Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

Publication details, including instructions for
authors and subscription information:

<http://www.tandfonline.com/loi/sgff19>

Aflagringarna vid Arpojaure

Thore C. E. Fries

Published online: 06 Jan 2010.

To cite this article: Thore C. E. Fries (1911) Aflagringarna vid Arpojaure,
Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 33:5, 344-364, DOI:
[10.1080/11035891109449094](https://doi.org/10.1080/11035891109449094)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035891109449094>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

Taylor & Francis makes every effort to ensure the accuracy of all the information (the "Content") contained in the publications on our platform. However, Taylor & Francis, our agents, and our licensors make no representations or warranties whatsoever as to the accuracy, completeness, or suitability for any purpose of the Content. Any opinions and views expressed in this publication are the opinions and views of the authors, and are not the views of or endorsed by Taylor & Francis. The accuracy of the Content should not be relied upon and should be independently verified with primary sources of information. Taylor and Francis shall not be liable for any losses, actions, claims, proceedings, demands, costs, expenses, damages, and other liabilities whatsoever or howsoever caused arising directly or indirectly in connection with, in relation to or arising out of the use of the Content.

This article may be used for research, teaching, and private study purposes. Any substantial or systematic reproduction, redistribution, reselling, loan, sub-licensing, systematic supply, or distribution in any form to anyone is

expressly forbidden. Terms & Conditions of access and use can be found at <http://www.tandfonline.com/page/terms-and-conditions>

Aflagringarna vid Arpojaure.

Af

THORE C. E. FRIES.

Den ur kvartärgeologisk synpunkt så märkliga sjön Arpojaure omnämnes för första gången af A. HEINTZE,¹ som på genomresa till Skibotten i Norge kom att i förbigående besöka detta ställe. Någon annan uppgift än att där iaktogs fossil tall lämnas emellertid icke. Då jag ett par år senare af en tillfällighet kom att besöka sjön ifråga, kunde jag bekräfta HEINTZES uppgift om fossil tall. Dessutom iakttog jag en oerhörd rikedom af andra väl bevarade växtfossil, som lågo inbäddade i sanden. Det var mig dock icke möjligt att vid detta besök ägna någon längre tid åt att undersöka de stratigrafiska förhållandena. Vikten och betydelsen ur såväl geologisk som växtgeografisk synpunkt af en närmare kännedom om florans sammansättning omedelbart efter de sista isresternas afsmältning i fjälltrakterna voro mig dock väl bekanta. Jag ansåg mig därför icke utan vidare kunna lämna tillfället obeaktadt och detta desto mer, som det var mycket tvifvelaktigt, om något nytt besök vid en så aflägsen belägen och svårtillgänglig sjö skulle komma att göras, innan de nu blottade profilerna blifvit täckta af flygsand. Så godt tiden medgaf, upptogs därför en detaljprofil på ett ställe genom af-

¹ A. HEINTZE: Växtgeogr. anteckningar från ett par färder genom Skibottendalen i Tromsö amt. K. V. A. Ark. f. Bot. Bd 7, Stockholm 1903.

lagringarna och företogs en summarisk undersökning af den fossila floran i densamma.¹

Redan följande år fick jag emellertid tillfälle att ånyo besöka sjön och kunde då ägna en grundlig undersökning åt aflagringarna i sin helhet. Resultaten blefvo naturligtvis nu betydligt mera omfattande och erhöilo större beviskraft än de under föregående år vunna. På grundvalen dels af på ort och ställe gjorda iakttagelser, dels af medförda rikliga prof, som efter hemkomsten slammats och undersökts, vill jag därför söka gifva en geologisk framställning af aflagringarna vid Arpojaure, lämnande den botaniska sidan åt en kommande uppsats.²

Sjön Arpojaure är belägen inom Karesuando socken i Kängämä älfdal strax söder om Kilpisjärvis östra ända, på en höjd af 509 *m* ö. h. Den nuvarande tallgränsen ligger i Kängämä älfdal ca 360 *m*. ö. h. Björkgränsen förlöper här på något varierande nivå, cirka 530—550 *m* ö. h., hvarför sjön kan anses vara belägen vid själfva björkgränsen eller högst obetydligt under densamma. Mot norr, väster och öster uppdämmas Arpojaure af en barriärformad hög rullstensås,³ mot söder hvilar den mot fjället Arpoåives sluttning. Arpoåive själf ingår såsom beståndsdel i det stora Roston selkä-massivet, som på södra stranden af Kängämä älf begränsar dalgången.

För omkring sju år sedan företogo sig fjällstuguboarna i Keinovuopio, Vittangi och Mukkavuoma att genomgräfvad den dämmande rullstensåsen mot norr, sannolikt i afsikt att genom sjösänkningen erhålla ängsmarker på de torrlagda delarna af sjöbottnen. Efter öfver en månads arbete hade

¹ THORE FRIES: Einige Beobacht. ü. postglac. Regionenversch. im nördl. Schweden. Bull. Geol. Inst. of Upsala, Vol. IX, p. 171—182.

