

ländska kartreproduktionerna utfaller, som ju är att vänta, till den förras förmån, då på de utländska kartorna en del äldre oriktiga uppgifter äro bibehållna.

Sverige erhöi således aldrig den tillbörliga nyttan af den framstående mannens verk, hvilket kan sägas bilda afslutningen på storhetstidens kartografiska verksamhet, och det dröjde nu ytterligare bortåt ett århundrade, innan Sveriges kartbild undergick en lika betydande förändring och förbättring som den, hvilken be-tecknas af 1688 års karta.

Sarjekfjällen.

En geografisk undersökning.

Af **Axel Hamberg.**

(Härtill tafl. 5 och 6).

Innehåll.

1. Inledning.
2. Topografiska hufvuddrag.
3. Det fasta bergets geologi.
Urberget. — Amfibolitformationen. — Siluriska aflagringar. — Tektoniska förhållanden.
4. Den nuvarande topografiens utdaning.
Förhållandet mellan vattenerosion och iserosion. — De viktigaste topografiska detaljerna och deras uppkomst.
5. Istidsbildningar.
Moräner och flyttblock. — Rullstensås. — Strandlinjer. — Öfversikt af istidsbildningarnas historia. — Postglaciala klimatförhållanden.
6. De nutida geologiska bildningarna och den recenta erosionen.
Rapaättnos vattenmängd. — Rapaättnos transport af fasta ämnen. — Den recenta denudationens ungefärliga belopp.
7. Glaciererna.
Glacierernas hufvudtyper. — Glacierernas hushållning. — Försök att bestämma snöackumulation och rörelsehastighet i firnområdet. — Rörelsehastigheten inom afsmältningssområdet. — Afsmältningshastigheten. — Isomsättningen och glacierernas djup. — Glacierernas midtmoräner.
8. Meteorologiska förhållanden.
Bestämningar af nederbörd och afdunstning. — Lufttemperaturen.
9. Botaniska och zoologiska undersökningar.
10. De topografiska arbetena.
11. Öfversikt af resorna.
12. Utrustning och färdsätt.

Vid sitt sammanträde den 17 nov. 1899 hade Sällskapet den godheten tilldela mig det till minne af afrikaresanden J. A. WALBERGH instiftade resestipendiet för fortsättande under som-

maren 1900 af mina redan förut påbörjade undersökningar af högfjällstrakten norr om Kvickjock. På samma gång jag får framföra mitt tack för det mig sålunda tilldelade understödet, hvilket för den med stora utgifter förbundna undersökningen var synnerligen välkommet, vill jag härmed gifva en kort framställning af företagets omfattning samt af de resultat som hittills ernåtts.

I. Inledning.

Föremålet för nedan omtalade undersökning är den högfjällstrakt, som är belägen mellan Stora och Lilla Luleälfs vattendrag, på ett afstånd af omkring 6 mil från gränsen mot Norge. Den tillhör en nästan helt och hållet inom Sverige liggande bergskedja, som framgår parallellt med riksgränsfjällen och först vid Torne träsk inkommer

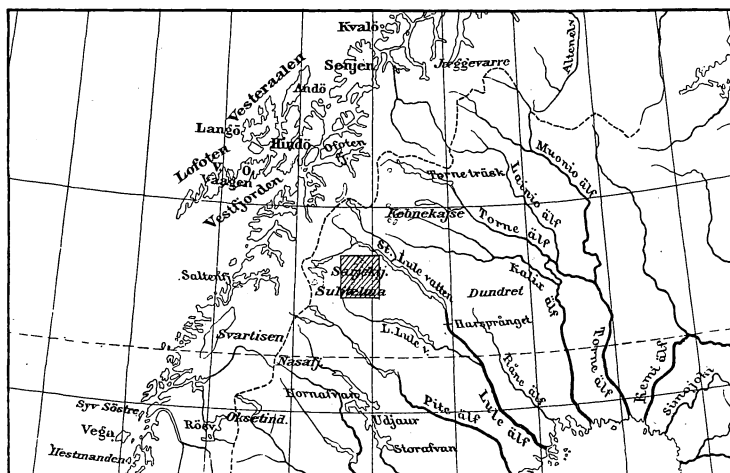


Fig. 1. Öfversiktskarta i skalan 1:8 000 000, visande belägenheten af undersökningsområdet (streckadt).

på norskt område. Denna kedjas högsta punkt, Kebnekaise (2 135 m. ö. h.), ligger emellertid 5 mil norr om undersökningsområdet, hvars högsta spets är det likaså bekanta Sarjektjäcko (2 091 m. ö. h.). Ehuru Sarjekttrakten sålunda ej innesluter Sveriges högsta punkt, kan den likväl betraktas såsom vårt lands genuinaste fjällstrakt, ty ingen annorstädes inom detsamma finnes en sådan mängd höga berg sammanträngda på ett så litet område. Dettas storlek är ungefär 20 kvadratmil eller omkring $\frac{2}{3}$ af Gotland. Det är i första hand denna ej obetydliga area, som är undersökningens

föremål. Men af hela Lappland är den ej något synnerligen stort stycke, endast omkring 2 %.

Upptäckten af detta fjälland är af jämförelsevis ungt datum. Dock synes man redan på sjuttonhundratalet hafva haft klart för sig, att mycket höga fjäll funnos i Lule lappmark, ty man visste, att stora massor evig snö lågo på dem¹. Det högsta berg inom Sverige, hvars höjd då blifvit bestämd, torde hafva varit Åreskutan. Den bekante botanisten GÖRAN WAHLENBERG uppmätte emellertid 1807 under en resa mellan Kvickjock och Norge höjden af Sulitälma och fann den vara 5 796 pariserfot (= 1 883 m.), ett resultat, som senare mätningar nära bekräfta. Detta var 400 m. mera än Åreskutans höjd². Efter den tiden ansågs Sulitälma för Sveriges högsta berg. Likväl har redan WAHLENBERG lagt märke till den betydliga höjden af fjälltrakten norr om Kvickjock. Då han befann sig på Ålmajalos, granskade han horisonten med BORDA'S cirkel, »för att ungefär finna de fjällens höjd, som voro i sigte». »Jag blef förundrad», säger han i sin berättelse,³ »att öster om Vastin-jaure finna bergspetsar, som till och med öfverstiga horisontal-linien; de äro belägne inom Sirkas-Lapparnas gräns, men som icke någon visshet kunde erhållas om deras namn, blef icke heller höjden tagen.» Att det var några fjäll i Sarjekttrakten, som WAHLENBERG såg, torde häraf med säkerhet framgå.

Ehuru WAHLENBERG sålunda tydliggen uppmärksammat denna fjällstrakt, har dess stora höjd dock först genom de arbeten, som för Norrbottens läns kartverk utfördes på 1870- och 1880-talen, blifvit känd. Genom en år 1879 af kartografen BUCHT utförd barometer-afvägning konstaterades, att en af topparne bland dessa högfjäll, Sarjektjäcko, är omkring 200 m. högre än Sulitälma⁴. Därjämte upptäcktes åtskilliga andra toppar i samma trakt, hvilkas höjder lågo mellan dessa båda bergs. Efter den tiden ansågs under några år Sarjektjäcko vara Sveriges högsta topp, tills Kebnekaises något större höjd upptäcktes.

¹ Jmf. N. MARELIUS, Om land- och fjäll-ryggarne i Sverige och Norrige. K. V. A:s Handl. 1771, sid. 182, samt TORBERN BERGMAN, Physisk Beskrifning öfver Jord-Klotet. Stockholm 1773—74.

² Den topp, hvars höjd WAHLENBERG bestämde, låg dock på den norska sidan om riksgränsen, men nästan lika höga finnas på den svenska sidan.

³ Berättelse om Mätningar och Observationer för att bestämma Lappska fjällens Höjd och Temperatur vid 67 graders polhöjd. Förrättade år 1807, sid. 36. Sthlm 1808.

⁴ Jämför P. G. ROSÉN, Hvilken är den högsta punkten i Sverige? Svenska sällskapet för antropologi och geografi, Geografiska sektionens tidskrift I Nr: 12 (1880), sid. 36.

Redan år 1871 hade Sarjekfjälltrakten — sålunda före dess egentliga upptäckt — genomfarits af en vetenskapsman, lafkännaren P. J. HELLBOM¹, hvilken under en tre dygns resa tillryggalade den omkring 7 mil långa vägen mellan nybygget Aktse på östra och Alkavare lappkapell på västra sidan. Han ägnade sig därvid hufvudsakligen åt undersökningar af lafvegetationen. Mig veterligen är HELLBOM den ende representant för de biologiska vetenskaperna, som före sommaren 1900 besökt högfjällstrakten.

Från år 1881 är att anteckna ett kort besök af den franske alpinisten CH. RABOT². Han färdades från Kwickjock till Kåtokjock i Rapadalen samt vidare till Aktse. Därifrån ställdes kosan öfver Situoujaure till Kukkesvagge, hvarifrån Sarjektoppen bestegs, Ehuru RABOT företog sin resa hufvudsakligen i turistintresse, måste han likväl betraktas såsom en af denna fjälltrakts viktigaste pionier.

För öfrigt torde densamma före mig icke hafva besökts af någon annan vetenskapsman än statsgeologen F. SVENONIUS, hvilken där bedrifvit såväl glaciologiska som geologiska undersökningar.³ Han har färdats rundtomkring hela högfjällstrakten samt inträngt i Rapadalen ungefär 2 mil från Laitaure. I sin afhandling Studier vid svenska jöklar⁴ beskriver han tvenne glacierer från trakten och framställer åtskilliga åtminstone för sin tid värdefulla anmärkningar angående dess fysiskt geografiska förhållanden. Till SVENONIUS' förtjänst kan äfven räknas, att han vid så många tillfällen framhållit dessa högfjälls utomordentligt storslagna natur. SVENONIUS' undersökningar därstädes ha dock varit alltför tillfälliga, för att genom dem denna intressanta del af vårt land skulle kunna anses hafva blifvit i något afseende tillräckligt känd.

Efter att hafva studerat glacierer i de arktiska trakterna, Norge och Schweiz besökte jag sommaren 1895 Sarjekfjällstrakten för att någon tid ägna mig åt studiet af svenska glacierer. Jag fann därvid i denna fjälltrakt ett arbetsfält, som i hög grad tilltalade mig och som syntes mig lofva goda och viktiga resultat

¹ Lichenologiska exkursioner i Lule Lappmark sommaren 1871. Bot. Not. 1872, sid. 106. En af HELLBOMS son författad skildring af resans förlopp återfinnes äfven i Turistföreningens årsskrift för 1892, under titeln »Från Aktsek till Njuonjes. En femtåringars reseminne från 1871».

² Un été au-dessus du cercle polaire. Annuaire du Club Alp. Franc. 8 (1881).

³ Ymer 1887, sid. 116 o. XXIX.

⁴ Geol. Fören. Förh. 7 (1884), sid. 5 (S. G. U. Ser. C, nr 61).

för en af vårt lands intressantaste delar. Mycket nytt var tydligen här att göra. Glaciererna voro ingalunda obetydliga och funnos i mycket större mängd än man af de tidigare meddelandena hade rätt att vänta. Den öfver trakten upprättade kartan lämnade, hvad högfjällen beträffade, mycket öfrigt att önska, i det kartograferna tydligen ej på denna svårtillgängliga, ofta i dimmor höljda och ekonomiskt oviktiga terräng hade ansett sig kunna lägga ned det arbete, som den ur vetenskaplig och turistsynpunkt skulle kunnat förtjäna. I geologiskt afseende var trakten äfven till stor del utforskad och samtliga de höga topparna för geologer fullkomligt jungfrulig mark. Det följande året, 1896, uppgjorde jag därför planen till en undersökning af högfjällstraktens glacierer, topografi och geologi, till hvilken sedermera äfven dess meteorologi kom att läggas. Enligt denna plan hafva arbetena fortgått under somrarna 1896, 97 och 99. Från år 1897 har jag lyckats vid företaget fästa andra arbetskrafter än mina egna. Sistnämnda år deltog i de geologiska arbetena nuvarande bergsingeniören KNUT WINGE, år 1899 utfördes af nuvarande ingenjören O. MYRBERG största delen af de för kartarbetet önskvärda tubnivelleringarna. Sommaren 1900 hafva arbetena utvidgats, i det äfven en botanisk och en zoologisk undersökning af den i dessa hänseenden väl nästan fullkomligt okända trakten påbörjats. I denna sommars resa hafva nämligen fil. studerandena T. VESTERGREN såsom botanist och C. SKOTTSBERG såsom zoolog deltagit.

De med dryga kostnader förbundna arbetena hafva understötds genom anslag af bland andra Svenska staten, Sveriges geologiska undersökning, Svenska sällskapet för antropologi och geografi, Meteorologiska centralanstalten och Svenska turistföreningen.

Förmodligen återstå ännu tvenne sommars arbete för undersökningarnas fullbordande. Af de hittills utförda arbetena kunna emellertid viktiga upplysningar erhållas angående traktens naturförhållanden.

2. Topografiska hufvuddrag.

De viktigaste dragen af detta fjällands topografi äro *slätterna*, *dalarne* och *topparne*. Fjällslätterna ligga på omkring 800—1200 m. ö. h. De omgifva högfjällen nästan på alla sidor, men träffas äfven midt ibland dem. Fjällslätten genomskäres på flera ställen af de nuvarande hufvuddalarne, hvilka hufvudsakligen i väst—östlig riktning öfvertvåra högfjällen. Dessa hufvuddalar genomflytas

ej af i en riktning framrinnande floder, utan de hafva alla en vattenskillnad, belägen inom fjällområdets västra hälft.

Enligt ingenjör MYRBERGS och mina nivelleringar ligga dessa vattenskillnader på följande höjder:

I Ruotesvagge	900 m. ö. h.	enligt	MYRBERG.
» Kopirvagge	851	»	»
» Alkavagge	875	»	»
» Sarvesvagge	917	»	»
» Njotsosvagge	1 021	»	HAMBERG.

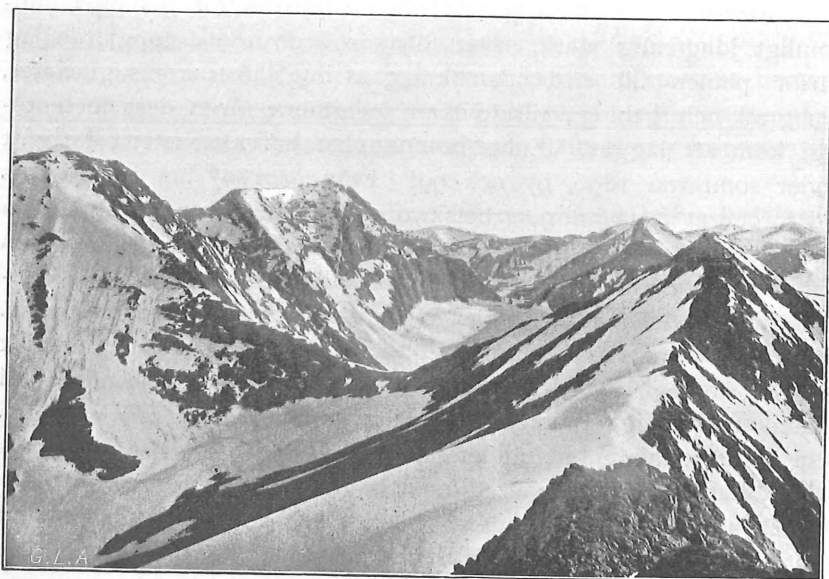


Fig. 2. Bland Pellorippes kammar och spetsar.

Dessa utgöra jämte Kukkesvagge de viktigaste fjällpassen inom trakten. Genom dessa hafva lapparne under sina vår- och höstflyttningar till och från Viri- och Vastenjaure sina vägar (tafl. 5).

De fyra förstnämnda vaggernas östra sluttningar sammanlöpa i den 4 mil långa Rapadalen, högfjällstraktens viktigaste och mest storslagna dalgång, som genomflytes af Rapaätno, vårt lands i förhållande till nederbördsarean förmodligen vattenrikaste älf. Lapparne, som ofta sakna geografiska kollektivnamn, äfven där sådana förefalla vara behöfliga, hafva icke någon benämning för hela denna dal såsom geografisk enhet, utan tala antingen om Rapavuopme, den lummiga björkskogen i dalens botten eller om

Pellorippe, Skuorkas eller något af de andra fjällen vid sidorna, lagunerna i dalbotten eller andra detaljer, för hvilka de hafva benämningar. Rapaätno är högfjällens blodåder, den dränerar omkring 30 glacierer, därför är också dess vatten grumligt. Den största delen af detta slam afsättes vid älfvens utflöde i Laitaure, där den sedan istiden uppbyggt ett storartadt deltaland, Laitaure starrängar (fig. 13, sid. 193).

Mellan de stora dalarne ligga fjällmassiven. Dessa äro sönderskurna genom radiellt gående smådalar, hvilkas bottnar någon gång

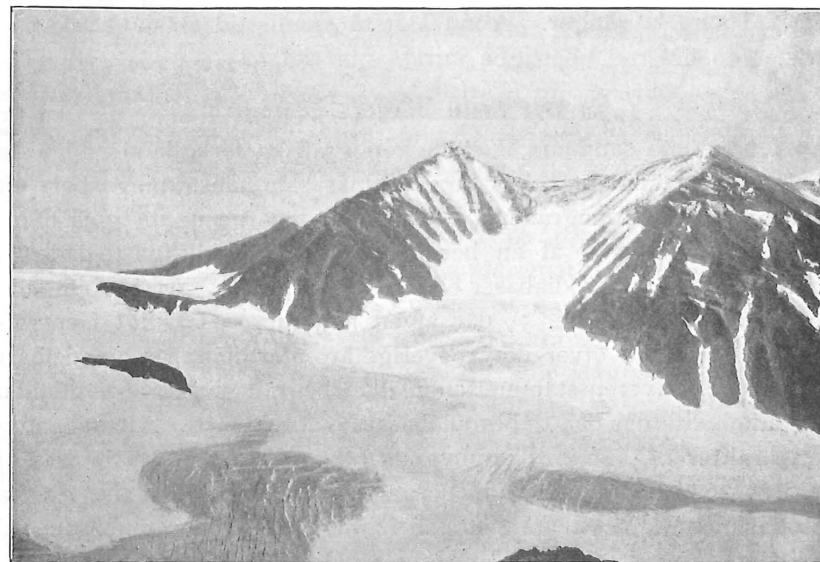


Fig. 3. Sarjektjäcko (den vänstra af de två topparne), sedd från Mikatjäcko. Uppstigningen till toppen företages bekvämast genom den lilla is- och snöfyllda dalen.

äro nästan lika långt nedskurna som hufvuddalarnes, men oftare te sig såsom »hängande dalar», hvilka träffa hufvuddalarnes högt uppe på deras sidor. Dessa små dalar upptagas ofta af glacierer. De små dalarne skiljas af höga, ofta ganska smala kammar, hvilka å sin sida ibland äro sönderskurna i mer eller mindre isolerade toppar. Af dessa är Sarjektjäcko, 2 091 m. ö. h., den högsta, men ett stort antal andra finnas, som äro nästan lika höga och nå öfver 2 000 m. Inalles torde några hundra så respektabla och från hvarandra skilda berg inom trakten förekomma, att de kunna förtjäna nämnas toppar.

Högst få af dessa voro före mina arbetens början besökta, och de flesta torde väl ännu vara jungfrulig mark. Sarjektjäcko har dock nu bestigits åtskilliga gånger af sammanlagdt ett tiotal personer utom de lappar, som åtföljt dem. Den första bestigningen af Sarjek utfördes den 8 juli 1879 af kartografen G. W. BUCHT, den andra af den bekante franske alpinisten CH. RABOT den 8 aug. 1881¹. Af öfriga toppar öfverstigande 1 700 m. ö. h. torde endast fyra vara besökta af de svenska kartograferna. Omkring femtio stycken olika toppar af höjder mellan 1 700 och 2 100 m. ö. h. torde författaren hafva bestigit, några af dem flera gånger, Sarjek 4, Tjåura 6 gånger. Ännu återstå emellertid åt sportälskande turister en hel rad obestigna intressanta toppar.

3. Det fasta bergets geologi.

I närmaste samband med de topografiska förhållandena stå de geologiska, särskildt tyckes bergarternas sammansättning spela en stor roll inom topografien. De höga topparne uppbyggas nämligen utan undantag af en bergartsserie, hvars viktigaste led äro amfiboliter och gabbrodiabaser eller s. k. grönstenar. Af den bifogade geologiska kartan (tafl. 5), där äfven höjdkurvorna enligt Generalstabens höjdkarta öfver norra Sverige äro återgifna, ses omedelbart den slående öfverensstämmelsen mellan begränsningen af högfjällen och amfiboliternas och gabbrodiabasernas förekomst. Äfven i andra bergstrakter på vår jord uppbyggas ofta nog de högsta bergen af gabbroarter eller närsläktade bergarter. Så är fallet i det norska Jotunheimen samt på flera ställen inom nordliga Norge, såsom vid Sulitälma, Frostisen och i Lyngens alpland. I Alperna förekomma dylika bergarter endast sällsynt, dock ingår gabbro såsom väsentlig beståndsdel i det för sin svårbestiglighet bekanta Matterhorn. I allmänhet utgöras däremot Alpernas högsta toppar af de därstädes så allmänna granitiska bergarterna. Sådana förekomma ock ymnigt inom de lappländska högfjällen, men träffas där aldrig på de höga topparnes högsta delar, men väl några hundra meter under spetsen; de uppbygga ofta helt och hållet fjällslättens lägre, undulerande kullar, hvilkas högsta punkter sällan nå öfver 1 300 m. ö. h.

Urberget.

De inom högfjällstrakten och närmast därintill förekommande granitiska bergarterna torde få anses tillhöra urberget. De hafva

¹ Bland öfriga Sarjekbestigare äro att märka: prof. C. Th. MÖRNER i Uppsala, löjtnant R. MÖRNER samt mina medhjälpare.

genomgående en ganska ålderdomlig prägel. I allmänhet visa de mycket tydliga spår af det bergskedjetryck, som förorsakat så stora geologiska förändringar af hela fjällryggen.

Den dynamo- eller tryckmetamorfos, som de granitiska bergarterna undergått, uppträder i alla möjliga stadier. Äfven de bäst bibehållna graniterna visa nästan alltid en krossning af kvartskornen samt en söndergrusning af fältspatkornens kanter (kataklasstruktur). Däremellan och till det stadium, då hela bergarten blifvit sönderkrossad till mikroskopiskt små smulor, bland hvilka kanske dock ett eller annat större fältspatkorn lyckats hålla sig helt, finnas alla öfvergångar. Vid ett ännu högre stadium af metamorfos har en tydlig flytstruktur utbildat sig i bergarterna, hvarvid glimmermineralen anordnat sig tillnärmelsevis parallellt, en gneis har uppstått, vanligen med flasrig eller stänglig struktur.

Granitiska gångar träffas näppeligen i de andra bergarterna, s. k. yngre graniter saknas således, dock äro granit- och pegmatitgångar funna i Sarjektjäcko, men deras ålder är ännu outredd. Inom graniten och gneisen själf förekomma däremot en massa gångar och linser af andra bergarter. En del af dessa stå med afseende på sin sammansättning och sitt utseende graniten mycket nära, under det andra ej synas hafva mycket stor släktskap med densamma. Särskildt genom de talrika prof, K. WINGE sommaren 1897 åt mig insamlade, kan det emellertid konstateras, att snart sagdt alla möjliga öfvergångar mellan dessa olika bergartsvarieteter förefinnas. De visa sålunda en inbördes släktskap, hvilken tyder hän på ett gemensamt ursprung, så olika än ytterlederna äro hvarandra. Dylika bergartsserier hafva förut iakttagits på flera ställen af vår jord. Enligt BRÖGGER¹, hvilken väl mer än någon annan ägnat dem sin uppmärksamhet, äro en sådan bergartsseries olika led att betrakta såsom differentiationsprodukter af en och samma magma, uppkomna genom diffusionsströmningar af i magman lösta kemiska föreningar från och till afkylningsytan.

Ett påvisande af släktskapen mellan Rapadalens olika eruptivbergarter kräfvat ännu kemiska analyser af desamma, och sådana hoppas jag inom kort skola blifva gjorda. Den redan utförda mikroskopiska undersökningen har gifvit vid handen, att åtminstone följande bergarter förekomma: granit, kvartssyenit, syenit, monzonit, diorit, augitdiorit, gabbro, diabas, olivingabbro, olivinpyroxenit².

¹ Das Ganggefølge des Laurdalits. Videnskabselskabets skrifter I, Nr 6 (1897), sid. 364.

² Möjligen finnes äfven olivinsten.

Mellanleden mellan de ljusa kisel- och alkalirika graniterna samt de svarta järn- och magnesiarika olivinpyroxeniterna äro sålunda så fullständigt som möjligt för handen. De hvarandra närstående leden visa äfven sinsemellan stor likhet såväl makroskopiskt som mikroskopiskt. För de alkalirika bergarterna är en något blåskimrande perlit särskildt karakteristisk.

Amfibolitformationen.

