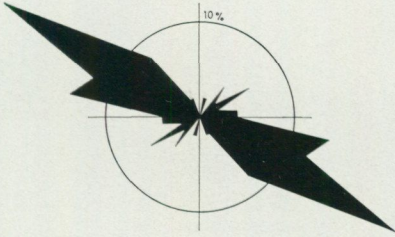


Fig. 44. Stenorienteringsanalys från område Sd, Spjätten.

Orientation of stones in area Sd, Spjätten.

Häckrenstadiet

SÖDER OM GESTEN

Området söder om sjön Gesten från stranden upp till 520–530 m ö. h. utgörs av ett storkuperat område, bestående av ryggar, kullar och erosionsdalar. Fig. 47 visar landskapstypen. Ryggarna ligger orienterade i varierande riktningar. I ytan är materialet i ryggarna blockigt, stenigt och hela området ser ut att bestå av dödismorän. Vid grävning genom ytlagret visar det sig emellertid, att materialet på större djup ej är morän, utan sediment av växlande slag. I samband med vägbygget längs sjön har några av kullarna och ryggarna skurits igenom. I en kulle belägen söder om sjöns västra del består materialet av relativt dåligt sorterat, stenigt, sandigt grus (fig. 48 samt kornfördelningskurva b, fig. 35). I kullens södra del iaktogs ett parti, där materialet bestod av skiktad sand, överlagrat av grus. I en skärning i kullens västra del iaktogs i ytan en ca 1 m djup svacka i det grusiga materialet. Svackan var fylld med skiktad mo, som var starkt störd genom sättningar (kornfördelningskurva a, fig. 35).

I en rygg med nord-sydlig riktning iaktogs i en vinkelrätt mot ryggen gående skärning skiktad grovmo och finmo. I ryggens västra del stupade skikten mot väster (fig. 49), medan de i den östra delen stupade mot öster. Ovanpå dessa skikt låg horisontella finmo- och mjälaskikt.

Området i sin helhet kan ej ha bildats subakvatiskt, eftersom ytan till allra största delen är täckt av blockrik morän. Detta förhållande liksom förekomsten av ytliga mopartier med förkastningar talar istället för att området till väsentlig del är bildat subglacialt. Sedimenten har i sådant fall avsatts dels i tunnlår, som varit parallella med dalen, dels såsom slukåsar i olika riktningar. Därigenom har materialet fått en växlande sammansättning och olika hög grad av sortering och skiktning.

OMRÅDE E, HÄCKREN

Område E i Häckrenundersökningen är beläget söder om Häckrens östra del och Häckerströmmens uppströmsdel (fig. 29 och 50). Det sträcker sig i ost-



Fig. 48. Gruskulle söder om Gesten. – Foto Karin Eriksson.

Hill of gravel south of Gesten.

västlig riktning från dammen till Björnudden och ca 300 m söderut. I sydost begränsas området av sluttningen upp mot område D. I norr begränsas området av sjön Håckren och av en ca 20 m hög erosionsbrant utefter Håckerströmmen. Området utgörs av en plan yta, i vars norra del några kullar samt en större grop förekommer. I höjddled når området upp till ca 480 m ö. h.

Beskrivning

Omfattande borrhningar och grävningar, som utförts av Indalsälvens Vattenregleringsföretag, visade att området innehöll material, användbart som stödjord i dammen. Efter det att området börjat exploateras, har jag vid flera olika tillfällen studerat uppkomna skärningar.

Både borrhkärnor och skärningar visar, att materialet i området till allra största delen utgörs av sediment. Sammansättningen är dock starkt växlande. Partier förekommer, i vilka materialet endast består av block, medan i andra delar rent mjäliga lager uppträder. Det blockiga, grusiga materialet syns ligga koncentrerat i några mot dalen vinkelrätt löpande stråk samt möjligen i ett med dalen parallellt stråk. Dessa stråk av grovt material överlagras av sand, mo och mjåla. I terrängen syns ej dessa ryggar, varför deras utsträckning endast har kunnat iaktas i skärningar och borrhål.

Moränliknande material förekommer sparsamt här och var i ytan samt har även påträffats i några borrhål.

I två punkter (A och B på fig. 50) har riktninganalyser i det grova materialet utförts. I punkt A har två analyser utförts, den ena 1 m under markytan (fig. 51 a) och den andra 2 m under markytan (fig. 51 b). Det förstnämnda diagrammet visar, att stenorienteringen är ganska spridd, även om man kan



Fig. 49. Finkorniga sediment i rygg belägen söder om Gesten. – Foto Karin Eriksson.
Fine sediments in a ridge south of Gesten.

urskilja en koncentration i nordväst-sydostlig riktning. I det andra diagrammet finns däremot en dominerande riktning, nordost-sydväst. Av de båda andra riktninganalyserna, som gjorts i punkt B i fig. 50, är den ena gjord 5 m under markytan (fig. 51 c) och den andra 3 m under markytan (fig. 51 d). I båda diagrammen är endast en riktning företrädd, nämligen nordnordväst-sydsydost respektive nordväst-sydost.

Med en linstötborr har ett flertal borrhål borrats i området. Sammanhängande lagerföljder på upp till 24,5 m erhöles, uppdelade i borrhärnor av 0,5 m längd. Lägena av borrhålen 1–7 samt groparna 8–14 framgår av fig. 50, och kornstorleksfördelningen i materialet i borrhålen av fig. 52–56. Som syns varierar sammansättningen starkt i borrhålen. Fig. 57 visar borrhärnan från borrhål E 4.

I det följande lämnas en redogörelse över en del gjorda iakttagelser i skärningar och gropar inom området. De olika lokalernas läge anges med hjälp av koordinatsystemet på kartan, fig. 50.

I ett grustag, beläget ungefär i punkt 4525/6925, har vid olika tillfällen skärningar studerats. I ett snitt i ungefär nord-sydlig riktning bestod materialet

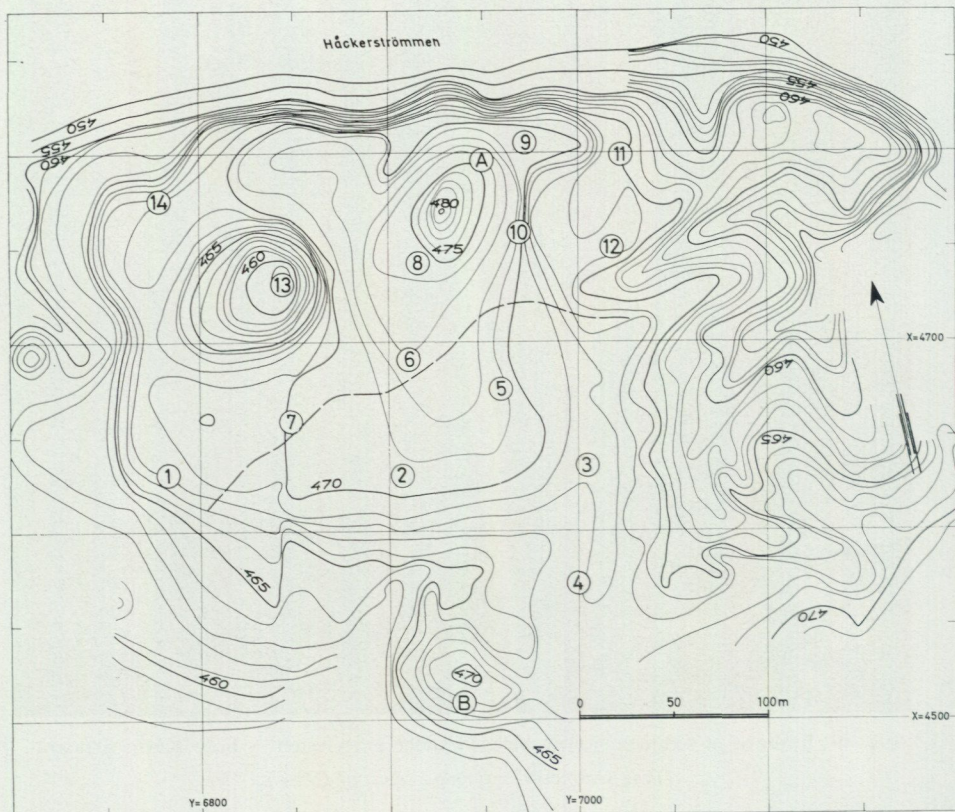


Fig. 50. Område E, Häckren. – Kartan framställd av Indalsälvens Vattenregleringsföretag.
Area E, Häckren.

i skärningens mitt uteslutande av stenigt grus. I norr och söder överlagrades gruset av skiktad mo. De norra moskikten stupade ca 45° mot norr. De uppvisade talrika små förkastningar (fig. 58).

I ett snitt nordväst om föregående fanns ett ca 2 m mäktigt gruslager, format som en skål. Över gruset låg förkastade molager. I samma grustag förekom även helt ostörda molager. I grustaget fanns även partier, där ytlagret bestod av horisontellt liggande, ostörda molager, medan djupare lager var kraftigt störda. I den västra delen av samma grusgrop kunde vid ett tillfälle iakttas en lagerföljd, i vilken jordarten i ytan utgjordes av osorterat, moränliknande material. Under detta låg grus- och sandlager, som delvis tycktes vara bort-eroderade.

I ett grustag, beläget ungefär i punkt 4650/7000, förekom liksom i ovan beskrivna grustag molager med förkastningar. Dessa lager var nedsänkta i en svacka, i vars botten låg sten och block.

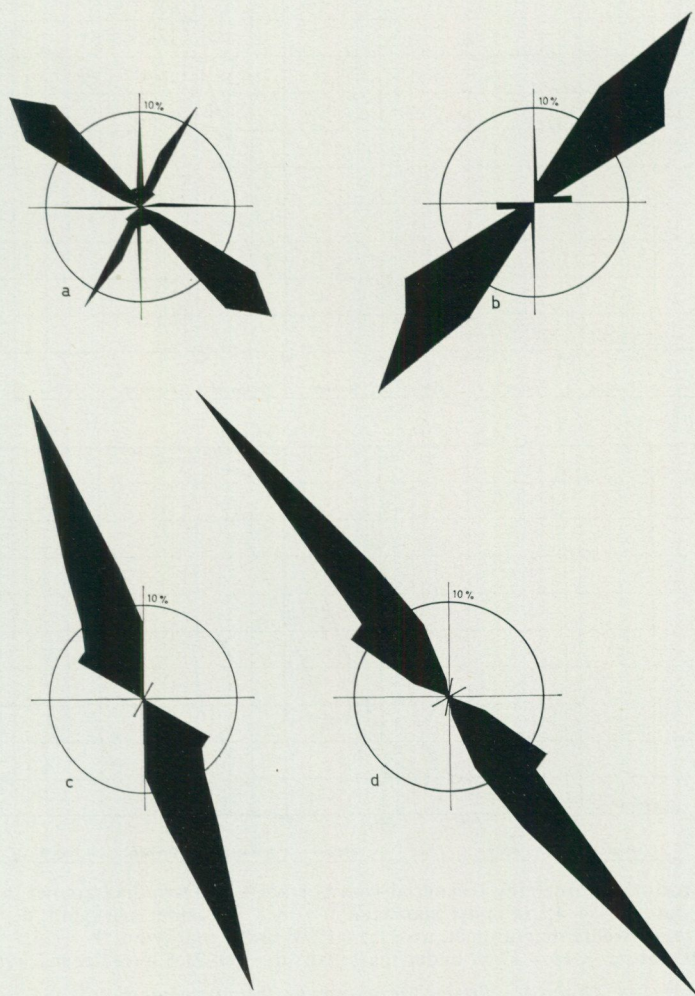


Fig. 51. Stenorienteringsanalyser från område E, Häckren. a = 1 m under markytan i punkt A på fig. 50. b = 2 m under markytan i punkt A på fig. 50. c = 5 m under markytan i punkt B på fig. 50. d = 3 m under markytan i punkt B på fig. 50.

Orientation of stones in area E, Häckren. a: 1 m below surface at point A in Fig. 50. b: 2 m below surface at point A in Fig. 50. c: 5 m below surface at point B in Fig. 50. d: 3 m below surface at point B in Fig. 50.

I ett grustag beläget norr om det föregående ungefär i punkt 4750/7000 utgjordes materialet till största delen av rundade block och stenar. Ovanpå det rundade materialet fanns ett par meter skiktad mo samt ovanpå mon ca 1 m moränliknande material.

I en skärning norr om föregående punkt, i branten ned mot Håckerström-

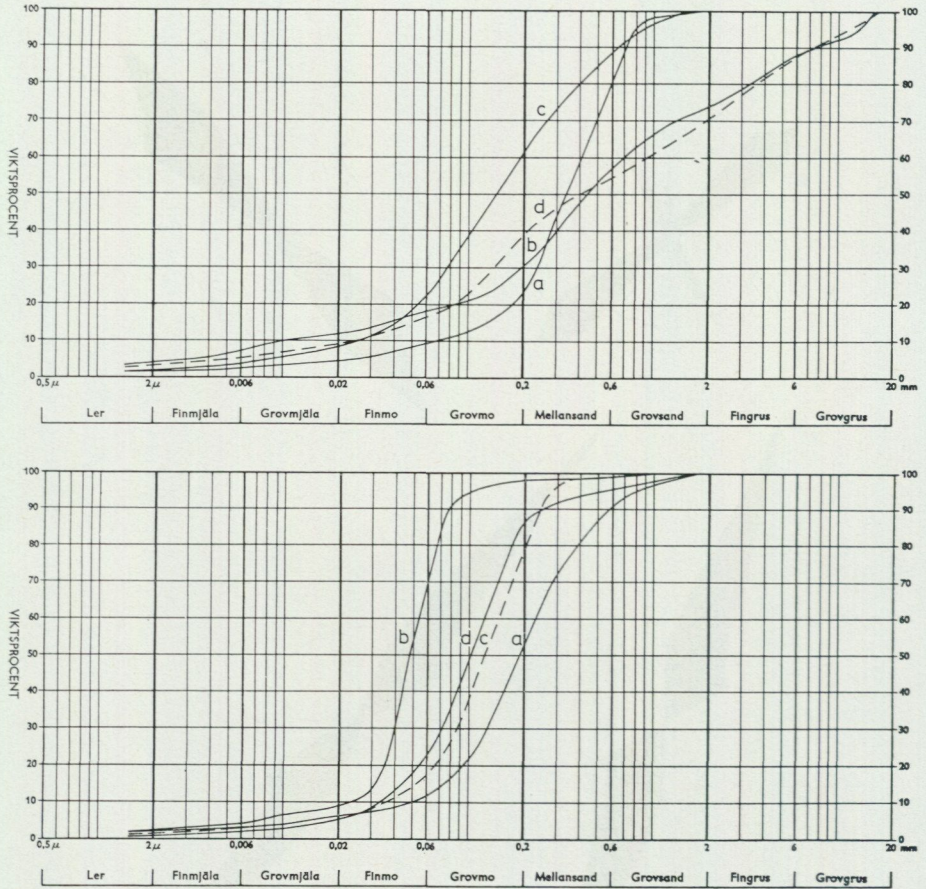


Fig. 52. Kornstorleksfördelning i material från borrhål E 1. Övre diagrammet: a = 1–1,5 m under markytan; b = 4–4,5 m under markytan; c = 8–8,5 m under markytan; d = 10–10,5 m under markytan; Nedre diagrammet: a = 11,5–12 m under markytan; b = 13,5–14 m under markytan; c = 16,5–17 m under markytan; d = 21–21,5 m under markytan.

Grain-size distribution in samples from borehole E 1.

men, ungefär vid 4825/7000, fanns i ytan ca 1 m veckade molager överlagrande horisontella, oveckade lager av mo.

I botten av en schaktslânt i ungefär ost-västlig riktning framträdde på två ställen sten- och gruskärnor. Dessa överlagrades av sandskikt, som på den östra sidan av kärnan stupade mot öster, på den västra sidan mot väster. Mot sidorna övergick sandlagren i mo. I ett snitt i nord-sydlig riktning vid schaktslântens västra del förekom strömskiktning i de horisontellt liggande molagren. Intill den ena gruskärnan i slânten förekom enstaka block och stenar i den skiktade sanden.

I två gropar mellan schaktslätten och Håckerströmmen, groparna E 8 och E 11 (fig. 50), har blockigt, stenigt material iakttagits. I grop E 8 var materialet i hela gropen ensartat, bestående av sten och sand. Någon nämnvärd mängd grus tycktes ej ingå. I grop E 11 däremot utgjordes materialet i den norra delen av gropen av block och sten, medan det i den södra delen av gropen var grus och sand. Begränsningen mellan det grova och det finare materialet var mycket skarp. I den västra delen stupade gruslagren mot norr. I ytan överlagrades gruslagren av block. På djupet var gränsen mellan grus och block brantstående, i den östra delen av gropen nästan vertikal (fig. 59).

I en stor grop belägen öster om Björnuddens intill Håckrens strand utgjordes materialet av skiktad mo. Dessa skikt stupade ca 40° mot söder, således in mot området.

Ca 200 m sydost om Björnuddens spets iaktogs i en skärning skiktad mo. Ca 0,5 m under markytan låg ett stort kantigt block inbakat i mon. Blocket hade deformerat intilliggande moskikt.

Tolkningar

Området har tidigare omnämnts av Frödin (1913, s. 204). »På södra sidan Håkerns utlopp har Kallissjön åstadkommit rätt afsevärda abrasionsplataer i de här framstrykande fluvioglaciala aflagringarna. Ställvis iaktogs en ofvan planet kvarstående högre erosionsrest, där fotpunkten enligt ett par barometerafvägningar från Håkern bestämdes till 478 m. ö. h.». Enligt Caldenius (opublicerat arbete) upptas området av »en mäktig rullstensås».

De gjorda iakttagelserna talar för följande bildningssätt. De många förkastningarna och groparna visar, att is fanns kvar i området, när sedimenten avsattes. Dessa har senare vid isens avsmältning deformerats. För antagandet att det också funnits öppet vatten talar bl. a. förekomsten av det stora blocket i mon, eftersom detta torde härröra från ett isberg. De starkt störda molagren belägna under horisontella molager talar också för förekomsten av öppet vatten, i vilket de undre lagren avsatts. Dessa kan sedan ha deformerats genom istryck, varefter, när ismassan smält eller flutit bort, de övre horisontella lagren avsatts. Ryggarna av sten och grus är troligen avsatta i tunnlar eller öppna sprickor i isen. De har därför ett oregelbundet förlopp. Riktninganalyserna, som gjorts i två olika ryggar, visar olika orientering i de båda ryggar. Den ena visar att vattenströmmen kommit från nordväst eller sydost, den andra att vattenströmmen kommit från nordost eller sydväst. Erosionen av sediment-skikten torde ha ägt rum vid en tidpunkt, då sedimenten låg ovanför vattenytan eller i vattenbrynet. Det ovanpå liggande, dåligt sorterade materialet utgörs sannolikt av flytjord.

