

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:o 573

ÅRSBOK 54 (1960) N:o 4

ISSJÖAR OCH ISAVSMÄLTNING I ÖSTRA JÄMTLAND

AV

JAN LUNDQVIST

SUMMARY: *Ice-lakes and Ice Recession in
Eastern Jämtland, Central Sweden*

PRIS 2 KRONOR

STOCKHOLM 1959

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

AVHANDLINGAR OCH UPPSATSER

N:O 573

ÅRSBOK 54 (1960) N:o 4

ISSJÖAR OCH ISAVSMÄLTNING
I ÖSTRA JÄMTLAND

AV

JAN LUNDQVIST

SUMMARY: *Ice-lakes and Ice Recession in
Eastern Jämtland, Central Sweden*

STOCKHOLM 1959

Stockholm 1959. Kungl. Boktr. P. A. Norstedt & Söner

INNEHÅLL

	Sid.
Inledning	3
Issjösedimenten	4
Beskrivning av de olika issjöarna	6
Isavsmältningens mekanik i belysning av issjöarnas utbredning	19
Summary: Ice-lakes and ice recession in Eastern Jämtland, Central Sweden.....	24
Litteratur	28

Inledning

Jämtlands issjöar tillhör de kvartärgeologiska problem, som mest uppmärksammas i vårt land. Ett flertal forskare, bl. a. A. G. Högbom och Gunnar Andersson, har behandlat detta tema. Den förstnämndes beskrivning av främst Drom-issjöarna (A. G. Högbom 1892) var f. ö. den första mer utförliga beskrivningen av svenska issjöar. Det är emellertid nästan uteslutande issjöarna V om huvudisdelaren, som blivit uppmärksammade. Förutsättningarna för större dämningar var där störst och issjöarnas lämningar i form av strandmärken och finkorniga sediment är där vackrast utbildade.

Även O om isdelaren i Jämtland har emellertid mångenstädes issjöar kunnat uppkomma. De har schematiskt angivits på redan existerande issjökartor (t. ex. A. G. Högbom 1920, Halden 1925) men har ej blivit närmare undersökta. I de trakter, som närmare skall behandlas i denna uppsats, saknas även schematiska angivelser nästan helt. Haldens karta upptar således endast en issjö i området, nämligen vid Håsjö. I texten nämns dock, att även andra isdämningar konstaterats. Från själva isdelarzonen har vidare den s. k. Hammerdalsissjön studerats av Roos, vilka undersökningar dock endast är publicerade i populär form (Roos 1956).

Vid SGU:s nu pågående jordartskartering av Jämtlands län, vilken leds av undertecknad, har emellertid nya iakttagelser gjorts beträffande issjöarna i östra Jämtland. Då dessa iakttagelser delvis har stor principiell betydelse, då det gäller tolkningen av deglaciationsförloppet i isdelarzonen i Jämtland, har det ansetts befogat att något grundligare skildra dem, än vad som kan ske i den kommande länsbeskrivningen. Det område, som här skall behandlas, är alltså östra Jämtland, närmare bestämt de topografiska kartbladen Östersund och Sollefteå samt Strömsund S om en linje Hotagen—Russjärden. Den del av området, som beröres av Centraljämtska issjön eller i övrigt har behandlats av G. Frödin (1954), kommer dock icke att upptas till diskussion här.

Iakttagelsematerialet är till största delen mitt eget, men särskilt inom bladet Strömsund har även läroverksadjunkt Sven Svensson, vilken såsom extrageolog medverkat vid karteringen, bidragit med material.

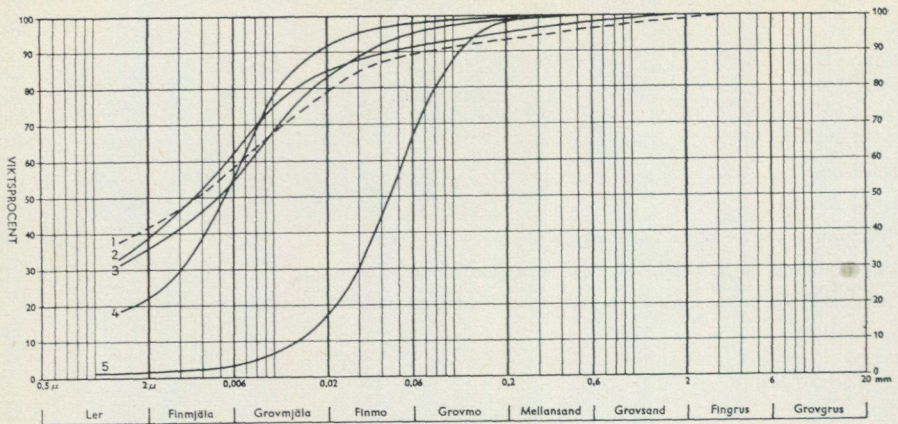


Fig. 1. Kornstorleksfördelningen i några typiska, finkorniga issjösediment. 1 från Åskott-issjön, 2 och 4 från Mårdsjö-issjön, 3 från Töjsa-issjön samt 5 från Borgå-issjön.
Grain size of some typical, fine-grained ice-lake sediments.

Issjösedimenten

Issjöarnas lämningar inom området är av tre huvudtyper. Det är strandsediment av huvudsakligen grus, bottensediment av växlande kornstorlekar från grus eller grov sand till lera samt bildningar av glacifluvialt ursprung. Dessutom förekommer sediment, som bildats vid tappningen av issjöarna, såväl rena tappningssediment som residualmaterial. Sedimenttyperna kommer att närmare beskrivas nedan i samband med de olika issjöarna. Här må endast en kort översikt ges.

Strandsedimenten är de minst utbredda. Några längre, sammanhängande strandlinjer av den typ, som tillhör Centraljämtska issjöns område, förekommer knappast inom det här aktuella området. Här kan således strandlinjerna endast i undantagsfall följas längre sträckor, men däremot kan strandgruset ofta nå en betydande mäktighet. Det är förvånande, att så små issjöar, som det här varit fråga om, kunnat ge upphov till så mäktiga strandavlagringar. Strandterrassernas mäktighet kan således uppgå till åtminstone 3 à 4 m, vilket kanske i och för sig inte är så mycket. I betraktande av att issjöarnas bredd på motsvarande ställen ofta inte varit större än en eller ett par km, syns dock mäktigheten ej så obetydlig. Det är emellertid ej osannolikt, att även glacifluvialt material ibland ingår i strandterrasserna. Detta måste i så fall vara transporterat lateralt utmed den is, som dämt issjön i fråga. Att de såsom strandterrasser betraktade bildningarna i stället skulle vara rena lateralbildningar förefaller dock uteslutet. Därtill är de alltför markant bundna till vissa nivåer, vilka överensstämmer med såväl pasströsklarnas nivåer som med otvetydiga strandbildningar i form av t. ex. svallad morän.

Materialet i strandterrasserna är i regel ett mycket grovt grus eller klapper alltigenom. Tunnare sandinlagringar förekommer, men några lagbundna variationer har endast sällan iakttagits. Sorteringsgraden växlar men är vanligen

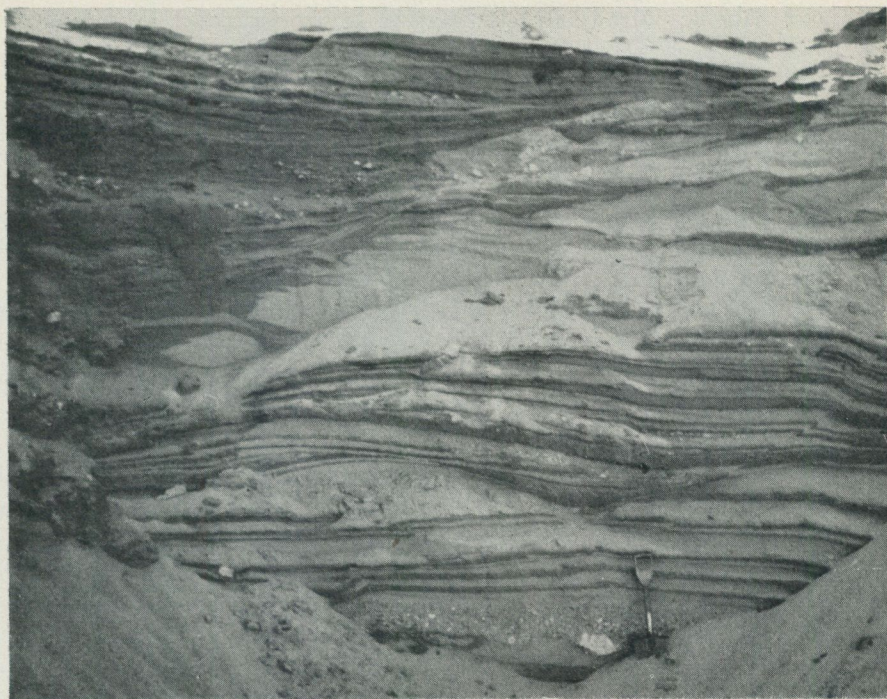


Foto J. Lundqvist 1958.

Fig. 2. Sittsjö-issjöns sediment är sandiga—moiga med inlagringar av grus. Kornstorlek och skiktning antyder en tämligen kraftig strömning i det vatten, vari sedimenten avsatts. Vid Digertjärn.

The sediments of the Sittsjö Ice Lake are sandy—fine sandy, interstratified by gravel. Grain size and stratification indicate that they were deposited in a streaming water.

relativt hög. Även strandterrasser, som nästan uteslutande består av ren sand, förekommer.

Den vanligaste typen av djupbottensediment är en väl sorterad sand eller mo. Ett exempel på en tämligen finkornig variant visas av kurvan 5 i fig. 1. Grusiga inlagringar är ibland vanliga, men inom varje skikt är sorteringen i regel mycket god. Sedimentens skiktning är vacker men oftast något oregelbunden, antydande snabba och talrika kastningar av de strömmar, med vilka materialet transporterats. Fig. 2 visar ett typexempel på skiktningen hos de sandig-moiga sedimenten.

Avsevärt finkornigare sediment förekommer emellertid även mångenstädes inom issjöområdena. Det är mjälör eller mjällorer av den typ, som kurvorna 1—4 i fig. 1 visar. Som synes är alltså sorteringsgraden god. Lerhalten varierar men ligger i regel mellan 20 och 40 %. Det mest karakteristiska är dock mjälåhalten, som kan uppgå till ca 70 %. Sorteringsgraden och mjälåhalten gör, att issjösedimenten har karaktär av typiska, glaciogena finsediment, avsatta i ett med jämn och lugn hastighet framrinnande vatten eller ej alltför långt från isranden (jfr J. Lundqvist 1958, p. 92). Den glaciogena karaktären framgår

även av att mjälan ibland är vackert varvig. Detta visar klart, att sedimentet icke är en postglacial svämbildning, vilket man annars i något fall skulle kunna misstänka.

Den tredje gruppen av sediment i issjöområdena, de glacifluviala, har ett mindre klart samband med issjöarna. Isälvsavlagringar av likartade typer kan uppträda även utom issjöområdena. Det är emellertid ofta tydligt, att isälvsavlagringarna vid de issjönivåer, som identifierats på annat sätt, uppvisar vissa särdrag, som möjliggör ett ungefärligt fastläggande av nivåerna i fråga. Så t. ex. förekommer på vissa håll smärre grusackumulationer av delta- eller terrasstyp, som gärna är bundna till issjönivåerna. Materialet i dessa påminner mycket om det ovan beskrivna strandgruset, men terrassernas storlek i relation till läget gör det knappast möjligt att tolka dessa ackumulationer som annat än i varje fall delvis glacifluviala.