Liksom i urberget ingår äfven i amfibolitformationen olika bergarter, men dessa äro af mycket olikartadt slag. Denna bildnings stomme kan anses bestå af kristalliniska kvartsiter och glimmerskiffrar, sålunda sedimentära bergarter. Dessa torde helt och hållet motsvara de glimmerskiffrar och kvartsiter, som enligt HOLMQUIST¹ förefinnas inom ett stort fält mellan Tjäggelvas och riksgränsen, samt de inom fjällkedjans sydligare delar förekommande s. k. seveskiffrarne. Dessa bergarter skulle sålunda vara postarkäiska, men presiluriska, algonkiska, sediment. I motsats till förhållandet vid Tjäggelvas och inom Jämtland äro de inom högfjällen så impregnerade med diabasiska magmor, att dessa numera otvifvelaktigt utgöra formationens viktigaste beståndsdel. På somliga punkter, t. ex. Ruopsök och Perikpaktes norra delar, är denna eruptivbergart så öfvervägande, att mycket stora partier bestå uteslutande af densamma, under det att inom hela trakten ingenstädes någon sedimentär sevegrupp af nämnvärd utsträckning förefinnes.

Den ifrågavarande eruptivbergarten är en i allmänhet tämligen finkornig, mörk, holokristallinisk bergart med en struktur, som vanligen ligger ungefär midt emellan diabasens och gabbros. Den torde därför lämpligen betecknas såsom en gabbrodiabas. Olivin tyckes den i allmänhet ej föra. I regeln är bergarten emellertid ej frisk, utan genom det väldiga bergskedjetryck, som förorsakat veckning och pseudomorfos af hela sevegruppen, i hög grad omvandlad, hvarvid som vanligt augiten mer eller mindre fullständigt öfvergått till hornblende, plagioklasen blifvit zoisitiserad samt här och där andra sekundära mineral såsom granat, kvarts och skapolit bildats. Samtidigt har bergarten antagit en mer eller mindre skiffrig eller stänglig struktur, vanligen med tydlig parallellitet

¹ En geologisk profil öfver fjällområdena mellan Kvickjock och norska kusten. Geol. För. Förh. 22 (1900), sid. 160.

mellan hornblendena. Gabbrodiabasen har sålunda öfvergått mer eller mindre tydligt till en amfibolit, hållande ett eller flera af ofvannämnda ljusa mineral. Dessa amfiboliter äro inom amfibolitformationen ännu vanligare än de friska gabbrodiabaserna. Deras genesis af de förra kan i många fall direkt påvisas, och det på flera sätt. Därigenom att de öfverskära seveskiffrarnes lagring och bilda apofyser i desamma, visa de sig vara ursprungliga eruptiv, och de kunna då näppeligen härröra från annat än en diabasisk magma. Ofta är emellertid gabbrodiabasens struktur här och hvar inom amfiboliterna så pass väl bibehållen, att något tvifvel om deras uppkomst knappast kan råda.

Amfiboliter och gabbroartade bergarters ymniga förekomst i dessa högfjäll har redan förut af SVENONIUS uppmärksamrats, men emedan han endast besökt ett fåtal af dalgångarne och ingen af de höga topparne, ha mina undersökningar afsevärdt kompletterat hans iakttagelser. I motsats till hvad SVENONIUS angifvit, ingå gneiser icke eller endast undantagsvis i topparnas öfre delar, i deras bas äro de däremot vanliga. SVENONIUS' förmodan, att topparne företrädesvis skulle utgöras af rena gabbroarter¹, är ej heller fullt öfverensstämmande med verkligheten, i det amfiboliterna därstädes ungefär lika ymnigt förekomma.

Gabbrodiabasernas injektion inom sevegruppen har förmodligen börjat före bergskedjeveckningen, ty man finner såväl gabbrodiabaser som amfiboliter konkordant inlagrade mellan sevegruppens sedimentära skiffrar, och dessa lagergångar ha sedermera veckats konkordant med skiffrarne. Men det finnes äfven en hel del amfibolit- och gabbrodiabasgångar, som öfverskära sådana veck, men som ändå sedermera blifvit veckade, och dessas veck öfverskåras å sin sida af ännu yngre gångar. Gabbrodiabasernas eruptioner synas sålunda hafva börjat före veckningen men fortfarit under densamma genom flere olika efter hvarandra följande eruptionsprocesser. Det synes dock, som om veckningen fortsatt äfven sedan eruptionerna upphört, ty längre oveckade gångar tyckas icke förekomma.

Förutom amfibolitformationen och granitformationen träffas äfven inom högfjällen andra bergartsserier. På västra sidan af högfjällen finnes en zon, rik på lösa, kalkiga, lätt vittrande amfi-

¹ Om berggrunden i Norrbottens län. S. G. U. Ser. C, Nr 126 (1892), sid. 40 samt kartan.

boliter, svarande mot en sänka i terrängen. Beträffande dessa bergarters genesis har jag emellertid ej ännu kommit till någon bestämd uppfattning. De tyckas öfverlagra sevebergarterna och de vanliga amfiboliterna och stå måhända i något samband med de af HOLMQUIST omtalade kalkiga skiffrarne vid Tarrejock¹. Analoга med dessa äro kanske äfven de rätt talrika inom amfibolitformationen förekommande kalkstenarne, hvilkas stratigrafiska plats dock ej ännu blifvit utredd.

Siluriska aflagringar.

En mycket mera enhetlig formation än de förut omnämnda äro de inom trakten förekommande *fylliterna*, hvilka på flera ställen bilda mäktiga lager af allt igenom ganska likartad beskaffenhet. Det omkring 1 450 m. höga berget Matåive består nästan uteslutande af fylliter ända till sin fot på omkring 850 m. ö. h. Som lagren ligga nästan horisontellt, de stupa endast omkring 10°—20° mot väster, måste formationens ursprungliga mäktighet uppgå till minst 600 m., då dess tak eller hängande ej är bekant och sålunda de öfversta lagren till obekant mäktighet blifvit af erosionen bortförda. Hela den mellan Sarvesvagne och Njotsosdalen väster om Tjåura liggande fjällslätten, af lapparne kallad Luotoh, utgöres äfven af fylliter. De högre kullarne på dess öfre plan resa sig till en höjd af omkring 1 400 m., men ännu i botten af den söder därom liggande Njotsosdalen träffas samma fylliter på endast 750 m. ö. h. och hela vägen däremellan. Sålunda är äfven här en mäktighet af minst 600 m. påvisad.

Äfven på några andra ställen inom trakten äro fylliter funna, ehuru af endast obetydlig mäktighet. Kvarts och glimmer synas på alla förekomsterna vara hufvudmineralen, till hvilka i Luotoh granat såsom väsentlig beståndsdel är att lägga. Kvartsen är vanligen så väl omhöljd af glimmer, att dess närvaro först under mikroskopet framträder. Matåives fyllit är i allmänhet mycket lättklufven och rätklufven, Luotohs mera knölig och flasrig. Trots dessa små olikheter torde väl båda förekomsterna tillhöra samma aflagring och liksom andra fyllitiska skiffrar inom den skandinaviska fjällkedjan vara att hänföra till silursystemet. Inom fylliter vid Sulitälma, sålunda ej långt från den fjälltrakt, som är föremål för denna undersökning, är för öfrigt af v. SCHMALENSÉE² kalksten med

tydliga enkrinitstjälkar funnen anstående. Ehuru dessas bevarings-tillstånd ej var sådant, att nivåen närmare kunnat identifieras, torde fyndet få anses bevisa, att de ifrågavarande fylliterna tillhöra siluren samt såväl med afseende på ålder som bildningssätt motsvara Jämtlands köligrupp.

Alla de i det föregående omnämnda bergarterna, såväl de eruptiva som de sedimentära, äro tydligt kristalliniska. Sediment med ännu bibehållen klastisk struktur äro dock äfven iakttagna, men såsom kartan (tafl. 5) visar, endast på få ställen och af ringa mäktighet. Under fortsatta undersökningar på östra sidan af högfjällen torde de väl komma att upptäckas på flera ställen. De utgöras af konglomerat, sandstenar, lerskiffrar och kalkstenar. Dessa klastiska bergarter tillhöra den zon af silurbergarter, inom hvilken SVENONIUS funnit lämningar af Hyolithus. Vi hafva sålunda här liksom utmed nästan hela *fjällkedjan* inom Sverige, tvenne åtminstone till utseendet ganska olika siluriska bergartsserier, en östlig föga metamorfoserad, hyolithus-zonen, och en västlig kristallinisk, köligruppen.

Tektoniska förhållanden.

Alla dessa olika inom högfjällen förekommande bergartsseriernas tektoniska förhållanden äro ingalunda lätta att klargöra, ty de bergbildande krafterna hafva här liksom i de jämtländska fjälltrakterna förorsakat betydande rubbningar och omkastningar, hvarigenom bergarternas lagerföljd blifvit en annan än den ursprungliga.

I Matåive (se profilen på tafl. 5) finna vi silurisk fyllit (köligrupp) öfverlagra på sydöstra sidan granit (urberg), på nordöstra sevegrupp (amfibolitformationen). Fylliten i Luotoh öfverlagras äfven urberg, såsom i Luotohbäcken ses, och likaledes amfibolitformation, såsom i Sarvesvagne kan iakttagas, men i Luobme, Tjåura, Palkattjäcko och Lulletjäcko öfverlagras den däremot af amfiboliterna och i Näiti äfven af graniter. Den klastiska siluren ligger däremot ingenstädes öfverst, utan öfverallt antingen inbäddad i urberget (granitgneisen) eller ock på gränsen mellan detta och amfibolitformationen.

Här föreligga sålunda samma motsägelser som inom den jämtländska siluren, hvilken gifvit anledning till så mycket meningsutbyte. Förmodligen är väl förklaringen i båda fallen densamma eller likartad, hvilken den än må vara. För förhållandena i Jämt-

¹ Geol. Fören. Förh. 22 (1900), sid. 158.

² H. SJÖGREN, Enkrinitfynd i fjällskiffrarne vid Sulitälma. Ibidem sid. 105.

land har TÖRNEBOHMS antagande¹, att en öfverskjutning af äldre bergarter öfver yngre under bergskedjebildningen ägt rum, visat sig vara det enda förklaringsätt, som i alla detaljer öfverensstämmer med fakta i naturen. Det är sålunda äfven troligt, att amfibolitformationens öfverlagring öfver fylliterna i Luotoh beror på något slags öfverskjutning; fullt så bindande bevis föreligga dock ej här, ty hvarken fylliterna i Luotoh eller amfiboliterna innehålla fossil, och den ena af dessa bergarter eller båda skulle sålunda kunna vara af annan ålder än motsvarande i Matåive, men det är föga troligt. Jag måste sålunda anse, att en öfverskjutning på ett eller annat sätt ägt rum vid Luotoh. Gå vi längre åt öster, så finna vi öfverallt öfver den här och hvar framstickande hyolithuszonerna abnorm lagring. Har en öfverskjutning ägt rum, så torde den hafva börjat strax väster om Luotoh, där den abnormala lagringen först träffas, och sträckt sig till bergskedjans östra kant samt sålunda omfattat en zon af 3—4 mils bredd.

De delar af jordskorpan, som nu äro blottade i högfjällen, motsvara emellertid ingalunda jordytan på den tid bergskedjebildningen ägde rum. Ty om jordytan utsattes för stora tryckdifferenser i olika riktningar, så spricker den sönder. Men berglagren i högfjällen visa kontinuerliga böjningar och veckningar och måste därför vid veckningen hafva varit i viss mån plastiska. Ett plastiskt tillstånd hos bergarterna inträder emellertid först vid ganska stort djup, såsom omedelbart kan inses däraf, att många djupt liggande tunnlar, t. ex. St Gotthardstunneln i 850 m. under Kastelhorn, finnas, och dessa sammantryckas icke. Vid deras djup äro berglagren sålunda ännu ej plastiska. HEIM² påpekar, att alla bergarter äro plastiska, om de utsättas för ett tryck, som i alla riktningar är större än brottbelastningen. En plastisk omformning äger rum, om ett allsidigt tryck, större än brottbelastningen, men olika starkt i olika riktningar, förefinnes. Under 3 000 m. djup torde de flesta bergarter enligt HEIM vara plastiska. VAN HISE³ anser, att fullständig plasticitet möjligen först vid omkr. 10 000 m. djup inträffar. För olika bergarter ligger dock denna gräns på mycket olika djup. Därför kan jordskorpan med afseende på sitt förhållande vid stora tryck-

¹ Grunddragen af det centrala Skandinavians bergbyggnad. K. V. A:s Handl. 28, Nr 5.

² Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung. II, sid. 31. Basel 1878.

³ Principles of North American Precambrian Geology. U. S. Geol. Survey. 16 ann. Rep. I, sid. 592.

differenser lämpligen indelas i trenne zoner, hvilka uppräknade ofvanifrån och nedåt äro: 1) en zon för bristning; 2) en zon för bristning och plastisk flytning; 3) en zon för plastisk flytning. De nuvarande högfjällen tyckas under veckningsprocessen hafva tillhört den mellersta zonen, ty man finner därstädes ej endast plastisk omformning, utan äfven brecciebildning i stor skala af bergarterna samt bildning af stora sprickor, som sedermera blifvit fyllda af gabbrodiabaser. Dock är ju äfven tänkbart, att de ifrågavarande bergmassorna successivt befunnit sig på alla dessa olika nivåer.

Under den tid veckningen försiggick måste emellertid den nuvarande bergytan hafva befunnit sig på flere tusen meters djup. De nu felande berglagren hafva väl delvis varit af samma slag som de nuvarande. Säkerligen har en veckning af urberget redan tidigt inträffat, och måhända hafva äfven sevebergarterna före silurtiden injicerats med gabbrodiabaser och veckats, då dessa eruptiv tyckas saknas i den mäktiga fyllitformationen. Den tiden måste sålunda urberget, respektive sevegruppen, hafva varit betydligt mäktigare än nu.

Den viktigaste delen af veckningen och bergskedjebildningen torde dock hafva inträffat först vid silurtidens slut eller efter densamma. Mäktiga silurbildningar förefunnos då, dock torde de ej hafva bildat ett sammanhängande täcke öfver de äldre formationerna. Silurlagren tyckas nämligen hafva afsatts i ett haf, ur hvilket öar af urberg och sevegrupp stucko upp, ty materialet till de siluriska sandstenarna och konglomeraten, hvilka senare innehålla bollar af det underliggande urbergets beskaffenhet, har uppenbarligen ej transporterats lång väg. En utpräglad topografi torde sålunda redan under silurtiden hafva förefunnits inom det nuvarande området för de lappländska högfjällen, liksom — enligt TÖRNEBOHM¹ — förhållandet tyckes hafva varit i Jämtland och angränsande delar af Norge. Silurbergarterna kommo sålunda att dels öfverlagra, dels sidolagra de föregående bildningarna. Dessa omständigheter jämte den, att veckningen skedde ganska oregelbundet, försvåra ett noggrannt följande af bergskedjebildningens förlopp, hvilket dock framdeles möjligen skall kunna lyckas bättre.

Vid en granskning af strykningsriktningarna (se tafl. 5) finner man, att dessa i traktens västra delar hafva en öfvervägande nord-

¹ Centrala Skandinavians bergbyggnad. K. V. A:s Handl. 28 (1896), Nr 5, sid. 104.

sydlig eller nordnordost—sydsydvästlig riktning, medan de i hela den nordöstra hälften af trakten hafva öfvervägande nordväst—sydostlig riktning. Denna nästan vinkelrätt mot bergskedjans längdriktning gående veckning är ett ganska egendomligt fenomen, som af mig¹ förut framhållits och af HOLMQUIST² i något sydligare fjälltrakter äfven iakttagits. Enligt VOGT tyckes däremot på den norska kusten väster om Sulitälma³ och i södra Helgeland⁴ veckningen framgå ungefär parallellt med bergskedjan. Som väl äfven inom den svenska afdelningen trycket får anses hufvudsakligen hafva verkat i samma riktning, men någon tillräcklig förkortning af jordskorpan genom veckning vinkelrätt mot denna riktning ej tyckes hafva ägt rum, så förefaller det som om här den förut omtalade förmodade öfverskjutningen, hvarigenom en abnorm lagerföljd åstadkommits, skulle hafva ekvivalerat en veckning. Orsaken härtill kan hafva varit den, att i öster tillräckligt motstånd saknades.

Något sammanhängande öfverskjutningsplan har visserligen ännu ej iakttagits och torde väl näppeligen kunna påvisas, men mindre öfverskjutningar, refflade glidningsplan och dylika fenomen hafva på några ställen observerats. Förmodligen har emellertid en rörelse mot öster åstadkommits ingalunda enbart genom öfverskjutningar utan äfven genom plastiska flytningar. Nästan samtliga bergarter visa ju dynamometamorfof bestående i en mer eller mindre fullständig sönderkrossning af mineralkornen eller åtminstone en detritusbildning i deras kanter, plastisk omformning af kvartsen, hvarigenom undulös utsläckning uppkommit, samt en mer eller mindre fullständig omkristallisering af vissa mineral, hvarigenom nya mineral uppstått eller de gamla omkristalliserats. Alla dessa af trycket förorsakade förändringar hafva naturligen äfven medfört en massförflyttning åt det håll, från hvilket trycket var minst. Till hvilket belopp denna uppgått, torde däremot svårigen kunna uppskattas. Att det håll, åt hvilket flytningen ägt rum, varit öster eller sydost, synes framgå af sträckningsriktningarna. Amfiboliterna visa i allmänhet en tydlig skiffriighet, konkordant med de lager, mellan hvilka de blifvit injicerade, men dessutom visa de en mer eller mindre framträdande parallellitet mellan hornblendeindividerna. I allmänhet är denna s. k. sträckning orienterad i riktningar mellan

¹ Turistföreningens årsskrift 1896, sid. 171.

² Geol. Fören. Förh. 22 (1900), sid. 77.

³ Salten og Ranen. Norges Geol. Und. 3 (1891), sid. 12.

⁴ Söndre Helgeland. » » » 29 (1900), sid. 3.

V—Ö och NV—SO. Visserligen äro observationerna ej så talrika, och från den nordvästra delen af trakten saknas sådana helt och hållet, men öfverensstämmelsen mellan de gjorda observationerna är mycket påfallande och undantagen endast några få. Sträckningen tyckes bibehålla denna mellan V—Ö och NV—SO växlande riktning nästan oberoende af veckningen, d. v. s. stupning och strykning. Samma sträckningsriktningar tyckas enligt SJÖGREN äfven vara rådande inom Sulitälmatrakten¹ och äfven där vara ganska oberoende af veckningen². Denna sträckning måste antagas vara ett slags fluidalstruktur, utvecklade under bergarternas dynamometamorfof. Den skulle sålunda tyda hän på en plastisk flytning af bergmassorna mot öster eller sydost, där det minsta motståndet fanns. Huruvida denna plastiska rörelse ernått belopp af samma storleksordning, som dem veckning och öfverskjutning åstadkommit, torde ännu vara tvifvelaktigt.

I det föregående har nämnts, att de östra silurbildningarna (hyolithuszonen) någorlunda hafva bibehållit sin klastiska struktur, medan de västra (köligruppen) nästan fullständigt metamorfoserats. Äfven dessa omständigheter stå tydligen i samband med tryckförhållandena. De västra silurlagren hafva legat midt inne i bergskedjan, där trycket väl ingalunda har varit minst, de östra tillhöra däremot bergskedjans kantområden, där trycket väl har varit jämförelsevis litet. Äfven kan den omständigheten, att de rester af den östra silurafdelningen, hvilka finnas bevarade, äro omslutna af urberg, hafva bidragit till deras konservering.

4. Den nuvarande topografiens utdanning.

Från den långa tidrymd, som förflutit mellan silurperioden och istiden, saknas alla aflagringar. Förmodligen lågo väl under större delen af denna tid högfjällen höjda öfver hafvet. Då förrättades största delen af det storartade erosionsarbete, hvarigenom de nuvarande dalarna utgräfdes och topparne utmejslades.

Dalbildningen i en trakt är antingen ett resultat af erosionen allena eller af erosion och tektoniska förändringar. Många dalar i andra trakter hafva visats vara uppkomna på det sätt, att dalbotten sjunkit relativt till bergen vid sidorna, hvilket man lyckats bevisa dels genom förekomsten af rifningsbreccior i dalsidorna, dels

¹ Sulitälma-områdets bergarter och tektonik. Geol. För. Förh. 18 (1896), sid. 346.

² Jämför SJÖGRENs karta. G. F. F. 22 (1900), tafl. 11.

därigenom att samma berglager i dalbotten funnits anstående, som å dalsidorna anträffats först högre upp. Några sådana bevis, att fjälldalarna i Sarjektrakten skulle hafva uppkommit genom förkastningar, har jag icke funnit. I de flesta dalarna utgöras såväl fjällsidorna som dalbotten af amfiboliter. I den omkring 1 500 m djupa Rapadalen hafva vi utmed fjällsidorna öfverst amfibolitformationen, därunder urberg med granitiska bergarter. Dalbotten är i allmänhet fylld af sediment, så att fast berg där i regeln ej träffas. Endast på några få punkter strax väster om Spadnek har jag funnit fasta berghällar. Dessa bestå af ytterligt starkt pressade granitiska bergarter, hvilka sålunda ej gifva något stöd för, att dalen skulle vara en genom förkastningar uppkommen grafsänka. Dock finnes intet som motsäger, att den kan vara en grafsänka med förkastningar af mindre dimensioner än 400—500 m.

Något annat samband mellan dalarnes belägenhet och bergbyggnaden har ej heller kunnat påvisas. Dock måste medgifvas, att de möjligen något oftare förekomma på antiklinaler än på synklinaler. I alla händelser synas de dock hufvudsakligen vara ett verk af erosion genom rinnande vatten och is.

Förhållandet mellan vattenerosionen och iserosionen.

Vattnet i bäckar och floder rycker genom sin lefvande kraft och sin inre friktion med sig slam, sand och sten från botten och sidor. Genom dessa fasta partiklar ökas äfven erosionen, ty när de sammanstöta, afnöta de hvarandra, och när de rullas utmed botten, afslipa de denna. Ju större lutningen och vattnets hastighet är, desto gröfre och mera material kan det föra med sig. Det rinnande vattnet skär sig sålunda in bakåt och nedåt i jordlagren. En flod, som rinner genom ett regnfritt land, utskär endast en smal skåra eller kanjon, under det att berglagren vid sidan kvarstå orubade. I ett fuktigt klimat inträffar emellertid en *afspolning* af flodstränderna genom regnvatten och smältande snö. I samma mån floden skär sig allt djupare ned, vidgar sig flodklyftan upptill allt mera och öfvergår till en V-formig dal. Finnas bifloder, så fördjupa dessa äfven sina fåror nedåt och bakåt alltifrån utloppet i den större floden och bilda — i fuktiga klimat — V-formiga bidalar, hvilka vid sammanflödet hafva sina utgångspunkter.

Vattendragens eroderande kraft minskas i mycket större progression än hastigheten. Ju mera de skära sig ned, desto min-

dre blir deras lutning och deras hastighet, och har flodens yta kommit mycket nära i nivå med en sjö eller hafvet, så kan någon nämnvärd fördjupning af flodbädden ej vidare förekomma. I ett fuktigt klimat fortfar emellertid erosionen af dalsidorna, den ursprungligen spetsiga V-formen öfvergår i en allt bredare och närmar sig slutligen något en bred U-form med uppåt starkt divergerande sidor. Sidodalarna utvidgas äfven på samma sätt. När erosionen fortskridit så långt, att det mellan tvenne grannfloder förefintliga berget affasats till en kam, så börjar dess höjd reduceras genom fortfarande affasning från båda hållen.

Det rinnande vattnet sträfvar sålunda att nedgräfvadardarne, så att dess egen yta kommer i nivå med närmast nedanför liggande insjöer eller, där sådan saknas, hafvets. Afspolningen af flodstränder och dalsidor tenderar att reducera deras höjd till samma nivå som flodytan. Båda dessa faktorer sträfva följaktligen åt samma håll, nämligen att reducera landets yta till hafvets. Detta yta är sålunda landets allmänna erosionsbasis, under det att en insjö, en slätt, en flack dalbotten kan vara erosionsbasis för en större eller mindre del af land.

Vattenerosionen söker följaktligen att reducera landet till samma nivå som hafvet. En så fullständig erosion skulle dock fordra alldeles enorma tidrymder, särdeles som vattnets kraft aftager i stegrad progression ju mindre lutningen blir. Vattenerosionen hinner därför i regeln ej fullborda sitt arbete, innan en tektonisk rubbning eller en nivåförändring inträffar, som förorsakar arbetets börjande på nytt efter en ny basis. I de mest framskridna stadierna af vattenerosion finner man sålunda landet ingalunda såsom ett med hafsytan sammanfallande plan, utan såsom en mot hafvet sakta lutande, svagt undulerande slätt.

Glacierer och inlandsisar verka eroderande icke genom sin lefvande kraft, ty denna är på grund af deras långsamma rörelse jämförelsevis liten, utan genom sin inre och yttre friktion. Genom sin stora inre friktion inbakar isen i sin massa de stenar, som den kan lösgöra från sitt underlag. På samma sätt håller den äfven sväfvande i sin massa de stenar, som från branta dalsidor nedfalla på dess yta, och transporterar dem vidare. Isen själf, som är mjukare än sitt underlag, skulle icke förmå att sönderskrapa detta, om ej alltid i dess undre del stenar finnes inneslutna, men med dessa såsom »slippulver» söndernötter den kraftigt underlaget. Som friktionen mellan fasta kroppar är proportionell mot trycket, så blir denna söder-

nötning proportionell mot de ofvanliggande ismassornas höjd under för öfrigt lika omständigheter. Erosionen i en flodfåra är däremot oberoende af vattenhöjden.