² En undersökning af vegetationen inom regio alpina och subalpina af Torne lappmark är f. n. under utarbetning. Till denna har den mera botaniska delen af resultaten från Arpojaure sparats, hvarför de intresserade hänvisas till ifrågavarande, i annan publikation inom närmaste tiden utkommande arbete.

³ I min föregående uppsats uppgafs den felaktigt vara morän.

gräfningen framskridit så långt, att en skärning ned genom åsen till sjöns nivå åstadkommits, hvarpå vattnet genast genom denna började afrinna. Men då inträffade en oväntad katastrof. I ett ögonblick eroderade sig vattnet ned i det lösa och föga motståndskraftiga åsmaterialet, och en väldig vattenmassa störtade sig ned mot den nedanför belägna björk-skogen. Björkarna upprycktes med rötterna, hela skogspartier lossnade och transporterades ut på den stora myren Arpovuoma, där de ännu, vräkt huller om buller, döda och aflöfvade, vittna om den storartade händelsen. De i vattnet uppslammade sandmassorna aflagrades delvis äfven på myren, som härigenom på sina ställen förvandlades till fast mark, ur hvilken de öfversta spetsarna af torra videbuskar fortfarande sticka upp. Det finare slammet fördes vidare ut i Köngämä älf och härifrån ned i Muonio och Torne älfvar ända ned mot kusten. Vid Pajala kyrkby lär vattnet, enligt uppgifter, flera dagar hafva varit hvitt af uppslammad fin sand.

Den praktiska nyttan af sjösänkningen synes icke hafva motsvarat arbetet. De partier af sjön, som blottlades, hysa knappast någon sluten vegetation, utan flygsandsfält hafva här uppkommit. Sandmassorna, som afsattes på Arpovuomas yta, hafva emellertid där bidragit till ökad gräsväxt, men knappast i någon högre grad. Fullständig blef ej heller sänkningen, utan en mindre, men mycket djup del af sjön finnes allt fortfarande kvar. Nivåskillnaden mellan det forna och nuvarande vattenståndet belöper sig till cirka 15 meter.

Genom sänkningen kommo emellertid betydande, mycket fossilrika sediment i dagen. Materialet i dessa är af något olika beskaffenhet. Så utgöres det öfverallt utom i de västligaste delarna nästan uteslutande af sand, delvis uppblandad med klappersten. I den västra viken af sjön äro sedimenten utbildade såsom mer eller mindre typisk gyttja, här och hvar öfverlagrad af sand. Gyttjan är dock ofta starkt sandblandad, och tunna gyttjeskikt af dylik beskaffenhet förekomma äfven i de centralare sandbankarna rundt hela sjön. Orsaken till

dessa olikheter är helt naturlig. Genom organismernas verksamhet pågår öfverallt i det öppna vattnet en svag gyttjefällning; i de delar, där sedimentationen af sand är ringa eller ingen, uppkomma mer eller mindre rena gyttjelager, under det att till utseende rena sandbankar uppstå, där den starkare sandafsättningen försiggår. Att så varit fallet i det forna Arpojaure, därom vittnar den rikliga förekomsten af diatomacéer äfven i till det yttre rena sandaflagringar. Med hänsyn till att de centrala delarna af sjön på grund af sitt läge alltid varit utsatta för aflagring af sand, är uppkomsten af gyttjeränder här lättförklarlig. Genom tillfälliga variationer i vattentillflödet samt äfven till följd af förändringar i de i sjön utfallande små bäckarnas strömningsriktning kunna förskjutningar i gränserna af gyttjebildningarna tänkas ha uppkommit. Några klimatologiska orsaker behöfva därför knappast tillgripas, men möjligt är naturligtvis, att sådana äfven kunna hafva spelat in.

Under de år, som förflutit, sedan aflagringarna blottlades, har det rinnande vattnet i bäckar och rännilar kunnat åstadkomma ett storartadt erosionsarbete i det föga motståndskraftiga substratet. Sandterrasserna genomfåras kors och tvärs af kanaler och gångar, som alla sammanlöpa mot den kvarvarande resten af sjön. På vissa enstaka ställen hafva kanjoner af ända till 11 *m* djup utgräfts af bäckarna, och med hänsyn till den korta tid, under hvilken erosionen haft tillfälle att verka, har bäckfåran årligen gräft sig minst 1,6 *m* ned i sanden, hvilket måste anses högst betydande i förhållande till den ringa vattenmängden i bäcken.