Hela området kan betecknas som ett kamedelta enl. J. Lundqvists definition (J. Lundqvist 1969, s. 75) bildat dels subglacialt eller i sprickor i isen, dels i öppet vatten.

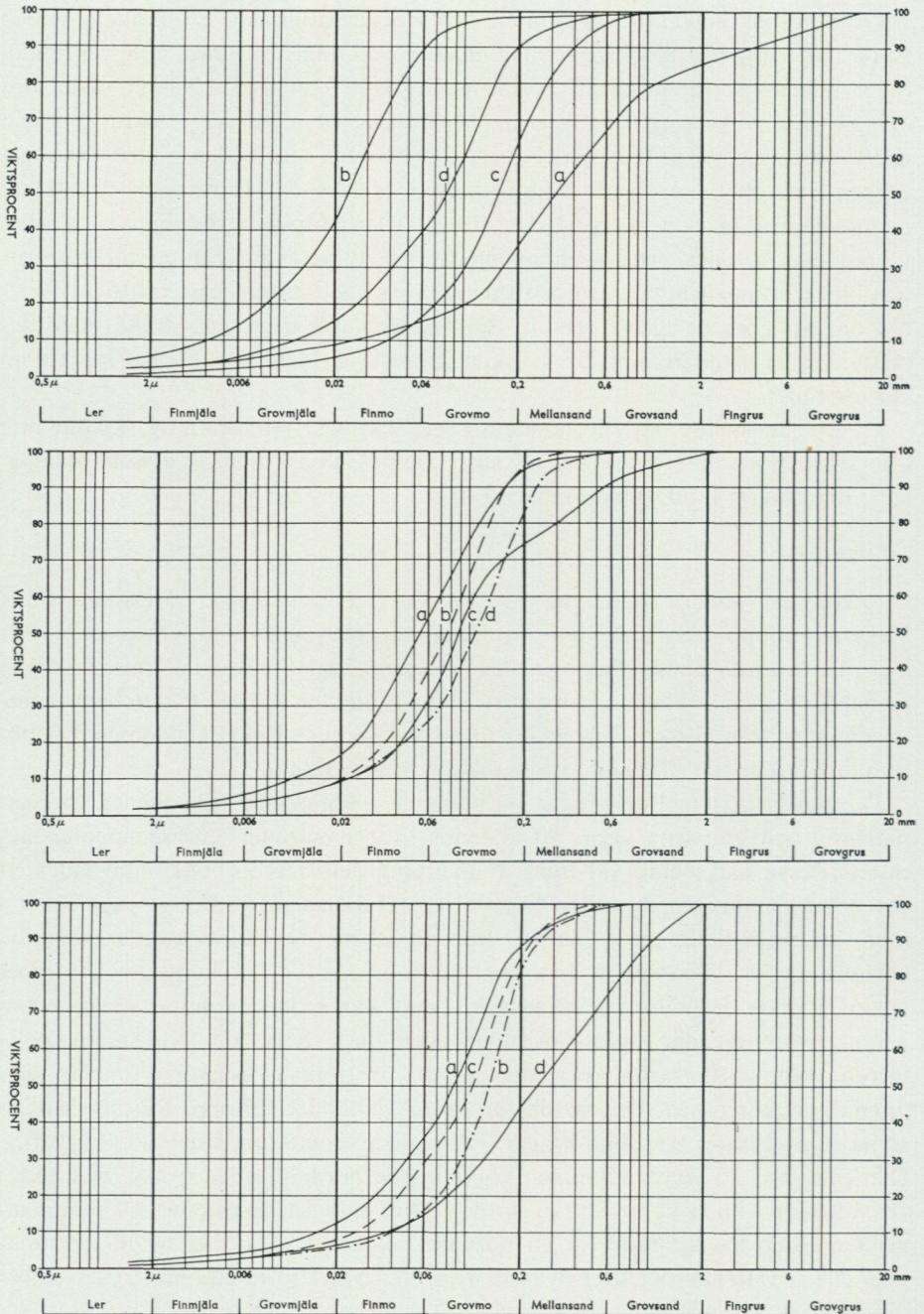


Fig. 53. Kornstorleksfördelning i material från borrhål E 2. Övre diagrammet: a = 1,5–2 m under markytan; b = 3–3,5 m under markytan; c = 5–5,5 m under markytan; d = 6–6,5 m under markytan; Mellersta diagrammet: a = 7–7,5 m under markytan; b = 8,5–9 m under markytan; c = 10,5–11 m under markytan; d = 12,5–13 m under markytan. Nedre diagrammet: a = 14–14,5 m under markytan; b = 16–16,5 m under markytan; c = 18,5–19 m under markytan; d = 20,5–21 m under markytan.

Grain-size distribution in samples from borehole E 2.

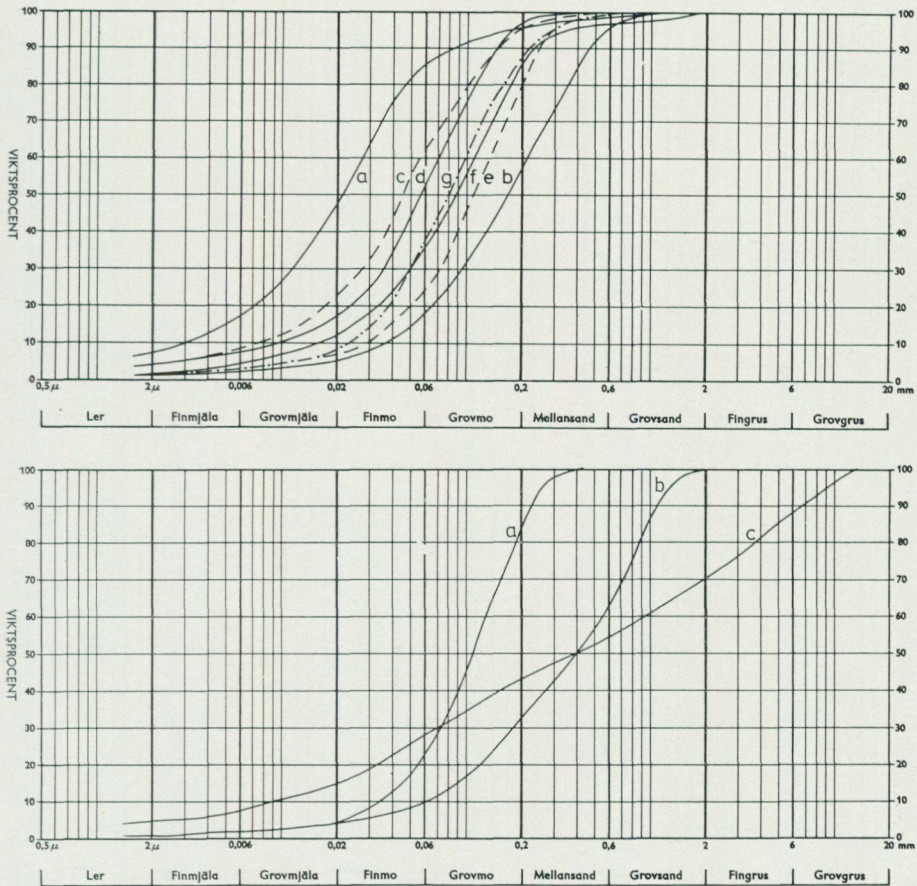


Fig. 54. Kornstorleksfördelning i material från borrhål E 3 och E 4. Övre diagrammet, borrhål E 3: a = 1–1,5 m under markytan; b = 2–2,5 m under markytan; c = 4–4,5 m under markytan; d = 5,5–6 m under markytan; e = 7–7,5 m under markytan; f = 9–9,5 m under markytan; g = 11–11,5 m under markytan. Nedre diagrammet, borrhål E 4: a = 4–4,5 m under markytan; b = 9–9,5 m under markytan; c = 11–11,3 m under markytan.

Grain-size distribution in samples from borehole E 3 and E 4.

HÄCKERSTRÖMMENS NORRA STRAND

Sedimenten i E-området syns ha en direkt fortsättning norr om Håckerströmmen. Dessa sediment är nu helt bortschaktade eller dränkta, men innan dammbygget påbörjats fanns flera kullar bestående av skiktad mo och mjåla. De vid schaktningen uppkomna skärningarna visade, att materialet var av samma typ som i området söder om strömmen. Norr om Håckerströmmen iaktogs emellertid ej något stenmaterial. Det grövsta material som iaktogs var grus i ringa mängd. Dominerande jordart var skiktad mo, som låg i dalens botten. Högre upp utefter dalsidan övergick den skiktade mon successivt i morän.

Sedimenten norr om Håckerströmmen har sannolikt avsatts samtidigt med

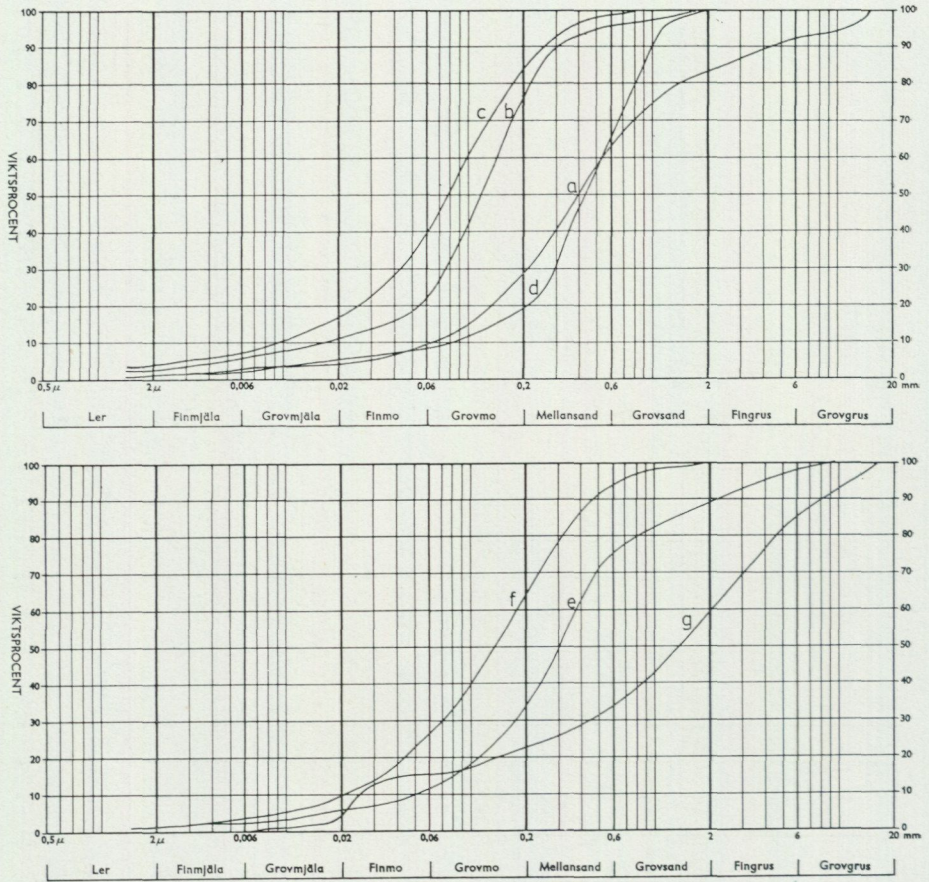


Fig. 55. Kornstorleksfördelning i material från borrhål E 6. Övre diagrammet: a = 1,5–2 m under markytan; b = 2,4–2,9 m under markytan; c = 5–5,5 m under markytan; d = 7,5–8 m under markytan; Nedre diagrammet: e = 11–11,5 m under markytan; f = 13,5–14 m under markytan; g = 16–16,5 m under markytan.

Grain-size distribution in samples from borehole E 6.

E-området och har ursprungligen hängt ihop med dem, innan Håckerströmmen bildade sin fåra genom sedimenten.

Terrasslokaler intill vägar

På följande lokaler har jordlagren ej närmare undersökts, men iaktagna terrassytter har avvägts och jordarterna i markytan bestämts. I åtskilliga fall torde lokalerna vara deltan av skilda slag, vilket dock ej med säkerhet kan avgöras

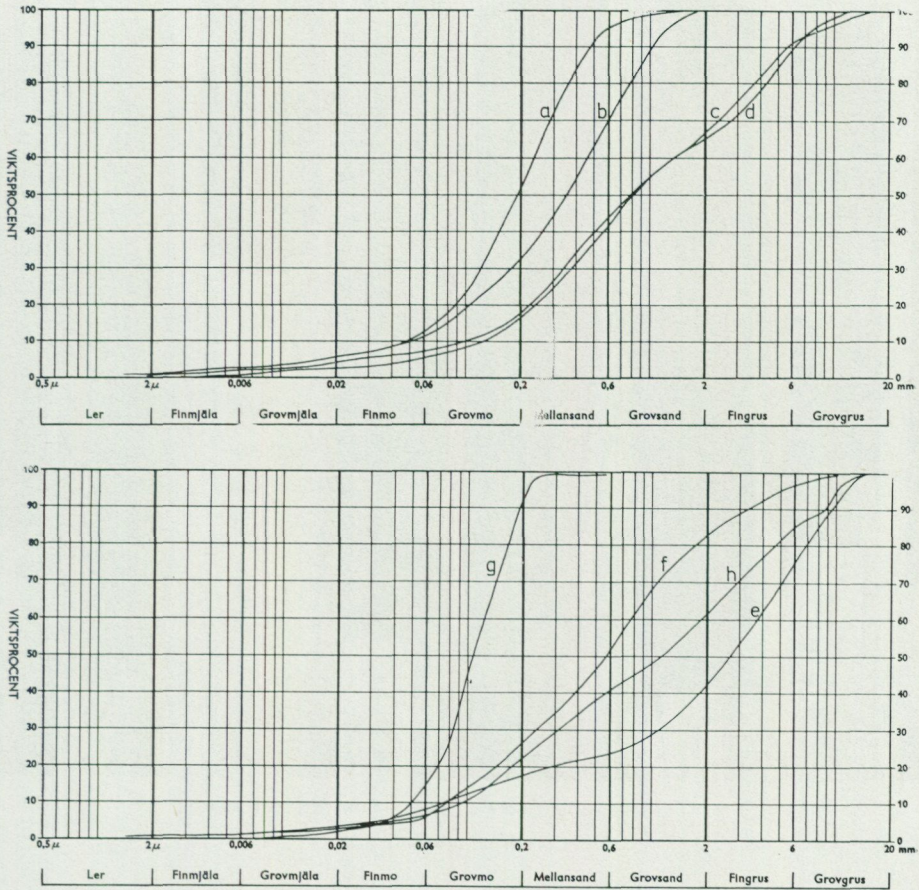


Fig. 56. Kornstorleksfördelning i material från borrhål E 7. Övre diagrammet: a = 1,5–2 m under markytan; b = 3,5–4 m under markytan; c = 6–6,5 m under markytan; d = 8–8,5 m under markytan. Nedre diagrammet: e = 10–10,5 m under markytan; f = 11,5–12 m under markytan; g = 12,5–13 m under markytan; h = 14–14,5 m under markytan.

Grain-size distribution in samples from borehole E 7.

utan kännedom om jordlagren på större djup. Lokalernas läge framgår av fig. 60. Avståndsangivelsen avser vägstickningen i km och m från vägens utgångspunkt i väster.

Gulästadiet

a. NORRA VÄGEN, 0/900

Intill vägen finns en terrassyta 508 m ö. h. Materialet i ytan utgörs av mo.