Glaciererosionen sträfvär i stort sedt till samma mål som vattenerosionen: landets bortnötning. Dock ligger en väsentlig skillnad däri, att för glaciererna ingen bestämd erosionsbasis existerar. Hafvets nivå är ingalunda glacierernas allmänna erosionsbasis, ty en i hafvet utgående glacier eroderar till och med på hafsbotten, om han hvilar på densamma. Vattenerosionen verkar genom att plocka bort partikel efter partikel från ett mot hafvet lutande plan, glaciererna nöta på sitt fasta underlag, vare sig detta lutar framåt, bakåt eller är horisontellt, vare sig det ligger öfver eller under hafsytan. De norska fjordarne äro typiska exempel på, hvad glaciererosion kan och vattenerosion icke kan åstadkomma. Dessa fjordar äro i regeln mycket djupare än hafvet utanför, och de kunna följaktligen ej vara sänkta floddalar, utan måste tänkas vara till stor del »urhålkade» af glacierer, som haft ungefär samma längd som fjordarne. Ehuru dessa fjordars första anläggning i vissa fall — såsom BRÖGGER¹ visat — är af tektonisk art, och ehuru vattenerosionen lämnat kanske det viktigaste bidraget till deras utdaning, så torde dock den konstanta förekomsten af större djup i fjorden än vid dess mynning — såsom HELLAND² först framhållit — endast genom iserosion kunna förklaras. För att denna på ett så kraftigt sätt skulle kunna göra sig gällande, fordras emellertid, att mycket betydande dalar eller fjordar redan före istiden funnits, i hvilka isströmmar af stor mäktighet kunnat koncentreras. En jämn inlandsis torde på ett slätt land icke utgräfvat några dalar, utan snarare i någon mån utplåna de ojämnheter som finnas.

De viktigaste topografiska detaljerna och deras uppkomst.

Efter dessa betraktelser öfver de slag af erosion, som i högfjällen företrädesvis ha verkat, skola vi se till, hvilka resultat de åstadkommit därstädes.

Det har förut framhållits, att de viktigaste topografiskt differentierade delarne inom högfjällen äro topparne, dalarne och slätterna. Slätterna äro ej fullt jämna, utan torde stå i ungefär samma förhål-

¹ Über die Bildungsgeschichte des Kristianiafjords. Ein Beitrag zum Verständnis der Fjord- und Seebildung in Skandinavien. *Nyt Mag. f. Naturv.* 30 (1886), sid. 99.

² Die glaciale Bildung der Fjorde und Alpenseen in Norwegen. *Ann. d. Phys. u. Chem.* 146 (1872), sid. 538.

lande till topparne som tyskarnes »Mittelgebirge» till deras »Hochgebirge». Topparnes utmejsling och dalarnes nedgräfvning fortgår ännu flerstädes inom trakten, men däremot äro väl slätterna en mera färdigbildad erosionsform. Slätter omgifva högfjällen, men träffas äfven inom desamma. Luotoh är ett stycke fjällslätt midt ibland topparne. Luotohslätten har i norr sin fortsättning på Tälma, i söder genom fjällslätten mellan Tjatja och Kåbrek. Denna väl en gång sammanhängande slätt genomskäres af de djupa dalgångarne Sarvesvagge och Njotsosvagge och måste väl vara äldre än dessa.

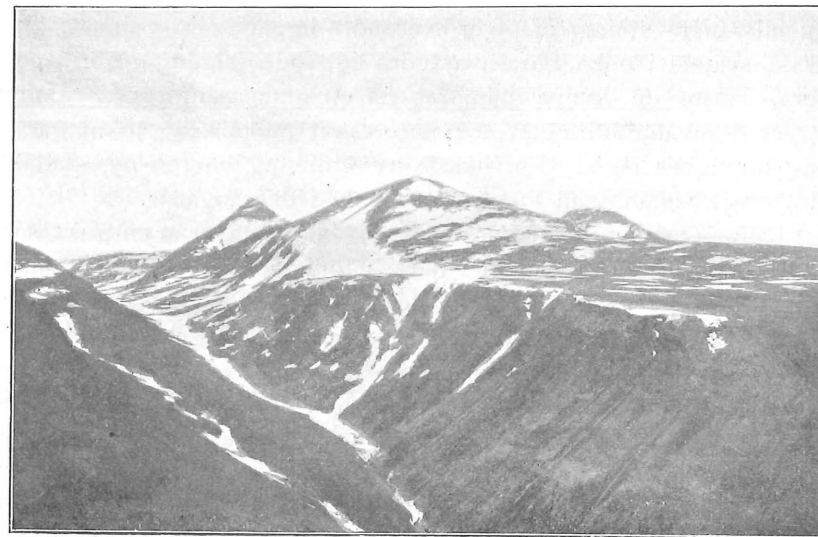


Fig. 4. Toppar (Kaskasatjäcko), ett stycke fjällslätt (Stuollo) och en yngre dal (Kaskavagge).

Förmodligen äro dessa slätter att uppfatta såsom botten i ett system af äldre, mycket breda eller så att säga mycket »mogna» dalar. Dessa gamla dalbottnar kunna äfven spåras här och hvar såsom kilometerbreda, horisontella, någorlunda plana lister eller afsatser högt uppe på de yngre dalarnes sidor. En synnerligen väl utbildad dylik afsats finnes på sydsidan af Servatjäcko (se tafl. 6), andra på nordvästra sidan af Pellorippe (se fig. 2). De tyckas befinna sig på en höjd af omkring 100—1200 m. öfver hafvet.

Dyliska afsatser eller »Thalleisten», såsom de af de tyske geologerna pläga kallas, ha i Schweiz studerats af RÜTIMEYER, HEIM m. fl. Båda dessa forskare anse, att glacierer ej nämnvärdt kunna

erodera sitt underlag, och att erosionen genom glacierer är den genom rinnande vatten vida underlägsen. De mena till och med, att om en under bildning varande dal utfylles af en glacier, så inträder ett stillestånd i dalbildningen, i det glacieren skyddar sitt underlag mot vattenerosionen. RÜTIMEYER¹ anser just, att dallisterna beteckna isperioder, genom hvilka ett afbrott i dalbildningen inträdd. HEIM² är äfven af den åsikten, att dallisterna beteckna ett stillestånd i dalbildningen. Mot dallisterna svara högre upp i dalarna belägna dalbottnar, listerna beteckna således vidare dalar, i hvilkas bottnar en eller flere nya dalar skurit sig in, allt eftersom ett eller flera system af öfver hvarandra liggande lister finnas. Som dessa system i olika, nära hvarandra liggande dalgångar korrespondera, måste de kunna hänföras till en gemensam orsak. Denna ligger i nivåförändringar, som förorsakat periodiska sänkningar af dalbildningens basis. För hvarje ny sänkning har en ny »dalbildningsvåg» småningom fortplantat sig in i dalgångarne.

Suess³ omnämner alldeles likartade bildningar från en trakt, som ligger Sarjektrakten tämligen nära, nämligen från Bardo i Tromsø amt i Norge. Han tyder emellertid fenomenet på ett annat sätt än de schweiziske forskarne. Den högre belägna, breda dalen anser han vara en gammal glacierbädd, men ej i RÜTIMEYERS mening, utan en iserosionsdal, medan den nedre, smalare dalen, hvars botten ligger omkring 300 m. lägre, skulle vara uteroderad genom rinnande vatten efter istidens slut.

Ehuru jag ej delar HEIMS åsikt angående iserosionens obetydlighet, anser jag dock hans uppfattning af dallisterna såsom ett verk af vattenerosion mera sannolik än någon annan tydning. Åtminstone kan deras utbildning icke hafva haft mycket med kvartärtidens isar att göra. Äro de iserosionsbildningar, så måste de häröra från en mycket längre tillbaka liggande istid. För min del är jag dock mera böjd att anse dem såsom spår efter en under mycket lång tid verkande vattenerosionsbasis, som legat högre än den nuvarande.

I allmänhet antages den skandinaviska halfön under tiden mellan devontidens början och tertiärtidens slut hafva legat öfver hafvets nivå, emedan aflagringar från denna mellantid saknas utom i sydligaste Sverige och på Andön i Norge. Att hela halfön,

så när som på dessa obetydliga undantag, skulle under hela denna långa tid legat vid samma höjd öfver hafvet, är naturligen ej sannolikt. Tvärtom är det väl troligare, att ganska stora växlingar i landets höjd öfver hafvet förefunnits. Juralagren på den ej långt från Sarjektrakten belägna Andön göra sannolikt, att åtminstone under juratiden denna fjälltrakt legat mycket närmare hafvets nivå än nu, ty dessa lager, som delvis äro af marint ursprung, ligga nu i en grafsänka, d. v. s. de hafva genom förkastningar sänkts relativt till den omgifvande berggrunden. Egentligen tillhöra de följaktligen nu en vida högre nivå än de faktiskt intaga, och fjälltrakten torde sålunda under juratiden hafva legat afsevärdt lägre än nu. Jag vill dock härmed ingalunda hafva sagt, att fjällslättens och dallisternas utbildning tillhör juratiden, utan endast att mellan devon- och kvartärtiderna betydande förändringar i läget af den skandinaviska halföns allmänna erosionsbasis måste hafva ägt rum.

Dallisterna och Luotohs fjällslätt ligga afsevärdt högre än den fjälltrakten omgifvande fjällslätten, hvilken sällan öfverstiger 1000 m. öfver hafvet. Skola dessa erosionsformer anses tillhöra samma erosionsbasis, så måste de forna breda dalbottnarne hafva lutat från högfjällen mot fjällslätten, såsom äfven de nuvarande hufvuddalarna i allmänhet göra. Dessa äro inom högfjällen nedskurna till ett djup mellan 900—500 m. ö. h. och skära antingen igenom fjällslätten eller mynna ut på densamma. Kukkesvagge, Ruotesvagge, Kopirvagge samt Sarvesvaggens och Njotsosvaggens väständer mynna nästan i nivå med fjällslätten; Alkavaggens väständer, Rapadalen och Njotsosdalens öständer äro däremot djupt nedskurna i fjällslätten. Gå vi något utanför högfjällstrakten, finna vi Stora Lule vattens och Saggats dalgångar ännu djupare nedskurna. Om de nuvarande hufvuddalarna tillhöra en annan erosionsbasis än fjällslätten och dallisterna, så har den sålunda ännu ej hunnit göra sig gällande öfverallt.

De nuvarande hufvuddalarna genomskära högfjällen alldeles som om de vore forna genombrottsdalar¹, hvilka genomflutits af från väster till öster framrinnande floder. För närvarande äro de dock ingalunda genombrottsdalar, ty i alla finnes en vattendelare, ehuru den är så svagt markerad, att den för ögat ej är skönjbar. Vore hvar och en af dessa hufvuddalar uppkomna genom bortero-dering af mellanväggen mellan tvenne åt motsatt håll gående säckdalar, så borde större ojämnheter vid vattenskillnaderna såväl

¹ Jämför A. G. HÖGBOM, Om några genombrottsdalar i vårt lands sydliga fjälltrakter. Ymer 1895, sid. 195.

¹ Über Thal- und See-Bildung, sid. 28. Basel 1869.

² Untersuchungen über den Mechanismus der Gebirgsbildung, I, sid. 281. Basel 1878.

³ Das Antlitz der Erde, II, sid. 427. Wien 1888.

i dalbotten som i dalsidorna förekomma, men alla spår af en forntida mellanvägg saknas. I själfva verket är det dock möjligt, att dessa af inlandsisen blifvit bortroderade. Såsom i det följande skall omnämnas, synes högfjällstrakten under en del af istiden hafva genomströmmats af från öster till väster framgående is. Denna torde då kraftigt hafva eroderat hufvuddalarna och, om ruiner af mellanväggar vid de nuvarande vattenskillnaderna förekommit, bortroderat dem. I några af hufvuddalarna finnas dock vid vattenskillnaderna bergformer, som möjligen kunna tydas såsom erosionsrester af mellanväggar (fig. 5).

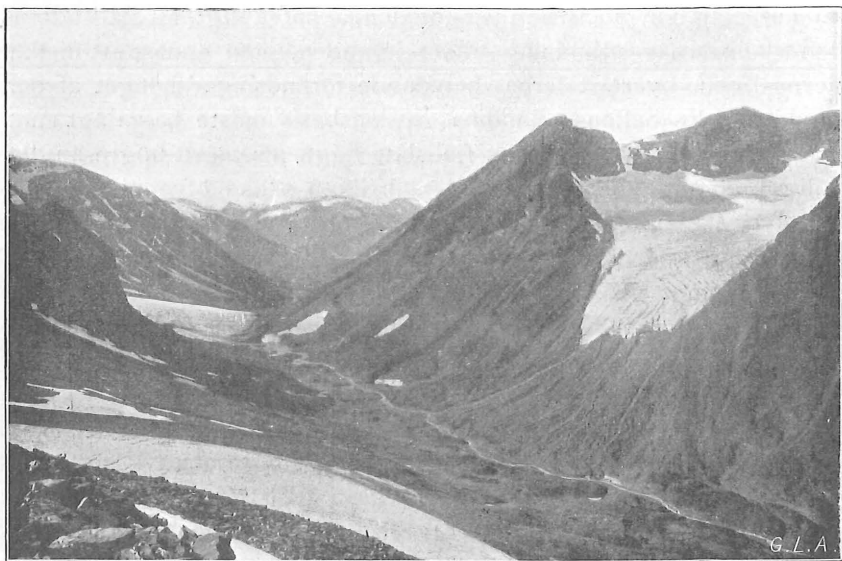


Fig. 5. Vattendelaren i Pastadalen. Längst till vänster en förmodad rest af en mellanvägg mellan dalens östra och västra delar. Till höger en hängande dal med en glacier.

Ehuru högfjällens glacierer vid istidens början och slut samt inlandsisen själf under maximumnedisningen otvifvelaktigt eroderat berggrunden synnerligen kraftigt, få likväl de nuvarande hufvuddalarna ingalunda anses såsom helt och hållet utgräfdas genom iserosion. Tvärtom ha dessa säkerligen redan före istiden till sina hufvuddrag funnits, hvarigenom isströmmarne tvungits att hufvudsakligen följa just deras riktningar. Men å andra sidan kunna hufvuddalarna ingalunda anses uteroderade uteslutande genom vattenerosion.

Iserosionens betydelse för dalbildningen framhölls först i medlet af 1800-talet kraftigt af BISCHOF¹, RAMSAY², TYNDALL³, HELLAND⁴ m. fl. forskare, af hvilka dock flertalet torde hafva gått till öfverdrift, i det de ansågo dalar och sjöbäcken kunna helt och hållet utgrävas genom isens verksamhet. Till en motsatt öfverdrift gingo emellertid RÜTIMEYER⁵, HEIM⁶ m. fl., hvilka betraktade istiderna såsom hvilotider för dalbildningsverksamheten. Genom HEIMS stora inflytande torde under de senare decennierna iserosionen

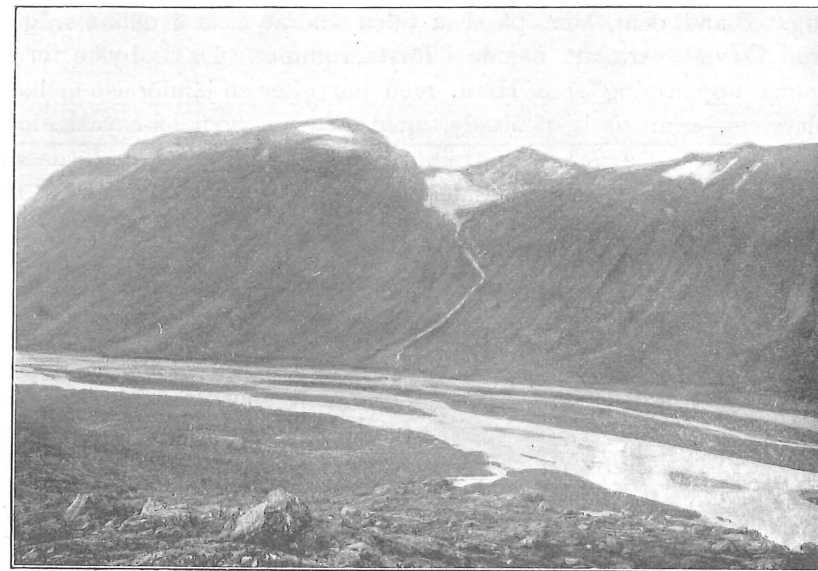


Fig. 6. Hängande dal på östsidan af Stuur Skuorkas (Birnapakte) i Rapadalen.

allt för mycket hafva underskattats. Sanningen ligger väl ungefär midt emellan de båda ytterligheterna. Iserosionen torde, åtminstone

¹ Die Wärmelehre des Inneren unseres Erdkörpers. Leipzig 1837. — Lehrb. d. chem. u. phys. Geologie. 2 Aufl. I, sid. 393. Bonn 1863.

² On the glacial origin of certain Lakes in Switzerland, the Black Forest, Great Britain, Sweden, North America and elsewhere. Quart. Journ. Geolog. Soc. London 18 (1862), sid. 185.

³ On the conformation of the Alps. Phil. Mag. Ser. 4, 24 (1862), sid. 169 och 28 (1864), sid. 255.

⁴ Die glaciële Bildung der Fjorde und Alpenseen in Norwegen. Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 146 (1872), sid. 538.

⁵ Über Thal- und See-bildung. Basel 1869.

⁶ Mechanismus der Gebirgsbildung, I, sid. 248. Basel 1878. — Handbuch der Gletscherkunde, sid. 386, Stuttgart 1885.

där hårda bergarter föreligga, vara kraftigare än vattnerosionen och på samma tid åstadkomma afsevärdt större resultat än denna; men då istiderna förmodligen haft jämförelsevis kort varaktighet, är dock det resultat, som af glaciärer och inlandsisar medhunnits, mindre än det, som det rinnande vattnet åstadkommit. Äfven ligger en väsentlig skillnad däri, att isen har ringa förmåga att inleda dalbildning, rinnande vatten däremot stor.

Dock hafva äfven ett stort antal forskare slutit sig till denna förmedlande uppfattning, hvilken f. n. tyckes vinna allt mera terräng. Bland dem, som på sista tiden ändrat åsikt i denna fråga, torde DAVIS¹ vara att nämna i första rummet. DAVIS hyste förut samma uppfattning som HEIM, men har efter en jämförelse mellan dalsystem, som varit nedisade, med sådana, som icke varit det, kommit till en annan uppfattning. Den viktigaste skillnad, dessa olika dalsystem visa, är följande. I vattneroderade dalar börja bidalarne, där biälven flyter ut i hufvudälven, eller åtminstone där den flyter ut öfver hufvuddalens dalbotten. I ett område, som varit nedisadt, har däremot hufvuddalen blifvit »öfverfördjupad», därigenom att isströmmen därstädes varit mycket mäktigare än i bidalen. Den stora dalens botten och sidor hafva därför mycket kraftigare eroderats än den mindres, den senares mynning har därför flyttats allt högre upp på den förras sidor, bidalen har öfvergått till att bli en »hängande dal». En hängande dal torde ej genom vattnerosion kunna bildas, ty detta skulle förutsätta, att biälvens nedskärning i hufvuddalens sida skulle försiggå långsammare än afspolningen af densamma.

Bidalarne i högfjällen äro i regeln »hängande», d. v. s. hufvuddalarne äro öfverfördjupade (fig 5 o. 6). Dock mynna åtskilliga stora bidalar, som nu upptagas af stora glaciärer (ex. Mikaglaciären), nästan i nivå med botten i hufvuddalen. De hängande dalarnes mynningar ligga ofta 300—400 m. öfver hufvuddalens dalbotten. Det är dock ej säkert, att öfverfördjupningen genom iserosionen uppnått detta belopp, ty bidalens mynning har förflyttats uppåt äfven därigenom att hufvuddalen blifvit bredare (fig. 6). Dock torde helt visst iserosionen i hufvuddalen kunna anslås till åtminstone 100 à 200 m. I bidalarne har väl iserosionen varit mycket mindre ej endast därför, att isströmmen varit mindre mäktig, utan äfven därför, att dalen i de flesta fall legat vid sidan om den kraftigaste isrörelsen.

¹ Glacial erosion in France, Switzerland and Norway. Proc. Boston Soc. Nat. Hist. 29 (1900), sid. 273.

Genom denna öfverfördjupning hafva dalsidorna på många ställen blifvit brantare än som motsvarar den normala afspolningsvinkeln. Mångenstädes hafva de till och med blifvit alldeles tvärbanta.

Vi hafva sålunda funnit trenne stadier i dalbildningsprocessen: 1) dallisternas och fjällslätternas utbildning genom en mycket gammal vattnerosion, 2) hufvuddalarnes utbildning genom en yngre vattnerosion, 3) dessas fördjupning genom iserosion under istiden.

Topparne äro i regeln utmejslade i de kammar, som skilja bidalarne (fig. 2 o. 3 sid. 150 o. 151). På fjällslätten finnas äfven berg från och med små undulationer till och med sådana, som från basen



Fig. 7. Tjackeli, ett berg af »Ramantyp», uteroderadt ur fjällslätten.

hafva 500—600 meters höjd. De hafva alltid en afrundad, mera »mogen» form.

Ett stycke fjällslätt, omgifvet af yngre dalar, bildar ett slags berg, som kommer de äkta taffel- eller plåtåbergen nära (fig. 7). SVENONIUS har kallat en liknande bergstyp Ramanberg.¹ Denna typ har dock aldrig blifvit fullt klart definierad. HOLMQUIST² har trott sig hos Ramanbergen finna en mera komplicerad geologisk byggnad. Jag för min del skulle vilja anse dem — för så vidt de förekomma i våra högfjäll — såsom ett af yngre dalar begränsadt stycke af en äldre erosionsbasis.

¹ Några svenska fjälltyper. Turistföreningens årsskrift 1894, sid. 2.

² En geologisk profil etc. S. G. U. Ser. C, N:o 185 och G. F. F. 22 (1900), sid. 72.

5. Istidsbildningar.

Från kvartärtiden, särskildt från den del af densamma, som benämnes istiden, finnas i högfjällen liksom i alla öfriga delar af vårt land betydande aflagringar. Dessa högfjällens istidsbildningar kunna hänföras till trenne olika slag:

- a) glaciala eller transporterade genom inlandsisen själf;
- b) fluvioglaciala eller transporterade genom älfvar, som framrunnit öfver eller under inlandsisen;
- c) lakustroglaciala eller uppkomna genom isdämda sjöar.

Moräner och flyttblock.

De glaciala bildningarna utgöras hufvudsakligen af moräner. Bottenmoränbildningar af rätt stor mäktighet kunna här och hvar iakttagas i bäckskärningarna. Äfven s. k. drumlins eller i isens rörelseriktning långsträckt bottenmoränkullar äro rätt vanliga. Sådana träffas i Ruotesvagge (S. om Stuur Niak) samt i Alkavagge (s. om Alkatjäcko; fig. 8). Öster om Luleavaggeglacieren eller den stora glacieren öster om Tjåura är ett ganska vidsträckt småkuperadt bottenmorän- eller drumlinslandskap.

Större roll i topografien spela dock ändmoränerna eller sådana moräner, som af isen antingen framskjutits till iskanten eller aflastats framför densamma. Detta slag af moräner har därför nästan alltid formen af åsar, som framgå parallellt med den iskant, vid hvilken de bildats. Dylika ändmoräner träffas på långt afstånd från de nuvarande glacieraerna och härstamma i så fall från istiden. Framför mynningen af flertalet hufvuddalar och äfven bidalar träffas halfcirkelformiga, ofta ganska betydande ändmoränbildningar i stor mängd. Detta gäller åtminstone om Njotsosvaggens och Pastavaggens östra och västra mynningar, om Rapadalens östra mynning, om Ruotesvaggens, Alkavaggens och Sarvesvaggens västra mynningar. Däremot saknas längre in i dessa dalgångar ofta nog mera betydande ändmoränbildningar. Till någon del kan detta bero därpå, att de af senare aflagringar, såsom issjösediment, blifvit dolda, men ofta nog, såsom i Njotsosdalens öfre del, tyckes någon sådan orsak ej föreligga. Det ser sålunda ut, som om under istidens afsmältningsperiod stadier förekommit, under hvilka antingen hela dalsystemet eller bidalarne fyllts af glacieraer, som räckt ända till dalmyningarne.

Till moränbildningarna kunna äfven de s. k. flyttblocken räknas, ehuru dessa endast utgöras af enstaka stenar, medan de förra bestå af större stenanhopningar. Flyttblock äro mycket vanliga nästan öfverallt på lägre höjd öfver hafvet. De viktigaste ledblocken äro de af de röda, öster och sydost om högfjällen anstående graniterna, af hvilka lösa block anträffas allmänt såväl inom högfjällstrakten som väster därom, till och med inom Norge. Dessa block tyda sålunda på, att äfven här, liksom fallet varit i våra sydligare fjälltrakter, »isdelaren» eller inlandsisens höjdaxel mot istidens slut legat öster om högfjällen och förorsakat en rörelse af isen från öster mot väster genom högfjällen.

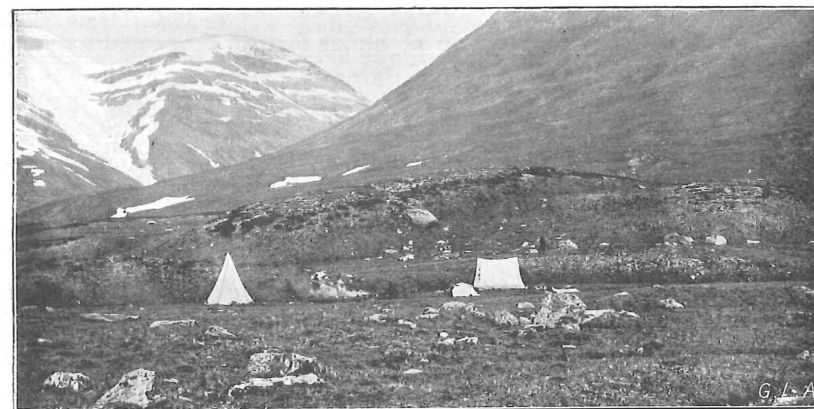


Fig. 8. Aflång bottenmoränkulle (drumlins) i Alkavagge.