Materialet i de postglaciala sandaflagringarna härstammar från de på fjället Arpoäive belägna issjöterrasserna samt i någon mån från åsartade bildningar därstädes. Då tillflödena, särskildt smältvattensbäckarna om våren, till den forna Arpojauresjön varit talrika och vattentillförseln i hvar och en af dessa relativt ringa, så hafva icke några typiska deltan kunnat bildas, utan resultaten hafva blifvit en så godt som

enhetlig accumulationsterrass af sand. På ett ställe, där en något större och under hela året flödande bäck, Arpojoki, utmynnat, har emellertid en rätt typisk deltaaflagring uppstått. Här hafva äfven fossilen blifvit betydligt rikligare, och till följd häraf är det på detta ställe, som den säkraste och klaraste profilen och zonindelningen med ledning af de fossila växtlämningarna kunnat verkställas. Det hufvudsakligaste fältarbetet härrör sig just från detta ställe. Efter sänkningen har nämligen Arpojoki utskurit en profil genom sandbankarna ända från stranden af den forna sjön ned till den nu återstående resten af densamma. Profilen blottar fullständigt de postglaciala aflagringarna samt till stor del den glaciala issjöterrass, hvarpå dessa hvila. På några ställen har dock flygsand öfvertäckt profilen, hvilket förorsakade rätt besvärliga gräfningar och upprepningsarbeten i och för erhållande af en klar öfversikt.

Vegetationen på de barlagda sandbankarna är koloniartad. I enstaka, starkt rödaktigt anlupna exemplar uppträder *Calamagrostis lapponica* på den bara sanden, och blott på några få punkter hafva sammanhängande *Calamagrostis*-sambällen lyckats sammansluta sig. På isolerade partier, där substratet på grund af dräneringsförhållandena är fuktigare, klädes marken af en gles *Alopecurus fulvus*-matta, som dock ingenstädes är fallt sluten. Den enda växt, som definitivt förmått binda de af vinden lätt upprörda moartade sandmassorna, är *Polytrichum*; en typisk som polygonmark utbildad. *Polytrichum*-tundra utbreder sig nämligen öfver de lägre och fuktigare delarna af den forna sjön. Polygonmarken är, såsom vanligt i arktiska trakter, vegetationsklädd öfver rutorna, under det att fårorna mellan dessa äro fullständigt vegetationsfria. För öfrigt förekomma enstaka isolerade exemplar här och hvar af följande, efter sjöns sänkning invandrade fanerogamer: *Sagina intermedia*, *Epilobium Hornemanni*, *Saxifraga stellaris* samt β . *comosa*, *Carex rigida*, *C. aquatilis*, *C. canescens*, *C. vitilis*, *C. lagopina*, *Festuca*

ovina, *F. rubra*, *Poa pratensis*, *P. alpina*, *Agrostis borealis*, *Trisetum subspicatum* samt en vivipar form af densamma etc.

Huru utvecklingen af vegetationen på den nuvarande flygsanden en gång kommer att gestalta sig, är lätt att inse. Så småningom utbreda sig *Polytrichum*-mattorna samt *Calamagrostis*-samhällena och binda sanden. Därefter rycker björkskogen in, och slutresultatet blir en extremt xerofil lafrik björkskog, som kommer att kvarstå som slutformation. Några ängssamhällen kunna omöjligt utveckla sig på dessa ställen, där de edafiska förhållandena äro de gynnsammast möjliga för hedseriens lafrika växtassociationer.

I mitt föregående meddelande om aflagringarna vid Arpojaure (anf. st., sid. 176—177) sökte jag visa, att sandbankarna i paleontologiskt hänseende läto uppdelas i en öfre eller *Betula-zon*, en undre eller *Pinus-zon* samt, underst, mäktiga, åtminstone till det yttre fossilfria *issjösediment*. I stort sedt har denna preliminära uppfattning genom de förnyade undersökningarna bekräftats, men vissa smärre modifierationer ha dock visat sig nödvändiga. Genom slamning af prof ur issjösedimenten hafva ytterst sparsamma och illa medfarna rester af mossor samt ett blad af *Betula nana* frampreparerats, hvilka fynd äro af en viss vikt för uppfattningen om klimatet vid tiden för de nordlappländska issjöarnas första stadier samt för de arktiskt-alpina florelementens invandringshistoria i nordligaste Skandinavien. Vidare har genom noggranna jakttagelser öfver tallzonens utsträckning i vertikal led visat sig, att den är af betydligt större omfattning, än hvad i det föregående meddelandet antyddes, ett förhållande som är af betydelse för uppskattningen af tidpunkten för den postglaciala klimatförsämringens inträdande.

Efter dessa rättelser och kompletteringar af min föregående uppfattning om lagringsförhållandena i allmänhet, öfvergår jag nu omedelbart till *detaljbeskrifning af Arpojaure-sedimenten*.

Profil 1. (Jfr fig. 1, 1.)

I denna profil liksom i följande återfinnes ungefär samma lagerföljd, som den i det preliminära meddelandet beskrifna. De äro dock icke identiska, ty det ställe, där den sistnämnda upptogs, hade under det förflutna året blifvit totalt raseradt och täckt af flygsand, och på grund af den förändrade topografien var det mig icke möjligt att med absolut visshet identifiera det ställe, där profilen år 1909 upptogs. För öfrigt förtjänar att omnämnas, att gränsen mellan *Betula-zonen* och *Pinus-zonen* här, liksom i följande profil, var mycket svår att påvisa, och det är icke uteslutet, att den rätteligen borde placeras någon eller några centimeter högre upp.

Profil 2. (Jfr fig. 1, 2.)