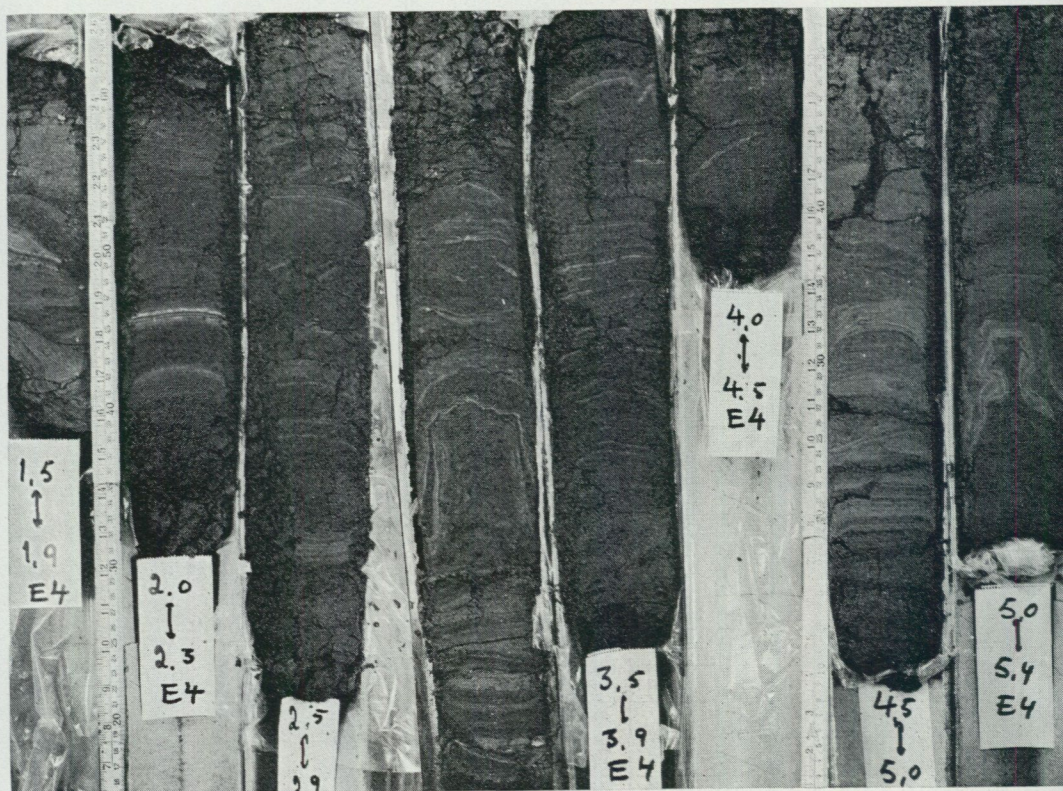


Fig. 57. Jordarterna i borrhål E 4. – Foto Karin Eriksson.
Core from borehole E 4.

b. SÖDRA VÄGEN, 8/000–500

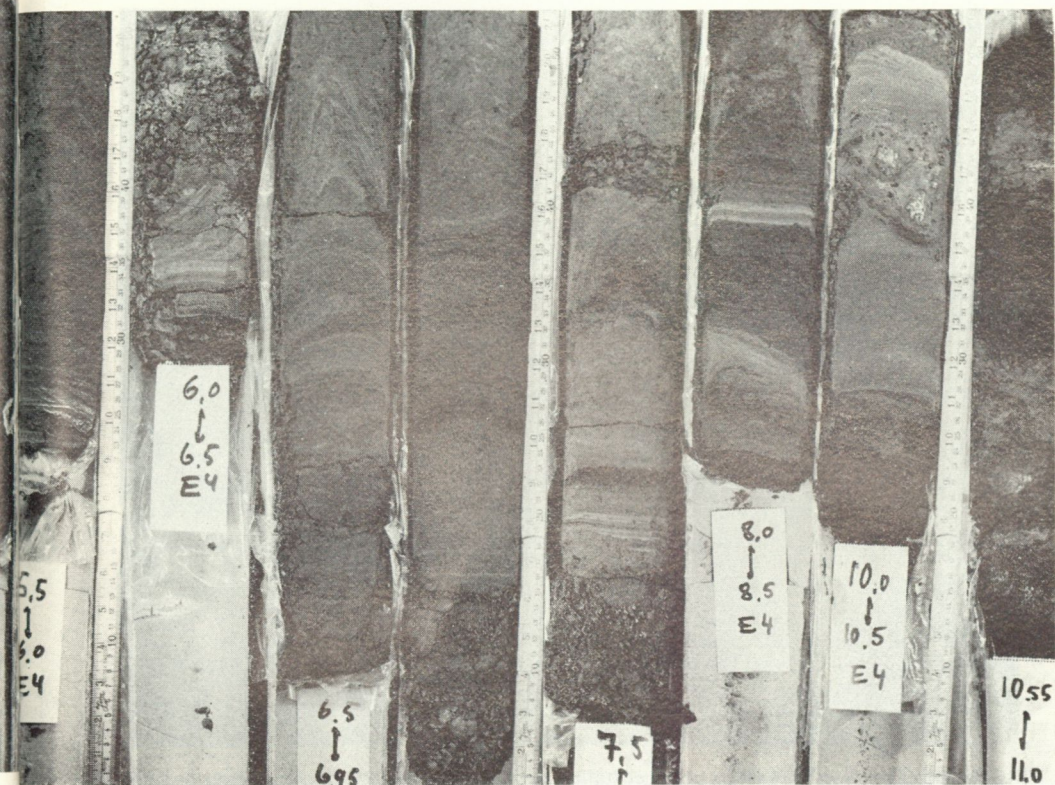
Öster om Östra Störtbäcken finns en ca 100 m bred, plan yta 506–511,3 m ö. h. Materialet ned till ca 1 m är grusigt, moigt och moränliknande. Ca 500 m nordost därom förekommer en likadan yta på samma nivå. I haket ligger stora block anhopade. Ovanför haket vidtar en brant sluttning.

c. SÖDRA VÄGEN, 9/000

Ca 200 m sydväst om Aumvallens fäbod finns en ca 100 m bred terrassyta 512,0–513,7 m ö. h. Materialet ned till 1 m under markytan liknar svallad morän, men torde även kunna vara ytbädden i ett delta. Mot norr är en brant utbildad. Mot öster är planet torvtäckt.

d. SÖDRA VÄGEN, 11/470–750

Norr om vägen utbreder sig en stor terrass 509–511 m ö. h. I ost–västlig riktning sträcker den sig omkring 300 m och i nord–sydlig riktning, det vill säga från



proximal till distal del, ca 100 m. Ytan är till största delen täckt av stora block, mellan vilka flera små bäckar rinner.

e. SÖDRA VÄGEN, 12/700

Intill vägen ligger en terrassyta ca 510 m ö. h. Terrassytans bredd från proximal till distal del uppgår till 100 m. Den distala terrasskanten ligger 507 m ö. h. Nedanför nämnda terrassyta ligger ett lägre plan i moränartat material ca 503 m ö. h. I detta plan finns meandrande bäckar.

f. SÖDRA VÄGEN, 17/300

Ca 100 m öster om Furubergsbäcken utbreder sig ett deltaplan 510 m ö. h.

g. SÖDRA VÄGEN, 21/000

Vid Lapptjärnsbäcken utbreder sig ett deltaplan på 510 m ö. h. Jordarten i ytan utgörs av mo.



Fig. 58. Molager, som förkastats och snedställts i samband med att kvarliggande isrester smält.
– Foto Karin Eriksson.

Layer of fine sand which has been faulted and tilted during the melting of ice remnants.

Häckrenstadiet

h. NORRA VÄGEN, 16/500–800

Längs vägen sträcker sig en terrassyta på nivån 498,5–503,5 m ö. h. Materialet ned till 0,5 m utgörs av sandig mo. Därunder följer morän. I haket vid terrassykans inre del går berg i dagen.

i. NORRA VÄGEN, 19/500

Omedelbart norr om vägen utbreder sig ett deltaplan 498,5–499,5 m ö. h., som från proximal till distal del är ca 50 m brett och i nord-sydlig riktning ca 100 m. I en bäckskärning består materialet av omväxlande lager av sten, grus och mo.

Varviga sediment

Från området har tidigare ingen lokal med glaciala årsvarviga sediment beskrivits med undantag av en omdiskuterad skärning i sediment vid Vålådalen (se

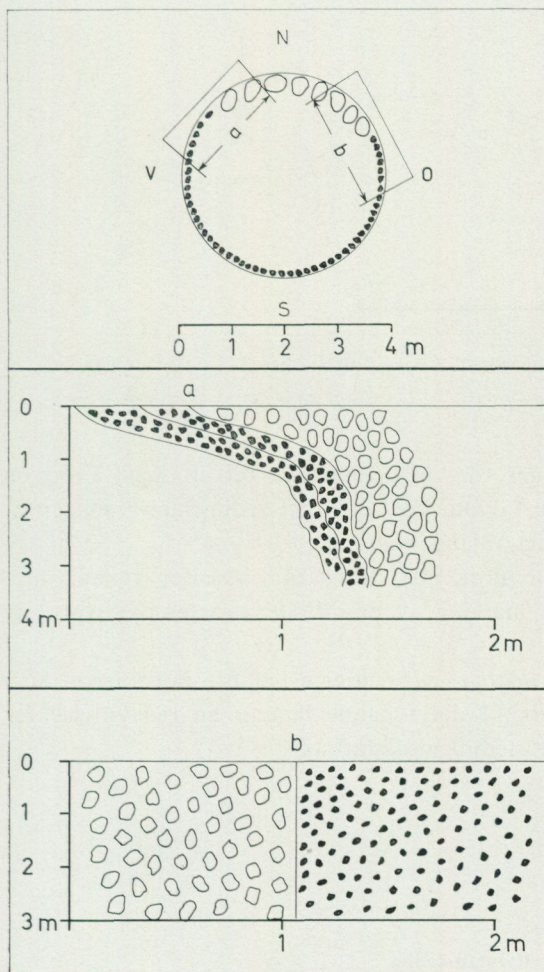


Fig. 59. Grop 11 i område E, Häckren. Övre bilden visar ett horizontalsnitt av gropen. I den norra delen av gropen utgörs materialet av block och sten. Den mellersta bilden visar en sektion av gropens västra del, där begränsningen mellan sand och sten i ytan är svagt stupande mot nordost och mot djupet blir brant stående. Nedre bilden visar den vertikalt stående gränsen mellan sand och sten i gropens östra del.

Pit 11 in area E, Häckren. The upper picture shows a horizontal section of the pit, in which the northern part of the pit consists of stony material with boulders. The middle picture shows a section of the western part of the pit, in which the limit between sand and stones slopes slightly downwards to the northeast, becoming steeper with increasing depth. The lower picture shows the vertical limit between sand and stones in the eastern part of the pit.

s. 11). Jag har besökt denna lokal och konstaterat, att materialet i skärningen utgörs av skiktade, moiga, något mjäliga och sandiga sediment, dock utan varvgränser. De 613 varv, som Kjell Eriksson (1914) uppmätt, har uppenbarligen ingenting med årsvarv att göra. Som Frödin (1914) antog, är det endast finskiktningen i sedimenten, som Kjell Eriksson uppmätt. Emellertid måste även Frödins tolkning som gav ett resultat av 18 varv, anses oriktig. Denna enda i litteraturen tidigare beskrivna varvlokaler i området är således ej användbar. Då Kjell Eriksson dessutom tydligen sökt efter varviga sediment i området utan att finna några (»Norr om Vålån har jag icke nedom 600 m. ö. h. funnit skiktade sediment»; Kjell Eriksson 1914, s. 98), föreföll från början chansen liten, att jag inom området skulle finna några lokaler med varviga sediment. Det har emellertid visat sig, att varviga sediment förekommer i åtskilliga delar

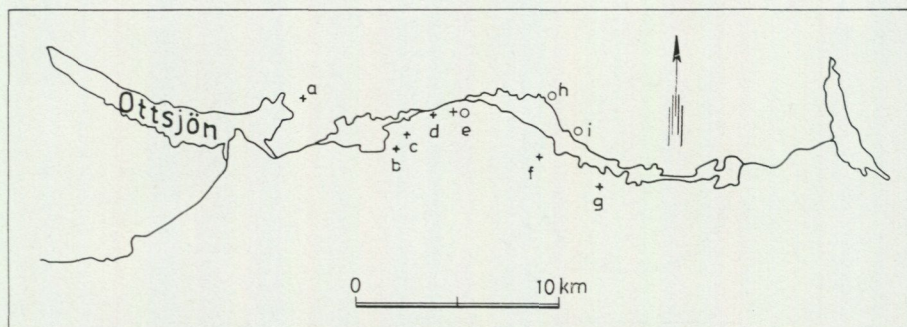


Fig. 60. Terrassplan intill nybrutna vägar. (+ = Gulåstadiet, o = Häckrenstadiet).
Terraces near the newly constructed roads. (+ = Gulå stage, o = Häckren stage).

av området under bestämda nivåer (fig. 61). En orsak till att Kjell Eriksson och andra aldrig observerat detta faktum kan vara, att sedimenten vanligen är dolda av 60–80 cm ej varvigt, moigt, mjäligt material.

Det tidsödande grävarbetet har gjort, att relativt få varvserier kunnat uppmätas. I flera fall har dessutom mätning av påträffade varv omöjliggjorts av störningar i varven.

Förutom genom grävning har mätbara varvserier erhållits i borrkärnor, som upptagits med Kullenbergs kolvlod. I det följande lämnas en redogörelse för de lokaler, på vilka glaciala varviga sediment påträffats.

Rekdalsstadiet

a. VALLBO

De båda gårdarna Vallbogården och Per-Olsgården är belägna ca 575 m ö. h. på ett jämnt sedimentplan. Vid grävningar för husgrunder har överallt påträffats varvig mjäla ca 60 cm under markytan. Det översta skiktet 0–60 cm utgörs överallt av mo och mjäla utan varvighet. Den totala mäktigheten av den varviga mjälan är ca 60 cm. Därunder ligger ej varvig skiktad mjälig finmo och finmoig mjäla (fig. 62). Dessa sediment har en mäktighet på minst 4 m (enligt sondborrning). I en grävning vid Per-Olsgården var varven helt ostörda, så att varvserien kunde uppmätas.

De glaciala varven i Vallbo är av en annan typ än på övriga lokaler. Totala antalet varv uppgår till ca 15. Varje varv är ca 30–50 mm mäktigt och består av flera fina skikt av mo-mjäla samt ett tunt lerskikt. Som exempel har ett varv i detalj uppmätts. Det hade följande sammansättning uppifrån och ner:

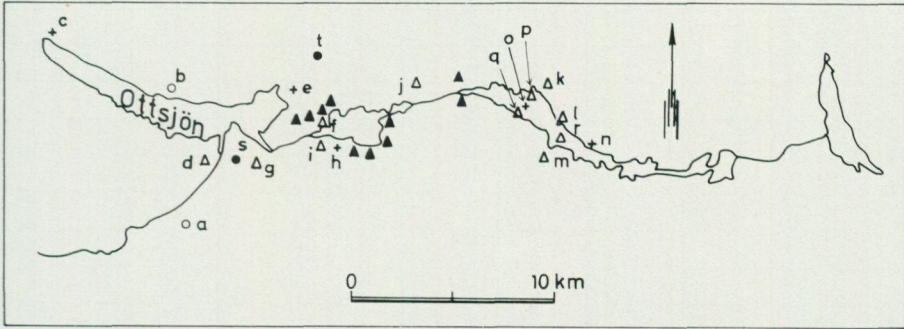


Fig. 61. Lokaler med glaciala, varviga sediment. (○ = lokaler belägna ovanför Gulåissjöns nivå, + = geokronologiskt konnekterade lokaler tillhörande Gulåissjön, Δ = ej varvkonnekterade lokaler tillhörande Gulåissjön, ▲ = lokaler där jordprover insamlats vid äldre undersökning, ● = lokaler med submoräna sediment).

Places with varved glacial sediments. (○ = points situated above the level of the Gulå ice-dammed lake, + = geochronologically connected points belonging to the Gulå ice-dammed lake, Δ = points belonging to the Gulå ice-dammed lake, not geochronologically connected, ▲ = sampling points from previous investigations, ● = points with submorainic sediments).

- 1 mm ljusbrunt lerigt vinterskikt
- 3 mm mörkbrun mjäla
- 2 mm mörkbrun finmo
- 3 mm ljusbrun finmo
- 1 mm mörkbrun finmo
- 5 mm ljusbrun, mjälig finmo
- 3 mm mörkbrun, mjälig finmo
- 4 mm gråbrun, mjälig finmo
- 1 mm gråbrun, något grovmoig finmo
- 5 mm ljusbrun finmo
- 4 mm mörkbrun finmo
- 4 mm gråbrun, mjälig finmo
- 5 mm gråbrun, mjälig mo

Varvserien vid Vallbo har ej gått att konnektera med varvserier från andra lokaler.

Gulåstadiets första skede

b. OTTSJÖ BY

På en av de tidigare beskrivna lokalerna i Ottsjö (lokal nr 7, fig. 3) förekommer varvig mjäla (fig. 63). Antalet varv uppgår till ca 20 och varje varv är ca 1 cm tjockt. Denna varvserie har ej kunnat konnekteras med någon annan varvserie.

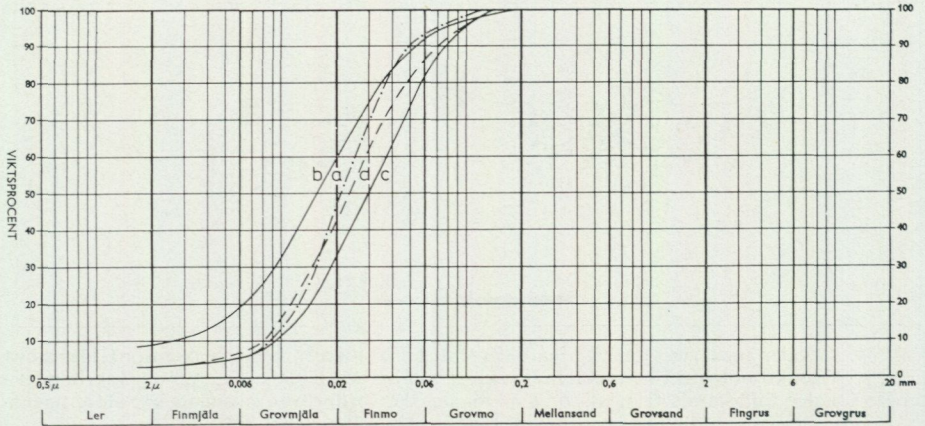


Fig. 62. Kornstorleksfördelning i sediment vid Vallbo. a = 305 cm under markytan. b = 315 cm under markytan. c = 325 cm under markytan. d = 400 cm under markytan.
Grain-size distribution in fine sediments at Vallbo. a to d are from 305, 315, 325 and 400 cm below surface respectively.

Gulåstadiets andra skede

c. NORRA BOTTENVALLEN

Norra Bottenvallens fäbod är belägen på en jämn yta ca 505 m ö. h. vid Ott-sjöns västra ände och Skåråns norra strand. Mitt uppe på planet grävdes en ca 1,5 m djup grop. Markytan vid gropen låg 505,3 m ö. h. Lagerföljden i gropen var följande:

0– 65 cm Mjåla, ej varvig.

65–150 cm Mjåla, varvig.

Därunder grus och sten.

Uppmätningen av varven försvårades avsevärt genom förekomsten av talrika förkastningar och veckningar. Enligt mätningen finns 69 varv (fig. 64). Det varviga materialet utgörs ej enbart av mjåla, utan även finmo och ler ingår (kornfördelningskurvor fig. 65 a, b. Jfr J. Lundqvist 1958, s. 92, 1959, s. 4, 1969, fig. 47).

d. VÄSTER OM VALÅN

Inom det stora sedimentområdet väster om Vålån har jag iakttagit varvig mjåla på en lokal belägen ca 505 m ö. h. Sedimentet påträffades vid en nybruten traktörväg. Jordarten i markytan utgjordes av icke varvig mo, under vilken den varviga mjålan följde. Den övre delen av varvserien var ej mätbar, varför något fullständigt varvdiagram från denna lokal ej kunnat erhållas. Totalt kunde 35 varv uppmätas, men eftersom osäkerhet råder även beträffande bottenvarven, har serien ej kunnat konnekteras med andra uppmätta varvserier.