Där stora åsar passerar issjönivåerna, får ibland även de en sådan utbildning, att det mer eller mindre klart framgår, att där är en issjönivå. I enstaka fall kan deltan vara utbildade invid issjöns strand men också större ansvällningar av åsarna ute i issjöområdet förekommer. De senare når upp ungefär till issjöns yta men kan även nå högre, vilket kanske kan synas egendomligt. Förklaringen är dock sannolikt, att här icke varit helt öppet vatten. Issjön har varit delvis uppfylld av rester av ett söndersprucket istäcke. Mellan dessa isblock har åskullar kunnat byggas upp över vattenytan. Ett exempel härpå utgör sannolikt ansvällningen av Ammeråns ås vid Gisselås. Detta åsparti har en flack yta, som ej avvägs men är belägen ungefär mitt emellan två närliggande höjdpunkter på topografiska kartan med höjdsiffrorna 318,4 och 341,3. Detta motsvarar väl ytan av Hammerdalsissjön (320—330 m; jfr nedan). Åsen höjer sig emellertid även över denna nivå. På dess krön är nämligen punkten 341,3 belägen.

Beskrivning av de olika issjöarna

Lokaliseringen och utbredningen av de nedan beskrivna issjöarna framgår av fig. 3.

Den största av issjöarna inom det område, som här behandlas, är *H a m m e r d a l s i s s j ö n*. Denna har, som redan nämnts, studerats av Roos (1956). Spåren efter issjön är särskilt talrika i sjöområdet vid och *S o m H a m m e r d a l*. Grusackumulationer på en nivå av ca 320—330 m ö. h. uppträder på åtskilliga ställen här. Delvis syns dessa vara av glacifluvial karaktär. Sådana grusförekomster på samma nivå har nu iakttagits även betydligt längre norrut, framför allt *V* och *SV* om *G å x s j ö* och kring *L o m s j ö n*.

I anslutning till de södra grusförekomsterna finns även finkorniga djupbotensediment, men i regel bildar dessa ej några mer betydande arealer. De är vanligen mjäla eller finmo. Den mjäliga lera, som använts till tegeltillverkning på en ö i *S o l b e r g s v a t t n e t*, är dock en postglacial svämbildning. I den sydligaste delen av området, vilken säkerligen under ett tidigt skede intagits av en separat issjö — *H a l a - i s s j ö n* — får de finkornigaste sedimenten en något större areal på norra sidan av *H a l a s j ö n*. Mot *N* däremot upphör de helt. Det är dock möjligt,

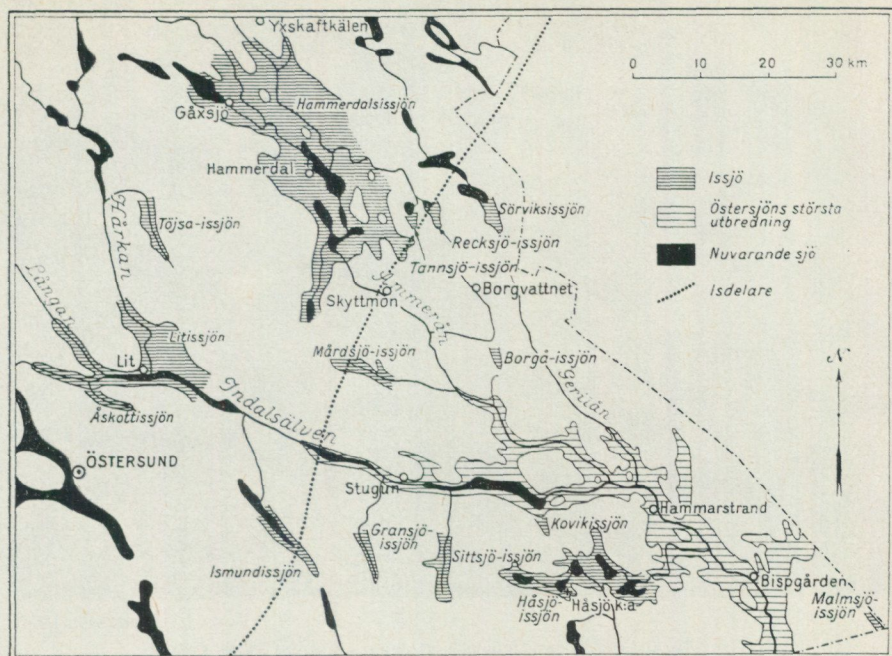


Fig. 3. De i denna uppsats beskrivna issjöarna.

The ice-lakes described in this paper.

Close lineation = ice-lakes; sparse lineation = maximum extension of the Baltic; black = recent lakes; dotted line = main ice shed.

att de finkorniga sediment, som underlagrar Gisselåmyren (Booberg 1930, t. ex. p. 210), kan vara att hänföra till issjösedimenten.

Genom detta issjöområde passerar Ammeråns ås. Denna visar på ett par ställen betydande ansvällningar med flacka ytor i nära anslutning till issjönivån. Det är dels den ovan beskrivna vid Gisselås, dels en mera ofullgången sådan med något kuperad yta vid Grenås S om Gisselås. Det är emellertid värt att beakta att, där åsen i N vid Öjån definitivt passerar issjöns nivå, märks ingen sådan ansvällning. Då åsen även här är betydande, kan detta förhållande troligen bäst förklaras genom antagandet, att issjön redan tappats, då platsen i fråga blev isfri.

Vid avvägen till Tannsjön ca 9 km OSO om Hammerdal passerar en mindre ås issjöns område. Något ovan 320 m ö. h. bildar denna en betydande, delta-artad ansvällning. Denna är utbildad som ett vackert kittelfält med djupa död-isgropar och höga, kamelika åskullar. Det är ganska klart, att detta fält måste utbildats i ett i upplösning statt istäcke, sannolikt i anslutning till en vattenyta.

Även vid Nyland, NO om Gåxsjö, finns en dylik deltabildning. Dess natur är visserligen något oklar och det vill synas, som om även morän och finkornigare sediment ingår däri, men sannolikt är den av likartad natur som kameområdet O om Hammerdal. I varje fall är det tydligt, att betydande sand- och grusavlagringar här uppträder på en nivå, som motsvarar Hammerdalsissjöns.

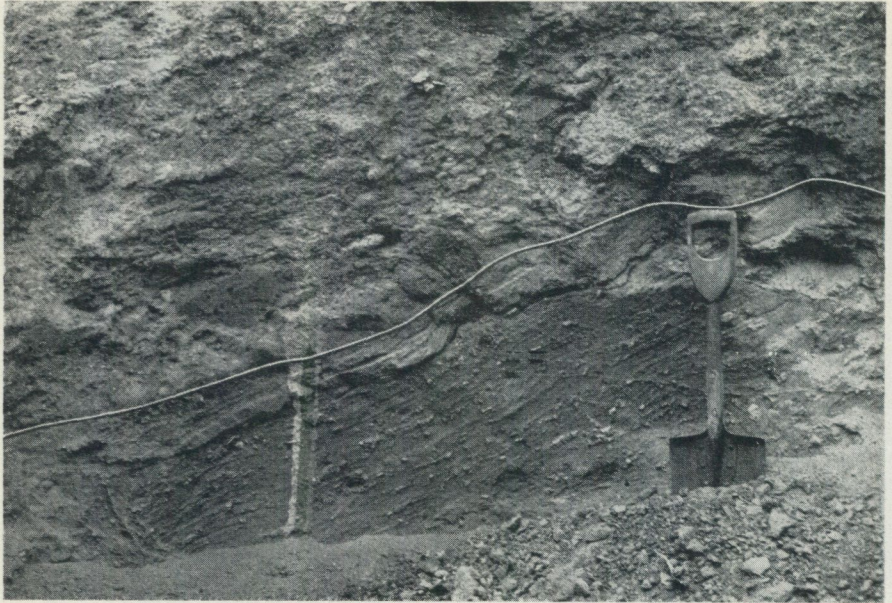


Foto J. Lundqvist 1959.

Fig. 4. Moräntäckta, sandiga och grusiga sediment nära Gåxsjö.
Kontakten markeras av linjen.

*Moraine-covered, sandy and gravelly sediments near Gåxsjö.
The contact is marked by the line.*

Av största intresse är, att sedimenten i Gåxsjötrakten ofta täcks av en moränbädd av samma typ som den, som täcker de omdiskuterade sedimenten i Storsjöområdet (fig. 4). Sålunda är de otvivelaktigt glacifluviala sedimenten strax NO om avtagsvägen till S. Nyland täckta av ca 1 m hårt packad, ställvis skiffrig, lerig morän. Rubbningar i den submoräna sanden i form av såväl veckningar som förskjutningar längs bestämda plan är vanliga. Liknande lagerföljder uppträder på flera ställen i och omkring Gåxsjö by, ehuru sedimentens natur ej alltid är helt klar. Både rena strandbildningar och distala strand- eller isälvssediment synes förekomma bland dem.

Hela det av Hammerdalsissjön intagna området avvattnas mot S genom Ammerån. Det är därför klart, att den isbarriär, som uppdämt issjön, måste ha varit belägen S om Hammerdalstrakten någonstans i Ammeråns dal. Roos (op. cit.) har antagit en ispropp i dalen S om Solbergsvattnet. Dess läge markeras nu av en utpräglad, mycket småkullig ablationsmorän — den s. k. Lokmarken.

Då denna ispropp genombröts och issjön tappades, bildades en del av de stora grusfält, vilka utbreder sig ned mot Skyttmon. Issjöns avlopp gick dessförinnan längre österut genom den smala dalen förbi Lycktorpet mot Skyttmon. De mäktiga grusavlagringar, som sträcker sig från Skyttmon norrut skulle alltså vara avsatta av issjöns avlopp.

Att dämningen förorsakats av en ispropp i Ammerådalen förefaller ställt utom tvivel. Man skulle kanske i stället kunna tänka sig en moränbarriär,

genom vilken Ammerån successivt eroderat sig ned, i vilket fall Hammerdalsissjön skulle vara att jämföra med Granlunds (1943) selsjöar i Västerbotten. Det förefaller, som om G. Frödin (1925, p. 183) tänkt sig ett sådant förlopp. Dock synes detta alternativ mindre sannolikt. Ammeråns yta nedan Solbergsvattnet ligger nu ca 295 m ö. h., varför en moräntröskel måste haft en höjd av 25 à 35 m. Detta ger ett värde på erosionens storlek, som synes väl högt i jämförelse med Granlunds värden. Vidare skulle det innebära, att stora delar av Hammerdalsissjöns område legat under vatten i relativt sen tid. Det är då egendomligt, att strandsedimenten endast anträffas på den högsta nivån samt att djupbottensedimenten har så ringa utbredning.

Den dämmande isen har emellertid sannolikt inte varit begränsad till Ammerådalen. Ett sammanhängande stråk av utpräglad ablationsmorän sträcker sig nämligen från Ammerån mot SV förbi Grenningen ned mot Indalsälven. Stråket avbryts endast av enstaka höjder, där ablationsformerna försvinner. Det omfattar även södra delen av Halasjön, där de ovannämnda sedimenten saknas, vilka har stor utbredning N om sjön. I hela området torde således ha kvarlegat en betydande isrest vars nordöstra del uppdamt Hammerdalsissjön.

Sannolikt har issjön även i O begränsats av en dödis. Detta måste i varje fall gälla området kring Russfjärden, där eljest issjön skulle tappats över passen mot Faxälvens dalgång. Höjden över havet i detta pass är enligt topografiska kartans höjdsiffror endast ca 290 m. Då strandlinjer eller sediment helt saknas inom det storkuperade område O om Hammerdal, där issjöns östra del skulle varit belägen, är det dock troligt, att även där dödisrester kvarlegat i sänkorna och sålunda begränsat issjön i O. Ablationsmorän förekommer flerstädes i detta område, och vid gränsen av detsamma mot det med säkerhet av issjön intagna är det kameområde beläget, som ovan omnämnts (vid Tannsjövägen).