Med undantag af bottenlagret på gränsen mot issjösedimenten äro aflagringarna här utbildade på samma sätt som i profil 1. Den understa grusbädden i de postglaciala lagren är emellertid af fullt enhetlig beskaffenhet och afviker härigenom från föregående profil.

Profil 3. (Jfr fig. 1, 3 och fig. 2.)

Profilen, hvars undre delar äro afsatta på djupare vatten, visar en fullständig öfvergång från issjösediment till postglaciala lager. Blott med svårighet kan gränsen mellan dessa fastställas. De postglaciala lagrens allra understa delar, hvilka till sin utbildning äro mycket lerhaltiga, innehålla blott sparsamma och mindre väl bevarade fossil. Dock frampreparerades 2,5 *dm* ofvan kontakten mot issjösedimenten en tallkotte samt från och med denna nivå talrika vackra tallbarr. Från cirka 6 *dm* ofvan kontakten tilltogo fossilen hastigt i frekvens och blefvo mycket rika ända upp till profilens öfversta lager. För ett säkert fastställande af gränsens läge mellan *Betula-* och *Pinus-zonerna* ägnades uteslutande flera dagars arbete.

Fig. 1. Sektion genom Arpojoki-deltat.
I. = issjusediment; G. = groft grus; P.z. = Pinus-zon; B.z. = Betula-zon.

Fig. 2. Profil 3 (jfr fig. 1.)

I., *P.-z.* och *B.-z.* = fig. 1. *Gy.* = Sandblandad gyttja.

P.-z. = 4,5 m. *B.-z.* = 1,85 m. Undre *Gy.* = 0,235 m.

Öfre *Gy.* = 0,085 m.

Arpojoki-deltats uppkomst och stratigrafi.

Dels på grundvalen af ofvan beskrifna profiler och konnektion mellan dessa, dels med ledning af mätningar och undersökningar af mellanliggande partier i Arpojokis skärning genom sandaflagringarna har den enhetliga profilen kunnat uppkonstrueras. Den kan i de flesta punkter göra anspråk på tillförlitlighet. Hvad gränsen mellan *Betula*- och *Pinus-zonerna* angår, måste dock framhållas, att blott tre punkter äro fixa, och att den mellanliggande sträckan är inlagd genom konnektion mellan dessa. Variationer af vikt i fråga om denna gränslinje kunna emellertid knappast tänkas förekomma.

Arpojaure-aflagringarnas uppkomst kräfver i några hänseenden en närmare förklaring, då tolkningen kan bereda åtminstone en mindre erfaren geolog vissa svårigheter. Först och främst bör framhållas, att de här befintliga issjösedimenten härstamma från Kilpisjärvis första afloppsstadier åt väster. Men då passpunkten till en början under detta skede låg cirka 25 m ofvan den senare isolerade Arpojaures vattenyta, måste de understa sandaflagringarna vara rena djupvattensbildningar. Under sådana omständigheter förefaller det emellertid egendomligt, att de erhållit en utpräglad terrassform. Orsaken är emellertid sannolikt den, att en primär terrass i det fasta berget varit för handen, hvilket antydes af den nuvarande topografien i Arpojaure-bäckenet.

Vid tappningen af Kilpisjärvi-issjön genom Tretriks-röspasset isolerades Arpojaure såsom ett själfständigt bäcken. Minnesmärken af denna katastrof äro grusränderna i profilerna 1 och 2 samt den något olikartade beskaffenheten i sedimenten i profil 3. Att skillnaden här ej blef större, berodde antagligen därpå, att detta ställe vid ifrågavarande tidpunkt var beläget på ett ej obetydligt djup under vattenytan samt på stort afstånd från stranden. Dessutom medverkade äfven terrassens ringa lutning.

Någon närmare förklaring af den *postglaciala* delen af deltat torde vara öfverflödigt, då tolkningen icke erbjuder några nämnvärda svårigheter.

Klimatet i senglacial och postglacial tid i Lapplands nordligaste fjälltrakter.

För närvarande strida mot hvarandra hufvudsakligen tvenne teorier¹ rörande temperaturförhållandena i Nordeuropa under postglacial tid, företrädta af respektive GUNNAR ANDERSSON och R. SERNANDER. Den hufvudsakliga skillnaden mellan dem

¹ Jfr litteraturförteckningen i »Die Veränderungen des Klimas seit dem Maximum der letzten Eiszeit». 11 Intern. Geologen-Kongress, Stockholm 1910.

ligger däruti, att den förra anser, att klimatförsämringen börjar redan *vid tiden för Litorinahafvets största utbredning*, under det att den senare anser densamma plötsligt inträda, då cirka 90 % af *Litorinahöjningen försiggått*. Andra olikheter mellan de båda teorierna finnas emellertid som bekant äfven, särskildt rörande nederbördsförhållandena under vissa delar af den postglaciala tiden. Dessa frågor äro emellertid för denna undersökning af mindre vikt.