Fig. 63. Varvig mjåla i Ottsjö by. Varvserien utgörs av ca 20 årsvarv. – Foto Karin Eriksson.
Varved silt in Ottsjö village. The series consists of about 20 varves.

e. NORRA VÅGEN, 0/000

I vägskålet mellan Vålådalsvägen och nya vägen till Håckren på dalens norra sida fanns en gruskulle, i vilken material tagits för vägbyggnadsändamål. I kullens mitt förekom varvig mjåla, vilken gått att uppmåta och konnektera. Under den varviga mjålan utgjordes materialet av stenigt grus och ovanpå mjålan följde ca 0,5 m mo eller 2–3 m grus och sand, olika i olika delar av grustaget. Bottenvarvet låg 504,6 m ö. h.

f. MÅRVIKENS VÄSTRA STRAND

Vid Mårvikens västra strand löper en rygg i nord-sydlig riktning. På ryggen är flottningsföreningens stuga belågen. Ca 150 m norr om denna grävdes en grop

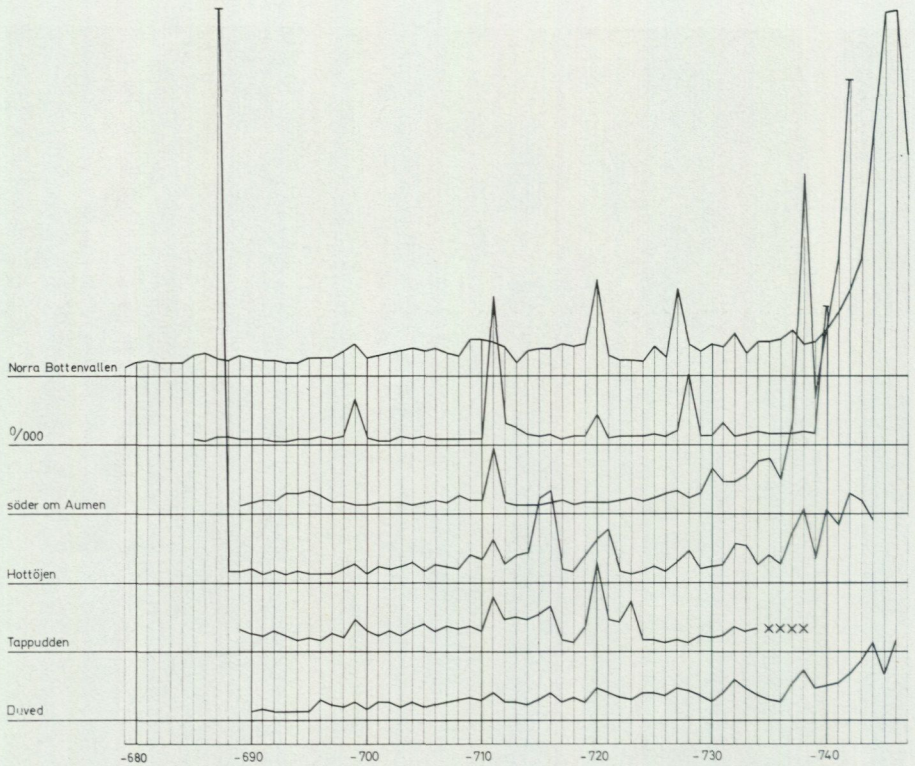


Fig. 64. Varvdiagram från Gulåissjön samt från Duved (G. De Geer 1940).
Varve diagrams from the Gulå ice-dammed lake and from Duved (G. De Geer 1940).

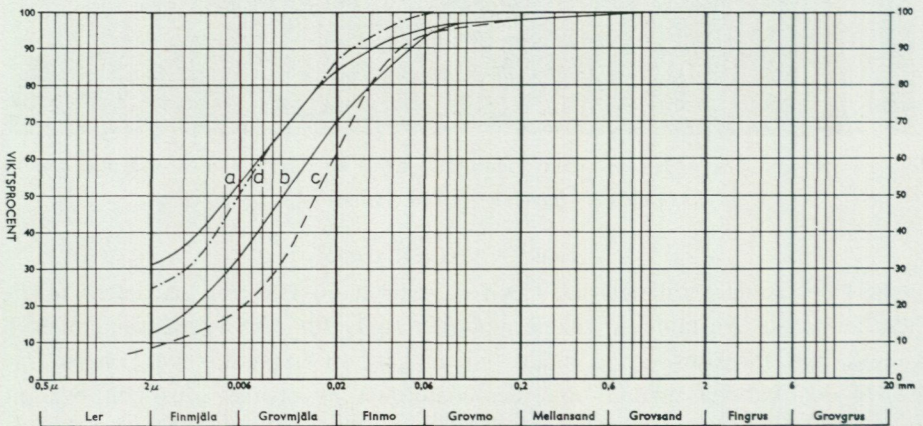


Fig. 65. Kornstorleksfördelning i sediment från Gulåissjön. a = Norra Bottenvallen, varvig mjåla med lerskikt 90 cm under markytan. b = Norra Bottenvallen, varvig mjåla med lerskikt 150 cm under markytan. c = Tappudden, Hottöjen, ej varvig mjåla 30 cm under markytan. d = Mårvikens västra strand, varvig mjåla med lerskikt 70 cm under markytan.

Grain-size distribution in sediments from the Gulå ice-dammed lake. a: Norra Bottenvallen, 90 cm below surface. b: Norra Bottenvallen, 150 cm below surface. c: Tappudden, Hottöjen, 30 cm below surface. d: Western shore of Mårviken, 70 cm below surface.

belägen 490 m ö. h., i vilken lagerföljden var följande:

0–60 cm Mjåla.

60–70 cm Mjåla, varvig med lerskikt (kurva d, fig. 65).

Grävningen nådde ej genom hela lagerföljden, varför någon varvserie ned till bottenvarv ej uppmätts.

g. SÖDRA VÄGEN, 0/900

I en skärning genom en moränkulle kunde på kullens sidor iakttas varvig mjåla 505–506 m ö. h. På grund av störningar i lagret kunde varvmätning ej utföras.

h. SÖDER OM AUMEN

I en grop, som grävdes 488,7 m ö. h., var lagerföljden följande:

0–85 cm Moig mjåla, ej varvig.

85–128 cm Mjåla, varvig.

128–185 cm Bottenvarv av varvig mjåla, moig.

185–215 cm Sten.

Den varviga mjålan var relativt väl bevarad, varför varven uppmättes dels i groppen, dels i upptagna rännor (fig. 64).

i. SÖDRA VÄGEN, 4/700

Ca 100 m norr om vägen och 495 m ö. h. iakttogs i en bäckskärning varvig mjåla.

j. NORRA VÄGEN, 7/700

På vägens båda sidor utbreder sig ett flackt område 496,5–497 m ö. h. Översta metern utgörs av varvig mjåla, som dock är så störd av markrörelser och förkastningar, att någon varvmätning ej var genomförbar.

k. NORRA VÄGEN, 17/000

Följande lagerföljd iakttogs i en vägskärning 502 m ö. h.: Överst 1 m mo, därunder varvig mjåla.

l. NORRA VÄGEN, 19/550

Omedelbart norr om ett litet delta (fig. 60, punkt i) förekom varvig mjåla 500 m ö. h.

m. SÖDRA VÄGEN, 18/700

I markytan 500 m ö. h. ligger ca 0,5 m mo. Under denna finns varvig mjåla.

n. TAPPUDDEN I HOTTÖJEN

Området kring Tappudden norr om Hottöjen består av morän. I ytan förekommer rikligt med stora block. Emellertid består jordlagret ej uteslutande av morän. Det visade sig vid grävning, att i skyddade lägen finsediment ligger

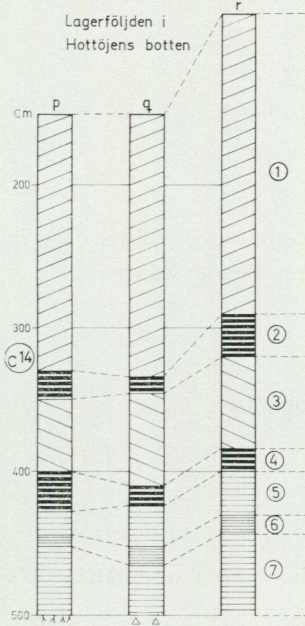


Fig. 66. Lagerföljden i Hottöjens botten. 1 = Postglacial gyttja. 2 = Tappningsskikt av finmo. 3 = Postglacial mjåla. 4 = Tappningsskikt av mjålig finmo. 5-7 = Glacial varvig mjåla med lerskikt. 6 = Några tjockare varv.

Sediments from the bed of Hottöjen. 1 = postglacial ooze. 2 = drainage varve of very fine sand. 3 = postglacial silt. 4 = drainage varve of silty very fine sand. 5-7 = glacial varved silt. 6 = some thicker varves.

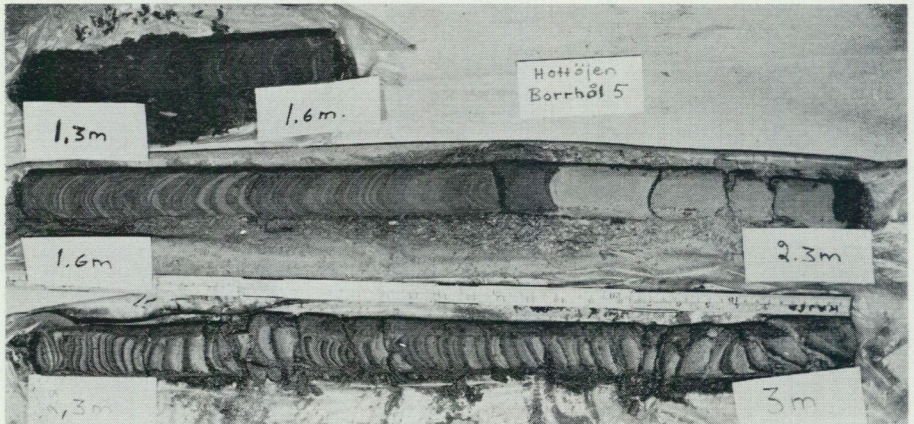


Fig. 67. Sedimentpropp upptagen från Hottöjens botten med Kullenbergs kolvlod. – Foto Karin Eriksson.

Sediments in a core taken with a Kullenberg piston core sampler from the bed of Lake Hottöjen.

på moränen. Största mäktigheten av dessa sediment har uppmätts till 105 cm i en grop belägen 225 m norr om Tappuddens spets och 474 m ö. h. Sedimentlagrets skiktning var vanligen så störd, att varvmätning föreföll omöjlig. Dock lyckades det mig att göra en mätning av varven i gropen på 474 m ö. h. (fig. 64). Lagerföljden i gropen var följande:

0–50 cm Finmoig mjäla, ej varvig (fig. 65 c).

50–105 cm Mjäla, varvig.

Därunder morän.

HOTTÖJENS BOTTEN

För att utröna om varviga sediment förekommer endast utefter de nutida sjöarnas stränder, eller om de finns även på sjöarnas bottnar, har jag med Kullenbergs kolvlod upptagit bottenproppar från Hottöjen, Gesten och Håckren. Det visade sig, att varviga sediment förekommer i Hottöjens botten men ej i de båda andra sjöarnas bottenlager.

Från Hottöjens botten upptogs proppar (o, p, q och r i fig. 61). Vattendjupet i de olika vakarna var följande: Vid o = 46 m, vid p = 22,5 m, vid q = 27,5 m och vid r = 22,0 m.

I vakarna o och r nåddes aldrig fast botten. I vak p erhöles prov ned till hårt underlag (spetsen slog mot en sten). I vak q erhöles prov genom hela sedimentavlagringen ända ned till morän.

Sedimenten från de olika lokalerna är mycket lika. Även om mäktigheten av lagren varierar, går det att korrelera de olika lagren. I fig. 66 har lagerföljderna från lokalerna p, q och r sammanställts. Lokal o har ej uppritats, eftersom en del av propparna skadades under transporter och ej i detalj kunde uppmätas.

Som framgår av fig. 66 finns ett lager av glacial, varvig mjäla på moränen. Varven har kunnat mätas (se fig. 64). Ovanpå den varviga mjälan följer ett homogent skikt av grå mjälig finmo, som tolkats som ett tappningskikt. På detta följer en typ av mjäla, som ej är varvig men skiktad. Skiktningen består endast av en färgväxling mellan ljusare och mörkare mjäla. Jag tolkar denna mjäla som postglacial (jfr J. Lundqvist 1969, s. 93). På denna följer åter ett skikt av finmo, vilket successivt uppåt övergår från gyttjig mo till ren gyttja. Den senare behandlas på s. 103. Fig. 67 visar en sedimentpropp, som upptagits på lokal p. Skillnaden mellan den varviga mjälan och den postglaciala mjälan framträder här tydligt.

GESTENS OCH HÅCKRENS BOTTNAR

I Gesten upptogs proppar på en lokal och i Håckren på två lokaler. De oorganiska sedimenten i såväl Gesten som Håckren utgjordes av skiktad mo och mjäla, överlagrad av gyttja (s. 103). Någon glacial varvighet påträffades icke. Provtagningarna med Kullenbergslodet i Håckren kompletterades senare med

några sondborringar på mindre vattendjup. I dessa borrhöjningar fanns inga finsediment utan endast grus och morän.

Övriga lokaler med varvig mjäla

I samband med en undersökning av det blivande Håckrenmagasinets stränder med avseende på erosionsrisken, vilken utfördes av professor Wenner några år innan jag påbörjade mina undersökningar i området, insamlades av extrageologer ett stort antal jordprover. Eftersom det då gällde att bestämma jordarten med hänsyn till erosionsrisken, noterades aldrig om varvighet förekom. Jag har därför gått igenom dessa gamla prover och funnit, att av 93 prover utgjordes materialet i 10 prover av varvig mjäla. Provtagningsplatserna är utspridda längs Aumens och Hottöjens stränder på följande nivåer: 494, 492, 491, 490, 490, 490, 492, 487, 476, 473 m ö. h. Eftersom samtliga prover utgjordes av prov i påsar, har ingen varvmätning kunnat genomföras. Lokalernas läge framgår av fig. 61.

GEOKRONOLOGI

Som framgått av föregående kapitel har uppmätning av varvserier varit svår att utföra, eftersom dessa ofta varit störda. Trots detta har jag uppmätt och gjort ett försök till varvkonnektering av fem lokaler, nämligen Norra Bottenvallen (c), söder om Aumen (h), 0/000 (e), Hottöjens botten (p) samt Tappudden (n). Då lokalerna är utspridda över ett relativt stort område (avståndet mellan Norra Bottenvallen och Tappudden uppgår till 28 km), kan lokala avvikelse förekomma i vissa varvserier, beroende på variationer i sedimentationsmiljön (jfr Järnefors 1963, s. 48).

I diagrammet, fig. 64, har även ett försök gjorts att konnektera varvserierna med en serie från Duved i Indalsälvens dalgång uppmätt av G. De Geer (1940, pl. 85). J. Lundqvist har jämfört mina diagram med sina egna, ännu ej publicerade diagram från Indalsälvens dalgång och kunde göra en preliminär konnektion med sina diagram från Duved, som han i sin tur konnekterat med De Geers Duveddiagram. Om dessa konnektioner är riktiga, skulle varven i mina diagram vara avsatta ungefär under perioden -750—690 i De Geers tidskala. De Geers lervarvskonnektioner i denna del av Jämtland kan enligt J. Lundqvist (1969, s. 174) ej anses övertygande. En absolut tidsbestämning låter sig därför ännu ej göra.

De fem konnekterade varvlokalererna ligger på nivåer under 505 m ö. h. Inom samma höjdområde faller också alla övriga, ej mätbara varvlokaler med undantag av Vallbo och Ottsjö samt de båda moräntäckta varvlokalererna (se s. 95).

Om man utgår från att sedimenten på alla dessa varvlokaler avsatts i samma isdämda sjö, Gulåissjön, kan man om denna dra följande slutsatser:

1. Gulåissjön, i vilken den varviga mjälan avsatts, har sträckt sig från Ottsjön i väster till östra delen av Hottöjen i öster. Österut i dalgången finns ingen varvig mjäla.
2. Då den varviga mjälan började avsättas i Gulåissjön, stod isranden i Indalsälvens dalgång vid Duved, att döma av varvkonnekteringen med Duveddiagrammet.
3. Den nivå, till vilken Gulåissjön nått, har att döma av strandbildningar varit ca 510 m ö. h.
4. Avsättningen av varvig mjäla har börjat och slutat ungefär samtidigt i alla delar av issjön och pågått i ca 60 år.
5. Avsättningen av varvig mjäla har upphört i samband med en tappning, vid vilken det tjocka tappningsskiktet i Hottöjen bildats.

Tappningsskikt kan bildas såväl nedanför den avtappade sjön som i själva sjön (Borell o. Offerberg 1955, Caldenius 1944, s. 371, Nilsson 1960, s. 143,

1964, s. 167, J. Lundqvist 1964, s. 177). Det tjocka tappningsskiktet i Hottöjen torde ha bildats i sjön, när den sänktes. Tappningsskiktet skulle i så fall utgöras av material, som svämmats ut från dalsidorna. Därmed skulle också kunna förklaras, att varven på lokalerna Aumen och Tappudden upphör ett år före tappningen. Det sista varvet kan nämligen ha spolats bort eller glidit ut i samband med tappningen.

Som framgår av fig. 66 finns i Hottöjen ytterligare ett tappningsskikt, beläget ovanpå den postglaciala mjälan. Att en isdämd sjö kan avtappas och åter fyllas flera gånger har beskrivits från Island (Thorarinsson 1939, s. 225, Nielsen 1937, s. 19). Så har emellertid troligen ej skett i Hottöjen. Dels ändrar som nämnts mjälan ovanpå det undre tappningsskiktet helt karaktär, dels upphör sedimentationen på lokalerna längs stränderna. Det övre tappningsskiktet i Hottöjen torde i stället ha uppkommit i samband med Ottsjöns eller Aumens isolering och sänkning. Detta övre tappningsskikt skulle således representera den andra typen av tappningsskikt och vara avsatt nedströms den avtappade sjön.

Beträffande varvserierna i Ottsjön och Vallbo kan man ej dra några andra slutsatser, än att isdämda vatten vid någon tidpunkt nått över dessa lokaler.

SUBMORÄNA SEDIMENT

s. FÅNGÅMON

Vid landsvägen omedelbart norr och väster om gården Fångåmon (fig. 61) finns ett delvis storblockigt moränområde, vilket sticker upp genom det omkringliggande terrassplanet. Vid vägens västra sida, 510 m ö. h., grävdes sommaren 1961 för en husgrund, varvid lagerföljden befanns vara följande:

1 m Morän.

1 à 2 m Mjåla, varvig.

Därunder morän.

Det 1–2 m mäktiga lagret av varvig mjåla var mycket kraftigt stört med inveckade skikt och kilar av sand och mo. Det var omöjligt att få någon uppfattning om sedimentets ursprungliga mäktighet och varvantal.

t. SÄTERÅBRON

Öster om landsvägsbron över Säterån ligger ett småkuperat moränlandskap (fig. 61). I ytan förekommer rikligt med block och sten.