På de höga topparne äro block af bergarter, som i topparne själfva ej finnas anstående, ganska sällsynta. Dock har jag anträffat block af de röda graniterna på bland andra följande högtliggande punkter:

På s. slutningen af Kåtokkaise på ung. 1626 m. ö. h.			
» toppen af runda Vassjatjäcko	»	»	1 700
» » » Takar	»	»	1 730
» » » Tjågnoris v. Sarvesv.	»	»	1 800
Nära » » Sarvestjäcko	»	»	1 500
» » » Tjatja	»	»	1 850
» » » Alkatjäcko v. Alkav.	»	»	1 650

Ehuru sålunda något mera än 200 m. fattas i Sarjektoppens höjd (2 091 m. ö. h.), måste det likväl anses sannolikt, att äfven de högsta topparne i trakten varit betäckta af inlandsisen. Ty om

denna genom sin rörelse har kunnat upplyfta block till 1 850 meters höjd, så har detta väl ingalunda varit isens maximumhöjd, utan har denna väl sannolikt varit betydligt större. En förut framställd åsikt, att de högsta topparne i trakten aldrig varit öfvertäckta af inlandsisen, utan stuckit upp ur densamma såsom nunatakker, har sålunda ej mycken sannolikhet för sig.

Rullstensås.

Förutom inlandsisen själf och de stora glaciärer, som tillhörde istiden, har äfven vatten, som framrunnit på eller under isen, transporterat och omdanat stenmaterial. Bildningar, som åstadkommits genom dylika isälftar, kallas fluvioglaciala. Hit höra exempelvis rullstensåsar. Inom högfjällstrakten förekomma dylika näppeligen, på östra sidan därom tyckas de ej finnas förr än långt ned i skogslandet. På västra sidan har jag däremot i somras observerat en storartad rullstensbildning på norra stranden af Melätno mellan bergen Matåive och Alåtjäcko. Den torde vara omkring 1 kilometer lång och omkring 85 m. hög och skulle sålunda vara vårt lands högsta hitills uppmätta rullstensås. Denna tyckes vara afsatt vid brämet af en stor isström som i sig förenade all från Alka och Sarvesvagge mot väster strömmande is. Att den isälf, som frambrusade under denna glaciertunga, förfogade öfver betydliga vattenkrafter och rikligt grusmaterial, bevisas till fyllest af åsens dimensioner.

Strandlinjer.

Liksom i vårt lands sydligare och mellersta bergstrakter, såsom Smålands, Dalarnes, Härjedalens och Jämtlands, så har äfven inom våra nordligare fjälltrakter under inlandsisens afsmältningsperiod isdämda sjöar funnits, hvilkas strandbildningar ännu kunna påvisas. Den förste, som lagt märke till dylika bildningar i våra fjälltrakter är — såsom A. G. NATHORST framhållit — LINNÉ, som vid Gröfvelsjön på gränsen mellan Dalarne och Norge fann »hur åtskillige horizontelle ränder på själfva Palmfjällets sida ganska högt öfver vattnet voro ingrafna, hvilket folket sade varit formeradt af sjövattnet, som så högt skolat gått strax efter syndafloden.»¹ Den teoretiska förklaringen till uppkomsten af sådana strandlinjer gafs först af norrmannen A. M. HANSEN,² som påvisade, att deras före-

¹ A. G. NATHORST, Geolog. Fören. Förh. 12 (1890), sid. 31.

² Om seter eller strandlinjer i store höider over havet. Archiv for Math. og Naturvid. 10 (1886), sid. 329.

komst var begränsad till de trakter, där inlandsisen rört sig mot landets lutning och där sålunda isdelaren eller inlandsisens höjdaxel ingalunda sammanfallit med den nuvarande vattendelaren. På sådana ställen hade under afsmältningen sjöar uppdamts mellan vattendelaren och den isrygg, som i det längsta kvarlåg på isdelarens plats.

Enligt HANSENS mening hölls vattnet i de isdämda sjöarne vid en nivå, som motsvarade den passhöjd i vattendelaren, öfver hvilken det måste utrinna, och i regeln kunde därför i en isdämd sjö endast en linje utbildas. Men om under fortsatt afsmältning förbindelse öppnades mellan tvenne sjöar, så sänktes naturligen nivån i den högre liggande, så att äfven den motsvarade den lägres passpunkt; i den förra kunde sålunda tvenne strandlinjer komma till utbildning. Om en och samma sjö successivt komme att utrinna öfver tre olika passpunkter, så utbildades efter hvarandra tre olika linjer o. s. v. Redan förut hade HÖGBOM¹ funnit, att isdelaren inom Jämtland legat omkring 15 mil öster om vattendelaren, och liknande förhållanden ha sedermera konstaterats ända till vårt lands nordligaste delar. I zonen mellan den nuvarande vattendelaren och den forna isdelaren hafva äfven efter hand af flere olika forskare, TÖRNEBOHM,² SVENONIUS,³ FREDHOLM,⁴ K. PETERSEN,⁵ HÖGBOM,⁶ G. ANDERSSON,⁷ HAMBERG,⁸ GAVELIN⁹ m. fl., talrika spår efter isdämda sjöar observerats. Detta område har äfven ett intressant biologiskt drag. Såsom R. LUNDBERG¹⁰ påvisat, förekommer rödingen nästan uteslutande i de vattendrag, som befinna sig i de forna isdämda sjöarnes zon.

De strandlinjebildningar, som jag i högfjällstrakten norr om Kviksjöck funnit, afvika i flera afseenden från dem i våra syd-

¹ Glaciala o. petrografiska iakttagelser i Jämtlands län. S. G. U. Ser. C, Nr 70 (1885).

² Geol. Fören. Förh. 1 (1872), sid. 106.

³ G. F. F. 7 (1885), sid. 608; 9 (1887), sid. 14; 14 (1892), sid. 490; 20 (1898), sid. 153; 21 (1899), sid. 552. — Ymer 1887, sid. 120.

⁴ G. F. F. 8 (1886), sid. 57.

⁵ G. F. F. 9 (1887), sid. 432.

⁶ G. F. F. 9 (1887), sid. 14; 14 (1892), sid. 561; 19 (1897), sid. 311; S. G. U. Ser. C, Nr 140 (1894), sid. 75.

⁷ Ymer 1897, sid. 41; G. F. F. 19 (1897), sid. 488.

⁸ G. F. F. 18 (1896) sid. 631.

⁹ Bull. Geol. Inst. Uppsala, 4 (1900), sid. 231.

¹⁰ Om svenska insjöfiskarnes utbredning. Meddelanden från Kongl. Landtbruksstyrelsen 1899, Nr 10, sid. 76.

ligare fjälltrakter. I motsats till förhållandet hos de senare saknas hos de förra den egendomligheten, att endast en eller några få nivåer äro utbildade; i stället träffar man en oändlighet af linjer allt från de nuvarande dalbottnarne på 500 m. ö. h. eller mer ända till 1 100 à 1 200 m. ö. h. eller kanske ännu högre. För att gifva en föreställning om talrikheten af dessa linjer och den ofta

Nordsidan Poisa vid Ruotesvagge.	Nordsidan Skuorva utmed Kopirjokk.	Sydsidan Jokkotjkaska- jokkotj i Rapadalen.	Ost- och syd- sidan Kátok- jock.	Östsidan Palkatjock i Njotsosdalen.	Sydsluttningen af Tjåura mot Sahkok.
—	—	—	—	—	1069
—	—	—	—	—	1065
—	—	—	—	—	1061
—	—	—	—	—	1025
—	—	—	—	—	1018
—	—	—	—	—	1009
—	—	—	—	—	1001
—	—	—	—	—	994
958	—	—	—	—	—
952	—	—	—	—	—
950	—	—	—	—	—
936	—	—	—	—	—
927	—	929	—	—	—
921	—	—	—	—	—
909	—	912	—	—	—
900	—	903	900	902	—
878	—	880	—	—	—
—	—	872	—	—	—
—	—	—	856	852	—
—	—	835	843	—	—
—	820	—	—	—	—
—	809	—	—	806	—
—	796	795	—	—	—
—	788	—	—	772	—
—	752	—	—	—	—
—	750	—	—	—	—
—	748	—	—	—	—
—	746	—	745	746	—
—	743	—	—	—	—
—	741	—	741	739	—
—	737	—	—	735	—
—	727	—	727	—	—
—	718	716	709	720	—
—	707	—	706	—	—
—	—	—	701	—	—
—	—	—	—	685	—

särdeles ringa höjdskillnaden mellan de närmast öfver hvarandra liggande, sammanställas här ett antal barometerafvägningar, utförda på strandlinjeserier i olika delar af högfjällstrakten.

De höjder på de olika lokalerna, som äro tillnärmelsevis lika, hafva härvid anförts på samma rad. Det vare därmed ingalunda sagdt, att de tillhöra samma strandnivå, ty dels kan felet vid barometerbestämningarna mycket väl uppgå till ett tiotal meter, dels har sedan istiden en olikformig höjning af landet förmodligen ägt rum, hvarigenom de linjer, som under de isdämda sjöarnes tid lågo på samma nivå, nu ej göra det. Något mått på denna olikformighet i ifrågavarande trakt finnes emellertid ännu ej. Af tabellen framgår sålunda hufvudsakligen, att strandlinjerna på nästan alla förekommande höjder äro mycket talrika och så talrika, att

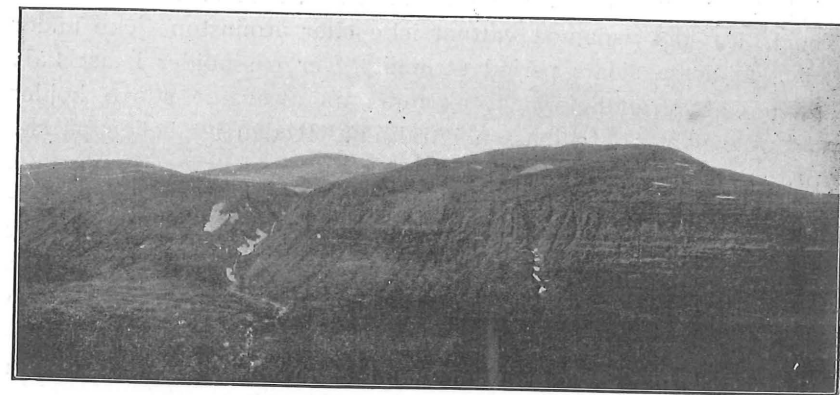


Fig. 9. Strandlinjer på norra sidan af Rapadalen sedda från Nammatj. De öfversta linjerna befinna sig på omkring 1 100 m. ö. h.

en identifiering af de linjer, som en gång varit samtida stränder, torde vara nästan omöjlig.

Detsamma framgår äfven af bilden 9, som tydligt visar, hvilken oändlighet af linjer i själfva verket finnes, samt att det stundom är rätt svårt att med säkerhet följa en och samma linje utmed bildens hela längd. Dock är det ofta mycket lättare att på afstånd med ögat eller kikare eller på en under gynnsam belysning tagen fotografi upptäcka dessa parallella rader af strandmärken än att in situ följa dem. Vid en bestämning med barometer undgå här och hvar åtskilliga linjer ens uppmärksamhet, i synnerhet gäller detta om de högre belägna, hvilka ofta från motsatta dalsidan synas tydligt, men in situ äro svåra att återfinna. Dock

saknas icke, äfven på högre nivå, ganska skarpt markerade stränder eller till och med väl utbildade terrasser (fig. 10).

Uppenbarligen har sjöarnes vattenstånd icke varit så länge konstant vid någon nivå, att en sammanhängande strandbildning hunnit utvecklas, utan ha sådana endast på därför gynnsamma lokaler uppstått, och dessa ha för olika nivåer varit olika. På grund af detta förhållande och linjernas talrikhet kan man draga den slutsatsen, att de isdämda sjöarne i dessa högfjäll i motsats till dem, som förekommit i Jämtland, ingalunda aftappats öfver konstanta passhöjder i fast fjäll, utan genom *pass i inlandsisen själf*. Under pågående issmältning ha dessa förmodligen ganska kontinuerligt sänkt sig, och i samma mån har äfven nivån i de isdämda sjöarne sjunkit.¹

Det är emellertid äfven en annan sak, som tvingar till antagandet, att det isdämda vattnet icke eller åtminstone icke under början af dessa sjöars period utrunnit öfver passhöjder i fast fjäll, nämligen att strandlinjerna förekomma till afsevärdt större höjder än som motsvara fjällpassen i trakten. Redan i tabellen på sid. 176 äro nivåer upptagna, som öfverträffa de motsvarande passen. I själfva verket äro dock i denna tabell icke de allra högsta linjerna upptagna, emedan, såsom redan nämnt, linjerna i allmänhet bli alltmer otydliga, ju högre upp på bergssidorna man kommer. Deras öfre gräns eller den högsta lakustrina gränsen är sålunda icke möjlig att fastställa. På några andra punkter än de i tabellen anförda har jag emellertid funnit ännu högre stränder, såsom på nedanstående:

Nordostslutningen af Matåive	på 1 100 m. ö. h.
Väst- » » Matu Gullock	» 1 090 » » »
Nordost- » » Kåtokkaise	» 1 260 » » »
Syd- » » Luobme	» 1 143 » » »

Den högsta af dessa linjer, den på Kåtokkaise, är i motsats till flertalet högtliggande stränder en kraftigt utbildad (se fig. 10), ganska lång, horisontell terrass af omkring 10 meters bredd. Såsom förut på såväl marina som lakustrina terrasser² blifvit iakttaget, är

¹ En liknande förklaring har af SVENONIUS antyds såsom möjlig för en del af strandlinjerna vid Torne träsk.

² Jämför SCHIÖTZ, Bemerkninger om Dannelsen af Strandlinier i fast Fjeld. Kristiania Vid. Selsk. Forh. 1894, N:o 4. — ÖYEN, Strandlinjer i Gudbrandsdalen, sid. 12. Kristiania 1896. — ÖYEN, Skilbotn, sid. 6. Kristiania 1896. — VOGT, Søndre Helgeland. Norges Geol. Und. 29, sid. 73. Kristiania 1900.

dess yttre kant något högre än planets medelhöjd och utgöres sålunda af ett slags strandvall, under det att därinnanför en grund fördjupning löper fram utmed bergssidan.

Passhöjderna inom högfjällstrakten hafva, såsom redan nämnts, vid de hufvudsakligen af ingenjör MYRBERG utförda nivelleringarne (se sid. 150) befunnits ligga mellan 851 och 1 021 m. ö. h., och de äro sålunda för små för uppdämningen af sjöar, hvilkas stränder lågo på vida högre nivåer. Att dessa inom högfjällen liggande passhöjder för de isdämda sjöarne icke ha kunnat spela någon roll, framgår likaledes däraf, att strandlinjer äfven på högfjällens västra sida blifvit funna. Uppenbarligen har sålunda högfjällstrakten

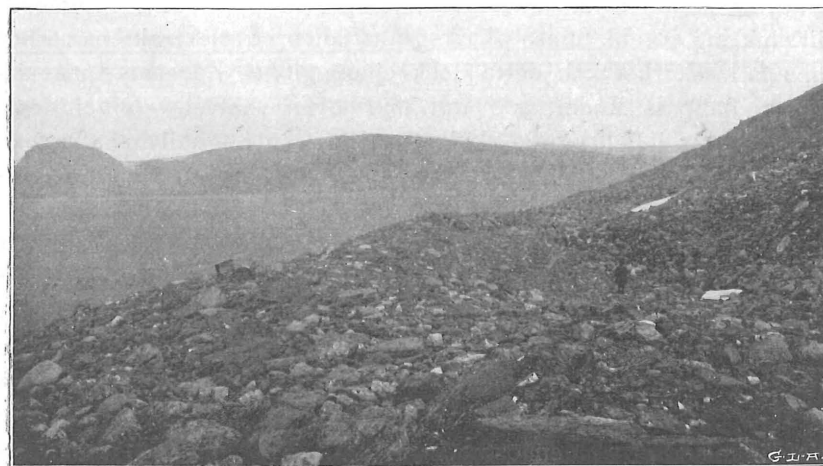


Fig. 10. Förmodad strandlinje på östslutningen af Kåtokkaise, vid en höjd af omkr. 1 260 m. ö. h.

blifvit mer eller mindre fullständigt kringfluten af det uppdämda vattnet, och skulle några passhöjder hafva haft något inflytande, så måste de sålunda hafva legat på gränspfjällen mot Norge.

Dess värre äro öfver den norska sidan af riksgränspfjällen inom Nordlands amt ännu ej tillräckligt utförliga kartor publicerade, hvarför det för tillfället är svårt att afgöra, hvar den lägsta passhöjden är belägen och huru hög den är. Det lägsta riksröset i trakten är uppenbarligen det väster om Salojaure belägna nr 245, hvars höjd öfver hafvet uppgifves vara 574 m. Som rösen med förkärlek blifvit placerade på vattendelaren, skulle man häraf vara frestad att draga den slutsatsen, att här en passhöjd på mindre än 600 m. ö. h. föreläge. Möjligen kan dock vattendelaren

på detta ställe ligga ett stycke in i Norge och vara afsevärdt högre. Norr och söder om röset nr 250 passerar riksgränsen öfver punkter, som ligga något under 600 m. ö. h., men då på dessa ställen små bäckar från norska sidan rinna öfver riksgränsen, äro naturligen passhöjderna något högre. Ännu längre mot norr, omkring 10 mil från högfjällstrakten, är en passhöjd säkert bestämd, nämligen Luleå-Ofotenbanans. Den uppgår till 527 m. Vid Viri- och Vastenjaur äro fjällpassen säkerligen högre. Bland dem är ett strax ofvan Vastenjaur nordvästligaste ände, hvilket WAHLENBERG¹ omtalar såsom det bekvämaste för öfverfarten till Norge. Det torde ligga mellan 800 och 900 m. ö. h.

Jag skulle sålunda förmoda, att passhöjder endast uppgående till omkring 600 m. finnas på riksgränssfjällen i Sarjektraktens närhet, med full säkerhet kan detta dock ej uppgifvas. Däremot finnas där säkert fjällpass under 900 m. höjd öfver hafvet. Öfver dessa insänkningar i fjällryggen skulle vattnet från högfjällen hafva haft fritt aflopp, då inga mellanliggande höjdsträckningar stänga vägen. Dessa pass (af 600—900 m. ö. h.) skulle följaktligen ingalunda hafva kunnat uppdämma vattnet till de höga nivåer, som genom strandlinjerna äro påvisade. Vi nödgas häraf antaga, att dessa låga fjällpass den tiden ingalunda förefunnits såsom sådana, utan att de voro begrafna under is, som var tillräckligt mäktig för att hindra de isdämda sjöarnes vatten att utrinna. För att förklara dessa sjöars tillvaro nödgas vi sålunda antaga ej allenast en stor rest af inlandsis på den östra sidan om högfjällstrakten, utan äfven en sådan på norska gränsen.

Något tvifvel skulle visserligen kunna hysas därom, att dessa linjer i bergssidorna verkligen äro stränder till forna isdämda sjöar. Kanna de icke exempelvis vara sidomoräner eller bildningar af älfvar, som framrunnit på isen utmed fjällsidorna och som, i den mån inlandsisen och isarne i högfjällstraktens stora dalar sänkte sig, ingräfde eller kvarlämnade märken på allt lägre nivå? Det synes mig, att linjernas förekomstsätt förhindrar dylika antaganden såsom generella förklaringsgrunder, fastän de väl i enstaka fall torde vara riktiga.

För att närmare skärskåda denna fråga torde det vara skäl att till det förut anförda foga några ytterligare upplysningar angående det sätt, hvarpå linjerna uppträda. De förekomma mycket

¹ Lappska fjällens höjd etc., sid. 10. Sthlm 1808.

sällan tydligt utbildade i fast berg. Det enda exempel härpå, jag kan erinra mig hafva sett, är i det af synnerligen lösa fyllitiska skiff-rar bestående Matåive. Däremot äro de vanliga i lösa bildningar af alla slag. I bergssidornas blockhaf äro de öfversta linjerna vanligen svagt ingräfda, utan att något nytt material blifvit tillfördt; vore de fluvioglaciala bildningar, borde man vänta sig att här och hvar finna flodgrus af olika dimensioner kvarlämnadt, men därefter letar man förgäfves. Först uti de strandlinjer, som äro ingräfda i ändmoräner, eller uti istida deltabildningar vid mynningar till sidodalar, finnes finare grus, men där ingår det också såsom beståndsdel i det material, uti hvilket stranden blifvit utmejslad. Det sätt, hvarpå dalarnes ändmoräner blifvit terrasserade, hvarvid de här och hvar utbildade strandlinjerna följa moränkul-larnes krok och vinklar eller till och med gå helt rundt om dem, förbjuder antagandet af annat än jämförelsevis stillastående vatten-tytor såsom allmän orsak till deras uppkomst.

Likaledes torde omöjligen de talrika terrasser, som i regeln finnas vid de små dalarnes mynningar i de större, kunna tolkas såsom bildningar af isälfvar, som framrunnit utmed bergväggarne. Hade sådana isälfvar funnits, så borde de hafva svängt utaf nedåt den stora dalen, och terrasser sålunda endast i det närmare hufvudalens lägre delar liggande hörnet hafva blifvit utbildade; men i stället förekomma terrasserna vanligen väl utvecklade i båda de hörn, som de två sammanstötande dalarne bilda med hvarandra (fig. 11 på sid. 43). Man torde sålunda vara nödsakad antaga, att dessa terrasser vid de små dalarnes mynningar äro antingen terrasserade deltabildningar, som aflagrats af dessa små dalars glaciärer och bäckar vid deras utflöde i den isdämda sjön, eller ock ackumulationsterrasser, som uppstått på ungefär samma sätt. De måste sålunda i alla händelser hafva bildats i en sjö.

Förutom denna sedimentation nedanför de små dalarnes mynningar har helt visst en afsevärd sådan ägt rum på de isdämda sjöarnes bottnar. Dessa återfinnas nu såsom jämförelsevis plana marker, genomskurna af de nuvarande bäckarne och älfvarna.

Öfversikt af istidsbildningarnes historia.

Skulle vi nu till sist vilja i ett sammanhang rekapitulera de i det föregående omtalade istidsbildningarna och deras uppkomst samt därvid taga dem i den ordning, som de synas hafva tillkommit, för att om möjligt klargöra för oss denna högfjällstrakts kvar-

tära historia, så synes denna, för så vidt den kan byggas på hittills gjorda iakttagelser, komma att gestalta sig på följande sätt.

De äldsta minnesmärkena äro de på stor höjd öfver hafvet funna främmande blocken. De göra troligt, att en gång inlandsisen helt och hållet betäckt hela trakten, äfven de högsta topparne, samt att den, när den var som mäktigast, rört sig öfver fjälltrakten från öster mot väster. Dess högsta delar lågo sålunda öster om högfjällen, och tvifvelsutän har väl höjden där ingalunda varit ringa, då den betydliga friktionen mot högfjällens toppar och kammar kunnat öfvervinnas.

Under afsmältningsperioden ändrades de meteorologiska förhållandena, så att isen alltmera minskades. Förmodligen ha väl dessa förändringar berott på såväl ökad värmegrad sommartiden, hvarigenom mera is smältes i inlandsisens periferiska område, som på minskad nederbörd, hvarigenom ackumulationen på isens högre belägna delar aftog. Isytan sjönk därigenom, och småningom torde väl högfjällens högsta toppar hafva framstuckit ur isen såsom nunatacker. Nu torde väl icke längre isrörelsen från öster till väster genom fjälltrakten hafva kunnat bibehålla sig på grund af det betydliga motstånd, de smala dalarne med sina högt liggande pass utöfvade; däremot torde väl kanske ännu en tid mäktiga strömmar af inlandsis pressats fram mot Atlanten genom de breda och jämförelsevis djupa dalgångar, som nu upptagas af de norr om högfjällen liggande sjöarne Alemusjaur och Stora Lule vatten samt de söder därom belägna Tjaggelvas och Pieskijaur.

Isrörelsen inom högfjällen torde därför så småningom från att hafva varit ost-västlig öfvergått till att blifva en mot markens lutningsförhållanden svarande. Småningom torde väl därför högfjällstrakten i öfverensstämmelse härmed hafva omgifvits af något lägre is än den, som ännu fyllde hufvuddalarne i densamma.