Av det föregående har alltså framgått, att dödisrester kvarlegat inom och utmed västranden av det storkuperade området — granitområdets rutplatålandskap — som i O begränsar den flackare kambrosilurterrängen. Enligt Roos (op. cit.) skall emellertid issjön ha haft sitt avlopp genom detta område, nämligen genom dalen mot NNV från Skyttmon. Det synes kanske något egendomligt, att denna dal i den mycket storkuperade terrängen varit isfri på ett så tidigt stadium. Förutsättningarna för att en isrest skulle blivit bevarad här förefaller att vara snarare större än i omgivningen. Några tydliga spår av ett issjöavlopp ses ej heller i dalen. Även en liten rullstensås på dalbotten är väl bevarad. Man får kanske därför räkna med den möjligheten, att issjöns avlopp i stället gått över eller invid isproppen i Ammerådalen. Moränen är där även kraftigt ursköld ovan dalbottens grus och kalspolade hällar förekommer högt ovan den nuvarande älven. Det måste dock erkännas, att passnivån i dalen ovan Skyttmon väl stämmer med issjöns samt att även de mäktiga grusavlagringarna i dess södra del talar för att ett issjöavlopp — eller en isälv — här runnit fram.

Som tidigare nämnts har inga spår av Hammerdalsissjön iakttagits längre mot NV än kring Gåxsjö och Lomsjön. Inte heller märks någon deltaartad an-

svällning av den uthålliga rullstensåsen utmed Öjån, där den passerar issjöns nivå. Det förefaller därför troligt, att issjön även i NV begränsats av is. Detta var dock icke en dödis utan det ännu aktiva istäcke i norra Jämtland, varifrån den sista isrörelsen i trakten utgått. Den yngsta räffelriktningen i Hammerdalsissjöns område har varit från N—NV. Denna isrand hade alltså ännu icke lämnat issjön, då den senare tappades. F. ö. ligger passpunkten mellan Ottsjön (VNV om Gåxsjön) och Hårkan så lågt, att det är nödvändigt att förutsätta en dämning även där. En ansvällning av delvis ganska finkorniga sediment märks i en liten ås vid Björnån SO om Yxskaftkålen. Man skulle därför möjligen våga anta, att isranden var belägen i trakten Yxskaftkålen—Gåxsjön, då issjön tappades. En framstöt av isen har emellertid åter ägt rum, vilken åtminstone nått så långt som till Gåxsjöområdet — detta framgår klart av de submoräna sedimenten därstädes. Vissa omständigheter tyder dock på att framryckningen nått avsevärt längre, vilket närmare behandlas nedan (sid. 23).

Om Hammerdalsissjön må slutligen framhållas, att den säkerligen icke utgjort en öppen vattenyta, såsom kartan (fig. 3) anger. Även om issjöns existens måste varit tämligen kortvarig, gör bristen på sediment och förekomsten av ablationsmorän på flera ställen det troligt, att dödisrester kvarlegat flerstädes även inom sjöns område. Av höjdförhållandena framgår, att vattendjupet måste varit ringa, och att det därför ingalunda är orimligt att anta förekomsten av bottenfasta isrester. Det kanske t. o. m. är rimligare, att i stället för en öppen vattenyta tänka sig talrika mindre vattenytor mellan kvarliggande större och mindre isblock. Dessa har dock tydligen stått i förbindelse med varandra, och deras yta har varit bestämd av en och samma pasströskel. Förutsättningen för att ett vatten av denna typ skall ha bildats är, att ett delvis isfritt område uppkommit mellan den ännu aktiva landisen i NV och en zon med betydande dödisrester i den storkuperade terrängen O om kambrosilurområdet.

I terrängen O om Hammerdalsissjöns område har spår av issjöar iakttagits i några av de dalgångar, som avvattnas mot N. Den obetydligaste av dessa är *Tannsjö-issjön*. Denna har varit uppdämd i dalen från Tannsjön mot SSO. Spåren av issjön inskränker sig till förekomsten av tämligen grov sand på dalbotten.

Dalen S om Recksjön synes ha intagits av en något mer betydande issjö, *Recksjö-issjön*. Dalbotten är, såvitt man kan se i myrkanterna, täckt av sandiga—moiga sediment. I passområdet i S, där issjön avrunnit mot Borgån, finns ansevärliga grusförekomster och moränen är delvis kraftigt ursköld.

Den största av de nämnda issjöarna är emellertid *Sörviksissjön*. Denna har intagit hela den flacka dalen SO om Sörviksjön. Sedimenten, vilka till största delen är djupbottensediment, är relativt finkorniga. Sand och mo dominerar. I passområdet i S övergår de dock i mycket grovt grus, vilket samtidigt utgör avslutningen på den mäktiga ås, som från Indalsälven i S följer Gerilån mot N. Även moränen i passområdet är kraftigt svallad.

Samtliga dessa tre issjöar har alltså varit dämnda av en isrest i N. Då denna smält av, har sjöarna tappats ned mot Hammerdalsissjöns område. Några tappnings sediment har dock ej anträffats. Det förefaller ej osannolikt, att även läg-

re dämningar förekommit vid Sörvikssjön och sjösystemet NV därom. Detta avvattnas nämligen till Faxälven i N. Några säkra spår av dylika lägre issjöstadier har emellertid ej observerats.

V om Hammerdalsissjön har endast en säker issjö konstaterats, nämligen Töjsa-issjön. Även denna tycks ha varit dämnd av en iskant i N. Sjön har intagit den nord-sydliga delen av Töjsans dalgång, SV om Munkflohögen. De synliga spåren av issjön är visserligen obetydliga, enär myrmarker täcker större delen av dalbotten. I norra delen av issjöns område finns dock djupbottensediment. Dessa är genomgående mycket finkorniga. Sand och mo förekommer, men en mjällera (fig. 1, kurva 3) dominerar. Enligt uppgift uppgår dess mäktighet till 4 m. Den omständigheten, att så finkorniga sediment uppträder i issjöområdets norra del, visar, att här verkligen förelegat en öppen issjö och icke endast mindre randsjöar.

Grusförekomster finns i det område, där issjön haft sitt avlopp. Det är dock ovisst, om de härrör från avloppet eller från traktens ej obetydliga skvalrännensystem. I vissa fall är deras samband med skvalrännorna fullt tydligt.

Ytterligare ett par issjöar har existerat i området N om Indalsälven. Den mest betydande av dessa är Mårdsjö-issjön. Att en issjö här varit uppdämnd är ingen nyhet. Spåren därav är sedan gammalt kända (G. Frödin 1925, p. 182, Halden 1925, p. 143). De utgöres av dels strandavlagringar, dels djupbottensediment. Strandgruset har ställvis stor utbredning i området NV om Mårdsjön. Djupbottensedimentet är en varvig mjåla (fig. 1, kurvorna 2 och 4; fig. 5), som dock endast är känd från Mårdsjöns närmaste omgivning. Vidare förekommer glacifluviala avlagringar både på norra och södra sidan om Mårdsjön på ungefär samma nivå. Det är dock möjligt, att dessa är rena lateralbildningar, äldre än issjön, så som för terrassen på norra sidan av sjön antagits av Frödin (op. cit., p. 178).

Frödin (op. cit., p. 183) har antagit, att den dämmande faktorn varit den istunga, som från N skjutit ned i Mårdsjöns dal. Att en dylik existerat visas av skvalrännor och lateralmoräner i Mårdsjö by. Det är kanske inte uteslutet, att det är denna islob, som dämt sjön. Det finns emellertid några omständigheter som gör, att det kanske är rimligare att anta en dämmande is i Ammerådalen något längre österut.

1:o när strandgruset, som nämnts, ganska långt (åtminstone ca 7 km) NV om läget för Frödens islob. Den sista isrörelsen har emellertid enligt räffelobservationer både SO och NV om Mårdsjö kommit från N 35° — 55° V. Det förefaller då egendomligt, att ett så stort område skulle varit isfritt, samtidigt som en islob låg kvar vid Mårdsjö.

2:o förekommer sandiga och grusiga sediment även i dalen O om Mårdsjö.

3:o går en större rullstensås fram i samma dal. Den är snarast av subakvatisk typ, med en flack överyta i närheten av issjöns nivå.

Det är emellertid i varje fall klart, att en dämning i O existerat. Dessutom är det möjligt, att även längst i NV issjön begränsats av is — antingen det ännu sammanhängande, aktiva istäcket eller den dödisrest, som bl. a. dämde Hammerdalsissjön och utfyllde södra delen av Halasjösänkan (jfr p. 9). Längst i



Fig. 5. Varvig mjåla vid Mårdsjö. Foto J. Lundqvist 1956.
Varved silt at Mårdsjö.

NV har nämligen inga spår av en issjö iakttagits vid eller under issjöns nivå (ca 340 m ö. h.).

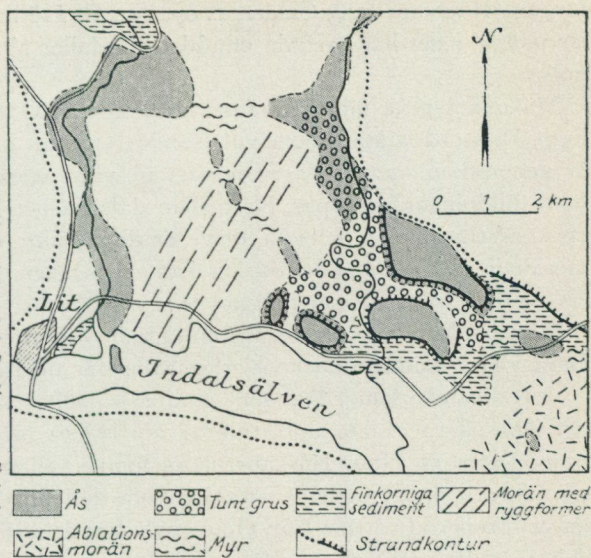
Den sista issjön N om Indalsälven är Borgå-issjön. Arealmässigt har denna varit en mycket obetydlig företeelse, men sedimentmängden är ansevärd. Issjön var uppdämd av en is — att döma av den utpräglade ablationsmoränen en dödis — i trakten av Borgåns tvära krök ca 8 km S om Borgvattnet. Issjöns avlopp gick mot S längs Gulåns dal. N om vattendelaren mellan Gulån och Borgån utbreder sig stora mängder sand och mo.

Det är emellertid sannolikt, att ännu en dämning av Borgådalen förekommit och att issjön haft en något större utsträckning, än som angivits på fig. 3. Finkorniga sediment (kurvan 5 i fig. 1) utbreder sig nämligen även N om den nämnda ablationsmoränen. Vidare passerar en stor ås området. Denna är en biås till Ammeråns ås och följer Gulån mot N. Från Borgåns tvära krök följer den denna å mot V för att ca 2,5 km O om dess utflöde i Ammerån böja av tvärt mot N. Åsen längs Borgån är närmast av subakvatisk typ — delvis rätt lik de stora mellansvenska — vilket gör det troligt, att den bildats i en issjö, även om inga finare sediment observerats på sträckan i fråga. Detta gör det sannolikt, att Borgådalen i sin helhet varit dämnd av en isrest i Ammerådalen. Åsens avlänkning mot N förefaller också svårförklarlig utan ett sådant antagande.

Även i själva Indalsälvens dalgång har en betydande dämning existerat redan för Centraljämtska issjöns område. Att en sådan dämning existerat är redan tidigare känt (se E. Hult De Geer 1953, fig. 3). Det är Litissjön (fig.

Fig. 6. Litissjöns huvuddel. Denna issjö uppdämades av en isrest i Indalsälvens dalgång, markerad av den ablationsmorän, som syns i bildens sydosthörn.

The main part of the Lit Ice Lake. This lake was dammed by a dead-ice body in the Indal valley, now marked by the ablation moraine, shown in the south-eastern corner of the map. Ås = esker; tunt grus = thin gravel; finkorniga sediment = fine-grained sediments; morän med rygghöjder = moraine ridges; ablationsmorän = ablation moraine; myr = peat land; strandkontur = shore-line contour.



6). Om denna gäller dock troligen delvis detsamma som ovan anförts beträffande Hammerdalsissjön, nämligen att den ej utgjort en enhetlig, öppen sjö. Dess område har möjligen delvis upptagits av isrester. Därpå tyder t. ex. en vacker ablationsmorän vid Brevåg, O om Lit. Det är en morän med utpräglad ryggmorfologi, sådan som brukar tillhöra flacka sänkor, där ett grunt vatten kan ha varit uppdämt.