I en grop ca 200 m nedströms bron, ca 550 m ö. h., iaktogs följande lagerföljd:

0–60 cm Morän, blockig, stenig.

Därunder varvig mjåla.

Uppgrävda delar av den varviga mjålan visade, att den var starkt förkastad och veckad.

UPPKOMSTEN AV MORÄNTÄCKTA SEDIMENT

De moräntäckta sedimenten i Jämtland har utförligt undersökts och beskrivits av J. Lundqvist (1967 b). Han lämnar en översikt av olika möjliga uppkomst-sätt för moräntäckta sediment. I korthet är de följande:

1. Sedimenten har täckts av moränliknande material genom ras eller jordflytning.
2. Sedimenten är iskontaktbildningar och avsatta intill isen.
3. Sedimentationen har skett subglacialt.
4. Sedimenten har täckts av morän genom en isframryckning.

Ur mina två iakttagelser av moräntäckta sediment kan några säkra slutsatser om mjåla- och moränlagrens uppkomst ej dras. Möjligen kan emellertid lagren vara av subglacialt ursprung (jfr Wennberg 1949). Att subglacial sedimentation av grövre fraktioner förekommer är känt. Att även finkorniga sediment kan avsättas under isen kunde bl. a. deltagarna i den kvartärgeologiska exkursionen sommaren 1962 till Island studera på Vatnajökull, där vi påträffade varviga sediment uppe på jökeln (fig. 68 och 69). Det visade sig att flera av de jordkoner, som förekommer uppe på Vatnajökull, består av skiktade sedi-



Fig. 68. Sedimentkoner på Vatnajökull, Island. – Foto Karin Eriksson.
Sediments cones on Vatnajökull, Iceland.

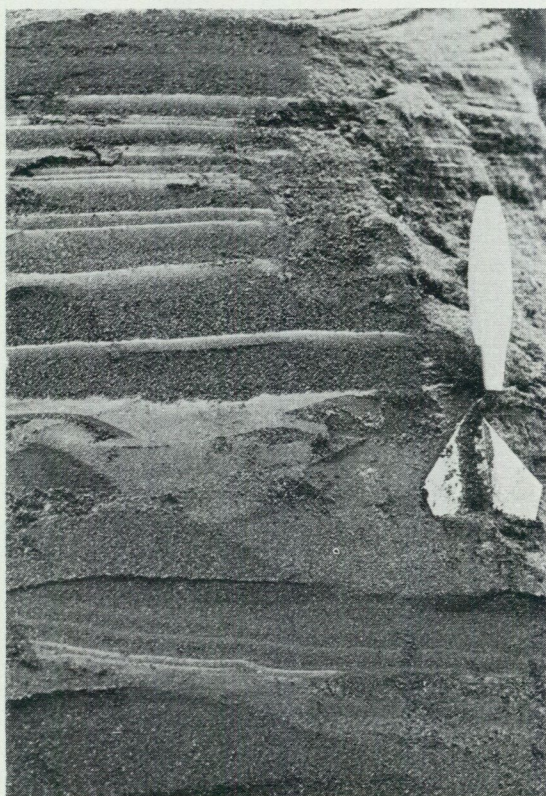


Fig. 69. Skärning i en sedimentkon på Vatnajökull, Island. – Foto Karin Eriksson.

Cutting through a sediment cone on Vatnajökull, Iceland.

ment i fraktioner från sand till lerig mjäla. Dessa sediment har icke bildats i någon sjö utan måste ha avsatts i jökelfrunnar. Allteftersom ytavsmältningen har fortgått, har sedimenten kommit i dagen. De jökelfrunnar, i vilka dessa sediment har avsatts, har tydligen ej nått ned till isens underlag. De sedimentkoner, som kunde observeras, får därför anses vara bildade englacialt. För att sådana sediment skall kunna bevaras och täckas av morän, måste jökelfrunnen nå ända ned till isens botten.

ISAVSMÄLTNINGENS FÖRLOPP

Då det gäller att rekonstruera landisens avsmältningförlopp inom ett område, är det ej alltid möjligt att exakt bestämma israndens läge vid vissa tidpunkter. Detta låter sig göra med relativt stor precision i områden, där landisens årliga recession avspeglas i den varviga leran, årliga ändmoräner samt i rullstensåsarnas årskullar. Även i områden, där isavsmältningen skett genom vertikal ytavsmältning, kan förloppet ibland följas, nämligen i de fall då strängt laterala skvalrännor bildats. I det aktuella undersökningsområdet finns inga möjligheter att exakt bestämma synkrona israndlägen över hela området. En okänd faktor är bland annat isytans lutning. Ju brantare denna varit, desto större är nivåskillnaden mellan likåldriga laterala bildningar i östra och västra delen av området. Som kommer att framgå av det följande anser jag emellertid, att isytans lutning varit liten.

Med ledning av de undersökningsresultat, som anförts i samband med lokalbeskrivningarna, har jag rekonstruerat isavsmältningförloppet och sökt illustrera detta i en serie kartor (Pl. 1). Dessa kartor bör betraktas som principskisser belysande vissa huvudskeden i landisens avsmältning. Emedan isytans lutning ej är känd i detalj, kan enstaka lokaler ej alltid passas in i rätt skede. Avsmältningförloppet skildras nedan med utgångspunkt från de av mig urskilda avsmältningstadierna.

Skårsdalsstadiet (Pl. 1 b)

Undersökningsområdet är till allra största delen täckt av is. Smältvattnet avbördas västerut över pasströskeln i Skårsdalen, 627 m ö. h., eller norrut över passet i Östra Skaltjärn, 615 m ö. h. Enligt Mannerfelts (1945, s. 33) terminologi är detta nunatakstadiet.

Rekdalsstadiet (Pl. 1 c)

Början av Mannerfelts upplösningstadium i Oviksfjällen (fig. 1 b) torde ungefär motsvara Rekdalsstadiet. Det uppdämda smältvattnet mellan Håckervalen och Sällsjöfjället kan ej avrinna i annan riktning än mot väster. Detta smältvatten samlas i en eller flera marginala sjöar vid Vallbo och Vålådalen, vilkas vattenyta bestäms av passpunkten vid Nulltjärn, 595 m ö. h. I Vålåns dalgång finns terrasser 594,8–597 m ö. h. Sjön vid Vallbo kan antingen ha varit en del av sjön vid Vålådalen eller varit något högre belägen och då avrunnit över eller genom dödisen i Vålåns dalgång till sjön vid Vålådalen. Vid Vallbo finns abrasionsspår från denna sjö på nivån 598–603 m ö. h. Den varviga mjålan i Vallbo torde utgöra sjöns bottensediment.

Det smältvatten, som bildades mellan isen och dalsidorna i Ottsjöns dalgång, har ej heller haft någon annan möjlighet till avrinning än över Nulltjärnpasset,

efter det att Skårsdalen och Östra Skaltjärn torrlagts. Terrasserna på Ottsjöns norra sida, 598–600 m ö. h., vilka utbildats i morän, tillhör troligen detta stadium. Det gäller även de båda övre erosionsrännorna på Ottfjället, vilka lutar mot söder, samt Lapptjärnsbäckens terrasser omkring 600 m ö. h. Ottsjödalen var under detta stadium fylld av dödis och någon stor öppen issjö kan ej ha existerat.

Gulåstadiet (Pl. 1 d, e, f)

Mellan Nulltjärnpasset, 595 m ö. h., och Gulsjöpasset, 509,5 m ö. h., finns ingen pasströskel i terrängen. Under den period, som följde efter det att Nulltjärnpasset torrlagts och fram till den tidpunkt, då Gulsjöpasset smält fram ur isen, måste dräneringen ha gått antingen supraglacialt, lateralt eller subglacialt. På sluttningen av berget väster om Gulån finns spår av glacifluvial erosion.

Tydligt har avrinningen skett norrut mellan Gulådalens västra sluttning och isen samt troligen även supra- och subglacialt i Gulådalens botten. Allteftersom isen sjönk ihop, uppkom olika erosions- och ackumulationsformer vid iskanten på allt lägre nivåer. Sänkningen från 595 till 509,5 m ö. h. syns således ha skett successivt. Då smältvattnet kunde erhålla fri avrinning norrut på allt lägre nivåer utan någon dämmande pasströskel i berg eller morän, förblev dödisen liggande på dalens botten utan att flyta upp. På grund av det successiva skeendet uppkom inte några mer betydande terrasser eller erosionsformer på ifrågavarande nivåer.

Gulåstadiets första skede avslutades i och med att avloppet söder om Gulsjön sänkts till fast mark. I och med detta kunde dräneringen av dalen ej längre hålla samma takt som avsmältningen, vilket varit möjligt under det föregående skedet. Nu inträffade i stället det förhållandet, att avsmältningen, vilken troligen fortsatte i samma takt som tidigare, lämnade mer smältvatten än vad som kunde avrinna genom Gulsjöavloppet. Därmed förlorades jämvikten mellan den kvarliggande dödisen på dalens botten och smältvattenvolymen, vilket resulterade i att isen flöt upp och bröts sönder. Isens uppbrytning skedde ungefär samtidigt i området från Ottsjön i väster till Hottöjens östra del i öster. Därmed hade den första stora isdämda sjön, här benämnd Gulåissjön, bildats i området. Öster därom var isen ännu en tid så mäktig, att den kunde ligga kvar på dalens botten.

Gulåissjöns utbredning bekräftas av talrika strandbildningar kring 510 m ö. h. samt av den varviga mjälan. Enligt den varviga mjälan har sjön haft en livslängd på ca 60 år. Under denna period dränerades sjön genom Gulåns kanjon, vid vars mynning det stora deltat vid Ängesvallen byggdes upp till 463–466,5 m ö. h.

Ungefär samtidigt med Gulåstadiet har troligen iskontaktbildningarna vid Spjätten och Kluckshäckren bildats. Där vilade isen icke bara på dalens botten

utan nådde även ett stycke upp på dalens sida. Under samma skede kan något smältvatten ha avbördats genom Blomstertjärnavloppet.

Häckrenstadiet (Pl. 1 g, h)

Den dämmande dödismassan i öster fortsatte att smälta under Gulåstadiets sista skede, och ca 60 år efter det att Gulsjöpasset börjat fungera som pasströskel, bröt smältvattnet genom dödisen österut. Därvid sänktes Gulåissjön ca 10 m. Denna händelse avspeglas i det tjocka tappningsskiktet i Hottöjens bottenlager samt i strandlinjer ca 500 m ö. h. Den sänkta issjön har jag benämnt Hottöissjön. Att Hottöissjön avbördats subglacialt österut bevisas av de subglaciala ackumulationerna söder om Gesten.

Den successiva uttunnningen av den dämmande dödisen fortsatte. Eftersom avrinningen nu gick österut och isresten var relativt liten, transporterades ej längre samma mängd slam till sjön. Bottensedimenten ändrade därför karaktär och övergick i den postglaciala typen. Hottöissjöns yta sänktes successivt. Under detta avsänkningskede avsnördes Ottsjön från vattenbassängen i den nedre delen av dalen.

Under Häckrenstadiets senare skede sträckte sig dödisresten upp i Häckren. I den smältande och sönderfallande isen avsattes de av dödis starkt påverkade sedimenten söder om Häckren i område E.

I och med att isen smält bort i Häckrenområdet, kunde smältvattnet avbördas genom Häckerströmmen. Häckrens ursprungliga pasströskel torde ha legat ca 470 m ö. h. Den motsvarande sjön sträckte sig troligen upp i Gesten, vid vars södra strand den stora slätten vid Sandviken utbreder sig 468–470 m ö. h. Då hade redan Aumen isolerats med en vattenyta ca 484 m ö. h., vilket är den höjd till vilken deltat vid Aumens västra strand når. Hottöjen nådde vid sin isolering ca 478 m ö. h. Den hopsjunkande dödisen torde då ha legat kvar i Sällsjödalen och sträckt sig österut mot Storsjön. Även runt Sällsjön förekommer äldre strandmärken, som visar att isdämning förekommit, men strandmärkena syns ligga på lägre nivåer än de som förekommer i mitt undersökningsområde.

Om det skildrade isavsmältningsförloppet sätts in i ett större sammanhang kan följande konstateras.

Då de varviga sedimenten började avlagras i Gulåissjön, stod isfronten i Indalsälvens dalgång vid Duved (enligt varvkonnekteringen). Deltat vid Ängesvallen (fig. 5) torde vid denna tidpunkt till största delen redan ha varit uppbyggt. De största sedimentmängderna hade nämligen förts genom Gulsjöavloppet under Gulåstadiets tidigare skede, innan Gulåissjön kunde fungera som sedimentationsbassäng för smältvattnet. Ängesvallens delta syns ha byggts upp i en lateral issjö på Kallissjöns nivå mot den kvarliggande isen i dalgången. Kallissjön har aldrig kunnat tränga in i Häckren och vidare västerut, så som Frödin tänkte sig förloppet (G. Frödin 1913). I det skede, då deltat norr om

Gulåns kanjon uppbyggdes till 466,5 m ö. h., låg is kvar i undersökningsområdets östra del samt i Indalsälvens dalgång ända upp mot Duved. Först i ett senare skede, då dödisen smält bort från Håckren, fanns det teoretisk möjlighet för Kallissjön att tränga in i dalen. Vid denna tidpunkt torde dock Kallissjöns yta ha hunnit sänkas ytterligare. Även om så ej varit fallet, har Kallissjön aldrig kunnat nå upp i Håckren, eftersom denna sjös ursprungliga pasströskel låg 470 m ö. h. (jfr J. Lundqvist 1969 s. 170).

Sedan mina fältarbeten avslutats, har Håckrendammen färdigställt. Ett vattenmagasin har skapats, som omfattar området från Aumen i väster till Håckren i öster. Denna konstgjorda sjö har en maximinivå av 493 m ö. h. Den västra delen av regleringsmagasinet har vid full höjd ungefär samma utbredning som Hottöissjöns senare stadium hade, medan den östligaste delen av magasinet ej tidigare legat under vatten.

LANDHÖJNINGEN

Tidigare undersökningar i Jämtland har visat, att landhöjningsmaximum legat österut och att landhöjningsgradienten haft en nordväst-sydostlig till väst-ostlig riktning (Frödin 1914, 1954, J. Lundqvist 1969). Möjligheten att i mitt undersökningsområde få en bekräftelse på tidigare erhållna resultat är starkt begränsad. För att man ur ett strandlinjematerial skall kunna konstruera ett strandlinjediagram är det önskvärt, att lokalerna har geografisk spridning i flera olika väderstreck. Det blir annars omöjligt att erhålla den maximala gradienten. Eftersom undersökningsområdet utgörs av en dalgång, orienterad i ungefär ost-västlig riktning, blir lokalernas spridning i nord-sydlig riktning mycket ringa. En annan faktor, som försämrar möjligheterna, är att vissa av lokalerna utgörs av deltan, vilka från proximal till distal del utbreder sig åtskilliga meter i vertikal led. Emellertid har på försök tre alternativa strandlinjediagram för Gulåissjön och Hottöissjön konstruerats med projektionslinjen i tre alternativa riktningar, nämligen i respektive nordväst-sydost, ost-väst och nord-syd. Det visar sig, att i inget av alternativen någon tydlig landhöjningsgradient kan utläsas. Klart är endast att gradienten inom området torde vara låg, vilket ej motsäger tidigare resultat.

APPENDIX: Något om den postglaciala utvecklingen i området

Den postglaciala utvecklingen i området faller egentligen utanför ramen för denna undersökning. Emellertid har vissa undersökningar gjorts i de postglaciala lagerföljder, som erhållits från sjöarnas bottnar, från en borrhning genom en myr norr om Aumen samt i några organiska lager täckta av minerogent material. Resultaten av dessa undersökningar skall här i korthet återges.

POLLENANALYSER

Borrkärnor, som upptagits i sjöarnas bottnar, har pollenanalyserats av fil. lic. Ann-Marie Robertsson. Härvid har övergången mellan de oorganiska och organiska materialen undersökts. Avsikten var att fastställa alkurvans början (fig. 70). En myr, belägen norr om Aumen, har provtagits och proverna har pollenanalyserats av Mr Edward Bragg (fig. 71).

C¹⁴-DATERING I SJÖSEDIMENTEN

Med avsikt att bestämma tidpunkten för alkurvans början har C¹⁴-dateringar utförts vid Laboratoriet för radioaktiv datering i Stockholm enligt gängse metoder (Östlund o. Engstrand 1963). I en av propparna från Hottöjen uttogs ett 2 dm långt prov i övergången mellan det oorganiska och det organiska materialet. Två C¹⁴-dateringar gjordes, den ena på den övre, mera gyttjiga delen av provet (prov A) och den andra på den nedre, mera moiga delen av provet (prov B). Resultaten blev 9305 ± 180 BP (prov A) respektive 9255 ± 185 BP eller 7355 respektive 7305 f. Kr. (Engstrand 1965, s. 270).

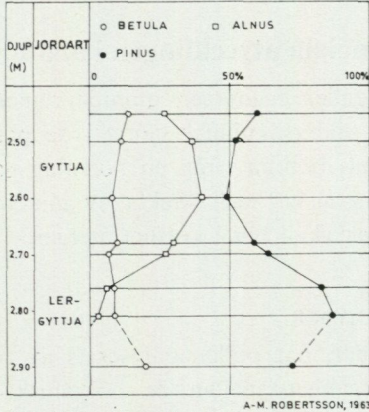
Ett prov från Gesten har även C¹⁴-daterats. Också här togs ett avsnitt ur en borrhärna i övergången mellan det oorganiska och det organiska materialet. Resultatet blev 10640 ± 170 BP. Den avsevärt mycket högre ålder, som erhöles på provet från Gesten, kan möjligen bero på att det minerogena materialet innehållit mera kolhaltiga kambrosilurbergarter. Emellertid syns även dateringarna från Hottöjen ha givit en något för hög ålder, att döma av jämförelser med andra dateringar av alkurvans början i Jämtland. J. Lundqvist anger e-nivån, dvs. alkurvans början, till tiden mellan 6000 och 6500 f. Kr. (J. Lundqvist 1969, s. 181. Jfr även Wenner 1960, 1968).