Det har redan upprepade gånger framhållits, att studiet af torfmossarna inom Norrland, särskildt i fjälltrakterna, blifvit försummadt. Det ringa material, som härifrån i litteraturen finnes sammanbragt, är äfven af den beskaffenhet, att mera vidtgående eller säkra slutsatser om forntida klimatförändringar icke låtit sig göra. Särskildt i fråga om de nordligaste delarna af den skandinaviska fjällkedjan har saknaden af observationsmaterial varit i hög grad kännbar. Genom mina undersökningar i Torne lappmarks alpina och subalpina delar hoppas jag därför att i någon mån hafva kunnat bidra till att fylla denna lucka.¹

Sandbankarna vid Arpojaure äro, såsom naturligt är, tydligt årsskiktade, hvilket i stort sedt är lätt att iakttaga. Min afsikt var därför från början att genom räkning af antalet skikt, som uppbygga Arpojaure-sedimenten, fullt exakt beräkna den tidrymd, som åtgått för aflagringarnas bildning. Tyvärr visade sig detta alldeles omöjligt, då skiktningen vid närmare undersökning ingalunda var så tydlig, att ett särskiljande af de olika lagren lät sig göra. Här och hvar på enstaka lämpliga ställen kunde dock en räkning af lagrens mäktighet företagas, och med ledning häraf har jag sökt att summariskt beräkna de postglaciala aflagringarnas ålder. Att stora felkällor finnas i mina beräkningar, är jag fullt villig att erkänna, men då resultatet rätt väl öfverensstämmer

¹ Rörande litteraturen se A. GAVELIN: Om trädgränsernas nedgång i de svenska fjälltrakterna. Skogsv. För. Tidskr. 1909, h. 4—5, p. 133—156 och THORE FRIES l. c.

med det, till hvilket DE GEER¹ kommit genom likartade undersökningar vid Ragunda, anser jag, att den siffra, hvar till mina beräkningar vid Arpojaure ledt mig, möjligen kommer den verkliga ej alltför fjärran.

Tabell öfver årsskiktens tjocklek inom olika delar af Arpojaure-sedimenten.

Ställen, undersökta, med afseende på skiktens tjocklek.	De undersökta partiernas mäktighet i cm.	Skiktens antal.	Skiktens medeltjocklek i mm.
Profil 1. Långt ned i Pinus-zonen . . .	5.0	56	0.89
» 1. Midt i Pinus-zonen	2.0	22	0.91
» 2. Långt ned i Pinus-zonen . . .	3.4	38	0.89
» 2. Midt i Pinus-zonen	1.0	11	0.91
» 2. Högre upp i Pinus-zonen . . .	3.1	34	0.91
» 3. Långt ned i Pinus-zonen . . .	0.54	6	0.90
» 3. Långt ned i Pinus-zonen . . .	1.3	14	0.93
» 3. Midt i Pinus-zonen	2.1	24	0.88
» 3. Ofvan midten af Pinus-zonen .	1.4	15	0.93
» 3. Något högre upp i Pinus-zonen	1.0	10	1.00

Medeltalet för skiktens tjocklek inom Arpojaure-aflagringarna är, enligt tabellen, 0.92 mm². I profil 3, där de postglaciala lagrens mäktighet är störst, låter sig en approximation angående den postglaciala tidens längd lämpligast göra. Ur denna erhållas följande värden:

Pinus-zonens	afsättningstid: 4,891 år.
Betula-zonens	» 2,011 »
De postglaciala sedimentens	» 6,902 »

¹ GERARD DE GEER: A Thermographical record of the late-quaternary climate. I »Die Veränderungen etc». 11 Intern. Geologen-Kongress. Stockholm 1910.

² Skiktens medelgroflek är uträknad blott med ledning af skiktens antal. Tages äfven hänsyn till de undersökta partiernas mäktighet i cm, representera de postglaciala sedimentens afsättningstid jämt 7000 år.

Att ingå på en närmare diskussion af felkällorna och att med ledning af teoretiska slutledningar söka eliminera dessa, synes mig icke rådligt. På så sätt erhållna värden skulle måhända genom sina anspråk på alltför stor exaktitet komma att stå hindrande i vägen för framtida säkrare undersökningar. För att ytterligare pointera osäkerheten i beräkningarna kunna siffrorna lämpligen afrundas till jämna tusental. Trots den grofva beräkningen, hvarigenom en osäkerhet på 1,000 år åt ena eller andra hållet mycket väl kan förefinnas, torde uppskattningen af de postglaciala sedimentens af-sättningstid vid Arpojaure icke kunna fränkännas ett visst värde.