Men i den mån, som toppar och kammar blefvo bara och alltmera framstucko ur det hvita snö- och istäcket, dess mera kunde solvärmets tillvaratagas för issmältningen. Här och hvar uppstodo intill fjällen små sjöbäcken, hvilkas vatten väl i allmänhet samlades i de högfjällen omgifvande sänkorna för att sedermera utrinna öfver något pass i ismassorna på fjällryggen. Att antaga, att här uppe på 1 200—1 500 meters höjd smältprocesser kunde äga rum, medan samtidigt i Norge mäktiga isströmmar sköto ned ända till hafvets nivå, torde ej innebära något osannolikt. NORDENSKIÖLD¹

¹ Den andra Dicksonska expeditionen till Grönland, sid. 226. Sthlm 1885.

fann under sin isvandring 1883 på Grönlands inlandsis stora midt på isen liggande sjöar ända till höjder, uppgående till omkring 1 200—1 500 m. ö. h. Och likaledes uppdagades af JENSEN¹ under den af danska staten anordnade inlandsisfärden år 1878 en stor sjö, delvis uppfylld af isberg och uppdämd mellan inlandsisen och ett genom denna uppstickande berg (nunatakk) på en höjd af 1 250 m. ö. h. och på 4 à 10 mils afstånd från inlandsisens bräm. Och dock befinner sig Grönlands inlandsis för närvarande ej i någon afsmältningsperiod. Huru mycket intensivare skulle ej i högfjällstrakten, där en hel komplex af kammar och toppar stucko upp, issmältningen kunna försiggå. Ty i den mån, som de mörka fjällen blefvo bara, kunde solvärmets bättre tillvaratagas, samtidigt med att arealen af is minskades.

Äfven en annan sak måste hafva inverkat fördelaktigt på issmältningen i fjälltrakterna. Dessa omgäfvos nämligen i öster af den höga isdelaren och i väster af riksgränsfjällens istäckta marker. Hvilken vind, som än blåste, måste den passera endera af dessa kalla höjder och därstädes aflämna större delen af sin fuktighet. Därför minskades äfven nederbörden i högfjällen, på samma gång som solskenets frekvens ökades.

Afsmältningen tilltog, och de vattensamlingar, som i sänkorna kring högfjällen uppstått, utvidgades. Till att börja med torde deras botten ha utgjorts af is, men där denna ej skyddades af sediment, torde vattnet, hvars täthetsmaximum ligger vid + 4°, hafva tårt på botten och fördjupat bäckenet tämligen hastigt. Slutligen uppstodo isdämda sjöar med fast mark till botten, i hvilka stora glacierer från högfjällens hufvuddalar mynnade. Från denna tid torde rullstensåsen vid Melätno härstamma. Från en något senare tid härröra väl de stora ändmoränerna vid hufvuddalarnes mynningar. De stora glacierer, som afsatte dessa, afsmältes alltmera och blefvo allt kortare, men i samma mån trängde det isdämda vattnet allt längre in i dalarne.

Vid ett stadium voro hufvuddalarne fyllda af vatten, under det att endast bidalarne upptogos af glacierer, hvilka sålunda ej hade större dimensioner än de nuvarande. På det korta afståndet af 100 à 200 m. framför de nuvarande glacierernas ändar finner man också bibehållna strandlinjer och terrasser (se fig. 11). Dessa kunde natur-

¹ Meddelelser om Grönland, I (1879), sid. 51.

ligen¹ ej hafva bildats, om glaciererna under denna del af de isdämnda sjöarnes tid varit afsevärdt större än de nuvarande. Men som glacierernas storlek är ett uttryck för klimatets stränghet, ty om nederbörden ökas och temperaturen minskas, så tillväxa de och i motsatt fall tvärtom, så komma vi till det resultat, att medan i öster en hög isrygg kvarlåg och i väster de lägre passhöjderna ännu täcktes af tjocka ismassor, så bestodo högfjällen af en i isdämndt vatten liggande arkipelag, som hade ungefär samma klimat som

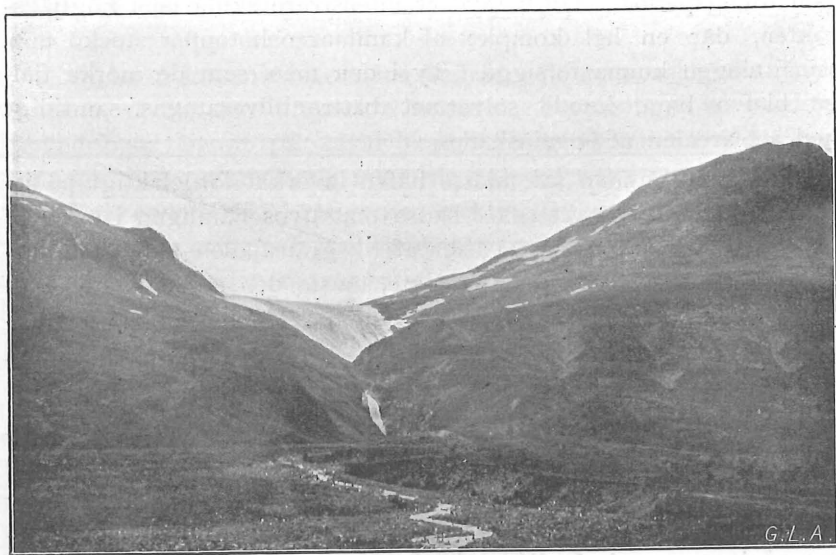


Fig 11. Terrasserade deltabildningar eller ackumulationsterrasser i Rapadalen nedanför Jokkotjaskaglacieren.

det nuvarande. Här var sålunda ett slags isfritt inland, något påminnande om det, som NORDENSKIÖLD² tänkte sig såsom möjligt för Grönlands inre.

Det är af stort intresse, att HÖGBOM beträffande klimatet under de isdämnda sjöarnes tid för Jämtland kommit till ett ganska liknande resultat. HÖGBOM hade fäst sin uppmärksamhet vid den fullständiga frånvaron af alla märken efter lokala glacierer från denna tid i Jämtlands fjälltrakter. »Men för att snön» — säger han³ — »skulle hinna under sommaren afsmälta under dylika

¹ Detta framhålles redan i min uppsats: Om Kvickjocksfjällens glacierer. G. F. F. 13 (1896), sid. 631.

² Den blifvande expeditionen till Grönland. Ymer (1883), sid. 105.

³ Geol. För. Förh. 19 (1897), sid. 316.

förhållanden, synes man nästan vara tvungen förutsätta, att klimatet ej varit afsevärdt ogynnsammare, än det nu är i samma fjälltrakter. Detta har, ända sedan jag först blef bekant med Jämtlands kvartära geologi, synt mig vara en nästan lika oundviklig som orimlig slutsats; och det har alltid förefallit mig gåtfullt, att inga märken efter lokala glacierer kunnat påvisas med full säkerhet i dessa fjälltrakter».

Till någon del trodde sig dock HÖGBOM kunna förklara fenomenet därigenom, att de jämtländska fjällen sakna lämpliga fördjupningar, där snön kan blifva liggande i fred för vinterstormarne. Under nuvarande vinterstormar händer ibland, att nästan all snö från fjällen yr bort och forslas af vinden ned i skogarne. Men under istiden funnos inga skogar, och yrsnön kunde då kanske ej hafva stannat förr än på den stora isryggen, hvilken den kunde hafva bidragit att vidmakthålla. Detta förutsätter dock, att västliga vindar skulle hafva varit rådande samt att mera lä förefunnits på inlandsisresterna än i fjällen, hvilket ingalunda förefaller sannolikt.

Inom de lappländska högfjällen har yrsnön helt visst spelat och spelar fortfarande en stor roll, därstädes finnes dock en sådan mängd af små, jämförelsevis lugna dalar och raviner, i hvilka den kan samla sig, att det ej kan blifva tal om någon större förlust af snö för området i dess helhet, hvarken nu eller under de isdämnda sjöarnes tid. Jag anser därför, att dessa fynd af delvis terrasserade ändmoräner och andra strandbildningar på kort afstånd från de nutida glacierernas ändar otvetydigt bevisa, att klimatet i högfjällen under denna del af de isdämnda sjöarnes tid icke varit afsevärdt sämre än nu.

Vid detta skede stod vattnets nivå på en höjd af omkring 900 m. ö. h. Det sjönk emellertid, och hufvuddalarnes passhöjder kommo på det torra. Då det sjunkit till en nivå af 500 m. ö. h., var hela högfjällstrakten torrlagd. Då existerade emellertid ännu stora isdämnda sjöar i de lägre liggande fjälldalarna, såsom de af SVENONIUS från Stora Sjöfallet omtalade och de af GAVELIN från Ume älfes dalgång beskrifna. Vid denna senare tid funnos icke längre några uppdämmande ismassor kvar på riksgränsfjällen. Dessa sjöars nivåer motsvara därför antingen den lägsta passhöjden i de närliggande gränsfjällen, eller äro de ännu lägre, i hvilket fall de måste hafva utrunnit öfver någon sänka i den på östra sidan uppdämmande isryggen själf.

Postglaciala klimatförhållanden.

Fyndet af strandlinjer strax framför de nuvarande glacierernas ändrar bevisar ej endast, att klimatet, när dessa linjer utbildades, ej var afsevärdt sämre än det nuvarande, utan äfven att det under mellantiden ej heller varit afsevärdt sämre än nu. Ty i motsatt fall skulle glaciererna under mellantiden hafva ökats och därvid otvifvelaktigt förstört eller under nya moränmassor begravt de gamla strandlinjerna. Någon afsevärd klimatförsämring torde väl ej heller i de mellersta eller södra delarne af vårt land hafva inträffat efter istiden. Dock äro meningarna angående denna sak ännu något delade.

Sedan vårt land efter istidens sista skeden höjt sig, blef det åter underkastadt en sänkning, hvarigenom Östersjön och Västerhafvet ånyo öfversvämmade stora delar af detsamma. Samtidigt med denna sänkning rådde emellertid en jämförelsevis hög lufttemperatur. Under denna tid, litorinatiden, och särskildt den del af densamma, som kallats den atlantiska perioden, för hvilken ett blidt, men fuktigt klimat anses hafva varit karakteristiskt, blefvo de förut nästan allenarådande furuskogarne alltmera undanträngda af de redan förut till vårt lands sydligaste delar invandrade ädla trädslagen alm, lind, hassel, ek, lönn, ask, hvilka till och med trängde fram ett godt stycke längre mot norr än de i våra dagar träffas. Äfven spreda sig då en mängd sydliga örtartade växter, bland hvilka den nu endast i sjön Immeln i norra Skåne växande sjönöten torde vara den, hvars forna utbredning är bäst känd.

Det är väl sannolikt, att under den varma litorinatiden glaciererna inom högfjällen minskats, något bevis härför har jag dock ännu ej lyckats finna. Möjligen skulle det väl kunna konstateras genom fynd af växtlämningar under de recenta moränerna. Likaledes torde väl genom en undersökning af traktens torfmossar bidrag till kännedomen om klimatväxlingarne under postglacial tid kunna erhållas. Sådana arbeten ha dock hittills ännu ej medhunnits i nämnvärd grad. De enda iakttagelser, som hittills blifvit gjorda och som skulle kunna kasta något ljus öfver de postglaciala klimatväxlingarna, äro några fynd af växtlämningar i sandlager vid Matåive på västra sidan om högfjällen.

Den förut omnämnda rullstensåsen i dalen mellan Stuur Matåive och Alattjäcko är på sin södra sida begränsad af Melätno, på den norra af en dal, hvilken dock ej framgår utmed åsens hela

längd, utan vid dess östra ände afskäres af utbredda sandfält, som förbinda åsen med Matåives sluttning. Sänkan får därigenom karakteren af en mot väster öppen, mot öster slutet säckdal. Dennas botten utgöres af plan ängsmark, som ligger nästan alldeles i samma nivå som den ganska vidsträckta slätten väster om rullstensåsen. En från Matåive kommande bäck har genomskurit den lilla säckdalens botten till ett djup af 2 m. eller något mera och därvid blottat en hel serie af sand-, ler- och växtlager. Förmodligen beror växellagringen därpå, att vid flera tillfällen efter istiden vatten uppdamts i den lilla dalen, så att dess botten utgjorts af en liten tjärn. I denna har då sand från rullstensåsen nedsvämmats och inbäddat de växtlämningar, som funnos på botten.

För närvarande utgjordes ytan af jordlagren vid bäckskärningen af torr ängsmark, bevuxen med *Aira cæspitosa*, *Angelica*, *Polygonum viviparum*, *Ranunculus acris*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, *Cerastium alpinum*, *Campanula rotundifolia* etc.

De underliggande lagrens vertikala mäktigheter voro uppifrån och nedåt följande:

- 1) 145 cm. sand och grus,
- 2) 10 cm. växtskikt med blad och grenar,
- 3) 20 cm. lerigt sandskikt,
- 4) några cm. växtskikt,
- 5) 4 cm. sand,
- 6) 3 cm. växtskikt,
- 7) tunnt sandlager,
- 8) 11 cm. torf.

Prof af lagren 2, 4, 6 och 8 sändes till doc. SERNANDER i Uppsala, hvilken efter en preliminär undersökning om desamma meddelat följande:

»De fyra serieprofven visade sig härstamma från ett åtminstone tidvis öfversvämmadt starrkärr (*Caricetum amblystegiosum*), som bildat en hufvudsakligen af cyperacé-växter och amblystegier sammansatt torf. — Växtlämningarna ha vid en preliminär undersökning visat sig vara tämligen likartade hela lagerföljden igenom. Profvet 6 visade sig emellertid något afvikande. Dels var det rikare på växtlämningar, dels hittades — det undersökta var cirka 150 kbcm. — hängefjäll och frukter af *Betula odorata*, som ej anträffades i de andra profven. Jämte dem anträffades:

Amblystegium sp., *Astrophyllum* sp., *Azalea procumbens*, *Betula intermedia*, *Betula nana*, *Carex* sp., *Empetrum nigrum*, fragment

af ormbunksblad, *Juniperus communis*, storbladiga *Salices* af gråvidegruppen, *Selaginella spinulosa*, *Vaccinium Vitis idæa*, skalbaggar».

Denna fyndort ligger ungefär 670 m. öfver hafvet, således ganska lågt. Dock finnes där nu ingen björkskog. Först alldeles intill stranden af Virijaure (580 m. ö. h.), nästan en mil från rullstensåsen, börja björkträden. Fyndet af lämningar efter *Betula odorata* tyder sålunda på, att under en period mellan istiden och närvarande tid björkskog vuxit äfven här. Fullt afgörande för, att klimatet då äfven varit blidare, är detta fynd emellertid icke, ty den nuvarande björkskogsgränsen i denna trakt motsvarar möjligen ej fullt den klimatiska, utan kan till äfventyrs genom lapparnes hushållning hafva blifvit deprimerad. På denna omständighet har SERNANDER fäst min uppmärksamhet. Ehuru fyndet talar för, att ett bättre klimat under mellantiden förekommit, kan det sålunda ej bevisa det.

För en klimatförsämring mot nutiden tala äfven lapparnes berättelser angående fynd af tall- och granstammar ofvan den nuvarande björkskogsgränsen. Möjligen äro väl dessa uppgifter riktiga, men kräfva naturligtvis vederbörlig kontrollering, innan de kunna anföras såsom bevis. För södra och mellersta Sverige torde det väl däremot vara säkert bevisadt, att litorinatidens klimat var bättre än det nuvarande. Efter den tiden har sålunda åter en försämring af klimatet ägt rum. Våra torfmossespecialister — och det är nästan endast genom torfmossestudier dessa klimatväxlingar kunna följas — hafva beträffande denna kallare period intagit något olika ståndpunkter. GUNNAR ANDERSSON¹ uppfattar den såsom en jämförelsevis kontinuerlig från litorinatiden ända till nutiden varande klimatförsämring. SERNANDER² menar däremot, att kort före nutiden en förbättring af klimatet åter börjat samt under tiden mellan litorinasänkningen och närvarande tid en period af afsevärdt sämre klimat än nutidens förefunnits. Detta skulle bevisas af, att åtskilliga fjällväxter då åter börjat att vandra mot söder i vårt land, där de ännu här och där finnas kvar såsom relikter. Sådana ha också länge varit kända, men de hafva ansetts såsom glaciala relikter, d. v. s. såsom arter, hvilka egentligen tillhöra den flora, som omedelbart efter inlandsisens afsmältning in-

¹ Svenska växtvärldens historia, 2 uppl., sid. 82. Stockholm 1896.

² Litorinatidens klimat och vegetation. Geol. Fören. Förh. 15 (1893), sid. 376. Sveriges växtvärld i forntid och nutid, »Sveriges Rike» red. af NYSTRÖM, II, spalt 95. Stockholm 1900.

tågade i vårt land, men här och där i undantagsfall kunnat anpassa sig efter förändrade förhållanden och stannat kvar. SERNANDER¹ har emellertid visat, att en del af dessa s. k. glaciala relikter, såsom *Betula nana* (dvärgbjörk), *Salix lapponum*, *Pedicularis Sceptum Carolinum*, nu växa på det gamla litorinahafvets delvis torrlagda botten, dit de sålunda först efter litorinatiden kunnat invandra. De kunna sålunda ej ända sedan istiden hafva funnits på dessa lokaler, och de hafva därför fått benämningen pseudoglaciala relikter.

Samma växter förekomma nu såsom normala beståndsdelar i floran näppeligen söder om Helsingland. Om de på sina förekomster i Närke och Uppland måste anses såsom relikter från en tid, då dessa landskap hade samma vegetation som Helsingland nu för tiden, så förutsätter detta en klimatförbättring af omkring 1° högre medeltemperatur mot nutiden, hvilket ingalunda är obetydligt, om en sänkning i medeltemperaturen af 5° skulle kunna förorsaka en istid. Visserligen förefalla de lappländska glaciererna icke vara några synnerligen känsliga temperaturmätare, för ifrågavarande klimatförbättring om 1° torde de dock hafva gifvit ett något märkbarare utslag än nu är fallet. Jag anser därför såsom mera sannolikt, att förekomsten af de pseudoglaciala relikterna är att förklara på något annat sätt, exempelvis såsom beroende på fjällväxternas förmåga att på fuktigare mark kunna reda sig i varmare trakter.²

Ett stöd för SERNANDERS uppfattning har HOLST³ trots sig finna i diatomacéfloran inom litorinalerans öfre del i profiler vid Vedevåg och Enköping. Enligt CLEVES bestämningar skulle därstädes öfver lerlager, innehållande typiska saltvattensdiatomacéer, förekomma bildningar innehållande arter, som äro karakteristiska för färskvatten i borealt, om ock ej arktiskt klimat. Det viktigaste ledfossiliet bland dessa boreala färskvattensdiatomacéer är *Navicula semen*. Äfven MUNTHER⁴ har funnit en profil, i hvilken leror, innehållande denna diatomacé, öfverlagra saltvattensleror. I lefvande tillstånd har den iakttagits endast på ett ställe i Sverige, nämligen

¹ Om s. k. glaciala relikter. Bot. Not. 1894, sid. 185.

² Jämför äfven K. BOHLIN, Ett exempel på ömsesidig vikariering mellan en fjäll- och en kustform. Bot. Not. 1900, sid. 161.

³ Bidrag till kännedomen om Östersjöns och Bottniska vikens postglaciala geologi. S. G. U. Ser. C, n:r 180 (1899), sid. 108—110.

⁴ Om fyndet af ett benredskap i ancyluslera nära Norsholm i Östergötland. Öfvers. af K. V. A:s Förh. 1895, sid. 164.

på Gellivaredundret. I öfriga delar af Lappland har den icke observerats, ehuru åtskilliga undersökningar af detta slag där blifvit utförda på sista åren. Oaktadt jag ingalunda vill påstå mig kunna bedöma denna fråga, förefalla mig likväl de på dessa få diatomacéfynd grundade bevisen för en klimatförsämring omedelbart före nutiden ingalunda fullt afgörande. Dels torde väl kännedomen om dessa växters livsvillkor och ackommodationsförmåga ännu ej vara tillräcklig, dels vore väl äfven tänkbart, att de ifrågavarande boreala diatomacéerna genom omslamning af ancycluslager kunnat inkomma i litorinaleran.

HOLST anför äfven, att J. GEIKIE¹ kommit till det resultat, att Skottland, som för närvarande saknar glaciärer, under litorinatiden varit betäckt af stora, på några ställen ända ned till hafvets nivå gående isströmmar. GEIKIE framkastar till och med den förmodan, att Skandinavien sänkning under litorinatiden skulle hafva förorsakats af isbelastning. Denna teori torde icke ens behöfva vederläggas, och den visar, att antingen de aflagringar, som ansetts samtida för båda länderna, ej äro det, eller ock hafva de klimatiska förhållandena samtidigt varit mycket olika i de båda länderna.

Med förhållandena på Spetsbergen visar det resultat, hvartill jag kommit, en bättre öfverensstämmelse. Enligt DE GEER² förekomma väl bibehållna senglaciala strandlinjer nära flere glaciärer vid Isfjorden. Detta visar naturligen äfven, att någon betydande klimatförsämring före nutiden ej ägt rum. Nedanför Scots glacier vid Recherche bay har jag äfven själf sommaren 1898 observerat väl bibehållna strandbildningar ganska nära glaciären till åtminstone 60 m. ö. h.³

Med dessa resultat öfverensstämma vidare de klimatväxlingar, som böra förorsakas af de periodiska ändringarna i jordaxelns lutning mot ekliptikan, och hvilkas betydelse EKHOLM⁴ helt nyligen framhållit. Dessa växlingar hafva en period af omkring 40 000 år. För ungefär 9 000 år sedan intog jordaxeln sitt för sommartemperaturen och växtlifvet på jordens norra hemisfär gynnsammaste läge. Detta tillfälle torde hafva sammanfallit med litorinatidens varmaste skede. Efter den tiden skulle vårt sommarklimat, för

¹ The great ice age, sid. 787. London 1894.

² Die Gletscher von Spitzbergen. Verh. des VII. intern. Geographen-Kongresses in Berlin 1899, sid. 300.

³ Möjligen gå de dock ännu högre.

⁴ Om klimatets ändringar samt deras orsaker. Ymer 1899, sid. 381.

så vidt det beror på jordaxelns ställning till ekliptikan, hafva kontinuerligt försämrats, en försämring, som torde komma att fortfara ännu i 10 000 år.

Huru dessa motsägelser mellan de botaniska iakttagelserna enligt SERNANDER och HOLST å ena sidan samt glaciérobervationerna och de astronomiska beräkningarna å andra sidan rätteligen skola förklaras, får väl öfverlämnas åt framtiden. I någon mån torde de väl bero på växternas ackommodationsförmåga. Kanske äfven den omständigheten, att såväl växtgränser som glaciärer reagera icke endast för temperaturväxlingar utan äfven för ändringar i nederbörd, spelat in med ett större belopp, än man för ögonblicket kan hafva anledning antaga.

6. De nutida geologiska bildningarna och den recenta erosionen.

Till de lösa aflagringarna kunna emellertid räknas ej endast istidens utan äfven nutidens rätt olikartade geologiska bildningar. Hit hör i första rummet stenuren på bergens öfre delar. Denna utgöres till stor del icke af flyttblock, som inlandsisen dittransporterat, utan hufvudsakligen af stenblock, större eller mindre, som af frosten lössprängts ur berggrunden. Under dessa helt och hållet lösa block finner man sådana, som visserligen också blifvit lössprängda men ännu sitta inkilade ungefär i sitt ursprungliga läge. Topparnes stenrosen äro sålunda öfvervägande att betrakta såsom ett sekulärt mekaniskt vittringsgrus, som ännu i dag är under bildning.

De flesta lösa aflagringarna tillhörande nutiden ha dock blifvit transporterade någon väg. Enstaka stenar ramla under den varma årstiden dagligen och stundligen ned från de branta klippväggarna och samla sig till mäktiga talusbildningar vid deras fot. Någon gång inträffa äfven mera betydande stenscred. Under mina vistelser i fjällen har jag varit vittne till endast ett större bergsscred. Det inträffade den 20 juli 1895 vid 9-tiden på aftonen, då stora klippstycken kommo rullande från branten af Låddepakte ned i Rapadalen under väldigt brak och upprörande af höga dammoln. Företeelsen varade omkring 1 1/2 minut och satte en viss förskräckelse i mina lappar, som började ropa på hvarandra. För omkring 40 år sedan ägde från det bekanta berget Skerfe vid Laitaure ett flere gånger förut omtaladt ganska betydande skred rum.

Om ett större bergsskred inträffar i en trång dal, kan lätt af flödet i dalen hämmas. I Gillivagge finnes en liten tjärn, som på detta sätt blifvit uppdämd. Äfven synes den öfversta af Njotsos-sjöarne, hvilkens yta endast ligger 3 meter öfver den mellerstas, hafva blifvit skild från den senare genom bergsskred. Den mellersta och den nedersta sjön uppdämmas däremot båda af fast berg, under det väl annars i allmänhet morän torde utgöra för-dämningen.