POSTGLACIALA JORDFLYTNINGSFENOMEN

Fångåmon. I en bäckskärning belägen intill nya vägen söder om kraftverksdammen 1 100 m från vägskälet Vålådalsvägen—nya vägen iaktogs följande lagerföljd:

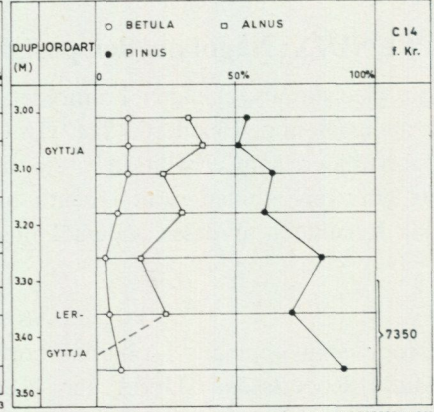
9– 20 cm Mossa m. m.

HOTTÖJEN: Borrhål 1



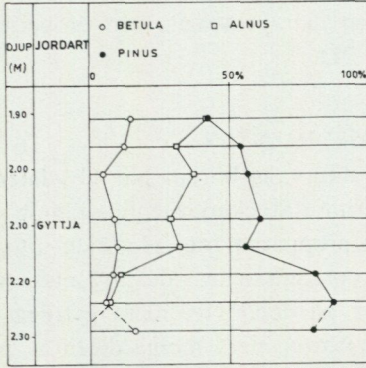
A-M. ROBERTSSON, 1963

HOTTÖJEN: Borrhål 5



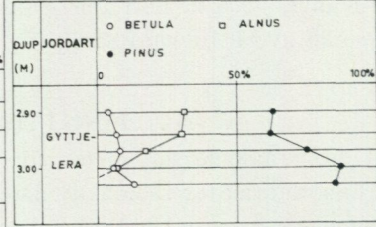
A-M. ROBERTSSON, 1963

HOTTÖJEN: Borrhål 6



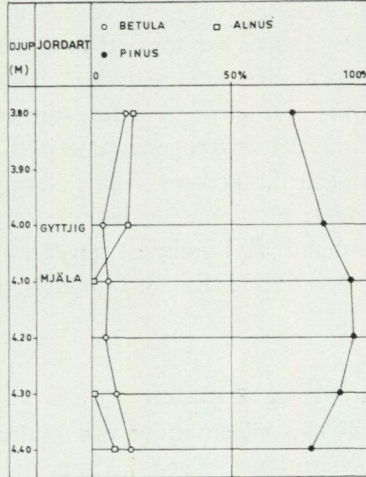
A-M. ROBERTSSON, 1963

HOTTÖJEN: Borrhål 9



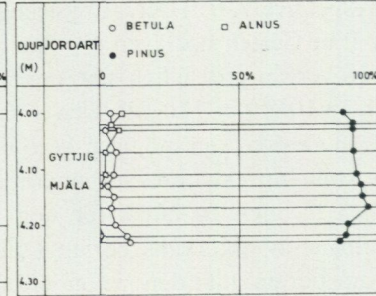
A-M. ROBERTSSON, 1963

GESTEN: Borrhål 10



A-M. ROBERTSSON, 1963

GESTEN: Borrhål 11

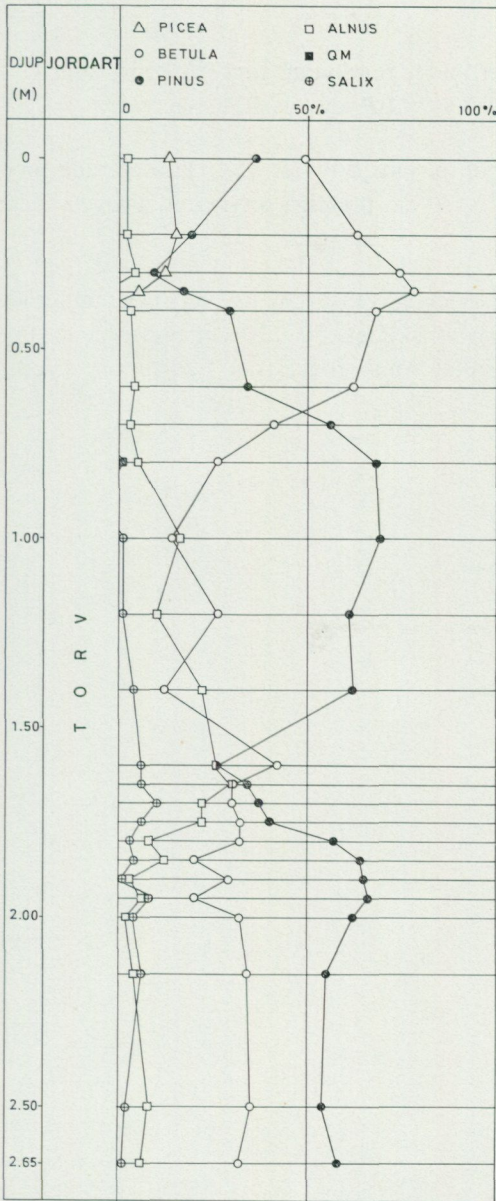


A-M. ROBERTSSON, 1963

Fig. 70. Pollendiagram från sjöarnas botten-sediment.

Pollen diagrams from lake sediments.

MÄRVIKSNÄSET N. Aumen



E. BRÄGG, 1961

Fig. 71. Pollendiagram från en myr norr om Aumen.

Pollen diagram from a peat bog north of Aumen.

20–55 cm Mo.
55–100 cm Torv.
100–140 cm Mo.

Ur torvlagrets övre del, 60–70 cm under markytan, togs ett prov, som C^{14} -daterades. Den erhållna åldern blev 740 ± 70 BP, dvs. 1210 e. Kr.

Ottsjö 1. Lokalen är identisk med grop 6, Ottsjö by (s. 35). Det daterade torvprovet är taget i den övre delen av det 70 cm mäktiga torvlagret. Provets ålder är 2800 ± 80 BP, dvs. 850 f. Kr.

Ottsjö 2. Lokalen är identisk med grop 2, Ottsjö by (s. 34). Det daterade torvprovet är uttaget i den övre delen av skiktet, 70–120 cm under markytan. C^{14} -dateringen gav exakt samma resultat som provet från Fångåmon, således 740 ± 70 BP.

SUMMARY: Deglaciation of the Vålådalen—Sällsjön area in south-western Jämtland, central Sweden

Introduction

At the beginning of this century many geologists found that during the deglaciation of the inland ice, large ice-dammed lakes had been formed between the water divide and the ice divide along the Scandinavian mountain chain. During the last few years, various investigations have shown that in many cases there was no open ice-dammed lake, but only small marginal waters while the bottom of the valley was filled up with dead ice. In connection with the projecting and building of an earth dam in Lake Håckren in the southwestern part of Jämtland, Sweden, the question of the ice-dammed lakes in this area was brought to the fore. I have tried to find the answers to the following questions:

1. In what way did the inland ice disappear from this area?
2. Did any open ice-dammed lakes exist during the deglaciation?
3. In that case, what extension did the ice-dammed lakes have?
4. How long did the ice-dammed lakes exist?

Methods of investigation

The area investigated is shown in the attached plate 1 a. The field work was done during the period 1961–1964. As the area was mapped only by the old 1:100 000 topographical map, I had to make photogrammetric maps of parts of special interest. Before that could be done a great number of fixed points had to be levelled. All observed shore lines also had to be levelled. A great number of soil samples had to be collected by digging and boring for various analyses.

Summary of the deglaciation

In order to make it easier to understand the description of the places described, I will first give a brief account of the different stages of the deglaciation which I have identified, (Plate 1 b–h).

1. *Skårsdal stage*. When the highest peaks of the mountains emerged as nunataks, the meltwater drained westwards through the Skårsdalen valley.

2. *Rekdal stage*. The melting continued and the ice gradually shrank until the meltwater abandoned the col to the Skårsdalen valley, and drained via the Nulltjärn col through the Rekdalen valley.

3. *Gulå stage*. During the first part of this stage the meltwater drained to the north of Lake Gulsjön by lateral, subglacial or supraglacial drainage. At the end of the Gulå stage the Gulå ice-dammed lake existed.

4. *Håckren stage*. The last stage of the deglaciation of the valley was initiated when the Gulå ice-dammed lake was lowered and the Gulå canyon was abandoned. This lowered lake is called the Hottö ice-dammed lake.

After that, the valley was drained subglacially eastwards via dead-ice masses in the lakes Gesten and Håckren. As the dead ice gradually shrank, the Hottö ice-dammed lake was lowered and Lake Ottsjön was isolated from the ice-dammed lake. Later on, the last ice masses melted and all the lakes were isolated.

Description of the localities

Glaciofluvial erosive forms

1. SKÅRSDAL STAGE

The Skårsdal outlet. This outlet is the highest col in the Ottsjö valley. When the meltwater drained through the Skårsdal valley all the lower cols were still ice-covered.

Östra Skaltjärn. To the north of Lake Östra Skaltjärn, situated at the water divide between the investigated valley and the Indal valley, there is a canyon which must have been the outlet during some part of the Skårsdal stage.

The Ottsjö channels. These erosive forms (Fig. 3) have been supposed to be ice-marginal features (Kjell Eriksson 1914) or outlets of ice-dammed lakes (Frödin 1913). In my opinion they seem to be subglacial chutes which were formed when the Högåsen ridge emerged from the ice. In the area there is also an engorged esker.

2. REKDAL STAGE

The Nulltjärn outlet. The col is situated 200 m to the north of the northernmost lake. From the col, which is covered by peat, the Rekdalen valley runs. Along the sides of the valley there are many signs of erosion, and the bottom of the valley is in many places covered with rounded pebbles.

Ottfjället (representing the Rekdal and Gulå stages). On the eastern side of Mount Ottfjället there is a system of lateral drainage channels where the higher channels slope to the south and the lower channels slope to the north (Fig. 4). These channels seem to have been formed by lateral or subglacial erosion. The reason for the higher channels sloping to the south may be that at this stage the meltwater drained through the Nulltjärn outlet, while at a later stage when the lower channels were eroded, the meltwater drained northwards through the Gulsjö outlet.

Ottsjö village. A terrace situated 600 m above sea level and eroded in till was probably eroded by lateral meltwater during the Rekdal stage.

3. GULÅ STAGE

The Gulsjö outlet. The col is situated between Lake Gulsjön and Lake Korsjön 509.5 m above sea level. To the north of Gulsjön there is a large, steep-walled canyon cut in the rock (Figs. 5, 6). At the end of the canyon a delta is situated 463–466.5 m above sea level.

The Blomstertjärn outlet. The col between Lake Håckren and Lake Blomstertjärn is to be found 510.4 m above sea level. From the col down to Blomstertjärn there is an erosion channel cut in till (Fig. 7). This channel is much smaller than the Gulsjö outlet.

Gestvalen. Between the mountains Gestvalen and Håckervalen a col gully has been formed. On the north side of Gestvalen there is a system of lateral drainage channels with a gradient of 1:100 to the west.

The Sällsjö mountain. On the northern slopes of the mountain, above the Spjätten chalet, there is a system of large eroded channels (Figs. 8, 9). These have apparently been eroded by meltwater flowing from the south.

4. HÅCKREN STAGE

Old outlet of Ottsjön. Close to the present outlet of Lake Ottsjön into Storån there are many traces of erosion in the till, which show that Ottsjön has previously had an outlet 498.2 m above sea level, i. e. 4 m higher than the present one.

Old outlet of Hottöjen. A hill of till at the outlet of Lake Hottöjen, with an altitude of 478 m, has probably at one time acted as a barrier for the lake, but has since been broken through.

Old outlet of Håckren. Before the building of the Håckren dam there were in the upper parts of the River Håckerströmmen thick sediments with marked cliffs eroded by the river. These sediments indicate that the original altitude of the lake was 470 m.

Eroded shore lines

In several places along the sides of the valley there are eroded shore lines at certain levels (Fig. 10). Points a-f are about 510 m above sea level and have been referred to the Gulå stage. Points g-j are about 500 m above sea level and have been referred to the Hottö stage.

Accumulations

The majority of the following features have been formed during more than one stage of deglaciation.

OTTSJÖ BY (Figs. 3, 12-18)

At the village of Ottsjö a number of pits have been dug with excavators, making it possible to study the soil profiles in different parts of the village. Great variation was found. The deposits vary from place to place between unstratified and stratified drift. In places the sediments are markedly disturbed by folding and faulting. The appearance and distribution of the deposits suggest deglaciation in the form of surface melting of dead ice.

In some of the pits organic deposits were found lying below apparent glacial drift. These are found to be postglacial peat, over which glacial material has subsequently flowed. Radiocarbon datings of the peat have shown that it was formed only about 750 years ago.

VALLBO

At Vallbo there are varved sediments as well as coarser glaciofluvial deposits (Figs. 20, 21). The varved sediments are found at a plain 576 m above sea level. The glaciofluvial material has probably been deposited in subglacial tunnels.

VÅLÅDALSÅSEN

Between the Nulltjärnarna lakes and the road bridge across the River Vålån there is an esker along the western bank of the river. In places it divides into more than one ridge, and in places it is broken.

The sequence of strata is very varied. In places the sediments are covered by till. In other places the surface material is fine sand, underlain by coarser sand and then gravel. This esker was probably formed in crevasses or tunnels in the ice. (See Tanner 1934, Granlund 1943, p. 63, J. Lundqvist 1969, p. 70.)

VÅLÅDALEN

Rekdal stage

By Lake Stora Nulltjärn there is a wide terrace about 597 m above sea level, on which the deposits consist of sand. Around the village of Vålådalen there are erosion shore lines at the same level. It can be assumed that the sediment plateau and the shore lines were formed by the same lake.

Gulå stage-Häckren stage

On either side of River Vålån, downstream of the road bridge, there are wide terraces, which slope downwards towards Lake Ottsjön (Figs. 23, 24). Three terraces can be distinguished: 520, 510 and 500 m above sea level. Fig. 26 shows the profile at three points. The terraces are covered with fine sand which seems to be eolian in origin. The steep slope down to Vålån in the 510 m terrace has been formed by erosion (Fig 26).

The material in the 500 m terrace could not be studied as it is covered by peat bogs.

The recent delta extends into Lake Ottsjön at the outlet of the River Vålån. The water only exceeds 1 m in depth outside the distal slope to the north.

LAPPTJÄRNSBÄCKEN

Sediment terraces were found 611.3 to 618.1 m above sea level and at about 600 m. The composition of the sediments is shown in Fig. 27. The inclination of the higher terrace was found to be 24 : 1000 from south to north.

THE BOUNDARY-CLEARING SOUTH OF LAKE AUMEN

A section was levelled south of Aumen. Terraces are found at several levels, some formed by erosion and some by accumulation. From the levelled section the inclinations of the different terraces from inner to outer edge have been calculated:

- | | | |
|----|---------------|-------------|
| A. | 551 -555 m | 29.9 : 1000 |
| B. | 546.8-548.6 m | 34.4 : 1000 |
| C. | 537.8-541.4 m | 35.2 : 1000 |
| D. | 511.9-514.8 m | 6.7 : 1000 |
| E. | 488.5-498.8 m | 22.9 : 1000 |

LAKE GULSJÖN

On the eastern bank of the River Gulån there is a delta plain 509.3 m above sea level (Fig. 5).

AREA G1

In the stretch 27/000 to 27/500 the new road along the southern side of the valley cuts through two gravel ridges which are separated by a deep hollow. The material in the ridges consists of stratified sediment (Fig. 28). These and several similar ridges found along the southern side of the valley between Gesten and Häckren were probably formed as engaged eskers according to Mannerfelt's (1945) definition.

SOUTH-EAST OF KLUCKSHÄCKREN

1 km south-east of Kluckshäckren on the south bank of the River Häckren there is the entrance to a 1.5 km long canyon. It begins at 580 m above sea level, where it emerges from a peat bog, and finishes at about 530 m above sea level. At the opening there are terraces, the largest being 200-300 m wide from inner to outer edge. The surface material is slightly rounded. As there are no cuttings it has not been possible to study the underlying material. However, these terraces resemble the Spjätten terraces in appearance. (cf. below.)

AREA C, LAKE HÄCKREN

The extent of this area is shown in Figs. 29 and 30. The material consists mainly of till, with a surface covering of fine sand or silt.

In cutting C IX, however, the surface is covered with boulders and stones underlain with stratified sand and fine sand (Fig. 31). An orientation analyses in cutting C IV, situated in a hill, shows a fairly scattered orientation with a certain concentration in the N 60°W–S 60°E direction (Fig. 32).

AREA D, LAKE HÄCKREN

The extent of the area is shown in Figs. 29 and 33. It consists of a plain some 200 m wide from north to south and 500 m from east to west, at a level of 516–520 m above sea level. Seismic investigations have shown that soil depths of 18 m are to be found in the outer parts of the area. The soil is mostly till, but stratified material is found in some places 490 and 512 m above sea level (Figs. 34, 35 c).

SPJÄTTEN

South of the River Håckerströmmen on the slopes of Sällsjöfjället, the Spjätten chalet is to be found situated on a large terrace. Above this, several other large terraces are to be found (Figs. 8, 29, 36). Thanks to boring and excavations for dam construction it has been possible to study the inner structure of the terraces (Figs. 37–46). They have been formed partly as ice-contact features and partly as deltas in open ice-dammed lakes. The upper terraces can probably be roughly classified as lateral terraces.

SOUTH OF LAKE GESTEN

The area south of Gesten, from the shore up to 520–530 m above sea level, consists of a rugged terrain containing ridges, hills and eroded valleys oriented in various directions. Fig. 47 shows the type of landscape. The surface material is till, but the interior of the hills and ridges consists of various sediments (Figs. 48, 49 and 35 a, b). The area seems to have been formed subglacially—the sediments being formed in tunnels, some parallel with the valley, others more or less at right angles to it. Those parallel with the valley were probably formed by the outlet of the Hottö ice-dammed lake. The other ridges seem to be engorged eskers.

AREA E, LAKE HÄCKREN

The position of the area is shown in Figs. 29 and 50. It consists of a flat sediment surface with some hills and a large hollow in the northern part. The area reaches about 480 m above sea level. The material consists of various sediments (Figs. 51–59), which have in places been violently disturbed by settling. The whole area could be regarded as a kame delta (J. Lundqvist 1969, p. 75), formed partly subglacially or in open crevasses and partly in water.

NORTHERN BANK OF THE RIVER HÄCKERSTRÖMMEN

The sediments in area E continue to the north of the stream. The two areas were probably connected and deposited at the same time.