Under de sista åren har bland kvartärgeologerna en tendens att förlägga den slutliga afsmältningen af landisen i de inre delarna af Norrland allt längre fram i tiden tydligt visat sig. Särskildt skarpt har en dylik uppfattning pointerats af A. HAMBERG¹ och A. G. HÖGBOM,² hvilka båda, oberoende af hvarandra, den förre i Sarekfjällen, den senare i Jämtland, vid studier öfver isdämda sjöar kommit till samma resultat. I sin nyligen publicerade afhandling rörande de Centraljämtska issjöarna anser HÖGBOM, att de isdämda sjöarnas sista stadier, d. v. s. isresternas slutliga afsmältning vid isdelaren i Jämtland, sannolikt böra parallelliseras med öfvergångsskedet mellan *Ancylus*- och *Litorinahafven*. I mitt preliminära meddelande om Arpojaure-aflagringarna (l. c., p. 180) framhöllos äfven skäl, som föranledde mig att intaga en likartad ståndpunkt i fråga om isens definitiva afsmältning i de inre delarna af de nordligaste svenska lappmarkerna. Några fullt bindande bevis, vare sig från Jämtland, Sarekfjällen eller nordligaste Lappland, synas dock icke hafva framkommit, hvarför tidsbestämningen alltjämt måste betraktas såsom *approximativ*. Mina beräkningar angående den postglaciala tidens längd i Torne lappmarks fjälltrakter

¹ A. HAMBERG: Die Geomorphologie und Quartärgeologie des Sarekgebirges. G. F. F. 32 (1910).

² A. G. HÖGBOM: De Centraljämtska issjöarna. S. G. U., Ser. Ca., No 7: II, 1910.

torde emellertid, så snart en fast åldersbestämning af botten-skikten i aflagringarna vid Ragunda blifvit gjord, kunna läggas till grund för en något säkrare kombination mellan de olika epokerna i det Baltiska hafvet och isens afsmältning i de inre delarna af Norrland.

Af G. DE GEERS undersökningar rörande iskantens recession (l. c., p. 306), framgår tydligt, att i södra Sverige ett arktiskt eller subarktiskt klimat varit rådande ända till dess iskanten intog ett läge, som sammanföll med de nuvarande medelsvenska moränerna. Då isranden ånyo efter ett eller annat århundrades förlopp började förflyttas mot norr, hade en märkbar förbättring i klimatet inträdt, hvilket tydligt gaf sig tillkänna i den alltmer accelererade afsmältningshastigheten. Här i ligger sannolikt förklaringen till, att tallen i de nordligare delarna af Sverige invandrade direkt efter isens afsmältning och icke, såsom längre söder ut, föregicks af en arktisk och subarktisk vegetation.¹

Rörande klimatets beskaffenhet under afsmältningen af de nordligare perifera delarna af landisen och iskantens recessionshastighet därstädes är för närvarande intet med säkerhet känt. Rent teoretiskt sedt förefaller det emellertid mycket sannolikt, att de stora klimatiska omhvälfningar, som inledde isens tillbakaryckande i de sydligare perifera delarna under senglacial tid, äfven böra hafva sträckt sina verknin-gar öfver hela nedisningsområdet. Att äfven en relativt ringa klimatförbättring längst i norr bör hafva gjort sig ganska tydligt kännbar med hänsyn till ismassornas afsmältning, är af flera skäl sannolikt. Under antagande att dessa premisser äro riktiga, bör det första skedet af isens afsmältning i det nordligaste Skandinavien till tiden ungefär sammanfalla med DE GEERS *gothiglaciala period*. Klimatet i de ifrågavarande nordliga trakterna bör alltså hafva varit arktiskt. Ett godt stöd för den diskuterade hypotesen skulle fynd af en rent

¹ R. SERNANDER: Die schwedischen Torfmoore als Zeugen postglacialer Klimaschwankungen, p. 200.

27—110200: 23. G. F. F. 1911.

glacial flora i bottenlagren af torfmossar eller andra fossilförande aflagringar i de mest perifera delarna af det forna nordliga nedisningsområdet vara. Några uppgifter om dylika fynd äro dock hittills icke i litteraturen lämnade. Emellertid äro tills dato inga undersökningar som helst i detta hänseende gjorda.

Att De GEERS *finiglaciala period* med dess varma klimat äfven sträckt sina verkningar öfver de i tillbakaryckande stadda nordliga perifera isresterna, framgår med säkerhet såväl af mina redan publicerade torfmossundersökningar som af föreliggande uppsats. Såväl öster som väster om isdelaren föreligga liknande iakttagelser, som tydligt visa, att isens sista afsmältning försiggått under ett varmt klimatskede.

Hurudana afsmältningsförhållandena längs den norska kusten voro under de tidigaste skedena, synes mycket osäkert. Af växtgeografiska skäl vore man frestad att antaga, att äfven här under den gothiglaciala tiden en bar kustrensa bildades. Huru långt in i landet denna i så fall sträckte sig, måste emellertid lämnas därhän.

Under förutsättning, att dessa problem förhålla sig ungefär så, som i det föregående blifvit antydt, är det icke säkert, att isresterna i norr kvarlegat längst, utan tvärt om äro i så fall afsmältningsstadierna i de nordligaste lappmarkerna till tiden ungefär jämförbara med liknande stadier i de sydligare fjälltrakterna. Detta är emellertid en fråga, som är framtida undersökningar förbehållen att afgöra, liksom äfven huru långt söderut iskanten i norra Skandinavien hunnit draga sig tillbaka, då den senglaciala klimatförbättringen inträffade.