Spåren av en issjö på en nivå av ca 280 m ö. h., dvs. något under Storsjöns nuvarande nivå, är dock alltför talrika för att kunna tolkas på annat sätt, än att en betydande uppdämning existerat. Sedimentens utbredning och typ gör, att man skulle kunna misstänka, att området ligger under HK. Uppgifterna om att HK sänker sig mot V och når älvens nivå i trakten av Midskogsforsen, 23 km nedströms Lit, är dock alltför enstämmiga för att kunna bortresoneras [se t. ex. A. G. Högbom 1896, 1904, 1920 och Caldenius (Carlzon) 1913].

Extrapoleras HK-värdena mot V erhålles i runt tal värdet 210 m ö. h. för Litissjöns område. De finkorniga sedimenten här — mest finmo och mjåla — når emellertid upp till ca 280 m ö. h. Vid denna nivå utbreder sig dylika sediment kring Nävrans utflöde i Långan (ca 10 km från Långans mynning). På obetydligt lägre nivå (270 m ö. h.) förekommer betydande sedimentmängder såväl kring Indalsälven mellan Lit och Kattstrupforsen som utmed Hårkan.

Det är att märka, att mycket finkorniga sediment — mjåla av glacial typ — uppträder även på högre nivåer längs Långan. Vid Österlångan, 27 km ovan Långans utflöde i Indalsälven, täcker sådana sediment delvis de glacifluviala avlagringar, som här utfyller dalen. Nivån är enligt top. kartan ca 290 m ö. h. Huruvida denna mjåla är ett rent issjösediment eller av en något avvikande natur är ej utrett. I förra fallet tyder den på att issjön nått avsevärt längre mot N än som åskådliggjorts på fig. 3. Då isbaserna enligt alla äldre undersök-

ningar (Högbom 1920, Caldenius op. cit., G. Frödin 1954, Tunberg 1957) faller mot V i det här berörda området, förefaller alternativet dock mindre sannolikt.

Mäktiga åsstråk följer Hårkan och den strax O därom belägna Öjåns nedre lopp. Dessa båda åsar bildar vid Handog ett stort delta vid issjöns nivå. Deltat är genomskuret av breda erosionsdalar, vilka eventuellt delvis kan vara primära bildningar, åsgropar. De mellan dalarna belägna deltapartierna har delvis karaktär av plan deltayta, delvis är de mjukare rundade åskullar, vari även morän ingår. Vid deltats östsidan kan en mycket markerad strandlinje på ca 280 m ö. h. följas ett par km mot SO.

Hårkans ås har N om issjöns område huvudsakligen karaktär av dalfyllnad. Deltats nivå sammanfaller visserligen ungefär med issjönivån, men då det mot N delvis kanske kan tolkas som sandur¹ — alltså supraakvatiskt bildat — ger det icke några exakta upplysningar om issjöns nivå i dalen. Förekomsten av finmo—grovmå längs Hårkans nedre lopp visar emellertid klart, att det här en tid varit öppet vatten. Samtidigt som dalfyllnaden i Hårkans dal bildades måste emellertid vattnet från Öjåns isälv fortsatt att strömma ut över Handogsdeltat — det vore annars svårt att förklara de djupa erosionsrännorna i detta. Dessa representerar nämligen en avsevärt lägre (minst 10—20 m) erosionsbas och måste ha uppkommit först vid eller efter issjöns tappning.

Issjösedimenten upphör mot O strax nedan Handog. Här vidtar i stället en storkuperad ablationsmorän, vilken utfyller nedre delen av dalgångens breda parti. Det är tämligen tydligt, att den dämmande faktorn har utgjorts av en ispropp i dalen här. Hur långt mot O denna sträckt sig är dock en öppen fråga. Det är tänkbart, att den sträckt sig ända ned till spetsen av Indalsälvens fornfjord. Att en dödisrest legat i denna trakt framgår utom av morfologien även av förekomsten av vissa glacifluviala avlagringar på dalens norra sida. Här finns på ett par ställen (Getryggen och Fjällandet) höga åsryggar med sådana former och läge, att de måste vara bildade i och invid en dödis i dalen.

Det förtjänar påpekas, att G. Frödin (1954, p. 220) har tänkt sig att tappningen från Centraljämtska issjön längs Indalsälven gått fram utmed och över en isrest i dalen. Detta gäller alltså issjöns sista stadier, i varje fall Brunflostadiet. Den öppna Litissjön måste alltså vara en klart senare företeelse än de nämnda stadierna. Frödin har även framhållit, att lokala dämningar av här beskriven typ kan ha förekommit på flera håll längs Indalsälven. Litissjön är således endast ett exempel — det mest betydande — härpå.

Även innan istäcket sjunkit ihop så mycket, att den stora Litissjön kunde uppkomma, hade emellertid talrika små uppdämningar utmed isen i dalgången existerat. I regel var dessa ytterst obetydliga och sannolikt kortvariga. Isen måste ha varit uppluckrad och full av sprickor, varför snart nog tappningsmöjligheter erbjöd sig. På kartan, fig. 3, har endast ett par av dessa högre belägna små randsjöar medtagits, nämligen de enda där större sedimentmängder före-

¹ Så har hela dalfyllnaden tolkats av G. Frödin (1954 a, pl. 1). Det kan här påpekas, att någon dylik dalfyllnad längs Långans nedersta lopp ej förekommer, så som markerats å Frödins plansch.

kommer. Den större av dessa, Åskottissjön, var belägen ovan det sedermera av Litissjön intagna området, då detta ännu var isfyllt. Åskottissjön var uppdämd i en mindre, sydlig bidal till Indalsälvens. Dess nivå var bestämd av passpunkten mellan Halån, vars dal den intog, och Mosjön SO därom (ca 310 m ö. h.). Genom denna sjö måste avloppet gått, men dess vidare förlopp är ej klarlagt. Trots att issjön hade en ganska ringa areal och dess tillflöden sannolikt var obetydliga, är dess område upptaget av betydande sedimentmängder. Mjåla eller t. o. m. mellanlera (fig. 1, kurva 1) dominerar, men längs strandzonen på issjöns nordsida förekommer även sand och svallgrus i överraskande stor mängd. Det är kanske inte otänkbart, att issjön erhållit ett sedimenttillskott genom avloppen från Centraljämtska issjöns Brunflostadium, vilket enligt G. Frödin (1954, pl. 2) gått fram längs sydkanten av isen i Indalsälvens dalgång.

Den andra lilla randsjö, som medtagits på kartan, är Koviksissjön. Denna var uppdämd i den mot N vettande dalen S om Gesundens sydligaste vik. Detta visar, att även i denna del av Indalsälvens dalgång en isrest kvarlegat, ännu då omgivningen blev isfri. Issjön är sålunda av en viss principiell betydelse, trots att dess areal är obetydlig. Sedimentmängden är dock ansenlig; större delen av issjöns område täcks av sandiga eller grusiga sediment. Även moränen därinvid är ställvis kraftigt svallad.

Längre S om Indalsälven har på flera håll issjöar varit uppdämda i de i nordlig riktning rinnande vattendragens dalar. Det gäller dock icke alla. Även i vissa av de större dalarna saknas issjösediment helt. Här måste dödisrester ha kvarlegat i enlighet med t. ex. G. Lundqvists (1942) tankegång. Den västligaste av issjöarna här är Ismundissjön. Mellan sjöarna Ismunden i N och Börjesjön i S förekommer tämligen rikligt med huvudsakligen sandiga sediment på dalbotten. De kan följas mot N till Ismundens mellersta del. Dessutom är moränen utmed dalsidorna i regel svallad. Det är tydligt, att en i N belägen is uppdämt en issjö mot vattendelaren mellan Indalsälven i N och Gimån i S. Nivån är ca 295 m ö. h.

En issjö av samma typ, Gransjö-issjön, har även varit uppdämd mot samma vattendelare i den något längre österut belägna Kvarnåns dal. Kring den översta sjön i dess lopp, Gransjön, är spåren efter en sådan issjö talrika. Sand- och grusavlagringar täcker en stor del av dalbotten och uppe på dalsidorna förekommer mäktiga strandterrasser. Nivån har här varit 380 à 390 m ö. h.

Av samma typ som de båda sistnämnda issjöarna är även Sittsjö-issjön (fig. 7). Denna har intagit Digerbäckens dal, S om Ö. Sittsjön. Praktiskt taget hela dalen är fylld med issjösediment, i regel sand eller mo. Gruslagringar häri är dock vanliga (fig. 2). De senare antyder, att vattnet i den trånga dalen varit relativt kraftigt strömmande. I dalens mitt är sedimenten delvis borteroderade men längs dalsidorna, i synnerhet den östra, bildar de en bred, uthållig strandterrass på en ganska konstant nivå av 365 m ö. h., vilket väl motsvarar passpunkten i S (ca 366 m ö. h.).

Vid Ö. Sittsjön upphör sedimenten plötsligt. Det är tydligt, att issjön tappa-

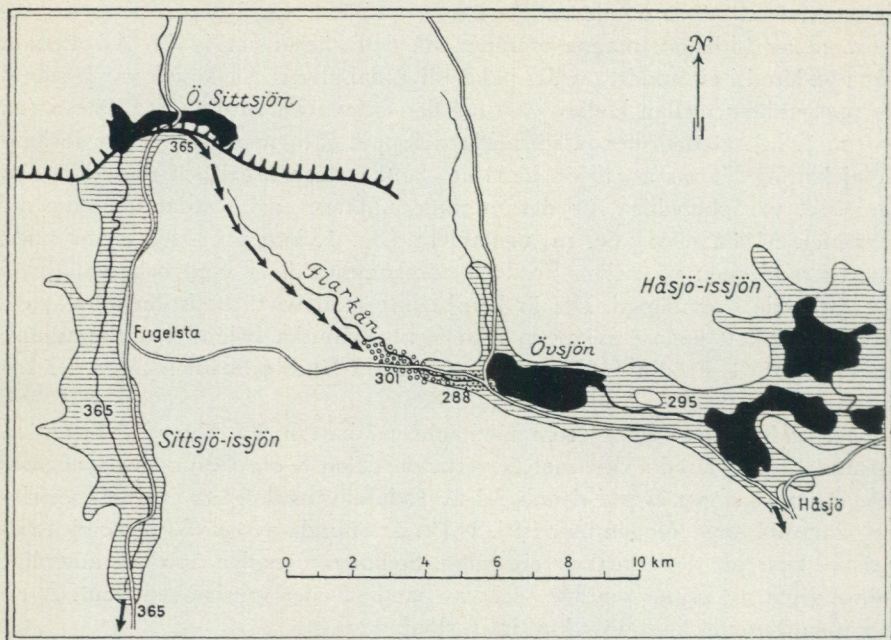


Fig. 7. Sittsjö-issjön och dess tappningsväg till Håsjö-issjön. I den senare är ett delta av tappningsgrus beläget. Den isrand, som dämt Sittsjö-issjön, är schematiskt markerad med en tandad linje.

The Sittsjö Ice Lake and its drainage way to the Håsjö Ice Lake. In the latter there is a delta of gravel from the draining. The ice border, damming the Sittsjö Ice Lake, is schematically indicated by the dentated line.

des, då isranden passerade den höjd (Gnagarhöjden), som begränsar Ö. Sittsjön mot S. Spåren efter tappningen är väl synliga i terrängen. En bred zon av kalspolade hällar markerar issjönivån på höjdens nordsida. Dessa når upp till 365 m ö. h., där de avlöses av orörd morän. Zonen är endast några få meter i vertikalled och avlöses nedåt av frispolade blockmarker (fig. 8). Den relativt blockiga moränen är här fullständigt ursköljd, så att endast ett blockrammel utan finmaterial återstår.