Karakteristiskt för bergsskreden är, att materialet är i det närmaste obearbetadt samt att de små stenarne bli liggande emellan

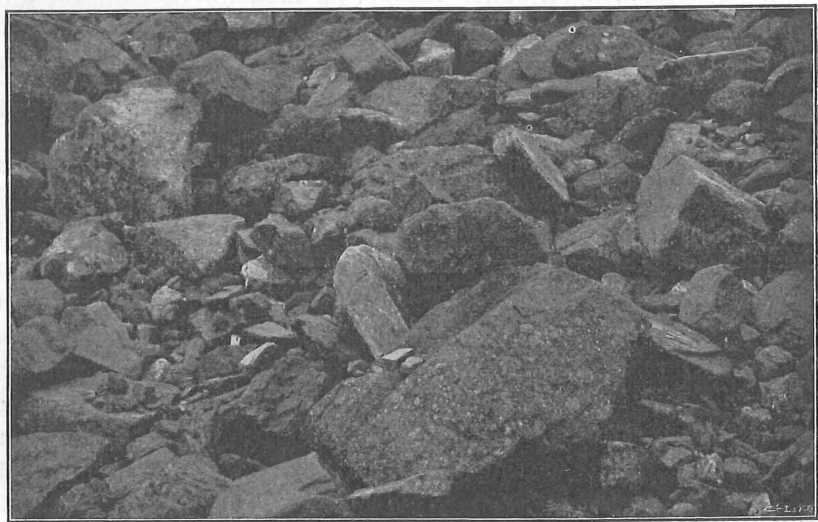


Fig. 12. Små högar af lavingrus på ett gammalt stenscred i dalen norr om Järtatjåcko.

de större. Man finner emellertid i fjälldalarna rätt ofta ett slags också nästan obearbetadt grus, som är mycket försiktigt aflastadt på stenscred såväl mellan som ofvanpå deras stora stenar (fig. 12), och det ibland i ganska ömtåliga situationer. Jag förmodar, att sådant grus är lavingrus, som inbakats i snölaviner och med dessa fraktats ned i dalen. I den mån snön smält, har gruset aflastats, och detta har naturligen ägt rum sakta och försiktigt. Det torde vara hufvudsakligen under våren laviner inträffa. Jag kan icke erinra mig hafva bevittnat mera än en, men jag har åtskilliga gånger i dalarna funnit större och mindre snömassor, som uppenbarligen ditfraktats af laviner.

Äfven isen — de nuvarande glaciererna — transporterar och aflastar stenmaterial. Detta utgör de recenta ändmoränerna, hvilka i regeln bilda längs glacierändan gående, med denna och sinsemellan någorlunda parallella ryggar. De recenta ändmoränerna träffas ej på större afstånd från glacierändan än några hundra meter.

Glacier- och fjällbäckarne transporterar äfven stenar. Vid starkt flöde och där bädden har stor lutning kunna de föra med sig hufvudstora stenar, hvilka aflastas där lutningen är mindre, vanligen i form af ett mer eller mindre vidsträckt rullstensdelta. På ett och annat ställe, t. ex. på norra sidan af Pellorippe, har en dylik bäck

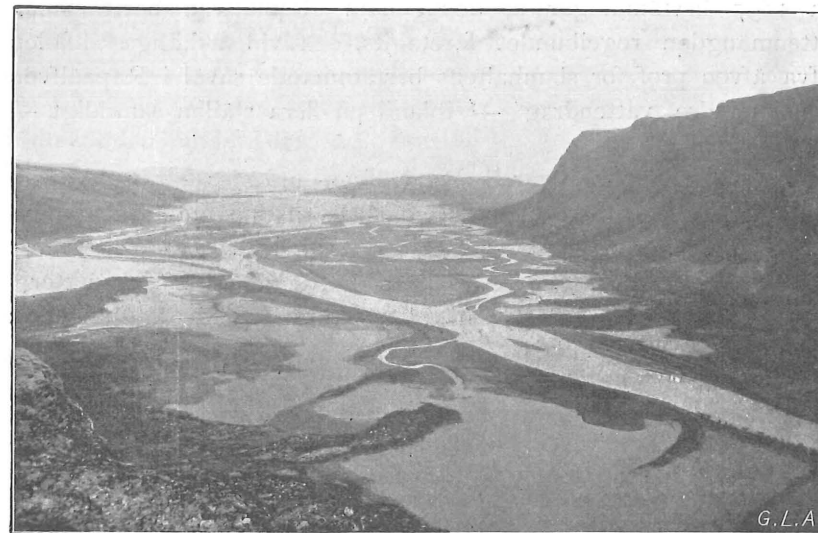


Fig. 13. Rapaätnos delta vid sitt utflöde i Laitaure, sedt från Nammatj.

byggt upp åt sig af stora stenar en af vallar omgifven fåra, hvilkens botten är högre än den vidliggande terrängen.

Det finare materialet, sand och slam, föres af bäckarne vidare till de större vattendragen och aflastas först i närmaste sjö, där det förorsakar en större eller mindre deltabildning, som vanligen åtminstone vid högvatten är öfversvämmad. Sådana små deltan finnas vid Kukkesvaggejocks utflöde i Letsitjaure, vid Pastajocks i Perikjaure, vid Sarvesjocks i Alkajaure. Men vid Rapaälfvens utflöde i Letsitjaure finnes ett ofta förut omtaladt delta, omkring en half mil långt och två kilometer bredt. Det utgöres, såsom bilden (fig. 13) visar, af en massa öar, laguner och kanaler. En del

af öarne äro ganska höga, flere meter öfver högsta vattenståndet, så att de måste härstamma från en tid, då detta var högre.

Det ganska betydande deltalendet är frukten hufvudsakligen af de talrika glacierers arbete, hvilka dräneras af Rapaälven. I denna trakt, där endast ganska hårda bergarter förekomma, är det nämligen nästan uteslutande glacierbäckarne, som föra grumligt vatten. Möjligen kan dock slamhalten i de andra vattendragen vid en häftigare snösmältning under våren vara afsevärd.

Rapaätнос vattenmängd.

I samband med glacierundersökningarna har alltsedan sommaren 1897 bestämningar af den genom Rapaälven bortrinnande vattenmängden regelbundet företagits, och vid åtskilliga tillfällen hafva äfven prof för slamhaltens bestämmande såväl i Rapaälven som i mindre vattendrag — ibland på flera ställen samtidigt — blifvit tagna.

Dessa undersökningar i Rapaälven utfördes strax ofvanom deltalendets början på en punkt, där älfven undantagsvis framflyter i en fåra. Här hafva vid trenne olika tillfällen en eller flere tvärsnitt uppmanats, och vattnets hastighet på flere punkter i sektionen bestämts.¹ Därvid ha bland andra följande data erhållits:

Datum.	Vattenytans höjd öfver en antagen nollinje m.	Sektionsarean m. ²	Maximum- hastighet m. per sek.	Framrinnande vattenmängd m. ³ per sek.
14 juli 1899	2.46	202	1.15	155.1
1 aug. 1897	1.92	112	0.72	56.7
16 aug. 1899	1.49	108	0.33	22.2

På grund af dessa tal har den s. k. afflödeskurvan blifvit beräknad, hvilken för olika vattenhöjder gifver de motsvarande framrinnande vattenmängderna. Emedan dessa, såsom redan af ofvanstående siffror framgår, växla ganska betydligt, måste man för att erhålla någorlunda exakta värden på hela den under ett år bortrunna vattenmängden anställa ganska täta, helst dagliga observationer öfver vattenhöjden. Detta har visserligen ej låtit sig göra, då inga människor bo vid älfven, dock ha observationer en à två gånger i månaden alltsedan aug. 1897 kunnat erhållas genom den omkring en mil från observationsplatsen boende lappen och nybyggarer PER OLOF LÄNDTA. Mot de af LÄNDTA till och med okt. 1900

¹ Angående denna undersökning se min afhandling: Om Kwickjocksfjällens glacierer. Förelöp. medd. 3, Geol. För. Förh. 23 (1899), sid. 695.

gjorda afläsningarna på vattenmängden hafva de motsvarande framrinnande vattenmängderna blifvit beräknade och grafiskt sammanställda på fig. 14, hvarest y = kubikmeter vatten pr sek., x = tid (sek.).

Den af kurvan samt x- och y-axlarne inneslutna figurens area gifver ett uttryck för hela den under de tre åren 1 aug. 1897—31 okt. 1900 bortrunna vattenmängden. Likaledes är arean, som inneslutes mellan kurvan, x-axeln och tvenne vertikaler, ett uttryck för den framrunna vattenmängden under den tid, som af vertikalerne på x-axeln afskäres. Vi se, att vattenmängden sommartiden växlar ganska afsevärdt, men att dock hufvudsakligen ett maximum och ett minimum om året förekomma, det förra under sommaren, då snön och glaciererna smälta och regn äfven inträffar, det senare under vintern, då väl endast kvarliggande snönederbörd faller och någon betydligare smältning ej förekommer.

Om vi räkna vintern från den 1 nov. (föregående år) till och med den 30 april samt sommaren från den 1 maj till och med den 31 oktober, så uppgå de under dessa årstider afrunna vattenmängderna för de olika åren till nedanstående belopp:

	Summa m. ³ under hela vintern	sommaren
1898	230 000 000	1 130 000 000
1899	180 000 000	710 000 000
1900	210 000 000	840 000 000
medeltal	207 000 000	893 000 000

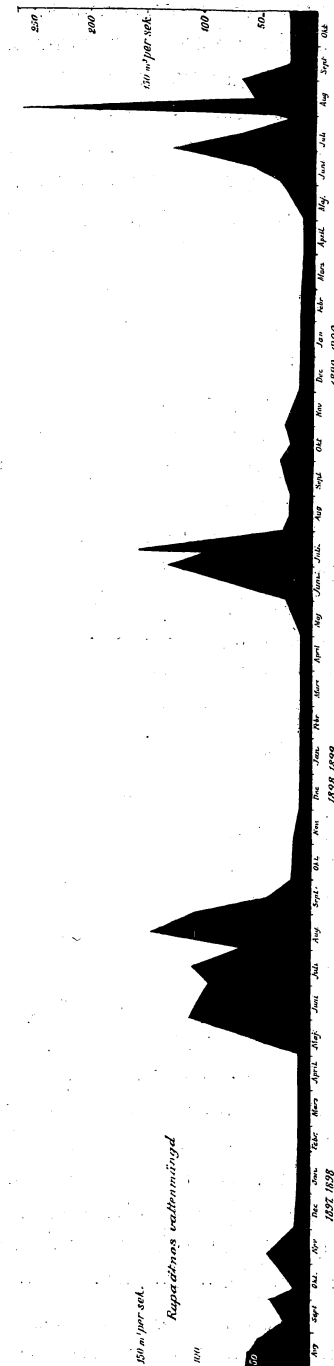


Fig. 14.

I medeltal för de tre åren skulle i 100 000 000 m.³ per år hafva borttrunnit. Kvantiteten afrunnet vatten varierar tydligen ganska starkt för de olika åren. 1898 borttrann mera än en half gång så mycket som 1899, det förra årets sommar var äfven ganska varm, medan det senares var mycket kall, endast några dagar i förra hälften af juli voro ovanligt heta och förorsakade äfven en ganska häftig stigning af älfven. Öfver hufvud taget tyckas ojämheterna i den afrinnande vattenmängden i första rummet bero af lufttemperaturen under sommaren, emedan det mesta vattnet, som tillföres älfven, är smältvatten från glaciärer och snöbetäckning. Någon häftig flod eller någon stadigvarande ökning af vattenmängden genom regnväder tyckes mindre ofta förekomma, ty då en stor del af trakten ligger så högt öfver hafvet, faller i allmänhet under oväder en större del af nederbörden såsom snö. Där emot inträffar i regeln häftig flod sommartiden, när efter några dagars snöstorm på topparne åter varmt väder inträder, detta nya, tunna snölager smälter nämligen mycket hastigt. En sådan kortvarig men häftig ökning af vattenmängden var den, som inträffade den 5 aug. 1900.

Vilja vi jämföra Rapaätnos vattenmängd med andra vattendrags, så lämpar det sig att reducera summan kubikmeter till liter i sekunden pr kvadratkilometer. Som älfvens nederbördsarea vid vattenmätningssället är omkring 650 km.², finna vi af nyss anförda tabell följande siffror:

	sekundliter per km. ² .	
	vintern	sommaren
1898	23	109.5
1899	18	69
1900	20	81.5
medeltal	20.3	86.7

I medeltal pr år för alla tre åren skulle detta utgöra 53.5 sekundliter pr km.². I själfva verket är denna vattenmängd alldeles ovanligt hög, såsom inses af följande jämförelse med några andra vattendrag.

Vattendrag	km. ² nederbördsarea	m. ³ pr år	Sekundliter per km. ²
Lule älf vid Svartlå 1877			
—78 ¹	24 270	9 903 081 600	12.93

¹ O. APPELBERG, Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingeniörsföreningens förhandl. 1886.

Vattendrag	km. ² nederbördsarea	m. ³ pr år	Sekundliter per km. ²
Motala ström vid Norsholm			
1865—70 ¹	13 420	2 573 496 000	6.08
Hjälmarén vid Hyndevad			
1899—97 ²	4 210	828 665 256	6.24
Norrteljeån 1888—97 ³	346	71 774 000	6.57
Lyckebyån vid Kyrkeby			
1890—94 ⁴	581	163 510 000	8.92
Rapaätno	650	1 100 000 000	53.5

Rapaätno har sålunda ungefär hälften så stor vattenmängd som Motala ström vid Norsholm, ehuru detta sistnämnda vattendrag har tjugu gånger så stor nederbördsarea. Den för mera vatten än Torshällaån, som har 6,5 gånger så stor nederbördsarea. Lule elf för endast omkring nio gånger så mycket vatten som sin biflod Rapaätno, under det den förras vattenområde är 37 gånger så stort som den senares. Per areal räknadt är vattenmängden i Rapaätno mycket öfverlägsen alla andra hittills undersökta svenska älfvar, såsom af sista kolumnen framgår.

Anledningen till detta förhållande är att söka ej endast i en mycket större nederbörd i högfjällstrakten, utan äfven i en något mindre afdunstning och måhända äfven i andra förhållanden. I södra och mellersta Sverige afdunstar i allmänhet mera än hälften af den fallna nederbörden, afrinningsprocenten blir sålunda mindre än hälften. För Tyskland uppgifves afrinningsprocenten till omkring 30. Ju varmare och torrare klimatet är, desto mindre är afrinningen och tvärtom. Äfven andra saker inverka på afrinningsprocenten, såsom vattendragets utbredning till stora sjöytor, tillflödenas skyddande mot afdunstning, därigenom att de framrinna såsom källdrag under jordytan, markens lutning o. s. v. I stort sedt torde dock klimatets relativa fuktighetsgrad spela hufvudrollen. Ju kyligare klimatet är och ju mera det regnar, desto större är afrinningen.

¹ O. APPELBERG, Bidrag till kännedomen om den i Sveriges vattendrag framrinnande vattenmängden. Ingeniörsföreningens förhandl. 1886.

² G. NERMAN, Hjälmaréns vattenförhållanden. Ymer 1898, sid. 154.

³ L. ROSÉN, Hydrografiska undersökningar i Stockholms län. Stockholm 1899.

⁴ D. WEDBLAD, Hydrografiska undersökningar inom Lyckebyåns flodområde Kalmar läns södra kungl. Hushållningssällskaps periodiska skrift 29 (1899), sid. 223.

Att nederbörden måste vara ganska betydlig inom Rapaätнос flodområde, framgår direkt af de afrinnande vattenmängderna, ty dessa torde väl för de tre åren näppeligen vara större än de under samma tid fallna nederbördsmängderna. De afrunna vattenmängderna motsvara en öfver området utbredd nederbördshöjd af ungefär 1700 mm. För att finna nederbörden skulle härtill läggas den mängd, som afdunstat. Denna torde ingalunda vara så obetydlig, och enligt längre fram anförda observationer torde den kunna skattas till omkring 400 mm. Nederbördsmängden skulle sålunda i medeltal för Rapaälvens område belöpa sig till omkring 2100 mm. per år. Jag vill dock anmärka, att de af mig funna vattenmängderna af orsaker, som jag på ett annat ställe framhållit,¹ möjligen kunna vara något för höga, kanske 10 proc. Jag anser det därför försiktigast, att, innan en del ytterligare kontrollbestämningar blifvit utförda, ej anslå traktens nederbördsmängd till högre belopp än 1900 mm. per år i medeltal. Men åtminstone till denna siffra torde den väl belöpa sig.

Denna nederbördsmängd är för svenska förhållanden ganska betydlig. I Stockholm uppgick nederbörden i medeltal för åren 1860—94 endast till 437 mm. Enligt H. E. HAMBERG² skulle Boråstrakten uppvisa den största nederbördsmängden i Sverige, med i medeltal 750 mm. per år. Såsom bestämningen af den genom Rapaätно årligen afrinnande vattenmängden visar, måste man emellertid antaga nederbörden i Sarjektrakten vara omkring 2,5 gånger så stor. Denna betydliga nederbörd är för öfrigt ingalunda något så öfverraskande. Den är endast en naturlig följd af traktens belägenhet och stora höjd öfver hafvet.

Vi skola längre fram återkomma till högfjällens nederbördsförhållanden och återvända nu till frågan om, hvilken betydelse dessa vattenmassor hafva för den nutida erosionen och de recenta geologiska aflagringarne.

Rapaätнос transport af fasta ämnen.

I ett land med så ojämn topografi som högfjällen måste erosionen verka med mycket olika grad af intensitet. Som den i allmänhet verkar bakåt, måste den hafva större inflytande på de branta fjällsidorna än på de flata dalbottnarne, och skillnaden måste i

¹ G. F. F. 21, sid. 705.

² Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. IV (Nederbörd). Bihang till Domänstyrelsens und. berätt. 1895, sid. 27.

själfva verket vara så stor, att på långt när ej allt hinner bortföras från dalen, som i densamma genom erosionen nedföres. Där kommer sålunda en ackumulation att inträffa. Då emellertid äfven dalbottnarne ligga afsevärdt högre än hafvet eller den basis, till hvilken erosionen ytterst sträfvar att nedbringa landet, så måste äfven dalbottnarne erodera afsevärdt. Summan af detta positiva och negativa erosionsarbete kan approximativt bestämmas genom en uppmätning af de kvantiteter fasta ämnen, som genom traktens vattendrag bortföras från densamma. En sådan bestämning är emellertid en mycket svårare sak än blotta bestämningen af den afrinnande vattenmängden, hvilken redan den ingalunda är lätt att exakt uppmäta.

De lösta ämnenas mängd torde någorlunda stå i direkt proportionalitet till de afrunna vattenmängderna, men så är icke förhållandet med de i flodvattnet suspenderade slam- och sandpartiklarne. Såsom redan genom åtskilliga undersökningar i andra länder framgått, variera slammängderna i ett vattendrag mycket kraftigare än vattenmängderna, ty vid ökad hastighet kan vattnet transportera ojämförligt mycket större slammängder än vid minskad. I själfva verket är denna skillnad alldeles enorm, ty vattnets transportförmåga växer ungefär med sju potensen af hastigheten, dock letar man förgäfvets efter tillämpningen af denna enkla sats i tabeller öfver utförda slammängder. De faktiskt i vattendragen förekommande slammängdernas variationer lyda hvarken denna eller någon annan enkel matematisk lag, och man måste sålunda för att utröna den af en flod utförda slammängden gå empiriskt tillväga. Åtskilliga vattenprof hafva därför blifvit tagna i samband med bestämningarna af den borttrinnande vattenmängden. En del af dessa hafva blifvit undersökta och befunnits innehålla följande slammängder:

Datum	Djup m.	Slammängd gr. per m. ³	Framrinnande vatten- mängd genom hela tvär- sektionen m. ³ per sek.
1 aug. 1897	0	29	56,7
2 juli 1898	0	82	89,7
14 juli 1899	0	291	155,1
» » »	1	374	»
» » »	2	455	»
» » »	2,5*	1529	»
16 aug. »	0	57	22,1

* 0,2 m. öfver bottnen.

Slammängden har enligt dessa prof befunnits variera ungefär mellan 6 gr. och 1,5 kg. per kubikmeter. Liksom det icke är möjligt att af en enstaka vattenmängdsbestämning kunna draga några pålitliga slutsatser angående en flods årliga vattenförning, kan man ej heller af en enstaka slammängdsbestämning beräkna ens ett närmevärde på den årliga slamförningen, ja man torde icke ens kunna beräkna den genom hela tvärsnittet framförda slammängden, ty såsom af bestämningarna den 14 juli 1899 framgår, är den på olika djup mycket olika. Dessa vid så olika vattenstånd gjorda slambestämningar torde dock kunna användas för att med hjälp af förut anförda vattenmängdsbestämningar finna, af hvilken storleksgrad Rapaätнос slamförning är. En sådan beräkning kan dock endast gifva ett groft närmevärde, ty en viss vattenhöjd motsvaras ingalunda alltid af en viss slammängd. En ökning af vattenmängden i Rapaätno kan nämligen bero af olika orsaker. Ibland kan den förorsakas af regn i dalarne samtidigt med att snö faller på glaciärer och toppar. Under sådana omständigheter äger icke någon stor ökning i slammängden rum, ty dalsidorna äro mest betäckta af stenar och moränbildningar, som redan många gånger förut blifvit afspolade, men däremot torde väl ur flodbäddens egna sandlager fin sand uppslammas, som vid den mindre vattenmängden blifvit liggande. Om däremot vattenökningen förorsakas af en så stor höjning i lufttemperaturen, att en liffigare smältning af glaciärerna inträder, så ökas slammängden högst betydligt, ty en större del af smältvattnet söker sig alltid ned till glaciärens botten, där tillgången på slam och sand af olika kornstorlek torde vara obegränsad. Ehuru sålunda någon enkel relation mellan slammängd och vattenmängd säkerligen icke finnes, må det likväl vara tillåtligt att använda de gjorda bestämningarna till en grof skattning af slammängden.

Undersökningarne den 14 juli 1899 gjordes ungefär midt i strömfårens djupaste del. De visa en betydande ökning i slammängden mot botten. På 2,5 meters djup eller 0,2 m. öfver botten var slamhalten nämligen mera än 5 gånger så hög som i ytan. Enligt åtskilliga författare, som utfört liknande undersökningar, äger äfven en högst afsevärd materialtransport utmed själva botten rum genom rullning af korn och stenar, som äro för stora för att kunna uppslammas. Huru stor denna utmed botten framrullande kvantitet är, har ej kunnat utrönas. Jag tror emellertid ej, att ett antagande af en transport af 550 gr. per kubikmeter i medeltal för hela snittet är för hög. Som vattenmängden vid tillfället var

155 m.³ per sekund, så skulle en slammängd af omkring 85 kg. i sekunden vid tillfället hafva framförts. Under antagande, att samma relation mellan ytans slamhalt och medelslamhalten äger rum vid alla de fyra observationstillfällena, erhållas följande värden på slamtransporten vid olika vattenhöjder:

Datum	Vattenhöjd m.	Vattenmängd i m. ³ per sek.	Slammängd i kg. per sek.
16 aug. 1899	1,49	22,1	0,24
1 aug. 1897	1,92	56,7	3,1
2 juli 1898	2,15	89,7	14,3
14 juli 1899	2,46	155,1	85,3

Vi finna af dessa siffror, att Rapaälven under en sommarflodsdag torde kunna utfrakta 5 000—10 000 tons slam, medan den vid de låga vattenhöjderna under vintern knappt torde transportera mera än några få tons dagligen. Under hela vintern — om vi antaga den till 6 månader — torde ej mera slam transporteras än under en enda sommarflodsdag. Slamtransporten under vintern spelar sålunda för den årliga slamtransporten ännu mindre roll än vattenmängden under vintern för den årligen afrinnande vattenmängden.

Med tillhjälp af sist anförda tabell har en kurva konstruerats, hvilken för en viss vattenhöjd gifver den motsvarande slammängden, för så vidt observationerna räcka. Medelst denna har sedan en slammängdskurva konstruerats på samma sätt som vattenmängdskurvan på fig. 14 af afflödeskurvan. Af den förstnämnda kan totalmängden slam för längre eller kortare tid bestännas, liksom totalmängden vatten af kurvan på fig. 14. På detta sätt beräknad har den genom Rapaälven utförda totala slammängden befunnits vara ungefär 180 000 tons per år i medeltal för åren 1898, 1899 och 1900. På grund af det fåtal observationer, som kunnat utföras, och den stora mängd observationer, som i själva verket skulle hafva behöfts för en noggrann bestämning, kan detta värde dock endast betraktas såsom en grof approximation.¹ I alla händelser kan det dock gifva någon idé om dimensionerna af slamtransporten i Rapaätno, vårt lands förmodligen slamrikaste älf.

Relativt till vattenmängden, som befanns vara 1 100 000 000 m.³ per år, är denna slammängd ej synnerligen stor, endast ungefär

¹ Säkerligen bör det likväl vara mycket tillförlitligare än tidigare för skandinaviska vattendrag genom enstaka vatten- och slammängdsbestämningar erhållna värden.

$\frac{1}{6000}$. Såsom nedanstående sammanställning visar, hafva åtskilliga stora floder en äfven relativt till vattenmassan större slamhalt. Orsaken härtill torde vara, att de genomlöpa mycket lösare jord- och berglager.

	Slammängd relativt till vattenmängd
Mississippi.....	I: 1 500
Po.....	I: 900
Donau.....	I: 2 880
Nilen.....	I: 2 050
Rhen.....	I: 18 000
Rapaätno.....	I: 6 000

Af dessa floder har endast Rhen en mindre slamhalt än Rapaätno. De andra äro för öfrigt kända för sina stora slamhalter.

Det slam, som Rapaälfven för, härrör säkerligen icke till lika stor mängd från dräneringsområdets alla delar. Af det faktum, att alla bäckar i högfjällen, som icke komma från glaciärer, hafva nästan alldeles klart vatten, under det att de, som dränera glaciärer, alltid hafva mer eller mindre grumligt, följer, att det allra mesta slammet ovillkorligen härrör från glaciärerna. Såsom exempel på slamhalten i en glaciärbäck kunna följande siffror från Mikajock anföras:

Datum	Slammängd gr. pr m. ³
15 juli 1900.....	156,6
1 aug. ».....	1 430,2
5 » ».....	1 900

Alla profven voro ytvatten. Det sista visar, hvilken stor slamhalt dessa glaciärbäckar stundom kunna föra. Vid en jämförelse med tabellen på sid. 199 finner man dock, att bottenvattnet i Rapaälfven kan föra ungefär lika stor slamhalt. Transporten utmed botten var dock i Mikajock helt visst ofantligt mycket större, ty man kunde vid detta tillfälle tydligt höra, huru stora stenar på botten dundrade och slog mot hvarandra.