De äldsta aflagringarna vid Arpojaure hänföra sig från tiden för Kilpisjärvi-issjöns Skibotten-stadium samt till Storfjord-stadiet. Tyvärr äro dessa sediment så godt som fullständigt fria från fossil, och det är blott genom slamningar i stor skala, som ett enda bestämbar blad af *Betula nana* däri kunnat påvisas. Några blad af mossor

iakttogos äfven, men så illa medfarna, att en bestämning var omöjlig. Föga ledning för bedömandet af klimatet under denna tid står oss således till buds. Den totala frånvaron af trädlämningar pekar emellertid på ganska arktiska förhållanden. Att sådana äfven böra hafva varit rådande, synes ganska naturligt med hänsyn till närheten af inlandsisen och de ofantliga, kalla vattenmassorna därifrån. Det må dock lämnas oafgjordt, huruvida klimatet i stort sedt¹ var ogynnsamt, eller om helt lokala förhållanden spelade hufvudrollen. Svar på denna fråga kan först gifvas efter undersökningar af torfmossarna vid norska kusten inom Tromsö amt.²

Kilpisjärvi-issjön och dess dräneringsförhållanden hafva närmare studerats af V. TANNER³ (jfr fig. 3). Det äldsta aflopsstadiet sammanföll med Silasvuoma—Galgojaur-passet, 528 *m* ö. h. Under detta skede var enligt TANNER det lägre Kolttajärvi-passet igenfyllt af ismassor, antingen härstammande från lokala glaciärer eller bildade af stenis. Genom afsmältning sänktes emellertid så småningom passpunkten på detta ställe, så att slutligen issjöns aflopp dirigerades öfver detta pass. Storfjord-stadiet uppkom härigenom. De dämmande ispartierna lågo dock allt fortfarande delvis kvar och minskades undan för undan, till dess vattenmassorna slutligen nådde ned till den definitiva klipptröskeln. Under denna successiva sänkning af sjöytan utbildades flera olika strandlinjer, som TANNER lyckats kombinera med hvarandra. Särskildt markeradt genom oerhörda deltaaflagringar i Kummenodalen är 513—511 meters nivån, som efter de mäktiga aflagringarna att döma måhända varat längre än det defini-

¹ Härmed menas öfver större områden. Den finiglaciala perioden hade högst sannolikt inbrutit redan då.

² Större luftfuktighet under denna tid kan äfven hafva spelat in och genom nedpressande af trädgränserna gynnat uppkomsten af en rent alpin vegetation.

³ V. TANNER: Zur geolog. Geschichte des Kilpisjärvi-Sees in Lappland. Fennia 25, N:o 3.

tiva klipptrüskelstadiet på 496,1 *m* ö. h. Senare förändringar i afloppsförhållandena, som TANNER betecknar under det gemensamma namnet det bottniska stadiet, äro hittills ej närmare kända.

Det är af det sagda klart, att Arpojaure under Skibottenstadiet ej var utdifferentialiserat ur Kilpisjärvi, hvars vattenyta då täckte denna plats till en höjd af cirka 20 *m* ofvan den senare isolerade sjöns yta (jfr fig. 3). Likaledes är säkert, att Arpojaure äfven under den första delen af Storfjordstadiet var förenadt med Kilpisjärvi-issjön, nämligen vid tiden för β -nivån. Enligt tillgängliga siffror borde isoleringen af Arpojaure-bäckenet hafva ägt rum ungefär vid tiden för γ -nivån, då en lagunsjö bildades, som vid δ - och ϵ -nivåerna fullständigt isolerats från Kilpisjärvi. Emellertid äro alla höjdsiffror alltför osäkra för att tillåta en så ingående utredning af Arpojaure-bäckenets glaciala historia, och det är icke omöjligt, att densamma under hela Storfjordstadiet varit förenadt med Kilpisjärvi-issjön. Säkert är emellertid, att Arpojaure vid tiden för det bottniska stadiet var afsnörd såsom en särskild sjö. Redan under det bottniska stadiet inträdde gynnsammare klimatförhållanden, som mycket snart, enligt hvad särskildt profil 3 gifver vid handen, antogo en ännu gynnsammare karaktär än i nutiden¹. Tallen trängde då upp på högre nivåer än de nutida, och äfven om hänsyn toges till den postglaciala landhöjningens *hela* belopp i dessa trakter, var dock tallens dåtida gräns med säkerhet belägen några tiotal meter högre än den nutida. Att de klimatiska förhållandena redan under Kilpisjärvi-issjöns bottniska stadium voro varmare än i nutiden, och att tallen och andra relativt mera värmekräfvande växter, redan innan de sista landisresterna hunnit afsmälta, österifrån från Finland invandrade i Torne lapp-

¹ Huruvida början af detta omslag gjort sig märkbar redan under den sista delen af Storfjordstadiet, låter sig icke, af skäl som ofvan framhållits, säkert afgöras. Detta synes dock mindre sannolikt.

marks västliga fjälltrakter, är sålunda obestridligt. Den omständigheten, att tallämningar så godt som omedelbart hvilat på kontakten mot issjusedimenten i Arpojaure, skulle måhända kunna tolkas såsom tydande på, att under Kilpisjärvi-issjöns äldre stadier klimatet icke blott varit lokalt, utan i stort sedt ganska ogynnsamt, och att de sista afloppsstadierna inträffat i samband med en genomgripande klimatisk omgestaltning.