Vid tappningen har issjöns vatten följt Flarkåns dalgång ned mot Håsjösänkan, som då intogs av en annan betydande issjö, H å s j ö - i s s j ö n. Tappningen markeras i Flarkådalen av spolningszoner, svallad morän och smärre sedimentförekomster. Ned mot St. Övsjön utbreder sig ett delta, uppbyggt av tappningsgrus. I sin proximala, västra del innehåller deltat mycket grovt, delvis blockigt och moränlikt material. Distalt, dvs. ut mot St. Övsjön, blir materialet finare och bättre sorterat.

Tappningsdeltats nivå är i proximaldelen ca 300 och i distaldelen 288 m ö. h. Detta motsvarar väl Håsjö-issjöns nivå (295 m ö. h.) men visar, att det grövsta materialet blivit liggande, innan det nådde denna issjö, medan å andra sidan det finare materialet ej räckt till för att bygga upp deltat ända till vattenytan.

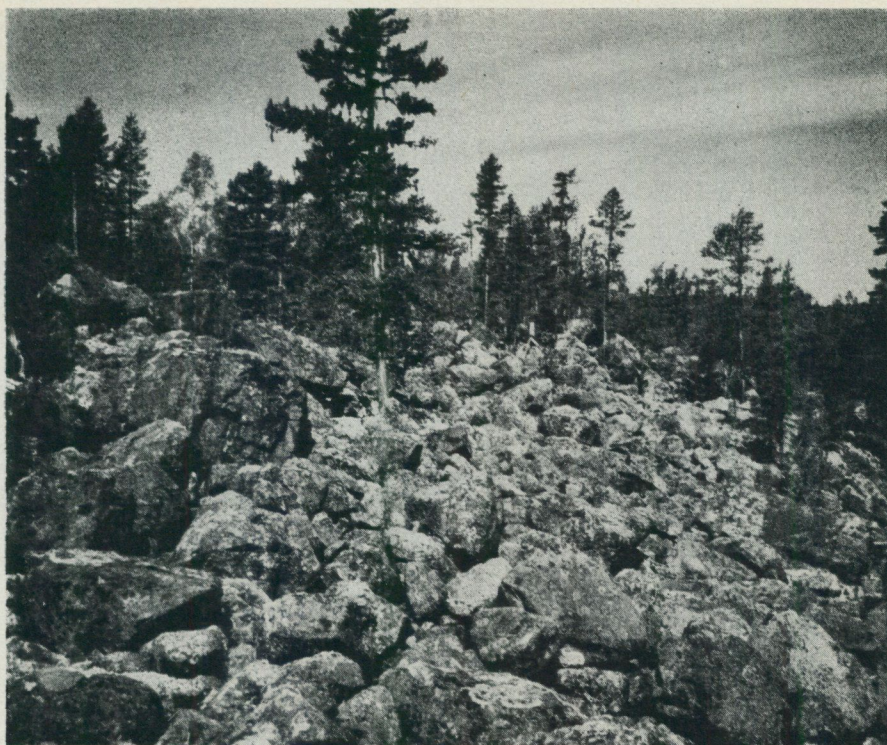


Foto J. Lundqvist 1957.

Fig. 8. Frispolade block från Sittsjö-issjöns tappning, belägna vid den nordligaste höjdsiffran 365 i fig. 7.

Free-washed boulders from the draining of the Sittsjö Ice Lake. Situated at the northernmost figure 365 in Fig. 7.

Håsjö-issjöns nivå är i övrigt väl markerad av mäktiga strandgrusförekomster framför allt längs sydsidan av dalen mellan St. Övsjön och Håsjö (fig. 9). Strandgrus och finare sediment förekommer även flerstädes kring sjöarna O om Håsjö k:a. Vid Fisksjön (7 km ONO därom) är sålunda moränen kraftigt svallad upp till issjöns nivå. Vid den vik av issjön, som från Fisksjön sträckt sig mot N, har en från N kommande liten isälv byggt ut ett delta, som visserligen ej avvägs, men som torde ligga på ungefär samma nivå.

Djupbottensediment av mo och mjåla förekommer mångenstädes kring sjöarna här, särskilt vid Håsjö k:a och Håsjö stn. Dessa sediment är sedan länge kända. Redan A. G. Högbom (1906, p. 149) tolkade dem såsom tecken på att området varit dämt av en isrest i Ragundatrakten. Det ligger kanske nära till hands att tolka företeelserna i Håsjötrakten som marina sediment, dvs. att HK skulle ligga ca 40 m högre här än annars antages. Ekmans (1940) sammanställning av de marina relikternas förekomster i sjöarna i östra Jämtland syntes ge stöd åt en sådan uppfattning. Emellertid har senare Nybelin och Oldevig (1944) visat, att den enda reliktförm (*Pallasea quadrispinosa*), som uppträder ovan den gängse antagna HK i östra Jämtland, i själva verket är en avvikande



Fig. 9. Håsjö-issjöns strandterrass nära Hemsjön V om Håsjö k:a. Foto J. Lundqvist 1958.
Shore terrace of the Håsjö Ice Lake at Lake Hemsjön, W. of Håsjö church.

form (*var. brevispinosa*), som spritt sig till sjöarna i fråga i mycket sen tid. Även landskapet i Håsjötrakten är av klart supramarin typ, såsom A. G. Högbom (1909, p. 604) framhållit. Strandlinjerna är även alltför utpräglat koncentrerade till en nivå för att vara marina. De är av klar issjötyp. Det är dock sannolikt, att Håsjö-issjön i likhet med Hammerdals- och Litissjöarna ej utgjorts av helt öppet vatten. Den har delvis varit mycket grund och isrester kan ha legat kvar ställvis inom dess område. Ablationsformer hos moränen V om Håsjö stn kan tyda därpå.

Det kan emellertid vara diskutabelt, hur issjön varit dämnd och var den haft sitt avlopp. A. G. Högbom antog, som nämnts, att dämningen skett i O av en istunga i Ragundatrakten. Det är kanske sannolikt, att verkligen en istunga legat kvar i Indalsälvens dal så långt österut ännu under Håsjö-issjöns tid, men det behöver inte nödvändigtvis ha varit fallet. Det räcker med att anta en dödisrest i det högre, men under HK belägna, området kring Singån närmast O om sjöområdet vid Håsjö. Några spår av en issjö har ej observerats där, däremot är ablationsmorän vanlig. Här måste alltså en isrest legat kvar, men detta säger i och för sig ingenting om den eventuella förekomsten av en samtidig is även i huvuddalen.

Det är däremot givet, att eftersom en del av sjöarna vid Håsjö nu avrinner mot Gimån i S, även där en dämmande isrest legat kvar. Denna måste ha varit belägen någonstans i den djupa och smala Hällesjödalen SO om Håsjö k:a. Detta ofrånkomliga antagande av dödisrester på flera håll gör det sannolikt, att sådana även utfyllt en del av issjöns område.

Mot antagandet av dämningar på flera ställen skulle kanske kunna invändas, att sedimenten i stället kan vara avsatta i en selsjö. Området skulle alltså ha varit dämt endast av lösa avlagringar, genom vilka sjöarnas avlopp med tiden skurit sig djupare ned. Mot en sådan hypotes talar dels strandbildningarnas lokalisering till en enda nivå, dels det faktum, att de nuvarande sjöarna tillhör skilda vattensystem. De västra sjöarna, St. Övsjön, Hemsjön och Sicksjön m. fl., avrinner mot S till Gimån, de östra, främst Fisksjön och Singsjön, däremot till Indalsälven. Då issjöstrandlinjerna förekommer på samma, över passpunkten mellan sjöarna belägna nivå inom hela området, måste den ursprungliga sjön ha täckt hela detta. Hade den varit en selsjö, måste man nödvändigtvis förutsätta, att den haft tvenne avlopp, ett till Gimån och ett till Indalsälven, vilka båda eroderat sig ned med samma hastighet. Eljest skulle snabbt det ena avloppet tagit överhand och hela sjösystemet avlänkats därigenom. Ett sådant antagande förefaller ytterst osannolikt och det syns därför klart, att det verkligen är en issjö, som intagit området.

Var Håsjö-issjön haft sitt avlopp har ej blivit säkert fastställt. Den enda möjlighet, som står till buds, är dock genom sänkorna närmast SV om Håsjö k:a. Härigenom kan issjön ha avrunnit mot SO till Ansjöån nära Kålarne. Det är dock icke uteslutet, att avloppet i stället — eller dessutom — kan ha gått invid eller över någon av de dämmande isresterna.

Ytterligare en liten issjö återstår att omnämna, nämligen *M a l m s j ö - i s s j ö n* vid Jämtlands östspets. En markerad klapperzon i slutningen nedanför den punkt, där Jämtland, Ångermanland och Medelpad möts, visar, att även här varit en issjö. Sand- och grusförekomster nedanför strandlinjen antyder, att det i varje fall delvis varit en öppen vattenyta. Större delen av denna issjö liksom dess avlopp tillhör dock Västernorrlands län och har ej närmare undersökts.

Isavsmältningens mekanik i belysning av issjöarnas utbredning

Ett närmare studium av de ovan skildrade issjöarnas fördelning i landskapet kan ge en viss uppfattning om isavsmältningens mekanik. Här om föreligger tidigare i huvudsak tvenne skilda uppfattningar. Den klassiska bilden av avsmältningsmekaniken är den, som lägger tonvikten vid istäckets bipartition, så som De Geer (1940, pl. 69 o. 70) åskådliggjort det. Enligt denna uppfattning var den sista resten av landisen belägen kring huvudisdelaren — den isdelare, som övertvårar östra Jämtland i trakten av Stugun och som inlagts på fig. 3. Vid bipartitionen genombröts denna isrest i Indalsälvens dalgång vid tappningen av den Centraljämtska issjön. Härigenom uppdelades istäcket i två huvuddelar — en S och en N om Indalsälven. Dessa upplöstes efter hand i allt mindre dödispartier, vilka alltså utgjorde de sista isresterna. Det bör kanske här tillfogas, att den isavsmältning, som här och överhuvudtaget i detta kapitel avses, är avsmältningen av den sista isen i området — oavsett hur dettas tidigare glacialhistoria gestaltat sig. Frågan om eventuella dubbla nedisningar och hu-

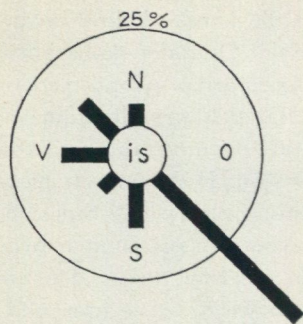


Fig. 10. Orienteringen av de issjöar, som beskrivs i denna uppsats. Huvudparten var uppdämda på sydostsidan av isen.

The orientation of the ice-lakes, described in this paper. The main part of them were dammed on the south-eastern side of the ice.

ruvida den s. k. epiglaciala isframryckningen (G. Frödin 1954) berört detta område skall ej närmare behandlas i föreliggande sammanhang.

I motsats till De Geers avsmältningssbild står G. Frödins (op. cit., pl. 2 o. 3). Frödin tänker sig ett mera sammanhängande istäcke, vilket dragit sig tillbaka mot N med en i stora drag öst-västlig front. Detta är det s. k. epiglaciala istäcket, vars rörelse utgått från den neokandiska isdelaren i nordvästra Jämtland, men även den äldre isen visade i princip samma avsmältningförlopp. Utanför den sammanhängande isen var endast smärre dödispartier avsnörda. Centraljämtska issjöns mest betydande tappning ägde rum genom bortsmältandet av en sådan dödis. Denna tappning gick dock ej genom Indalsälvens dalgång utan mot SO till Ljungan. Den förstnämnda vägen avtappades endast issjöns sista, lägsta stadier.

I området N om Indalsälven skiljer sig således De Geers och Frödins uppfattningar ej alltför mycket. Båda tänker sig där en mot N riktad tillbakagång av isen. S om Indalsälven är olikheterna större. De Geers vidsträckta isrest, vilken man väl närmast får tänka sig ha haft en normal, centripetal avsmältning saknas helt i den Frödinska bilden.