De glaciärbäckar, som tillflyta Rapaälfven, innehålla naturligen en mycket större relativ slammängd än älfven, ty dels torde de i och vid sidan af sin egen bädd aflasta det gröfsta materialet, dels blir deras vatten i älfven uppblandadt med klart vatten, som ej kommer från glaciärer.

Den recenta denudationens ungefärliga belopp.

Om älfvens slamhalt hufvudsakligen härrör från glaciärerna, så borde man af densamma kunna beräkna erosionens årliga belopp under och vid glaciärerna, d. v. s. med afdrag för det stenmaterial, som aflastas såsom ändmoräner och det, som fastnar i bäckfåran. Dock fordras för en sådan beräkning kännedom om glaciärernas areal, hvilken emellertid, innan kartarbetet blifvit fullbordadt, är obekant. Af den bifogade skissen öfver trakten närmast Sarjektjäcko (tafl. 6) kan man likväl få en viss föreställning om pro-

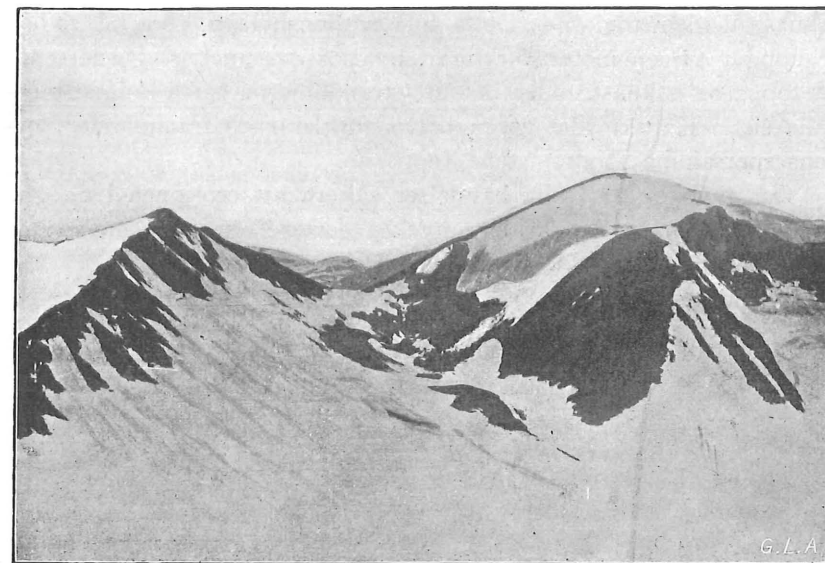


Fig. 15. Hängglacier på sydsidan af Akkatjäcko. Dess topp omkring 2 000 m. ö. h.

centen glaciertäckt mark. Den är därstädes ungefär 19 proc. Inom Rapaälfvens hela nederbördsområde torde dock den glaciertäckta marken vara mindre, förmodligen mellan 10 och 15 proc. Som glaciärernas erosionsareal dock är ganska mycket större än deras egen areal, torde den förra kunna anslås till cirka 20 proc. Här skulle i så fall enligt slammängden en erosion uppgående till 0,5 mm. om året äga rum, sålunda en ingalunda obetydlig kvantitet, till hvilken egentligen äfven ändmoränernas och bäckfårornas stenmassor skulle läggas. Om de isdämnda sjöarnes period får anses ligga 20 000 år tillbaka i tiden och glaciärerna under mellantiden ej ändrat sin stor-

lek, så skulle glaciardalarna sedan dess hafva sänkt sig i medeltal omkring 10 m. Alla dessa siffror äro dock endast mycket grofva approximationer.

Naturligen verkar dock äfven erosionen på andra ställen än i glaciardalarna. Någon ringa del af slammängden torde väl komma från den icke glaciertäckta terrängen liksom äfven den största delen af dé i vattnet lösta ämnena. Dessa hafva ännu ej kunnat bestämmas af brist på lämpliga förvaringskärl. Af de bestämningar, som blifvit gjorda, skulle jag vilja skatta den sammanlagda erosionen till endast omkring 0,05 mm. per år i medeltal på de ställen, som icke kunna räknas till glaciardalarna. Detta lilla erosionsbelopp, som på 20 000 år uppgår till en meter, förklarar, hvarför exempelvis glacierrapor på topparne saknas, under det att strandlinjerna hafva kunnat bibehålla sig. Kanske det äfven delvis förklarar de främmande bloc-kens sparsamma förekomst på topparne.

Så mycket är i alla händelser säkert, att erosionen i de glacieryllda dalarna fortskrider mycket fortare än i de öfriga och icke tvärtom, såsom för Schweiz af HEIM angifvits.

(Forts. i h. 3.)

Litteratur.

H. Henking. *Die Expedition nach der Bären-Insel im J. 1900.* Mittheilung des Deutschen Seefischerei-Vereins N:o 2. 1901.

Generalsekreteraren i tyska hafsfiskeriföreningen prof. H. HENKING redogör i denna uppsats för den inspektionstur till Beeren Eiland, hvilken sistlidne sommar företogs under hans ledning för att granska de tyska byggnaderna och öfriga anläggningar därstädes. I färden deltog också en representant för den Hamburgerfirma, som nu är ägare af den Lerneriska »privategdomen» (jfr Ymer 1901, häft. 1, sid. 51).

Vistelsen på ön omfattade tiden från 4 till 13 juli, och redogörelsen för densamma erbjuder endast rent praktiskt intresse. Anmärkningsvärdt är däremot en på litteraturutdrag grundad (dock långt ifrån fullständig) skildring af isförhållandena vid Beeren Eiland i äldre och nyare tider.

Arbetet åtföljes af ett antal synnerligen vackra och äfven ur geografisk synpunkt instruktiva landskapsbilder.

J. G. A.

Italienska expeditionen till Norra ishafvet med »Stella Polare» 1899—1900.

Föredrag inför Italienska geografiska sällskapet i Rom af H. K. H. HERTIGEN AF ABRUZZERNA och kapten UMBERTO CAGNI. — Autoriserad öfversättning af E. STOLPE. Stockholm. FRITZE'S hofbokhandel 1901. Pris 2.50 kr.

Den uppmärksamhet, den italienska expeditionens djärfva färd till Frans Josefs land och polarhafvet norr därom väckte inom hela den geografiskt intresserade världen, har gjort, att man med stor spänning väntat på en noggrannare redogörelse för färdens förlopp. En sådan gafs ock af expeditionens ledare och hans närmaste man vid det Italienska geografiska sällskapets högtidssammankomst i Rom och meddelades i tryck i det i februari utkomna häftet af nämnda sällskaps tidskrift. Med berömvärd snabbhet har nu en svensk förläggare skyndat att i en liten bok på 102 sidor gifva den för arktisk forskning alltid intresserade svenska allmänheten de nämnda föredragen i svensk dräkt. De åtföljas äfven af samma taflor och kartor, som den italienska publikationen. Den korta redogörelse, som vårt Sällskaps ordförande å Vegadagen, i samband med expeditionens belönande med Vegamedaljen, lämnade för dess öden och upptäckter,¹ kan såsom väsentligen grundad på den italienska originalframställningen betraktas såsom ett kort referat af arbetets väsentligaste innehåll. Den som genomläser detta får emellertid därutöfver många intressanta detaljskildringar, hvilka visa den ovanliga omsorg, sällsynta energi och storartade entusiasm för den förelagda uppgiften, som karakteriserat såväl ledning som utförande. Han skall också med glädje kon-

¹ Se sid. 210 i detta häfte.

Sarjekfjällen.

En geografisk undersökning.

Af **Axel Hamberg**.

(Härtill tafl. 6).

(Forts. fr. h. 2.)

7. Glaciererna.

De för närvarande verksammaste geologiska faktorerna i högfjällen äro utan tvifvel de, som stå i samband med glaciererna. Såsom redan anfördt, äro dessa ingalunda några undantagsbildningar, utan spela i många afseenden en för trakten betydande roll. Huru stor arealprocent af hela högfjällsområdet glaciererna upptaga, kan ej ännu angifvas. Inom det fjällmassiv, som omgifver Sarjektopen, upptaga de, såsom nyss nämnts, nära 20 procent af hela arealen. Glacierernas antal torde uppgå till omkring ett hundratal. Deras habitus är, såsom jag i en föregående uppsats¹ utvecklade, ganska växlande.

Glacierernas hufvudtyper.

Åtskilliga försök till en klassifikation af glaciererna ha blifvit gjorda alltifrån SAUSSURE'S indelning af alpernas glacierer i sådana af första och andra ordningen till de talrika under de senare åren

¹ Om Kvickjocksfjällens glacierer. Förelöp. meddelande. Geol. Fören. Förh. 18 (1896), sid. 623.

föreslagna indelningarne. Tillämpar man i detalj dessa klassifikationer, finner man emellertid, att de allesamman äro otillräckliga, så till vida att glacierer af ganska olika habitus måste sammanföras till samma grupp, hvilket system än väljes. Detta beror i några fall därpå att indelningsgrunden är olämplig, i andra därpå att afdelningarnes antal är för litet.

Man torde lämpligen kunna hänföra glaciererna med afseende på deras utbildning till trenne grundformer: 1) hängglacierer, 2) dal-

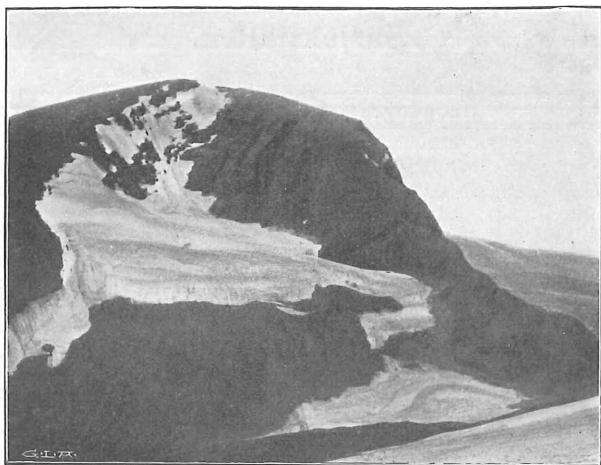


Fig. 16. Nischglacier på sydöstra branten af Stuur Niak (1 923 m. ö. h.)

glacierer, 3) platåglacierer, hvilka ensamt uppträda eller i kombination med hvarandra bilda de olika glaciertyperna.

Hängglaciererna ligga på slutningen af en bergkam, dalglaciererna i en dal och platåglaciererna på en slätt. Hängglacierer och platåglacierer omgifvas sålunda ej af dalsidor, och på dem böra följaktligen ytmoräner ej förekomma. Denna indelning är sålunda helt och hållet topografisk, och topografien har äfven en afgörande betydelse för glacierernas typer. Men dessutom är äfven snö- och ismassornas storlek afgörande för typen. Vid mycket stor ökning af dessa torde flertalet hängglacierer öfvergå till dalglacierer, och om ett större område helt och hållet öfvertäckes af is och snö, uppgå såväl häng- som dalglacierer kanske i en enda platåglacier.

Hängglaciererna af alpin typ äro ej talrika. Fig. 15, sid. 203, visar en, hvars afsmältningssområde befinner sig ett par hundra meter ofvanför den rätt stora Akkaglacierens firnområde.

De flesta glaciererna äro dalglacierer och upptaga en bidal. Utgöres denna af en helt kort cirk («nisch» eller »botten»), uppstår en typ, nischglaciererna (fig. 16), som står på gränsen till hängglaciererna. Dalglacierernas utseende och dimensioner äro mest beroende af formen och storleken hos de dalar, hvari de ligga. I allmänhet äro de lappländska dalglaciererna mycket breda i förhållande till sin längd, hvilket beror därpå, att dalarne äro af jäm-

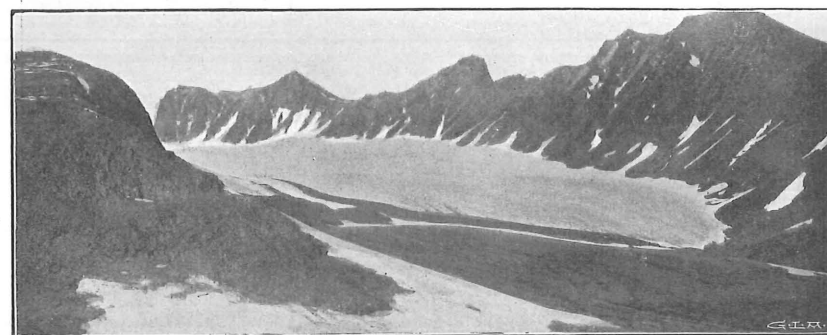


Fig. 17. Tjågnorisglacieren, en dalglacier.

förelsevis hög ålder och sålunda väl utmodellerade. Firnområdet är ibland ej mycket bredare än afsmältningssområdet, och glaciererna få därför ofta en nästan rektangulär begränsning (fig. 17). Ibland, såsom å Mikaglacieren, är dock firnområdet jämförelsevis vidsträckt, och afsmältningstungan blir då så mycket kraftigare. Den största längden af en dalglacier i Sarjektrakten torde ej öfverstiga 6 km., men bredden uppgår stundom, såsom hos Luleavaggeglacieren (fig. 24, sid. 245), till 2—3 km. Så långa och smala glaciertungor, som från de vidsträckta firnområdena i Alperna flerstädes skjuta ned i de unga och trånga dalarne, saknas i Lappland.

Dalglaciertypen förekommer äfven i kombination med någon af de andra typerna. Om en dalglacier i en hängande dal är så stor, att han skrider ut på hufvuddalens sida, får glacierändens karakteren af hängglacier. Emedan de hängande dalarne äro

mycket vanliga i trakten, blir typen »dalglacier med hängande» äfven ganska vanlig, fig. 5 (sid. 168) och 18.

Till platåglaciertypen, som för Norge är så karakteristisk, torde flere glacierer på Ålka kunna räknas (fig. 19). Om dessas dimensioner, är dock ännu ej något att säga, innan kartan blir konstruerad.



Fig. 18. Skuorvaglacieren, en dalglacier med hängande.

Glacierernas hushållning.

Viktigare än topografien äro för glacierernas uppkomst de meteorologiska förhållandena, ty för bildningen af glacierer är i första hand nödvändigt, att snö faller, vidare att den årliga mängden häraf inom glacierens ackumulationsområde är större än den kvantitet, som hinner smälta eller afdunsta. De årliga öfverskotten af snö hopa sig på hvarandra och klämmas tillsamman till is, men som denna är plastisk, glider den sakta nedåt, följande underlagets lutning. Emedan på lägre nivå snönederbörden är mindre och värmegraden större, kommer ismassan slutligen ned till trakter, där mera snö

skulle kunna smälta och afdunsta än som faller; där smälter isen småningom utaf, och glacieren upphör.

I denna glacierernas hushållning spela dock de meteorologiska faktorerna ej alltid in med de belopp, som motsvara traktens klimat. Nederbörden i ackumulationsområdet är ofta större än den klimatiska nederbörden, ty vanligen hopar sig därstädes äfven större delen af den snö, som från de omgifvande fjällkammarne blåser ned i den jämförelsevis lugna dal, hvarest glacieren vanligen ligger. Det låter till och med mycket väl tänka sig, att glacierer

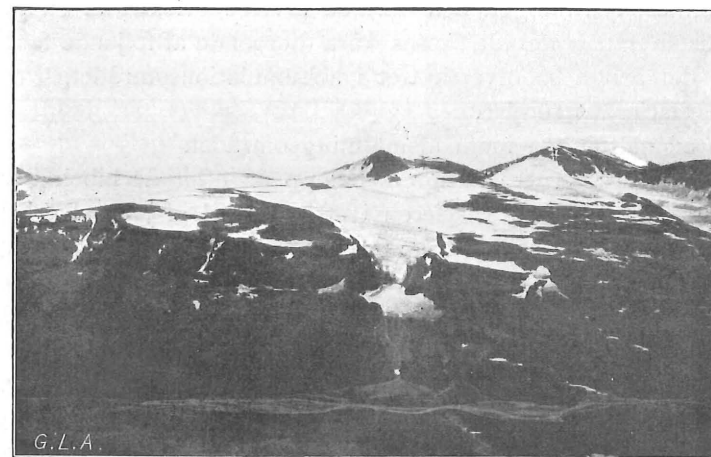


Fig. 19. Ålka-glacieren, en platåglacier med hängande.

medelst en dylik koncentration genom vinden skulle kunna uppstå till och med *under* den klimatiska snögränsen (= den nivå, vid hvilken årligen i medeltal lika mycket snö faller, som kan smälta och afdunsta). Likaledes äro afsmältning och afdunstning mycket beroende af topografien och det väderstreck, mot hvilket glacieren lutar. En fritt exponerad hängglacier skulle till äfventyrs kunna hafva sitt afsmältningsområde *ofvanför* den klimatiska snögränsen, om glacierändan har ett för vinden så exponerad läge, att endast högst ringa snö där fastnar. Såsom fig. 15, sid. 203, visar, kan därför en glacier upphöra ofvanför en annan glaciers firnområde.

Angående traktens meteorologiska förhållanden, särskildt beträffande nederbörden, skall i det följande lämnas några data. På grund af de stora afvikelser, som terrängens ojämnheter förorsaka

i snönederbörd och lufttemperatur, skulle dock äfven en ganska noggrann kännedom om traktens klimat i allmänhet ej förslå för att förklara, hvarför på en fläck finnes en glacier, på en annan ingen, hvarför en glacier upphör på en nivå, en annan på en annan nivå. Förutom den påbörjade undersökningen af de för glaciererna viktiga meteorologiska elementen har jag därför äfven inledt undersökningar öfver snö- och isomsättningen hos tvenne representativa glacierer, nämligen Mikaglacieren och Luleavaggeglacieren, hvilka undersökningar syntes mig så mycket mera värdefulla, som dylika arbeten ej förut blifvit utförda.

Ämnesomsättningen och därmed äfven storleken af en glacier kan, såsom redan antydt, anses vara beroende af följande faktorer:

- 1) det årliga snööfverskottet i ackumulationsområdet,
- 2) glacierens rörelse,
- 3) afsmältningen inom afsmältningsområdet.

Så snart dessa tre faktorerers belopp år efter år bibehåller sig konstant, så kommer glacieren i ett tillstånd af jämnvikt till klimatet och bibehåller år efter år sin storlek oförändrad. Men om klimatet ändrar sig, måste äfven i de nämnda faktorernas belopp förändringar inträffa, som, om de ej tilläfventyrs kompensera hvarandra, förorsaka ändringar i glacierernas storlek. För att utröna huru Sarjektraktens glacierer i detta hänseende förhålla sig, har läget af åtskilliga glacierändar relativt till nedanför dem uppbyggda rösen vid flera olika tillfällen uppmätts. Därpå har visat sig, att under de år undersökningarne fortgått glaciererna här bibehållit sin storlek nästan oförändrad. Däremot ser det ut, som om under decenniet före mina arbetens början en minskning ägt rum, ty Luotohglacierens ände, hvars läge 1883 bestämdes af SVENONIUS, befanns 1897 hafva dragit sig 119 m. tillbaka. Af denna enda observation kan dock ej några säkra slutsatser dragas angående hela traktens glacierer.

Försök att bestämma snöackumulation och rörelsehastighet i firnområdet.

Af dessa tre faktorer är den första den afgjordt allra svåraste att bestämma. Med en nederbördsjäkmätare uppställd i firnregionen skulle visserligen en sådan bestämning kunna utföras, men denna jäkmätare måste i så fall ofta tillses, grävas fram och flyttas upp på nytt underlag, allteftersom snön ackumulerar sig. Detta skulle emellertid vara förenadt med stora kostnader i en trakt, där inga

människor bo och inga bostäder finnas. Jag har därför sökt utröna snöackumulationen medelst bambuspön af större längd än tjockleken af det under ett år fallna snöskiktet. Huru dessa experiment anordnades, synes af fig. 20. Det långa spöet ställdes upprätt och fastbands vid ett kors af bambu, i hvars med stenar belastade ändar det stagades med smäcker wire. Korset hindrade spöet att sjunka under den snöyta, på hvilken det uppställdes, och om spöets längd var bekant, kunde man sålunda bestämma de efter bambuställningens uppsättning fallna snömassornas tjocklek, så länge spöändan ännu var synlig. Med kännedom om snölagrens specifika vikt kunde äfven nederbördens vikt och den af snön bildade isens ungefärliga volym beräknas.

Fyra dylika ställningar upprestes i juli 1899 inom Mikaglacierens firnområde, och för en femte uppfraktades äfven bamburören, men dessa blefvo under ett kort därpå inträffadt snöfall begrafna i snön och återfunnos ej. Tre af ställningarna, hvilka uppsatts den 23 juli 1899, besöktes återigen den 12 aug. samma år, hvarvid den under mellantiden fallna snöns tjocklek befanns uppgå till följande belopp:

Spöets längd i m.	Höjd öfver havet i m.	Det mellan $\frac{23}{7}$ — $\frac{12}{8}$ 1899 fallna snölagrets tjocklek i m.
5,5	1 500	1,30
6,05	1 490	1,19
5,4	1 340	0,6

Under tjugo dagar midt i sommaren hade sålunda ett snöskikt af öfver en meters tjocklek fallit inom öfre delen af Mikaglacierens ackumulationsområde. Den ifrågavarande sommaren var dock liksom sommaren 1900 ovanligt kall och nederbördsrik, och det blef äfven den följande vintern. När jag den 13 juli 1900 åter besökte



Fig. 20. Bambuställning för uppmätning af snölagrets tjocklek och ackumulationsområdets rörelsehastighet. På Luleavaggeglacieren vid 1 540 m. ö. h.

bambuställningarna på Mikaglaciern, återfanns endast den på 1 340 m. ö. h. uppställda. Tjockleken af det sedan $\frac{12}{8}$ 1899 bildade snölagret befanns där utgöra 1,95 m. Som de öfriga tre på större höjd öfver hafvet uppsatta ställningarna icke kunde upptäckas, fömodar jag, att de blifvit öfversnöade, och de sedan juli föregående år fallna snömassornas mäktighet skulle följaktligen utgöra minst spöens längd, sålunda minst 5,5—6 m., förmodligen dock mera, huru mycket mera är ej möjligt att säga. Att de skulle hafva blåst ned, är ej troligt, eftersom de i aug. 1899 stodo synnerligen stadigt inbäddade i de redan då mera än metertjocka snömassorna.

Trenne i Luleavaggeglacierns ackumulationsområde på höjderna 1 620, 1 540 och 1 470 m. ö. h. hösten 1899 uppsatta bambuställningar kunde sistlidne sommar ej heller återfinnas. Dessa bambuspön, hvilka jag hade hoppats vara användbara äfven såsom signaler för bestämningar af rörelsehastigheten inom ackumulationsområdet, ha sålunda ännu ej gifvit önskad resultat, hvilket är att beklaga, då lämpliga metoder, som ägna sig för under längre tid fortsatta observationer i de delar af glaciern, där allt ganska snart begrafves under de sig hopande snömassorna, saknas. Måhända skola de omkring 8,7 m. långa bambusignaler, som jag sistlidne sommar uppsatte, visa sig för ändamålet tillräckliga. I motsatt fall torde några kontinuerliga observationer öfver ackumulation och rörelse inom firnområdet, åtminstone på dessa svårtillgängliga glaciern, icke utan ganska stora kostnader kunna erhållas.

BLÜMCKE och HESS¹ hafva — såsom framgår af deras sistlidne vinter utkomna arbete öfver Hintereiserner i Ötzthaler Alpen — äfven gjort försök att anordna signaler i firnregionen, dock endast för att bestämma rörelsehastigheten. De använde för detta ändamål 6 m. långa stänger, som hopfogades så, att de bildade sidorna i en trigonal pyramid, hvilka ytterligare genom tvärlister förstärktes. Hvarje sådan signal torde sålunda hafva representerat en ej obetydlig vikt. Nio sådana »Stangendreikante» uppfördes år 1894 och återfunnos 1895, allesamman utom en hade dock blåst omkull. Som de återfunnos, kunde likväl approximativa värden på rörelsehastigheten erhållas. Sistnämnda år ombyggdes de, så att deras bas blef större; denna förändring invercade emellertid därhän, att snömassorna tryckte sönder ställningarna, och de följande

¹ Untersuchungen am Hintereiserner. Wissensch. Ergänzungshefte z. Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins. München 1899.

åren kunde endast en utaf dem återfinnas. För att undvika signalens söndertryckning vid snömassornas sammanpackning, torde en enda vertikal stång vara att föredraga, ehuru det å andra sidan är svårare att få en dylik att hålla stånd mot ackumulationsområdets häftiga vindar och säkerligen ganska starka rimfrostbildning.

VALLOT¹ har sökt anordna hastighetsmätningar inom Mont-Blanc's firnregioner genom uppresning af ett större antal meterhöga numrerade träpålar samt genom utläggning af märkta brädlappar och numrerade flaskposter. Alla dessa föremål bli naturligen, för så vidt de utlagts inom ackumulationsområdet, inneslutna i snömassorna, föras med dessa nedåt samt torde först om åtskilliga årtionden åter komma i dagen inom afsmältningsområdet. Bestämningar, utförda på detta sätt, kunna sålunda ej inom så kort tid gifva resultat.

Rörelsehastigheten inom afsmältningsområdet.