Början af den period, som i aflagringarna vid Arpojaure markeras af *Pinus-zonen*, bör enligt nuvarande åskådning förläggas till förra delen af *Litorinatiden*. Enligt min beräkning bör detta varma skede, som jag för fjälltrakternas vidkommande vill benämna *skogsperioden*, hafva varat cirka 5,000 år. Om klimatet under hela denna tid varit lika varmt, eller om en successiv höjning af temperaturen gjort sig gällande, är svårt att säkert afgöra. Att emellertid trädgränserna, trots en försiggående landhöjning, kvarlegat på ungefär samma höjd under hela denna tid, synes tala för det senare alternativet.

Tecken på variationer i nederbördsmängden, sådana jag för resp. subboreal och subatlantisk tid anser mig hafva lyckats påvisa i traktens torfmossar (jfr THORE FRIES, l. c.), hafva icke kunnat säkert återfinnas i aflagringarna vid Arpojaure. De tvenne gyttjeblandade sandränderna inom *Pinus-zonen* i profil 3 synas snarast vara af helt lokal karaktär.

Den öfversta delen af aflagringarna vid Arpojaure, *Betula-zonen*, vittnar om en tid med lägre temperatur än under skogsperioden. Något stöd för den af vissa forskare framkastade åsikten, att början af denna period skulle hafva utmärkt sig genom lägre värmegrad än i nutiden, vinnes icke af profilerna vid Arpojaure. Tvärt om tala aflagringarnas enhetliga struktur och björkresternas stora frekvens inom hela lager-serien ofvan kontakten mot *Pinus-zonen* emot ett dylikt antagande.

Åldersberäkningarna lämna en viktig antydning om, hvilken

af de båda ofvan omtalade klimatteorierna, hvad nordligaste Skandinavien beträffar, är den riktigare. Enligt den SERNANDER'ska teorien skall den postglaciala klimatiförsämringen hafva inträdd vid bronsålderns slut (cirka 500 år f. Kr.), under det att G. ANDERSSON förlägger densamma till maximum af *Litorinahafvets* utbredning, d. v. s. under den nordiska stenålderns tidigare del. Trots det att den af mig beräknade åldern af *Betula-zonen* blott är en mycket grof approximation, är dock öfverensstämmelsen med den SERNANDER'ska teorien i denna viktiga punkt slående.¹ Men äfven om man bortser från mina åldersberäkningar, ligger det orimliga i att inpassa G. ANDERSSONS åsikter på lagringsförhållandena i Arpojaure i öppen dag. Sedimentens struktur är, med undantag af de två gyttjeblandade sandränderna i *Pinus-nivån*, inom hela komplexen så godt som fullständigt likartad. Skillnaden i mäktighet mellan *Pinus-zonen* och *Betula-zonen* måste därför i stort sedt uttrycka den relativa skillnaden i afsättningstid. Den 1.85 m mäktiga *Betula-zonen* skulle då enligt G. ANDERSSON representera en afsättningstid ända från maximum af *Litorinasänkningen* i södra Sverige; den enligt kvartärgeologernas samstämmiga åsikt relativt kortvariga *Litorinasänkningen* plus i bästa fall den sista delen af *Ancylustiden*, måste, ifall G. ANDERSSONS uppfattning är riktig, representera en ungefär två och en half gånger så lång tidrymd. Till lika orimliga antaganden leder en tillämpning af G. ANDERSSONS åsikter på Arpojaure-aflagringarna med ledning af arkeologiska data.

Såsom en sammanfattning af ofvan diskuterade förhållanden vid Arpojaure vill jag till sist framhålla följande såsom sannolika:

¹ Jfr äfven Thore Fries l. c.

att den tid, som förflutit sedan Arpojaure afsnördes ur den forna Kilpisjärvi-issjön, belöper sig till omkring 6,000—8,000 år;

att under Kilpisjärvi-issjöns västliga afloppsstadier floran på de isfria områdena i Arpojaures omgifningar var rent alpin;

att, på grund af ett klimat, gynnsammare än det nuvarande, tallen inom Kängäms älfdal redan under Kilpisjärvi-issjöns bottniska stadium förmådde tränga upp på nivåer, högre än de nutida;

att det varma klimatet varade c:a 5,000 år, samt att därunder en stegring i värmemängd försiggick;

att den klimatförsämring, som därpå nedpressade trädgränserna till deras nuvarande läge, tog sin början för något mer än c:a 2,000 år sedan;

att detta klimaträxlingsförlopp, sådant det registrerats af Arpojoki-deltat, öfverensstämmer med torfmossarnas vittnesbörd inom de subalpina delarna af Torne lappmark. Här upphör nämligen, enligt mina undersökningar, förekomsten af fossila tallrester i den öfre delen af xerofilt utbildade subborcala lager.