Det är givet, att fördelningen av issjöarna bör kunna ge ett viktigt bidrag till lösandet av frågan vilkendera bilden, som kommer sanningen närmast. Issjöarnas orientering är nämligen strängt beroende av israndens förlopp. Såsom kartan (fig. 3) visar är de icke regellöst orienterade. Flertalet av dem har varit begränsade av en i NV belägen iskant. Detta gäller framför allt alla de högre, oftast i smala dalgångar belägna issjöarna. Ett mindre antal har varit dämnda mot O och S, vilket främst gäller de stora, på lägre nivå liggande sjöarna. Dämningar i V—SV saknas nästan helt. Det är egentligen endast Borgå-issjöns ovannämnda (sid. 12), på kartan ej åskådliggjorda del, vars existens verkligen varit beroende av en i V belägen iskant. Denna issjöarnas utpräglade orientering framgår bäst av fig. 10. Det är att märka, att den däri åskådliggjorda orienteringen gäller helt oavsett issjöarnas geografiska läge. Förhållandena är desamma på båda sidor om (den äldre) isdelaren samt såväl N som S om Indalsälven.

Vad beträffar området S om Indalsälven, så framgår det omedelbart av orienteringsfördelningen, att denna knappast är förenlig med antagandet av ett där kvarliggande istäcke, vars front retirerat i mer eller mindre sydlig rikt-

ning. Hade isrecessionen förlöpt i denna riktning, skulle issjöarna utan tvivel varit omvänt orienterade, vartill topografiska förutsättningar ingalunda saknats. Den enda issjö här, som faktiskt varit betingad bl. a. av en sydlig dämning, är Håsjö-issjön. Den mest betydande dämningen härav har emellertid varit i O — således snarast rakt motsatt mot vad en isrecession enligt De Geer skulle givit upphov till.

I området N om Indalsälven låter sig issjöarnas fördelning väl förena med såväl De Geers som Frödins bild. Dämningarna har huvudsakligen varit belägna på issjöarnas NV-sida, dvs. isens front har förlöpt vinkelrätt mot den yngsta räffelriktningen. V om den centraljämtska isdelaren har den sista isrörelsen ägt rum från NV—NNV; O därom har samtliga isrörelser varit ungefär från NV. I isdelarens närmaste omgivning syns emellertid issjöarnas orientering vara mer oregelbunden. Här har dämningar även mot O och S förekommit, vilket är av ett visst intresse. Även de issjöar detta gäller har dock sannolikt varit begränsade av is mot NV. Vidare gör moränens ytformer och sedimentens utbredning det sannolikt, att issjöarna här icke enbart utgjort öppna vatten utan delvis varit fyllda av is.

Av största intresse är issjöarna i Indalsälvens dalgång. Av det föregående har framgått, att en större sjö — Litissjön — varit dämnd i själva dalgången på en nivå under Storsjöns nuvarande samt att ett flertal issjöar existerat längs dalens sydsida. Utmed nordsidan däremot har inga spår av issjöar iakttagits. Detta är en fördelning, som illa stämmer med den klassiska bipartitionsbilden. Enligt denna skulle dämningar av någon betydelse i själva dalen vara otänkbara — bortsett från Centraljämtska issjön själv. Lika otänkbara vore andra dämningar i direkt anslutning till huvuddalen. Den bild av isrecessionen, som issjöfördelningen kring Indalsälven frammanar, är i stället en mot N retirerande isrand, från vars front dödispartier avsnörts och kvarlämnats i djupare terrängpartier.

Här må även issjöarnas fördelning i höjdlägen beröras med några ord. Då i de flesta fall inga avvägningar av issjönivåerna gjorts, har inga höjdvärden införts på fig. 3. De skulle lätt kunna ge ett falskt intryck av exakthet. En ganska god uppfattning om höjdlägena kan dock erhållas ur topografiska kartans höjdsiffror. Granskas issjöarna ur denna synpunkt, finner man, att de smala issjöar, som varit lokaliserade till markerade dalgångar, inom området förekommer på nivåer fördelade mellan 300 och 400 m ö. h. Särskilt är de koncentrerade strax nedan 400-metersnivån. De mera vidsträckta issjöar, vars bäcken sannolikt till en betydande del intagits av dödis, tillhör däremot endast den lägsta möjliga nivån, dvs. omkring 300 m ö. h. Med utgångspunkt från orienteringen kan man formulera förhållandet så, att de issjöar, som varit betingade av dämning mot NV, förekommer på alla nivåer mellan 300 och 400 m ö. h. De, som varit beroende av dämningar mot andra väderstreck, tillhör helt de lägre nivåerna. Högst har Mårdsjö- och Borgå-issjöarna varit (ca 340 m ö. h.) men dessa båda utgör också en övergångsform mellan de båda issjötyperna. Till en del får väl denna fördelning i höjdlägen tillskrivas rent topografiska orsaker, men det förefaller sannolikt, att den även får tolkas som ett resultat av isrecessionens meka-

nik. Då istäcket ännu var mäktigt och drog sig tillbaka med en relativt sammanhängande front, kunde issjöar uppdämmas framför denna huvudsakligen på de högsta nivåerna. På ett senare stadium, då den sammanhängande fronten ryckt tillbaka mot NV, uppdämdes issjöarna av framför denna kvarlämnade, tunnare dödisrester. Dessa kunde förorsaka dämningar även mot andra väderstreck än SO.

Den omständigheten, att issjöarna av den sistnämnda typen uppträder på relativt närliggande nivåer, gör att man kanske kan vara böjd att anta en högre HK i trakten, än som tidigare gjorts. Denna fråga har behandlats ovan i samband med beskrivningen av de enskilda issjöarna. F. n. kan alltså sägas, att det icke finns några säkra stöd för ett dylikt antagande. Det är dock kanske ej helt uteslutet, att i framtiden material kan framkomma, som föranleder en revision av den nuvarande uppfattningen. Det torde vara ofrånkomligt, att betydande isoscillationer ägt rum under det senaste skedet av isens avsmältning. Det är därför ej helt orimligt att tänka sig, att en högre HK utbildats under en tidigare isrecession än som skett vid den definitiva deglaciationen. Det bör observeras, att en likartad tolkning av de submoräna sedimenten i Centraljämtland framförts av Asklund (1936, p. 7), ehuru den högre, baltiska kust, han diskuterar, skall ha utbildats i interglacial tid.

Sammanfattningsvis kan sägas om isavsmältningens mekanik i Centraljämtland följande: Åtminstone i höjd med Indalsälven drog sig isen tillbaka mot N med en i stora drag ost-västlig front, från vilken tunna dödisrester efter hand avsnördes i vissa sänkor och dalar. En sådan dödisrest var belägen i själva Indalen. Den s. k. bipartitionen, vilken fått beteckna övergången från finiglacial till postglacial tid, innebar knappast någon egentlig tudelning av istäcket — även om inte möjligheten av större dödisar längre i S helt får uteslutas. Den händelse, som närmast motsvarar bipartitionen i klassisk mening, var Litissjöns genombrytande av den sista dämmande lilla isresten i dalen. Centraljämtska issjön var redan tidigare fullständigt tappad, vilket skett i etapper. Den mest betydande tappningen, då Kallstadiet sänktes till Näldestadiet eller m. a. o. då dräneringen av området lades om från västlig till östlig, har redan av G. Frödin (1954) visats ha ägt rum mot SO, till Ljungans dalgång. Issjöns sista stadier avtappades visserligen genom Indalen, men detta skedde icke vid en egentlig bipartition utan längs med den i dalen ännu kvarliggande isen. Spåren efter sådana tappningar är tydliga på södra dalsidan V om Stugun.

Förhållandena i övrigt vid den sista isrestens försvinnande från Indalen var icke heller sådana, att de i och för sig motiverar gränsdragningen mellan finiglacial och postglacial tid till denna tidpunkt. Istäcket N om Indalsälven var fortfarande i hög grad aktivt. Den isrörelse, vilken från fjällområdet nådde ned mot Indalsälven, var nämligen ingalunda den yngsta. Yngre isrörelser har flerstädes konstaterats in emot fjällkedjan i norra och nordvästra Jämtland — en fråga, som kommer att närmare utredas i annat sammanhang.

Vidare hade den centraljämtska isdelaren för länge sedan upphört att fungera, då isen lämnade Indalsälven. De åsar, som kan följas från fjällranden i NV, fortsätter nämligen opåverkade över den äldre isdelaren ned mot kusten.

Spridningen av kambrosilurbergarter i moränen avtar fullt kontinuerligt från dessa bergarters anstående V om centraljämtska isdelaren, över denna och österut över länsgränsen. Spridningen visar f. ö. en mycket markant lob med avsevärt högre procenttal. I fig. 3 sträcker sig denna från kartkanten V om Töjsa-issjön över Stugun till länets östhorn — således tvärs över isdelaren. Det är alltså recessionen av en is, som utgått från fjällområdet, vilken studerats vid de geokronologiska undersökningarna i Indalsälvens dalgång och angränsande trakter (Lidén 1913, De Geer 1940, Borell o. Offerberg 1955).

Det här sagda innebär ej något försök att flytta gränsen mellan finiglacial och postglacial tid. Denna kan givetvis med samma rätt placeras vid den hävdvunna tidpunkten som vid någon annan; av praktiska skäl bör den därför behållas. Man kan endast framhålla, att om de grundläggande geokronologiska arbetena utförts i en annan älvdal, gränsen med samma rätt skulle kunna förlagts till en annan tidpunkt.

Submoräna sediment beskrevs ovan från Gåxsjöområdet. Sådana förekommer även annorstädes i de här berörda trakterna [se t. ex. Fegräus 1890, p. 396; Caldenius (Carlzon) 1913, p. 323]. Vid den nu pågående jordartskarteringen har vidare sådana iakttagits vid Kälarne och vid Fångsjöbacken i länets östligaste del. Några bidrag till lösandet av deras gåta kan knappast de här skildrade issjöarna lämna. Det bör dock framhållas, att i varje fall Hammerdalsissjön haft en dubbel existens, analog med den, som av G. Frödin (1954) antagits för Centraljämtska issjöns lägsta stadier. Att en sådan uppfattning om Hammerdalsissjön kan äga giltighet antyds även av en regenererad strandlinje V om Gåxsjö. En bred moränterrass, som når upp till ca 341 m ö. h., täcks av sand, i sin tur delvis täckt av grusigt eller moränartat material. I det senare är ett tydligt strandhak inskuret på en lägre nivå (333 m ö. h.), vilken uppenbarligen motsvarar Hammerdalsissjön. Det förefaller närmast, som om den högre terrassen utgör en äldre issjöbildning, som överskridits av is. Förhållandena är dock rätt oklara, bl. a. beroende på att blockmaterialet till största delen består av starkt sönderfallande skiffer. Lokalen kan i och för sig icke användas som bevis för en äldre Hammerdalsissjö men har sitt intresse i belysning av traktens övriga submoräna sediment.

Huruvida denna äldre Hammerdalsissjö skall parallelliseras med de övriga submoräna sedimenten i Jämtland kan icke avgöras nu. Ett sådant antagande ligger dock onekligen nära till hands, då den tillhör kärnområdet i den på sådana sediment rika zonen. En interglacial tolkning av de submoräna sedimenten har tidigare framförts från skilda håll (A. G. Högbom 1893, Asklund 1936, Thorslund 1939, Kulling 1945), även om uppfattningarna därom gått vitt isär. Vad beträffar de mäktigare, växtförande sedimenten av de typer, som representeras av Vålbacken och Pilgrimstad, innebär en interglacial tolkning ingen orimlighet. Vad gäller en rad övriga, ofta glaciala sedimentförekomster — bl. a. de vid Gåxsjö — med bibehållna ytformer och i regel täckta av endast en tunn moränkappa, är tolkningen däremot mer överraskande. Detta är dock ett problem, som faller utanför ämnet för denna uppsats, men som jag hoppas få tillfälle att återkomma till i annat sammanhang.