Terraces beside the roads

Along the newly constructed roads on either side of the valley, several terraces were observed. In most cases there are no cuttings, but the surface soils were identified. In several cases they seem to be delta deposits (Fig. 60). Points a–g are about 510 m above sea level and points h–i about 500 m. They have been referred to the Gulå and Hottö ice-dammed lakes respectively.

Varved sediments and geochronology

No areas with definitely established varved sediments have previously been described in the investigated area. Extensive digging of pits and sampling of lake beds have now shown that varved sediments are to be found in certain parts of the area (Fig. 61). Two points, Vallbo and Ottsjö (Figs. 61 a–b, 62, 63), probably belong to earlier stages of deglaciation. They are at 575 and 548 m above sea level respectively. Points c–r are all less than 510 m above sea level. In some of these places (c, e, h, n, o) it was possible to count the varves, and a varve diagram has been constructed (Fig. 64), in which connections have been made with a varve series from Duved (De Geer 1940). The grain-distribution in some varves is shown in Fig. 65.

Besides the places mentioned above, varved sediments have been found in samples which I was given an opportunity of studying, collected earlier during an erosion investigation for the planned reservoir. This investigation was led by Professor Wenner and carried out by some of his students. The positions of the sampling points are shown in Fig. 61.

Samples of the beds of the lakes Hottöjen, Gesten and Håckren were taken with a piston core sampler. Varved sediments were only found in Lake Hottöjen (Figs. 66, 67). Above the glacial varved silt there is a drainage varve which presumably represents the fall in level of the ice-dammed lake. Then comes a stratified silt without varve limits which I have interpreted as postglacial. Above that, there is another drainage varve, and finally ooze.

If we assume that all the varved sediments with the exception of those at Vallbo and Ottsjö were deposited in the same lake, the Gulå ice-dammed lake, we can draw the following conclusions about this lake:

1. The Gulå ice-dammed lake has extended from the western end of Lake Ottsjön to the eastern part of Lake Hottöjen. East of that there are no varved sediments.
2. When the varved silt began to accumulate in the Gulå ice-dammed lake, the ice front in the Indalsälven valley was at Duved.
3. The level reached by the Gulå ice-dammed lake was about 510 m above sea level.
4. Sedimentation of varved silt began and ceased more or less simultaneously in all parts of the lake, and lasted about 60 years.
5. Sedimentation of varved silt ceased in connection with a fall in level, giving rise to the thick drainage varve in Lake Hottöjen.

Submorainic varved sediments

Submorainic sediments were found in two places (Fig. 61, s and t). For a detailed description of till-covered sediments and their genesis see J. Lundqvist (1967 b). My two observations are not sufficient for drawing any special conclusions. One can only assume that the sediments may have been deposited subglacially. The fact that fine-grained sediments can be deposited subglacially was observed by the members of the geological excursion which visited Vatnajökull in Iceland in the summer of 1962 (Figs. 68, 69).

Conclusions about the deglaciation

Skårdsdal stage (Plate 1 b)

The area was mainly covered by ice. The meltwater drained either westwards over the gap in Skårdsdalen, 627 m above sea level, or northwards over the gap at Lake Östra Skaltjärn, 615 m above sea level. According to Mannerfelt (1945) this stage corresponds to the nunatak stage.

Rekdal stage (Plate 1 c)

Mannerfelt's (1945) division stage in the Oviksfjällen mountains (Fig. 1 b) corresponds approximately to the Rekdal stage. At Vallbo and Vålådalen ice-dammed lakes formed having surface levels determined by the gap at Nulltjärn. Lateral drainage channels, sloping to the south, were formed on the eastern slopes of Ottfjället. During the whole of this stage the Ottsjö valley was filled with ice.

Gulå stage (Plate 1 d, e, f)

When the Nulltjärn gap dried up, the drainage turned to the north, so that the water ran supraglacially, laterally or subglacially via the ice above the Gulsjö gap (Plate 1 d). As the lowering of the ice surface down to 509.5 m above sea level occurred gradually, the meltwater left no permanent traces of erosion at any particular level before reaching solid rock at the Gulsjö gap (Plate 1 e). As long as melting and drainage were in equilibrium the bottom of the valley remained filled with ice, but when the gap was exposed the amount of meltwater increased and exceeded the rate of drainage, leading to stage in Plate 1 f. The ice broke up and the Gulå ice-dammed lake was formed. The extent of this lake is indicated by numerous shorelines about 510 m above sea level, and by the varved silt. Among other things, the terraces at Spjätten were probably formed at the same time.

Häckren stage (Plate 1 g, h)

Some 60 years after the Gulå ice-dammed lake formed, it broke its way eastwards subglacially. The lake sank 10 m down to the Hottö ice-dammed lake, as evidenced by the thick drainage varve found above the varved silt in the bottom sediments of Lake Hottöjen.

The Hottö ice-dammed lake drained subglacially eastwards, while the ice gradually shrank. Round the melting ice the sediments round the River Häckerströmmen were deposited. At about the same stage Lake Ottsjön, followed by the other lakes, was probably isolated, and the last remnants of ice left the Häckren area and melted away in Lake Sällsjön.

Since my fieldwork the Häckren reservoir has been completed. The water reaches a maximum height of 493 m above sea level, and to the west almost reaches the level of the former Hottö ice-dammed lake. The eastern part of the reservoir has not previously been covered by water.

Appendix: The postglacial development in the investigated area

Some investigations have been made of postglacial material. A summary is given below.

Pollen analysis (Figs. 70, 71)

In order to find the beginning of the *Alnus* curve some pollen analyses have been made by fil. lic. Ann-Marie Robertsson on material from the bottom sediments in the lakes Hottöjen and Gesten. The sections analysed are from the transition from minerogenic to organic material. Also a section through a peat bog to the north of Lake Aumen was analysed by Mr. Edward Bragg.

Radiocarbon age determinations

Some radiocarbon age determinations were made in Stockholm on the oldest organic material in samples from the lakes Hottöjen and Gesten. The results from Hottöjen

were 9305 ± 180 BP and 9255 ± 185 BP. The result from Gesten was 10640 ± 170 BP.

Compared to other age determinations of the beginning of the *Alnus* curve in the county of Jämtland these figures appear rather high (see J. Lundqvist 1969, p. 181, and Wenner 1960, 1968).

Solifluction in postglacial time

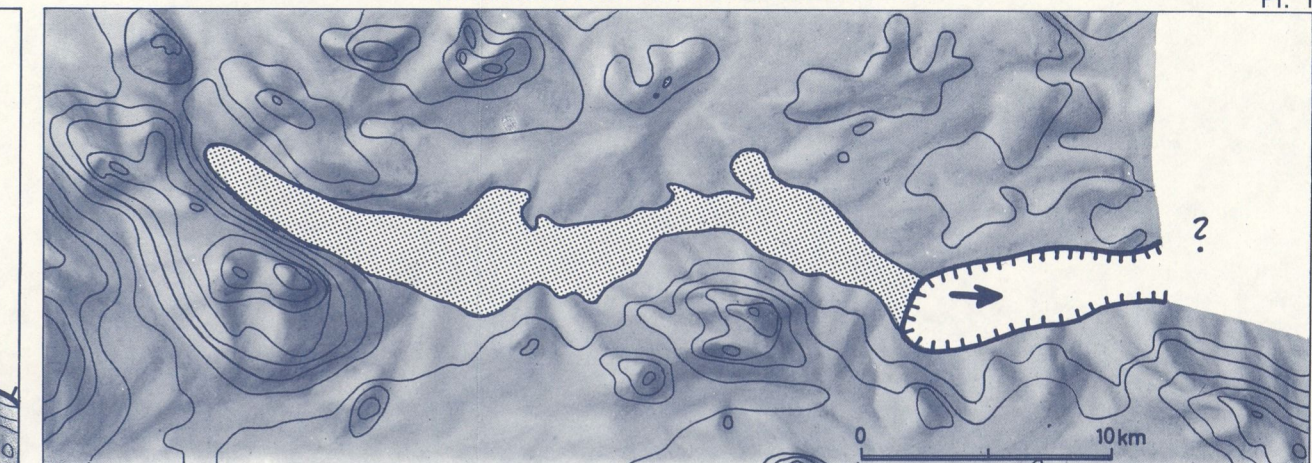
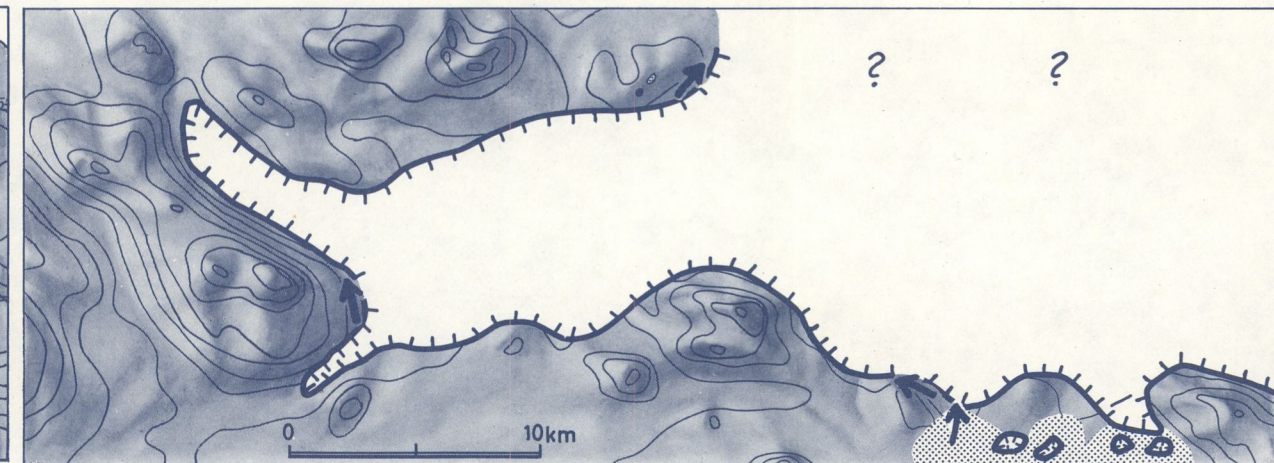
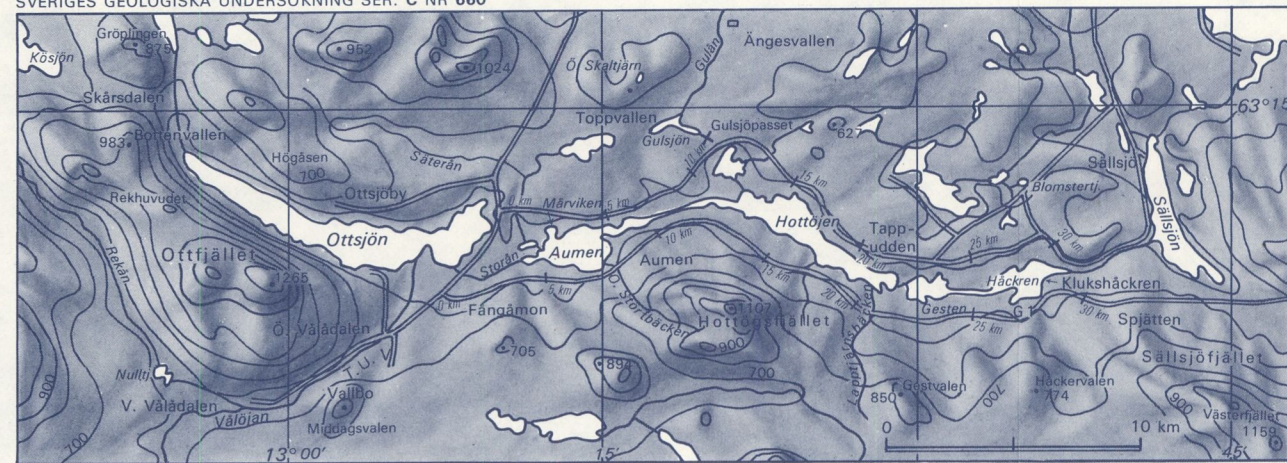
In some localities organic layers have been found below minerogenic deposits. From three localities samples of the organic material have been radiocarbon dated. The ages of the samples from Fångåmon and Ottsjö (pit 2) were both 740 ± 70 BP. From another point in Ottsjö (pit 6) the result was 2800 ± 80 BP.

LITTERATUR

- BCGF = Bulletin de la Commission Géologique de Finlande
 BGIU = Bulletin of the Geological Institution(s) of the University of Up(p)sala
 BGSF = Bulletin of the Geological Society of Finland
 GFF = Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar
 KVA = Kungl Svenska Vetenskapsakademien, Stockholm
 NGT = Norsk Geografisk Tidsskrift, Oslo
 NGU = Norges Geologiske Undersøkelse, Oslo
 SGU = Sveriges Geologiska Undersökning, Stockholm
 STF = Svenska Turistföreningen, Stockholm
- ABRAHAMSEN, R., 1967: Foundation Grouting at the Håckren Dam. – Comm. Internat. des Grands Barrages, Istamboul.
- ANDERSEN, BJØRN G., 1969: Bresjø-avsetninger ved Tynset i Østerdalen. – NGT 49.
- ANDERSSON, GUNNAR, 1897 a: Den Centraljämtska issjön. – Ymer, 17; samt SGU C 166.
 – 1897 b: Några anmärkningar om den Centraljämtska issjön. – GFF 19.
 – 1907: Från Bydalen till Vallbo. – STF Årsbok.
- BLOMQVIST, ERIK, 1970: Indalsälven – en kraftkälla. – Indalsälvens Regleringsförening u.p.a. Östersund
- BORELL, RAGNAR och OFFERBERG, JAN, 1955: Geokronologiska undersökningar inom Indalsälvens dalgång mellan Bergforsen och Ragunda. – SGU Ca 31.
- BROWN, T., 1930: Evidence of stagnation during deglaciation of the Nashua Valley. – Am. J. Sci., XIX.
- VON BRÖMSEN, ULF, 1966: Jordartsbildning och isavsmältning i Handölsåns dalgång i västra Jämtland. – GFF 88.
- CALDENIUS, CARL, 1944: Baltiska issjöns sänkning i Västerhavet. – GFF 66.
- DAHL, RAGNAR, 1967: Senglaciala ackumulationsformer och glaciationsförhållanden i Narvik-Skjomenområdet, Norge. – NGT 21.
 – 1968: Glacial Accumulations, Drainage and Ice Recession in the Narvik-Skjomen District, Norway. – NGT 22.
- DE GEER, GERARD, 1897: Om rullstensåsarernas bildningssätt. – GFF 19; samt SGU C 173.
 – 1940: Geochronologia Suecica Principes. – KVA Handl., 3 ser., bd 18, n:o 6.
- ENGSTRAND, LARS G., 1965: Stockholm Natural Radiocarbon Measurements VI. – Radiocarbon, 7.
- ERIKSSON, KJELL, 1914: Inlandsisens avsmältning i sydvästra Jämtland. – SGU C 251.
- FALK, ÅKE, 1955: Preliminary Mapping of some Localities of Windblown Silt in Dalarna. – Geogr. Ann., 37.
- FLINT, R. F., 1928: Pleistocene Terraces of the lower Connecticut Valley. – Bull. Geol. Soc. Am., 39.
 – 1929: The Stagnation and Dissipation of the Last Ice Sheet. – Geogr. Rev., XIX.
 – 1932: Stagnant Ice as a factor in the genesis of glacial deposits. – Z. Geol., XX.
- FROMM, ERIK, 1965 a: Kursudalar och blockdeltan vid Messaure kraftverks dämningsområde. – SGU C 601.
 – 1965 b: Beskrivning till jordartskarta över Norrbottens län nedanför lappmarksgränsen. – SGU Ca 39.
- FRÖDIN, GUSTAF, 1913: Bidrag till västra Jämtlands senglaciala geologi. – SGU C 246.
 – 1914: Några glacialgeologiska frågor inom våra sydliga fjälltrakter. Ett arbetsprogram och en kritik. – GFF 36.

- 1915: Några bidrag till frågan om det afsmältande istäckets ytlutning. – GFF 37.
- 1954: De sista skedena av Centraljämtlands glaciala historia. – Geographica, 24.
- GAVELIN, A., 1910: De isdämda sjöarna i Lappland och nordligaste Jämtland i »Norra Sveriges issjöar. En sammanställning af hittills gjorda undersökningar af Axel Gavelin och A. G. Högbom». – SGU Ca 7.
- GJESSING, JUST, 1960: Isavsmeltningstidens drenering, dess forløp og formdannende virkning i Nordre Atnedalen. Med sammenlignende studier fra Nordre Gudbrandsdalen og Nordre Østerdalen. – Ad Novas, 3.
- 1966: Deglaciation of Southeast and East-Central South Norway. – NGT 20.
- GLEN, J. W., 1954: The Stability of Ice-Dammed Lakes and other Water-Filled Holes in Glaciers. – J. Glaciol., 2.
- GOLDTHWAIT, J. W., 1938: The Uncovering of New Hampshire by the last Ice Sheet. – Am. J. Sci., XXXVI.
- GRANLUND, ERIK†, 1943: Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län nedanför odlingsgränsen. – SGU Ca 26.
- HALDEN, BERTIL E., 1925: De isdämda sjöarna i Sverige. En översikt av föreliggande undersökningar. – Ymer, 45.
- HOLDAR, CARL-GUSTAV, 1957: Deglaciationsförloppet i Torneträskområdet. – GFF 79.
- HOLMSEN, PER, 1967: Bredemte sjøer eller subglaciale avsetninger? – NGU 255.
- HOPPE, GUNNAR, 1948: Isrecessionen från Norrbottens kustland i belysning av de glaciala formelementen. – Geographica, 20.
- 1950: Några exempel på glaciöfluvial dränering från det inre Norrbotten. – Geogr. Ann., 32.
- 1957: Problems of glacial morphology and the Ice Age. 1–3. – *Ibid.*, 39.
- 1959: Glacial Morphology and Inland Ice Recession in Northern Sweden. – *Ibid.*, 41.
- 1960: Just Gjessing: Isavsmeltningstidens drenering etc. – NGT 17.
- KINDBLOM, B-O., KLEIN, K., KLINGSTRÖM, A. och E., 1959: Glacialmorfologi och isrörelser i ett lappländskt fjällområde. Studier inom Saltoluokta-Suorvaområdet. – Geogr. Ann., 41.
- HÖGBOM, A. G., 1892: Om märken efter isdämda sjöar i Jemtlands fjelltrakter. – GFF 14; samt SGU C 128.
- 1894: Praktiskt geologiska undersökningar inom Jemtlands län. IV. Geologisk beskrifning öfver Jemtlands län. – SGU C 140.
- 1897: Några anmärkningar om de isdämda sjöarna i Jemtland. – GFF 19; samt SGU C 169.
- 1908: Om isälfs- och issjöbildningar i Jämtlands fjälltrakter V om Storsjön. Ref. – GFF 30.
- 1909: Quartärgeologische Studien im mittleren Norrland. – GFF 31.
- 1910: De centraljämtska issjöarna i »Norra Sveriges issjöar. En sammanställning af hittills gjorda undersökningar af Axel Gavelin och A. G. Högbom». – SGU Ca 7.
- 1920: Geologisk beskrivning över Jämtlands län. Uppl 2. – SGU C 140.
- JÄRNEFORS, BJÖRN, 1963: Lervarvskronologien och isrecessionen i östra Mellansverige. – SGU C 594.
- KUJANSUU, RAIMO, 1967: On the Deglaciation of Western Finnish Lapland. – BCGF 232.
- KULLENBERG, B., 1947: The Piston Core sampler. – Svenska Hydrografisk-Biologiska Kommissionens Skrifter, tredje ser. Hydrografi, D. 2.
- 1955: Deep-sea coring. – Göteborg.
- KULLENBERG, B. o. FROMM, E., 1944: Nya försök att upphämta långa sedimentprofiler från havsbotten. – GFF 66.
- LUNDQVIST, G., 1940: Bergslagens minerogena jordarter. – SGU C 433.