Summary: Ice-Lakes and Ice Recession in Eastern Jämtland, Central Sweden

INTRODUCTION

The ice-dammed lakes of Jämtland, Central Sweden, are a problem that has been paid much attention to. It is, however, mainly the large ice-lakes W. of the main ice shed through Central Jämtland that have been studied. The shore-lines and sediments are here best developed.

During the mapping for a survey map of the Quaternary deposits of the district a great many traces of ice-dammed lakes around and E. of the ice shed have been observed. As these lakes are of principal importance for the interpretation of the mode of deglaciation in this area a description of them will be given here.

THE ICE-LAKE SEDIMENTS

There are three main types of ice-lake sediments in the district: shore gravel, bottom sediments (changing from gravel to clay), and glacialfluvial deposits. Also sediments from the draining of the lakes occur.

The shore gravel seldom forms shore-lines apt to be followed over long distances. However, these deposits are often surprisingly thick. Even narrow ice-lakes may have originated shore deposits with a thickness of 3—4 m. Possibly glacialfluvial material may also in some cases be included in the shore deposits. The shore gravel is mostly rather well sorted but may grade to sand or pebbles.

The deep-bottom sediments mainly consist of sand or fine sand. Their stratification is mostly somewhat irregular, due to changes of the transporting streams (Fig. 2). More fine-grained, well sorted sediments are also common among these sediments (Fig. 1). The silt content is characteristic, which indicates that the sediments are typical glacialigenous sediments, deposited not very far from the ice border (*cf.* J. Lundqvist 1958 a, p. 39). The glacialigenous character often is also shown by the varvity.

The connexion between the glacialfluvial sediments and the ice-lakes is mostly not so clear. It is often observed, however, that delta-like parts of eskers have flat surfaces at ice-lake levels, indicating that they were formed in the lakes. The eskers also in some cases grow very broad where they pass an ice-lake level. In other cases small deltas or terraces of glacialfluvial origin are connected with ice-lake levels.

DESCRIPTIONS OF THE ICE-LAKES

The situation of the ice-lakes is shown in Fig. 3.

The largest ice-lake in the region was the Hammerdal Ice Lake on a level about 320—330 m a. s. Its existence is proved by shore gravel, deep-bottom sediments and the behaviour of the eskers, passing its area. It should be observed that the sediments around Gåxsjö are covered with moraine.

This lake was dammed in the S., E. and N. E. by dead-ice bodies. It might be asserted that the dam where the area is nowadays drained was a moraine sill instead of ice. However, this is not probable, because the shore sediments occur around one level, only. In that case also the deep-bottom sediments ought to have a much wider extension than is the case. The complete lack of sediments in the north-western part of the ice-lake area as well as the behaviour of the eskers here indicate that the lake was bordered by ice also in the N. W. This was, however, the still

active ice of North-western Jämtland. Thus the ice-lake was probably enclosed between an active ice in the N. and dead-ice bodies in the E. and S. The sub-morainic sediments mentioned show that the former must have advanced across the lake at least as far as to Gäxsjö. Probably the shallow lake was also to a great extent filled with dead-ice. This is shown by typical ablation moraine in its area. It is perhaps better to describe the "lake" as numerous small waterbodies between remnants of a dead-ice, full of crevices. Their surfaces were, however, determined by the same pass level.

E. of the Hammerdal Ice Lake there has been three ice-lakes: the Tannsjö, Recksjö and Sörvik Ice Lakes. They were all rather small and dammed by an ice front in the N. Their existence is proved by a rich amount of deep-bottom sediments as well as shore gravel and wave-washed moraine.

W. of the Hammerdal Ice Lake the Töjsa Ice Lake is marked by rather fine sediments, mainly the clay shown by curve 3 in Fig. 1. Outside the supposed outlet of the lake there are large occurrences of gravel and sand, but these may have come from the numerous lateral drainage channels of the region.

Also the Mårdsjö Ice Lake is marked by deposits of a varved silt (Fig. 5). The lake was dammed in the E., either by an ice lobe at Mårdsjö (G. Frödin 1954, p. 183) or — more probably — by an ice remnant in the Ammerå valley. There are also important occurrences of shore gravel at this lake. These, however, as well as the finer sediments disappear towards the N. W., indicating that the ice-lake was bordered by ice here, too.

The Borgå Ice Lake was a rather small and unimportant lake E. of the Ammerå valley. The amount of sediment in its area, however, is large. The lake was dammed by an ice in the N. but probably also by ice in the valley — i. e. in the N. W.

Even in the large valley of the River Indalsälven there has been one large ice-lake — the Lit Ice Lake (Fig. 6) at a level below the present level of Lake Storsjön. As was the case with the Hammerdal Ice Lake, this was, however, probably to some extent filled with ice. This is shown by ablation moraine of the ridged type typical for depressions, where there might have been a shallow lake. The ancient lake is marked by large delta plains, by silty sediments and well-developed shore-lines. The character of the sediments might make it probable that they were formed in the sea (the Baltic) and that the highest coastline (HK) is here situated at about 280 m a. s. The observations of a lower HK further eastwards are, however, too numerous and unanimous. If extrapolated westwards they give the value 210 m a. s. in the area of the Lit Ice Lake. In the E. the ice-lake area is bordered by a typical ablation moraine probably being a remnant of the damming dead-ice body.

It should be noticed, that the draining of the last stages of the Ice Lake of Central Jämtland probably occurred along the ice in the Indal valley. Thus the Lit Ice Lake must be an essentially younger lake than these stages.

Even before the ice had melted down so far that the Lit Ice Lake could develop there were dammings in the Indal valley, however. In general these were small and of short duration. The largest was the Åskott Ice Lake, situated above the area of the Lit Ice Lake. It was not a large lake but the amount of sediment here is considerable. These are both shore gravel and sand and clayey deep-bottom sediments.

Even in the still smaller Kovik Ice Lake farther to the E. the amount of sediments is large. This lake is of principal importance as it shows that the basin of Lake Gesunden was occupied by ice when its surroundings were already free of ice.

This is also shown by some of the other ice-lakes S. of the Indal valley. These occupied valleys, drained towards the N. In other valleys, however, there are no signs of former ice lakes. These must have been occupied by dead-ice bodies, according to G. Lundqvist (1942).

The ice-lakes here were the Ismund, Gransjö and Sittsjö Ice Lakes. Especially

at the Sittsjö Ice Lake the amount of sediments is large (Fig. 2). The grain size of these shows that the water in the lake must have been rather rapidly flowing. Where the sediments disappear in the N. there are clear signs of the draining of the lake. Here there are free-washed rocks and boulders (Fig. 8), exactly corresponding to the shore deposits of the lake.

The Sittsjö Ice Lake was drained towards the S. E., viz. to the Håsjö Ice Lake (Fig. 7). At the level of the latter there is a delta, built up in its proximal part by coarse, unsorted drainage gravel. Towards the distal end the sorting becomes better.

The Håsjö Ice Lake is marked by large deposits of shore gravel (Fig. 9). Deep-bottom sediments also occur but some parts of the ice lake area are occupied by ablation moraine. Thus, probably, this lake was of the same type as the Hammerdal Ice Lake, i. e. a shallow lake to some extent filled with dead-ice bodies.

The damming ice has been situated partly on the southern side of the lake, partly in the Indal valley or in a higher depression on the eastern side of the lake. The fact that the present day lakes in the ice lake area are drained partly eastwards, partly southwards shows that the ancient lake must have been a true ice-lake and cannot have been dammed by loose deposits only.

The last ice-lake of the region described is the Malmsjö Ice Lake. It was a rather small lake and its existence is proved by shore gravel and small sand deposits.

THE DEGLACIATION AS ILLUSTRATED BY THE DISTRIBUTION OF THE ICE LAKES

There are two main theories of the mode of deglaciation around the River Indalsälven, in the region studied here. The first is the classic bipartition theory in the sense of G. De Geer (1940, pl. 69 a. 70). According to this the last remnants of the ice were situated around the main ice shed as shown in Fig. 3. W. of these the Ice Lake of Central Jämtland was dammed. At the bipartition, which according to De Geer marked the end of the Finiglacial time, this ice lake broke through the ice. Thus the ice was divided into two main parts, one S. and one N. of the Indal valley, which receded from the valley.

According to G. Frödin (1954, pl. 2 a. 3) the main draining of the Central Ice Lake was towards the Ljungan valley in the S. Only the last stages of the ice-lake were drained through the Indal valley. This occurred when the ice front, that had an east-westerly direction and retreated northwards, passed this valley. S. of this front only small dead-ice bodies were left. This way of recession was guilty both for the last ice, that spread out from the last ice shed in the high-mountains in the N. W., and for the earlier main ice. Thus the theories as given by De Geer and Frödin do not differ too much N. of the Indal valley. The difference is mainly found in and S. of this valley.

It is clear, that the ancient distribution of ice-lakes in the region can give some information about these problems. It should be noticed that the deglaciation treated here is the retreat of the last ice sheet, whatever the earlier glacial history of the region may have been.

From Fig. 3 and, better, from Fig. 10 it is seen that the ice-lakes were dammed up by ice on their north-western sides mainly. Dammings in other directions also occur, however, especially towards the S. and E. The conditions are the same on both sides of the old ice shed as well as of the Indal valley.

It is seen at once that the orientation of the ice-lakes S. of the Indal valley does not support the theory of an ice that recedes from the valley. The only ice-lake that shows a damming in the S. is the Håsjö Ice Lake, but also in this case the main damming was in the E. The damming ice was situated on the northern side of the lakes — i. e. in the Indal valley.

N. of the Indal valley the orientation of the ice-lakes support De Geer's as well as Frödin's theories. They were all dammed by an ice border perpendicular to the last ice movement. Only around the older ice shed the conditions were more irregular.

The occurrences of ice-lakes in the Indal valley itself are of greatest importance. According to the bipartition theory other ice-lakes than the large Central Ice Lake in the W. cannot have existed in the valley. The occurrence of one large ice-lake — at a level below the present level of Lake Storsjön — and several smaller ones on the contrary indicates an ice front, receding northwards and leaving behind smaller dead-ice bodies in depressions.

Only few levellings of the ice-lakes have been done. With the aid of the topographical map sheets, however, it is possible to make a rough estimation of the ice-lake levels. Such a study will show that the ice-lakes occurred mainly on levels between 300 and 400 m a. s. The lakes that occupied narrow valleys are especially concentrated immediately below the 400 m level. The largest lakes that were evidently to some extent filled by ice, only occur around the level 300 m. With regard to their orientation this means that the ice-lakes, dammed on their north-western side, occur on all levels mentioned. Those that were dammed also on other sides, almost only belong to the lowest levels. The highest of these, the Mårdsjö and Borgå Ice Lakes (340 m a. s.) are transitions between the two types. Partly this may be due to topographical conditions, but probably also the mode of deglaciation had its importance. When the ice was still thick and receded with a rather coherent front, ice-lakes were dammed up mainly on the highest levels. On a later stage, when the ice front had withdrawn, the dammings were caused by thin dead-ice bodies, left in front of the ice. These could dam ice-lakes also in other directions.

The fact that the last-mentioned type of ice-lakes occurred on rather similar levels could make it seem as if the HK were situated higher than is commonly supposed. However, the shore sediments have a typical ice-lake appearance, and there are no definitive proofs of such a higher HK. It seems, however, quite clear that at least one large readvance of the ice has occurred in this region. Thus it is not impossible that a higher HK may have been formed at an earlier retreat of the ice.

The results concerning the mode of deglaciation may be summed up thus: At least on the latitude of the River Indalsälven the ice receded northwards with an approximately east-westerly front. From this thin dead-ice bodies were isolated in some depressions and valleys. One such remnant was situated in the Indal valley itself. The so-called bipartition, which marks the transition from Finiglacial to Postglacial time, did not imply a real division of the ice into two parts. The breaking of the Lit Ice Lake through the last small dead-ice body in the Indal valley corresponds to the classic bipartition. The Ice Lake of Central Jämtland was drained already earlier, in several stages. The most important of these drainings was directed towards the Ljungan valley farther southwards, as has been shown by G. Frödin (1954). The last drainings occurred through the Indal valley but not at any bipartition of the ice. The drainings occurred along the ice in the valley.

Other conditions at the disappearance of the ice do not themselves account for putting the end of Finiglacial time to this event. The ice N. of the Indal valley was still active. This is shown by younger ice movements in the neighbourhood of the mountain range.

Also the ice shed through Central Jämtland had ceased to work long before the deglaciation of the Indal valley. Now the ice shed was situated in the mountain range in the N. W. This is shown by the fact that the eskers from North-western Jämtland pass this ice shed and proceed further eastwards. The moraine content of Cambro-Silurian material from the W. decreases quite continuously across the ice shed over the eastern border of Jämtland.

What has been said here is not an attempt to change the limit between Finiglacial

and Postglacial time. The limit might as well be placed at that time as at any other. It is just to be noticed that it might have been put at some other time if the fundamental geochronological works had been carried out in an other valley.

Sub-morainic sediments were described above from the Gåxsjö district. Such sediments also occur elsewhere in the area studied in this paper. The ice-lakes do not contribute to the solving of the problem of the sediments mentioned. It can be stated, however, that at least the Hammerdal Ice Lake existed twice. This is indicated also by a regenerated shore-line W. of Gåxsjö. If this older ice-lake should be compared with the other sub-morainic sediments in Jämtland is not yet clear. However, such a correlation seems rather probable with regard to the distribution of those sediments.

The interglacial theory for some of these occurrences has been proposed, but the opinions as to this case differ greatly. It is rather probable that some large deposits are Interglacial. In the case of other sediments, often glacialigenous with preserved surface forms, and covered with only a very thin moraine, the Interglacial theory is, however, rather surprising. Because this problem does not belong to the history of the ice-lakes as described here, it will be dealt with later on.

Litteratur

BGUI = Bull. of the Geol. Inst. Upsala.

GFF = Geol. Fören. i Stockholm Förhandl.

KVAH = Kungl. Svenska Vet.-Akad. Handl., Stockholm.

SGU = Sveriges Geol. Undersökn., Stockholm.

- ASKLUND, B., 1936: Frösöns submoräna avlagringar. Preliminärt meddelande. — SGU, C 402.
- BOOBERG, G., 1930: Gisselåsmynnen. En växtsociologisk och utvecklingshistorisk monografi över en jämtländsk kalkmyr. — Norrländskt Handbibliotek, XII.
- BORELL, R. och OFFERBERG, J., 1955: Geokronologiska undersökningar inom Indalsälvens dalgång mellan Bergeforsen och Ragunda. — SGU, Ca 31.
- CARLZON (CALDENIUS), C., 1913: Inlandsisens recession mellan Bispgården och Stugun i Indalsälvens dalgång i Jämtland. — GFF, 35.
- DE GEER, E. HULT, 1953: La Varve Zéro et les drainages successifs finaux du Grand Lac de barrage central du Jämtland. — Cahiers Géol. de Thoiry, 20.
- DE GEER, G., 1940: Geochronologia Suecica. Principes. — KVAH, 3:e ser., 18:6.
- EKMAN, S., 1940: Die schwedische Verbreitung der glazial-marinen Relikte. — Verh. Int. Verein. Limnologie, 9.
- FEGREUS, T., 1890: Om de lösa jordaföringarna i några af Norrlands elfdalar. — GFF, 12; SGU, C 114.
- FRÖDIN, G., 1925: Studien über die Eisscheide in Zentralskandinavien. — BGUI, XIX.
- 1954: De sista skedena av Centraljämtlands glaciala historia. — Geographica, 24.
- 1954 a: The Distribution of Late Glacial Subfossil Sandurs in Northern Sweden. — Geogr. Ann., 36.
- GRANLUND, E. †, 1943: Beskrivning till jordartskarta över Västerbottens län nedanför odlingsgränsen. — SGU, Ca 26.
- HALDEN, B. E., 1925: De isdämda sjöarna i Sverige. En översikt av föreliggande undersökningar. — Ymer, 45.
- HÖGBOM, A. G., 1892: Om märken efter isdämda sjöar i Jemtlands fjelltrakter. — GFF, 14; SGU, C 128.
- 1893: Om interglaciala afslagringar i Jemtland. — GFF, 15; SGU, C 128.
- 1896: Om högsta marina gränsen i norra Sverige. — GFF, 18; SGU, C 165.
- 1904: Nya bidrag till kännedomen om de kvartära nivåförändringarna i norra Sverige. — GFF, 26.
- 1906: Norrland. Naturbeskrifning. — Norrländskt Handbibliotek, I.
- 1909: Quartärgeologische Studien im mittleren Norrland. — GFF, 31.
- 1920: Geologisk beskrivning över Jämtlands län. Uppl. 2. — SGU, C 140.
- KULLING, O., 1945: Om fynd av mammut vid Pilgrimstad i Jämtland. — SGU, C 473.
- LIDÉN, R., 1913: Geokronologiska studier öfver det finiglaciala skedet i Ångermanland. — SGU, Ca 9.
- LUNDQVIST, G., 1942: Var äro issjöarnas sediment? — GFF, 64.

- LUNDOVIST, J., 1958: Beskrivning till Jordartskarta över Värmlands län. — SGU, Ca 38.
- 1958 a: Studies of the Quaternary History and Deposits of Värmland, Sweden. Experiences made while preparing a Survey Map. — SGU, C 559.
- NYBELIN, O. och OLDEVIG, H., 1944: Om *Pallasea quadrispinosa* G. O. Sars ovan marina gränsen i östra Jämtland. — Göteb. Kungl. Vet.- o. Vitt. Samh. Handl., 6:e följd., Ser. B, 3:4.
- ROOS, T., 1956: Ammerån och Solbergsvattnet. — Sveriges Natur, Sv. Naturskyddsfören. Årsb., 47.
- THORSLUND, P., 1939: Kvartärgeologiska iakttagelser inom östra Storsjöområdet i Jämtland. — SGU, C 429.
- TUNBERG, T., 1957: Landö-issjön i mellersta Jämtland. — Geographica, 31.

Årsbok 52 (1958)

- N:o 558 STÅLHÖS, G., Rackebymassivet; ett västsvenskt norit-gabbromassiv. Summary: The Rackeby norite-gabbro massif; W. Sweden. 1958 4,00
- » 559 LUNDQVIST, J., Studies of the Quaternary history and deposits of Värmland, Sweden. Experiences made while preparing a survey map. 1958 6,00
- » 560 HAST, N., The measurement of rock pressure in mines. 1958 15,00
- » 561 LUNDQVIST, G., Kvartärgeologisk forskning i Sverige under ett sekel. [A century of investigation in the Quaternary geology in Sweden] 1958. 4,00
- » 562 SAHLSTRÖM, K. E. och BÅTH, M., Jordskalv i Sverige 1951 — 1957. Zusammenfassung: Erdbeben in Schweden 1951 — 1957. 1958 1,50

Årsbok 53 (1959)

- N:o 563 SANDEGREN, R., Register över Sveriges geologiska undersöknings publikationer 1858—1958. [Index of publications of the Geological survey of Sweden 1858—1958] 1959 10,00
- » 564 OFFERBERG, J., Rocks and stratigraphy of the Ledfat area, Västerbotten county, Northern Sweden. 1959. With two plates 10,00
- » 565 LUNDQVIST, G., C 14-daterade tallstubbar i fjällen. Summary: C 14-dated pine stumps from the High Mountains of Western Sweden. 1959 3,00
- » 566 MÖLLER, H., Från nordostis till lågbaltisk is. En glacialgeologisk studie i sydvästra Skåne. Zusammenfassung: Vom Nordosteis zum Niederbaltischen Eis. Eine glacialgeologische Studie in SW-Schonen. 1959 9,00
- » 567 NILSSON, K., Isströmmar och isavsmältning i sydvästra Skånes backlandskap. Zusammenfassung: Eisströme und Eisabschmelzung im Hügelland des südwestlichen Schonens. Mit zwei Tafeln. 1959 6,50
- » 569 HJELMQVIST, S., Förekomsten av tungmineral i kaolinen på Ivö. Abstract: Occurrence of heavy minerals in the kaolin of Ivö. 1959 2,00

Årsbok 54 (1960)

- » 571 BROTZEN, F., On *Tylocidaris* species (Echinoidea) and the stratigraphy of the Danian of Sweden. — With a bibliography of the Danian and the Paleocene. With three plates. 1959 7,00
- » 573 LUNDQVIST, J., Issjöar och isavsmältning i östra Jämtland. Summary: Ice lakes and Ice Recession in Eastern Jämtland, Central Sweden. 1959 2,00

Ser. Ba. Översiktskartor (Survey maps)

- N:o 14 Jordartskarta över södra och mellersta Sverige. Efter de geologiska kartbladen sammandragen vid S. G. U. av K. E. SAHLSTRÖM. Skala 1:400 000 [Quaternary deposits of Southern and Central Sweden]
- Mellersta bladet, tryckt 1947 15,00
- Södra bladet, tryckt 1948 15,00
- Norra bladet, tryckt 1949 15,00

Forts. å omslagets 4:de sida

- N:o 15 Jordartskarta över Uppsalatrakten. 1:20 000. Av N. G. HÖRNER † och B. JÄRNEFORS. Berggrunden sammanställd av P. H. LUNDEGÅRDH. [Quaternary deposits of the Uppsala region] 1956 8,00
 Beskrivning till Jordartskarta över Uppsalatrakten. Av B. JÄRNEFORS. Summary: Quaternary deposits in the Uppsala region. 1958 5,00
- » 16 Karta över Sveriges berggrund. (Pre-Quaternary rocks of Sweden). Skala 1:1 milj. Sammanställd av N. H. MAGNUSSON m. fl. 1958. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 15 Sw. cr.) Pris per blad. 15,00
 Description to this map in Sw. and Engl. editions in preparation
- » 17 Karta över Sveriges jordarter. (Quaternary deposits of Sweden.) Skala 1:1 milj. Sammanställd av G. LUNDQVIST 1958. Karta i tre blad. (Map in three sheets; each 15 Sw. cr.) Pris per blad. 15,00
 Beskrivning till Jordartskarta över Sverige. Av G. LUNDQVIST. 1958. 5,00
 Description to accompany the Map of the Quaternary deposits of Sweden. English edition by G. LUNDQVIST. 1959 5,00

Ser. Ca.

- N:o 37 GAVELIN, S. och KULLING, O., Beskrivning till berggrundskarta över Västerbottens län. [Description to Map of the Pre-Quaternary rocks of the Västerbotten County, N. Sweden] Karta i skala 1:400 000. With English summaries, 1955. Beskrivning med karta 45,00
 Endast karta (Map single) 18,00
- » 38 LUNDQVIST, J., Beskrivning till jordartskarta över Värmlands län. (Quaternary deposits of the county of Värmland.) Karta i skala 1:200 000. 1958. Beskrivning med karta (Text with map) 65,00
 Karta i två blad (Map in two sheets) 30,00
- » 41 ÖDMAN, O. H., Beskrivning till berggrundskarta över urberget i Norrbottens län. English summary: Description to map of the Pre-Cambrian rocks of the Norrbotten County, N. Sweden, excl. the Caledonian mountain range. Karta i skala 1:400 000. 1957. Beskrivning med karta. (Text with map) 45,00
 Karta i två blad (Map in two sheets) 20,00

Meddelanden i stencil.

- N:o 4 STÅLHÖS, G., Bidrag till kännedomen om den radioaktiva strålningens fördelning inom den svenska berggrunden. Summary: Contribution to the knowledge of the distribution of the radioactivity in the bedrock of Sweden. 3,00

Distribueras genom

Generalstabens Litografiska Anstalts Förlag, Vasagatan 16, Stockholm 16