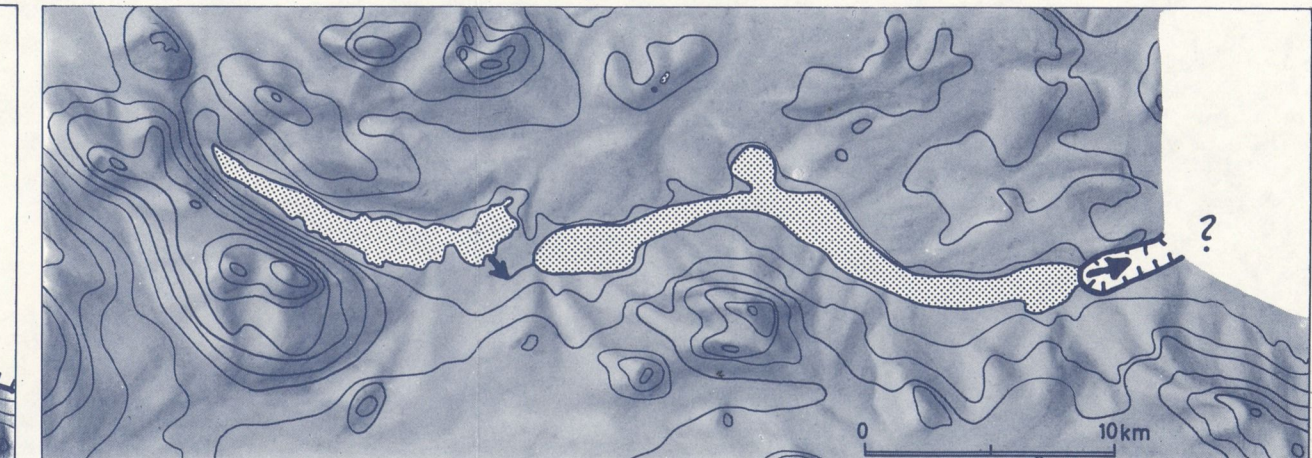
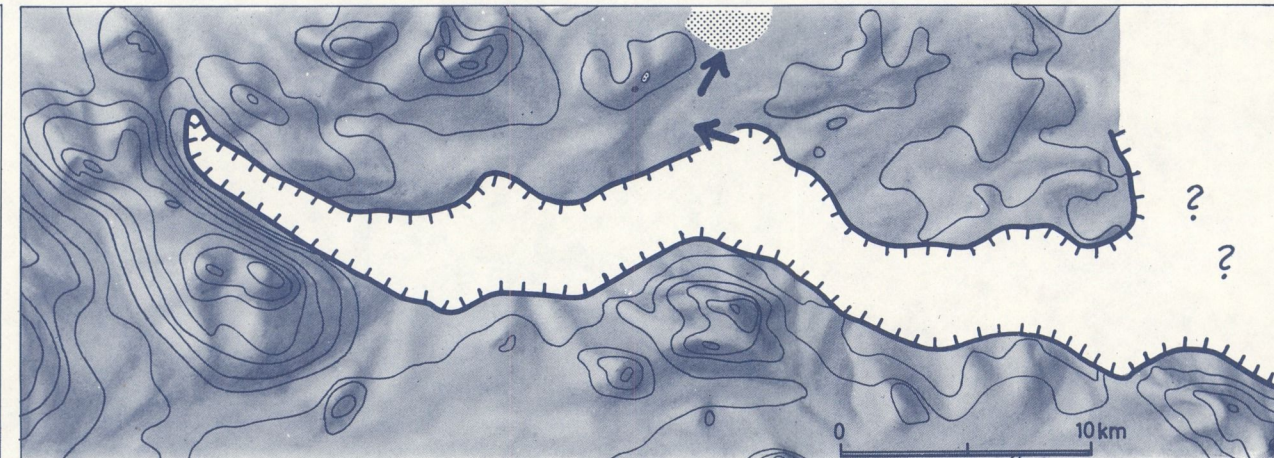
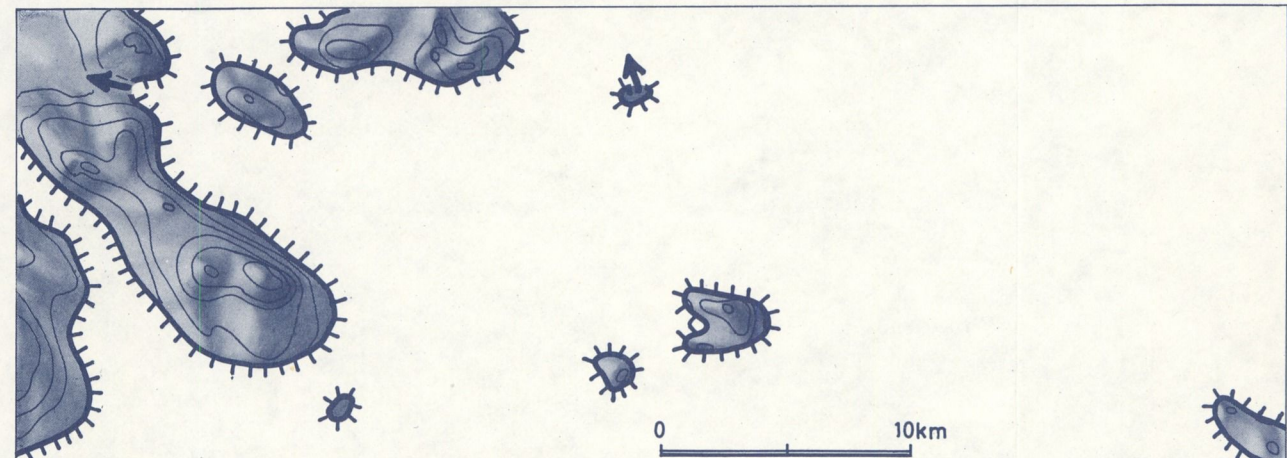
- 1942: Var äro issjöarnas sediment? - GFF 64.
- 1943: Norrlands jordarter. - SGU C 457.
- 1948: Blockens orientering i olika jordarter. - SGU C 497.
- 1949: The orientation of the block material in certain species of flow earth. - Geogr. Ann., 31.
- 1951: Beskrivning till jordartskarta över Kopparbergs län. - SGU Ca 21.
- 1961: Beskrivning till karta över landisens avsmältning och högsta kustlinjen i Sverige. - SGU Ba 18.
- 1963: Beskrivning till jordartskarta över Gävleborgs län. - SGU Ca 42.
- LUNDOVIST, JAN, 1957: Övre Klarälvsdalens kvartärgeologi. - SGU C 550.
- 1958: Beskrivning till jordartskarta över Värmlands län. - SGU Ca 38.
- 1959: Issjöar och isavsmältning i östra Jämtland. - SGU C 573.
- 1964: Preliminary Results of Geochronological Investigations in Jämtland. - GFF 86.
- 1967 a: Submoräna sediment i Jämtland. Ref. - GFF 89.
- 1967 b: Submoräna sediment i Jämtlands län. - SGU C 618.
- 1969: Beskrivning till jordartskarta över Jämtlands län. - SGU Ca 45.
- MANNERFELT, CARL, 1938: Das Hervorschmelzen des Städjan-Berges aus dem absterbenden Inlandseis. - GFF 60.
- 1940: Glacial-morfologiska studier i norska högfjäll. - NGT 8.
- 1945: Några glacialmorfologiska formelement och deras vittnesbörd om inlandsisens avsmältningmekanik i svensk och norsk fjällterräng. - Geogr. Ann., 27.
- 1960: Oviksfjällen: A key glacio-morphological region. - Internat. Geogr. Congr. Norden 1960. Guideb. E. Sw. 7. A Geographical Excursion through Central Norrland.
- NIELSEN, N., 1937: Vatnajökull, Kampen mellem ild og is. - Köpenhamn.
- NILSSON, ERIK, 1960: Södra Sverige i sen-glacial tid. - GFF 82.
- 1964: Geochronological Investigations in Southern Sweden. - GFF 86.
- PENTTILÄ, SEPPO, 1963: The deglaciation of the Laanila area, Finnish Lapland. - BCGF 203.
- RUDBERG, STEN, 1949: Kursudalar i Norrbotten. En preliminär översikt. - GFF 71.
- SEPPÄLÄ, MATTI, 1969: On the Grain Size and Roundness of Wind-Blown Sand in Finland as compared with some central European samples. - BGSF 41.
- TANNER, V., 1915: Studier öfver Kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. III. Om landisens rörelser och afsmältning i finska Lappland och angränsande trakter. - BCGF 38.
- 1934: The problems of the eskers. IV. - Fennia, 58: 1.
- TARR, R. S., 1909: The Yakutat Bay Region. Alaska. - U.S. Geol. Survey. Prof. Pap., 64.
- THORARINSSON, S., 1939: Vatnajökull. Scientific Results of the Swedish-Icelandic Investigations 1936-37-38. Chapter IX. The Ice Dammed Lakes of Iceland with Particular Reference to their Values as Indicators of Glacier Oscillations. - Geogr. Ann., 21.
- WENNBERG, GUNNAR, 1949: Differentialrörelser i inlandsisen. Sista istiden i Danmark, Skåne och Östersjön. - Medd. Lunds Geol.-Mineral. Inst., 114.
- WENNER, CARL-GÖSTA, 1960: Deposition and erosion in the Indalsälven valley. - Internat. Geogr. Congr. Norden 1960. Guideb. E. Sw. 7. A Geographical Excursion through Central Norrland.
- 1968: Comparison of varve chronology, pollen analysis and radiocarbon dating. Including an investigation of A^o as a synchronous level in Sweden. - Acta Univ. Stockholmensis, Stockholm Contrib. Geol., 18: 3.
- WHITE, G., 1932: An area of glacial stagnation in Ohio. - J. Geol., XI.
- ÖSTLUND, H. GÖTE, and ENGSTRAND, LARS G., 1963: Stockholm Natural Radiocarbon Measurements V. - Radiocarbon, 5.



a SKÅRSDALSSTADIET THE SKÅRSDAL STAGE

d

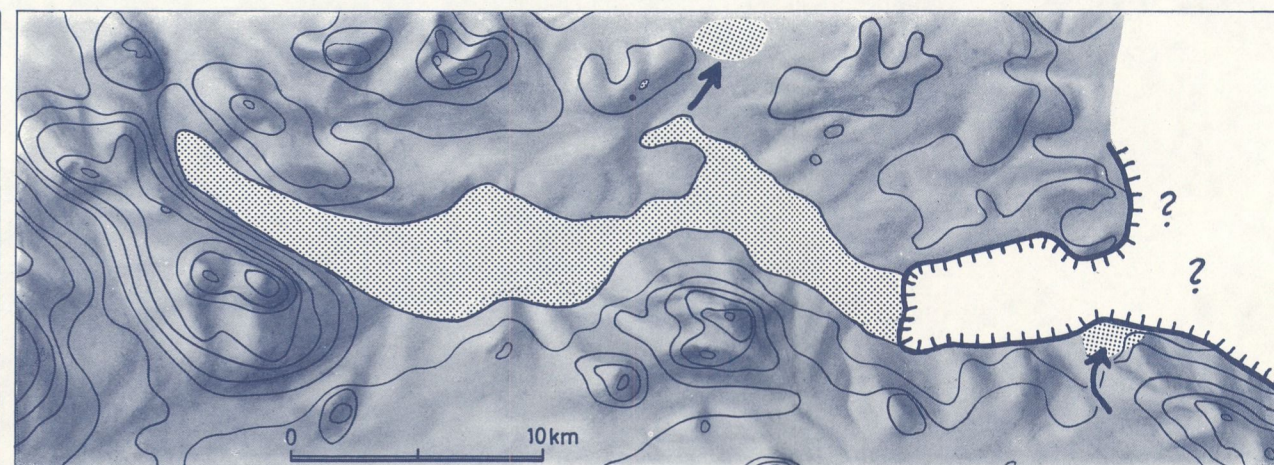
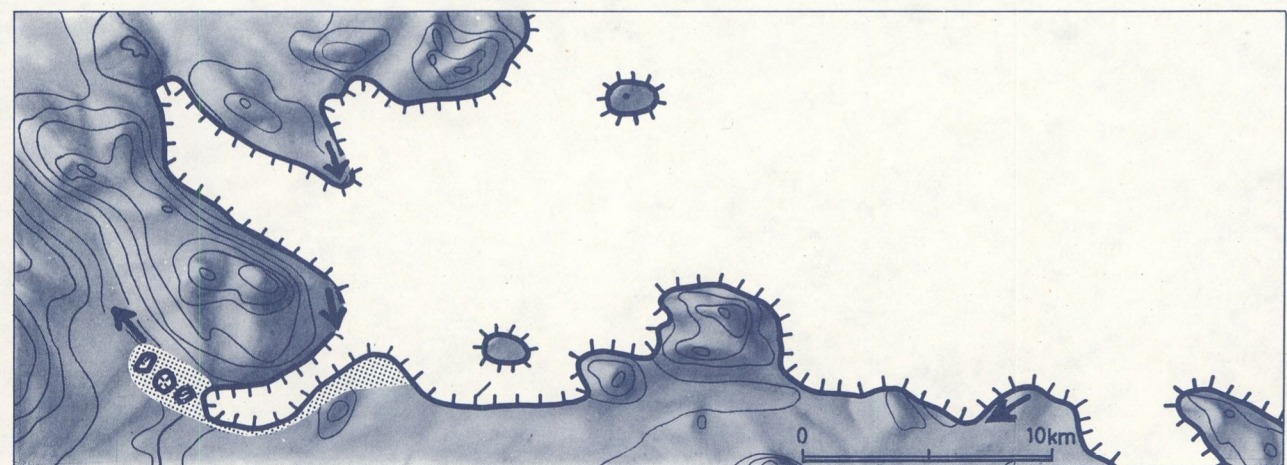
g



b REKDALSSTADIET THE REKDAL STAGE

e

h



SCHEMATISKA KARTOR ÖVER
INLANDSISENS AVSMÄLTNING
I OMRÅDET VÅLÅDALEN-SÄLLSJÖN I SYDVÄSTRA JÄMTLAND
*Deglaciation of the Vålådalen-Sällsjön area in southwestern Jämtland
central Sweden*
Karin Eriksson 1971

	Is Ice		Höjdkurvor med 100m ekvidistans 100 m contours
	Vattenflöde Stream		Topografiskt underlag: Turistkartan 14, 1963, 1:300 000 Svenska Turistkartan 6, 1967, 1:300 000
	Sjö Lake		

c

f

a Undersökningsområdet

The investigated area

b SKÅRSDALSSTADIET *THE SKÅRSDAL STAGE*

Fjälltopparna friläggs från isen. Dräneringen går över Skårsdalen och Östra Skaltjärn

The mountain peaks are exposed. Meltwater draining via Skårsdalen valley and Östra Skaltjärn

c REKDALSSTADIET *THE REKDAL STAGE*

Då Nulltjärnpasset friläggs, torrläggs de äldre dräneringsvägarna och smältvattnet avbördas över Nulltjärnpasset genom Rekdalen

When the Nulltjärn col is exposed the meltwater abandons the old route and drains via the Nulltjärn col and the Rekdalen valley

GULÅSTADIET *THE GULÅ STAGE*

d Dödisen sjunker ihop successivt i dalen. I takt därmed sänks passpunkten vid Gulsjön, där smältvattnet avrinner lateralt, supraglacialt eller subglacialt

The dead ice shrinks, thus lowering the outlet at Gulsjön. Meltwater drains laterally, supraglacially or subglacially

e Dalen är ännu fylld av dödis, då Gulsjöpasset (fig. 5) friläggs från is

The valley is still filled with stagnant ice when the Gulsjö col is exposed (Fig. 5).

f Dödisen i dalen väster om sjön Gesten bryts snabbt upp och en stor isdämd sjö, Gulåissjön, uppkommer med vattenytan ca 510 m ö.h.

The dead ice in the valley to the west of Lake Gesten is rapidly broken up and the Gulå ice-dammed lake is formed, with a surface level 510 m above sea level.

HÅCKRENSTADIET *THE HÅCKREN STAGE*

g Gulsjöpasset torrläggs. Gulåissjön sänks genom subglacial dränering österut och övergår i Hottöissjön, ca 500 m ö.h.

The Gulsjö pass is abandoned by the meltwater and the Gulå ice-dammed lake is lowered by subglacial drainage eastwards, thus becoming the Hottö ice-dammed lake, with a surface 500m above sea level.

h Den dämmande isen i öster sjunker ihop successivt och Ottsjön isoleras. Därefter sjunker de sista isresterna ihop i Sällsjön och de övriga sjöarna isoleras från varandra.

The ice dam to the east gradually shrinks and Lake Ottsjön is isolated. After that the last remnants of ice melt in Lake Sällsjön and the other lakes are isolated.

PRISKLASS C

Distribution
SVENSKA REPRODUKTIONS AB
FACK, 162 10 VÄLLINGBY 1