Bestämningar af rörelsehastigheten inom afsmältningsområdet äro däremot lätta att utföra, ty märken, som där utläggas på glacierns yta, komma fortfarande att ligga på ytan och bära sålunda utom under vintern, då äfven denna del af glaciern täckes af ny snö, kunna återfinnas. En stor mängd bestämningar af detta slag hafva äfven blifvit utförda på glaciern i olika trakter af vår jord. De äldre glaciernforskare AGASSIZ, FORBES, TYNDALL m. fl. använde mest såsom igenkännliga punkter stora flyttblock, på isen tillfälligtvis kvarlämnade föremål eller i densamma neddrifna pålar, hvilka äfven tjänade till bestämning af afsmältningshastigheten. Dyliga pålar hafva emellertid den olägenheten, att de falla omkull, när de smält fram ett stycke. Bättre äro lätt identifierbara t. ex. med oljefärg märkta stenar. Med sådana målade stenar såsom signaler utföras numera de flesta mätningar af glacierns rörelsehastighet. Den mest bekanta undersökning af detta slag är den, som sedan 1874 utföres på Rhoneglaciern i Alpen. Då utlades på densamma fyra linjer målade stenar, den röda, den gula, den gröna och den svarta stenlinjen, hvilka sedermera årligen uppmätts, tills de af glaciern blifvit aflastade på det torra.

Omkring 130 målade stenar hafva på sex olika glaciern inom Sarjektrakten af mig blifvit utlagda för att utröna deras rörelse-

¹ Annales de l'observatoire météorologique du Mont-Blanc, I, sid. 54. Paris 1893.

hastighet. Under dessa arbeten har det emellertid visat sig, att ej ens medelst stenar exakta bestämningar kunna erhållas. Visserligen smälta stenarne i regeln under sig små gropar, i hvilka de ligga stadigt; dock förekommer äfven under vissa omständigheter, att i stället små upphöjningar under stenarne bilda sig, från hvilka de då kunna glida ned. Stenarnes rörelse relativt till vissa i bergväggarna målade märken blir i så fall ej densamma som ispartiklarnes. Ett fullt exakt resultat erhålles naturligen genom borrhål, men denna metod är för arbetsam för att kunna användas i stor skala. För att hindra stenarnes egen rörelse har jag på senare åren plägat binda små ställningar af järntråd under dem, hvarigenom de fasthållas i isen. Vid dessa ställningar fästes äfven lämpligen en upprättstående järntråd af omkring $\frac{1}{2}$ meters längd för att möjliggöra stenarnes återfinnande i händelse ny snö kvarligger på glaciern, när mätningarna företagas. I trakter, där snöfall på afsmältningssområdet under sommaren ej förekomma, torde kanske H. F. REID'S¹ metod med märkta järnplåtbitar vara att föredraga. Jag har äfven i någon utsträckning använt denna metod, kan dock ej ännu yttra mig angående dess tillförlitlighet.

Här nedan anföras några serier af bestämningar på rörelse-hastigheten hos olika glaciern inom trakten. Flertalet af dessa bestämningar äro verkställda genom grafisk kartläggning (med distanstub och stång) af stenlinjernas lägen vid tvenne olika tillfällen. Endast de i tabell I uppförda bestämningarna äro grundade på mätningar med ett noggrannare vinkelmätningssinstrument i

I. Nedre stenlinjen på Mikaglaciern

(ungefär 100 m. ö. h.).

Afstånd	Tillryggalagd väglängd	
	från röse på vänstra sidomoranen m.	pr dag i medeltal cm.
	mellan 25 juli 1899 och 4 aug. 1900 m.	
302	24.79	6.61
358	26.08	6.95
419	27.02	7.20
460	27.90	7.44
509	28.21	7.52
548	28.48	7.59
601	28.02	7.47

kombination med distansbestämningar med distanstub. Dessa noggrannare mätningar företogos mot stenar, som voro försedda med stålträdsfötter och sålunda ej hafva kunnat glida på isens yta. De värden, som på detta sätt erhållits, skilja sig dock ej mycket — såsom vid jämförelse med tab. II synes — från dem, som förut bekommit genom mindre noggranna mätningar med större

¹ The variations of glaciers. Journal of Geology, III (1895), sid. 287.

II. Nedre stenlinjen på Mikaglaciern

(ungefär 100 m. ö. h.).

Afstånd	Tillryggalagd väglängd	
	från röse på vänstra sidomoranen m.	pr dag i medeltal cm.
	mellan 8 aug. 1895 och 20 aug. 1897 m.	
0	3.5	0.5
61	14.2	1.9
101	23.5	3.2
152	31.2	4.2
200	38.0	5.1
258	44.5	6.0
298	49.2	6.6
348	53.5	7.2
392	56.5	7.6
427	56.5	7.6
488	55.5	7.5
526	56.0	7.5
580	56.0	7.5
631	52.5	7.1
682	52.5	7.1
728	50.0	6.7
779	47.0	6.3
834	43.0	5.8
883	33.5	4.5
937	3.0	0.4
på högra sidomoranen.		

III. Öfre stenlinjen på Mikaglaciern

(omkring 1250 m. ö. h.).

Afstånd	Tillryggalagd väglängd	
	från röse på vänstra sidomoranen m.	pr dag i medeltal cm.
	mellan 6 aug. 1895 och 17 aug. 1896 m.	
0	3.0	0.4
61	19.2	2.6
125	29.8	4.0
160	34.0	4.6
206.5	39.8	5.3
256	42.0	5.6
298	44.8	6.0
348	52.0?	7.0?
390	47.5	6.4
434	50.0	6.7
479	50.0	6.7
528	52.5	7.0
571	51.5	6.9
615	51.0	6.8
661	51.0	6.8
707	51.0	6.8
757	51.0	6.8
805	50.5	6.8
856	50.0	6.7
898	49.0	6.6
943	46.0	6.2
982	43.7	5.9
1024	39.0	5.2

IV. Stenlinjen på Suotasglaciern

(omkring 1250 m. ö. h.).

Afstånd	Tillryggalagd väglängd	
	från röse på högra sidomoranen m.	pr dag i medeltal cm.
	mellan 23 aug. 1895 och 11 aug. 1896 m.	
0	2.5	0.7
135	10	2.8
212	18.5	5.2
306	29	8.2
361	35	9.9
439	35	9.9
568.5	36.5	10.3
632	38	10.7
677	37	10.5
736	37	10.5
875	40	11.3
942	41	11.6
1015	38	10.7

Glacierns bredd omkring 1300 m.

V. Stenlinjen på Jokkotjkaskaglaciern

Afstånd	Tillryggalagd väglängd	
	från glacierns högra kant m.	pr dag i medeltal cm.
	mellan 29 juli 1896 och 28 juli 1899 m.	
91	13	1.2
129.5	28	2.6
168.5	42.5	3.9
213.5	49	4.5
258.0	50	4.6
301.5	49.5	4.5
340.5	49.5	4.5
450.0	39	3.6

Glacierns bredd omkring 522 m.

tidsintervall. För kortare tidsintervall, t. ex. en månad, fordras emellertid ett ganska noggrannt arbete, om tillfredsställande resultat skola erhållas. Dyliga noggranna mätningar med kortare tidsintervall hafva varit planerade för de sista somrarna men ej kunnat utföras på grund af de häftiga snöfall, som ägt rum äfven inom afsmältningsområdet och för längre tider dolt de utlagda märkena.

Den största rörelsehastigheten har observerats på Suotasglacieren, där maximumhastigheten befunnits vara 11,6 cm. per dygn eller omkring 42 m. om året. Mikaglacierns midtlinje rör sig med 7—7,5 cm. per dag eller med 25—28 m. per år. Mycket långsammare rör sig den äfven mycket mindre Jokkotjaskaglaciern, nämligen med endast 4,5 cm. om dagen eller 16,5 m. om året. Märkligt nog rör sig den af WESTMAN undersökta ganska betydliga Stuurajekna¹ på Sulitälma med ännu mindre hastighet, nämligen med endast 3,1 cm. per dag.

Afsmältningshastigheten.

Den tredje faktorn af betydelse för glaciernas hushållning är afsmältningshastigheten inom ablationsområdet. Redan de äldre glaciärforskarne, AGASSIZ, MARTINS, SCHLAGINTWEIT, DOLLFUS m. fl., utförde ablationsbestämningar på de schweiziska glacierna. De begagnade sig därvid antingen af pålar, som neddrefvos i isen, eller af hål, borrhål i densamma. Den hastighet, hvarmed pålarne smälte fram eller hålen förkortades, var lika med isytans afsmältningshastighet. Användningen af pålar är af flera skäl mindre tillförlitlig och torde numera näppeligen förekomma; däremot begagnas ännu för ablationsbestämningarna i isen borrhål, och torde någon bättre metod ej stå att finna. Denna metod har dock äfven sina felkällor. Den grundar sig nämligen på, att hålets botten bibehåller sig oförändrad, men detta är ej alltid händelsen. Om hålet står fyllt med vatten, hvilket vanligen är fallet, kan vattenytan uppvärmas öfver 0°; det uppvärmda vattnet, som är tyngre än det nollgradiga, sjunker då i hålet och förorsakar en smältning af väggar och botten. För att eliminera det fel i ablationsbestämningen, som uppkommer genom smältning af hålets botten, har REID² föreslagit, att man skulle borra två hål intill

¹ Beobachtung von die Gletscher von Sulitälma und Ålmajalos. Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. IV (1898), sid. 70.

² The variations of glaciers. Journal of Geology, III (1895), sid. 288.

hvarandra och bildande en vinkel med hvarandra af 45° eller 60° samt placera en stång i hvardera hålet och fästa dem tillsammans i skärningspunkten. Afsmältningen skulle därefter räknas från skärningspunkten såsom fixpunkt. Denna metod hjälper dock ej fullkomligt, ty äfven hålens sidor smälta i synnerhet nära isytan; dessutom är den ju äfven ganska besvärlig, då den fordrar två hål och två långa stänger för hvarje bestämning.

N. EKHOLM har muntligen¹ föreslagit en modifikation af REID's metod, nämligen att mäta det horisontella afståndet mellan hålens mynningar i stället för det vertikala till deras skärningspunkt. Om vinkeln mellan hålen är bekant, så kunna de vara tomma, ty af det horisontella afståndet dem emellan kan det vertikala till skärningspunkten beräknas. Denna metod är dock förbunden med flere svårigheter, såsom att mäta vinkeln mellan hålen tillräckligt exakt, att borra dem fullt raka o. s. v.

Då tillförlitliga ablationsbestämningar för glacierns undersökningar äro af största vikt och någon utredning af, huru dyliga bestämningar lämpligen böra utföras, ej finnes, har jag ansett det vara af intresse att jämföra några olika metoder, som kunde ifrågakomma. Särskildt var af vikt att få utrönt, huruvida hålens längd inverkade på resultaten.

För detta ändamål utfördes på Mikaglaciern vid omkring 1000 m. ö. h. komparationer mellan borrhål anordnade på följande sätt:

I. Tvenne »saxhål» (enligt EKHOLMS idé), 2,8 m. djupa, öppna, bildande en vinkel af omkring 49° 50' med hvarandra.

II. Ett hål, 2,76 m. djupt, i detsamma en flere meter lång och några mm. tjock rotting med den ena änden fastgipsad i dess botten. Hålet delvis fyllt med bomull för att försvåra vatten-cirkulation.

III. Ett öppet hål, 2,96 m. djupt, försedt med rotting af samma dimensioner som föregående.

IV. Ett öppet hål, 1 m. djupt, försedt med rotting såsom föregående.

Hålens diameter var i alla fyra fallen ungefär 3 cm.

Isablationen, räknad från den 20 juli 1900, befanns vid dessa hål uppgå till följande belopp:

¹ Under en diskussion i Fysiska sällskapet i Stockholm hösten 1899 med anledning af ett föredrag af författaren angående glacierns undersökningar.

Datum.	I cm.	II cm.	III cm.	IV cm.
25 juli 1900.....	15,2	18,5	15	13
31 » »	42,6	44	39	39
3 aug. »	—	59	55	54,5
4 » »	71,6	72,3	70,5	63,2
28 » »	—	169,0	161,5	—

En annan komparation utfördes högre uppe på glaciären omkring 1100 m. ö. h. med trenne hål af samma djup och anordningar som II, III, IV i föregående komparation. Resultaten blefvo följande afsmältningsbelopp, räknade från den 31 juli 1900:

Datum.	II cm.	III cm.	IV cm.
3 aug. 1900	13	14	13,5
4 » »	25,7	26,5	23,0
28 » »	99	98	—

Då isens afsmältning ingalunda försiggår med fullt samma hastighet äfven på hvarandra ganska närliggande punkter, kan full öfverensstämmelse icke väntas för de olika hvarandra närbelägna hålen. De differenser, som förekomma, kunna sålunda i någon mån bero på andra förhållanden än olikheter i metoden. Så mycket framgår dock med tydlighet, att de öppna hålen gifva för låga värden på ablationen, om de äro kortare än en meter. Det gynnsammaste resultatet tyckes erhållas med de gipsade hålen, en metod, som jag sedan sommaren 1899 städe användt för ablationsbestämningarna.

Vid dessa försök ansåg jag onödigt pröfva de förfaringssätt, som förut befunnits vara mindre noggranna eller a priori kunde anses vara det. Dit hör användningen af tunga stänger i borrhålen. Det är nämligen själfklart, att dessa sjunka ned i isen, desto mer ju tyngre de äro. Därför synas mig de ablationsmetoder, som de så utmärkte tyske glaciärforskarne FINSTERWALDER, BLÜMCKE och HESS användt, ingalunda fullkomligt klanderfria. Den förstnämnde använde järnrör i borrhålen, de senare, som borrhade mycket djupa hål, 4—13,6 m., fyllde dessa med 2 m. långa trästänger, som belastades med järnrör, tills de sjönko i de vattenfyllda hålen. Äfven vid det senare förfaringssättet torde tidtals ett afsevärdt tryck på hålets botten hafva förekommit. Vid användning af en några millimeter tjock rotting, hvars ände med en knif fjällats upp och medelst nedhållt torr gips blifvit fäst vid hålets botten, upp-

står intet nämnvärdt tryck på densamma, ty allt eftersom hålet afsmältes, lägger sig den mjuke rottingen på isen såsom ett snöre. Den är dock tillräckligt stabil för att tillförlitligt angifva afståndet till hålets botten, äfven om detta af istrycket sammanpressas, hvilket en och annan gång inträffat. Naturligen måste ett märke angifva isytans ursprungliga höjd.

Samtliga för dessa undersökningar borrhade hål äro gjorda med tillhjälp af stötborrar med mejselformig egg, sålunda af samma typ som vanliga handbollar för fast berg. Sådana borrar äro väl för själfva isborrningen ingalunda bättre än spiralbollar eller skedbollar, men de kunna göras betydligt lättare än dessa, hvilket för så svåra transportförhållanden som i den ifrågavarande trakten är af betydelse. Mina borrar utgöras samtliga af askstänger af en, två och tre meters längd, hvilka i ena änden äro beslagna med bormejsel, i den andra med ett skydd af järn mot hammarens slag. Hade sked- eller spiralbollar användts, så hade de väl måst göras helt och hållet af järn. En vid bergborrning van lapp — sådana finnas — hinner borra 1 m. is på 15 min. med mina borrar.

Resultaten af de viktigaste ablationsbestämningarna äro följande:

Borrhål på Luleavaggeglaciären.

Nr	T i d	Ungfärligt hori- sontalsstånd från glaciären	Ungfärlig höjd öfver hafvet	Borrhålets ur- sprungliga djup	Märkes höjd öfver isytan	Ablation pr 24 timmar	Ablation	
							i cm.	under antal dagar
1	7 juli 1897 7 e. m.	m.	200	1080	180	0.0	—	
»	12 » » 9.20 »	»	»	»	»	28.0	5.5	
»	13 » » 6 »	»	»	»	»	40.0	13.9	
»	14 » » 9.30 »	»	»	»	»	55.2	13.3	
3	21 aug. 1899 7.20 »	»	1100	296	12.5	—		
»	3 sept. 1900 7.30 »	»	»	»	63.0	—	50.5	378
2	7 juli 1897 7 »	400	1130	180	0.0	—		
»	12 » » 9.20 »	»	»	»	18.0	3.5		
»	13 » » 6 »	»	»	»	27.0	10.4		
»	14 » » 9.30 »	»	»	»	35.2	7.2		
»	16 » » 10.30 »	»	»	»	50.5	7.5		
4	21 aug. 1899 7.10 »	»	1120	296	7.0	—		
»	3 sept. 1900 7.20 »	»	»	»	51.0	—	44	378
5	21 aug. 1899 7 »	600	1140	»	6.5	—		
»	3 sept. 1900 7.10 »	»	»	»	68.0	—	61.5	378

№	T i d	Ungfärligt hori- sontalsstånd från glaciären	Ungfärlig höjd öfver hafvet	Borrhålets ur- sprungliga djup	Måtkets höjd öfver isytan	Ablation pr 24 timmar	Ablation	
							i cm.	under antal dagar
I	28 juli 1897	5 e. m.	m. 80	m. 940	cm. 178	0.0	—	—
»	10 aug. »	8 »	»	»	»	63.0	4.8	—
»	20 » »	2.15 »	»	»	»	121.4	6.0	121.4
»	21 » »	» »	»	»	»	0.0	—	23
»	17 sept. »	2 »	»	»	»	98.0	3.6	28/7—20/8 1897
2	28 juli »	5.15 »	180	980	185	0.0	—	—
»	10 aug. »	8.15 »	»	»	»	91.5	7.0	—
»	22 » »	5.30 »	»	»	»	139.0	4.0	131
9	20 juli 1899	5.30 »	170	970	296	0.0	—	23
»	22 » »	8.20 »	»	»	»	22.0	10.3	28/7—20/8 1897
»	26 » »	10.45 f. m.	»	»	»	45.0	6.4	—
»	12 aug. »	8 e. m.	»	»	»	88.0	2.5	88
10	» » »	» »	»	»	»	0.0	—	23
»	13 juli 1900	9 »	150	»	»	223.5	—	20/7—12/8 1899
»	19 » »	4.30 »	»	»	»	237.0	2.3	—
11	16 » »	12.30 »	»	»	»	0.0	—	330
»	19 » »	4.30 »	»	»	»	17.5	5.5	365
»	25 » »	2 »	»	»	»	38.5	3.5	20/7 1899—20/7 1900
»	31 » »	11.15 f. m.	»	»	»	64.0	4.3	—
»	3 aug. »	11.30 »	»	»	»	79.0	5.0	—
»	4 » »	9 e. m.	»	»	»	92.3	9.5	—
»	28 » »	4 ? »	»	»	»	189.0	4.1	105
3	28 juli 1897	6.20 »	410	1020	185	0.0	—	23
»	10 aug. »	8.30 »	»	»	»	61.0	4.7	28/7—17/8 1900
»	20 » »	2.30 »	»	»	»	100.5	4.1	100.5
7	21 » »	» »	»	»	»	0.0	—	23
»	17 sept. »	2 »	»	»	»	76.0	2.8	—
12	20 juli 1899	6.45 »	375	1010	296	0.0	—	—
»	22 » »	8.5 »	»	»	»	14.5	7.1	—
»	26 » »	11 f. m.	»	»	»	37.0	6.2	—
»	12 aug. »	3 e. m.	»	»	»	58.5	1.2	58.5
»	19 juli 1900	5.15 »	350	1000	»	240.5	—	244
13	16 » »	1.45 »	»	»	»	0.0	—	365
»	19 » »	5.15 »	»	»	»	11.0	3.5	20/7—12/8 1899
»	25 » »	2.30 »	»	»	»	23.0	2.0	20/7 1899—20/7 1900
»	3 aug. »	11.40 »	»	»	»	58.0	4.0	—
»	28 » »	4.30 »	»	»	»	161.0	4.1	93
4	28 juli 1897	7 »	1000	1100	178	0.0	—	23
»	10 aug. »	9 »	»	»	»	46.0	3.5	84.3
»	20 » »	3 »	»	»	»	84.3	3.9	28/7—20/8 1897
8	21 » »	» »	»	»	»	0.0	—	—
»	17 sept. »	2 »	»	»	»	57.5	2.1	—
14	22 juli 1899	8 »	»	»	296	0.0	—	—
»	25 » »	8 »	»	»	»	16.0	5.3	—
»	12 aug. »	3.15 »	»	»	»	27.0	0.6	35
»	19 juli 1900	5.40 »	»	»	»	81.0	—	90
»	31 » »	11 f. m.	»	»	»	89.5	0.8	365
»	3 aug. »	11.50 »	»	»	»	103.5	4.7	20/7—12/8 1899
»	28 » »	5 ? e. m.	»	»	»	194.0	3.6	90
15	16 juli »	3.30 »	»	»	»	0.0	—	23
»	19 » »	5.40 »	»	»	»	11.0	3.6	28/7—17/8 1900
»	31 » »	11 f. m.	»	»	»	17.0	0.5	—
»	3 aug. »	11.50 »	»	»	»	30.0	4.3	—
»	4 » »	8.30 e. m.	»	»	»	42.7	9.3	—
»	28 » »	5 ? »	»	»	»	116.0	3.1	80
16	25 juli 1899	» »	2000 ?	1200	296	0.0	—	23
»	12 aug. »	» »	»	»	»	4.0	0.2	28/7—17/8 1900

Ablationshastigheten har varit synnerligen växlande ej endast på olika ställen inom samma glacier, utan äfven vid olika tidpunkter på samma ställen. Vid flera tillfällen äro så stora afsmältnings-hastigheter som 10—13 cm. per dygn iakttagna, detta dock endast midt i sommaren, då solen äfven större delen af natten är öfver horisonten. I regeln uppgår dock ablationen till vida mindre belopp, och under de båda senaste somrarne har det flere gånger inträffat, att smältningen af själfva glacierisen för en tid helt och hållet upphört på grund af nyfallen snö. Vid sådana tillfällen ha de allra minsta ablationsvärdena erhållits, de betyda följaktligen i detta fall ingalunda, att de meteorologiska elementen ej kunnat smälta mera is under den ifrågavarande tiden, utan endast att under den-samma själfva glacieren ej förlorat mera is, emedan en del af vär-met tagits i anspråk för snösmältning.

I ablationshastigheterna afspegla sig väderlekens växlingar mer eller mindre fullständigt. Det skulle vara af intresse att i detalj kunna fullfölja detta sammanhang, men härför felas mig de nöd-vändiga observationerna. Däremot kan af iakttagelserna på Mika-glaciären en jämförelse mellan afsmältningshastigheterna under en 23 dagars period för de tre beträffande väderleken så olika som-rarne erhållas. Denna period infaller under de olika åren något olika, men befinner sig för alla tre inom gränserna 20/7—20/8. Såsom ett uttryck för väderleken kan den af temperaturobservationerna i Kwickjock kl. 8 f. m., 2 och 9 e. m. enligt den EDLUNDSKA formeln¹ beräknade medeltemperaturen för samma period anföras:

Ar	Medeltemperatur i Kwickjock under 23 dagar	Ablation i cm. under samma 23 dagar			
		Borrhålets afstånd från gla- cierändan i m.	Borrhålets höjd öfver haf- vet i m.		
1897	+ 10.7°	80	150—180	350—410	1000
1899	+ 9.5	940	975	1010	1100
1900	+ 10.1	—	—	—	—

¹ EDLUND-HAMBERG, Handledning vid meteorolog. observationers anställande. 2 uppl., sid. 56. Stockholm 1882.

Den kalla sommaren 1899 var afsmältningen sålunda knappt mera än hälften så stor som den varma sommaren 1897, inom öfre delen af afsmältningssområdet till och med mindre. Detta berodde på, att det sistnämnda året därstädes föll snö, som helt och hållet afbröt issmältningen.

Med anledning af mitt deltagande i NATHORSTS expedition 1898 har kontinuiteten mellan observationerna 1897 och 1899 ej kunnat bevaras, och för den årliga afsmältningen ha följaktligen värden endast från 1899—1900 erhållits. Dessa äro följande:

Antal dagar	Mikaglacieren				Luleavaggeglacieren		
	365				378		
Afstånd från glacierändan i m.	150	350	1000	2000	200	400	600
Höjd öfver hafvet i m.....	970	1000	1100	1200	1100	1120	1140
Ablation i cm.	330	244	90	4	50.5	44	61.5

Emedan dessa observationsår säkerligen voro abnormt kalla, torde dessa värden på den årliga ablationen vara lägre än det sanna medeltalet för de undersökta punkterna. Särskildt torde värdena för Luleavaggeglacieren vara alldeles för låga, emedan denna glacier under båda somrarna nästan hela tiden var snötäckt. Årsablationen blef därför ej en gång så stor som sammanlagda ablationen för 7 dagar i juli 1897. Den egendomligheten, att på den ifrågavarande glacieren årsablationen på den högst belägna punkten befunnits störst, torde äfven bero på snön, som på detta mera blåsiga ställe förmodligen samlat sig i mindre mängd. Det är emellertid att hoppas, att under de båda kommande somrarna, under hvilka jag ämnar fortsätta och avsluta mina arbeten i högfjällen, en mera normal väderlek skall blifva rådande, hvarigenom mera normala värden på årsablationen kunna erhållas.

Isomsättningen och glacierernas djup.

Jag har nu i korthet redogjort för de viktigaste anordningar, som jag inom högfjällen vidtagit för utrönande af det årliga snööfverskottet, den årliga rörelsen och ablationen på några af högfjällens glacierer, och hvilka resultat de gifvit. Såsom förut nämnts, äro dessa tre faktorer afgörande för omsättningen, förnyelsen och dimensionerna af en glacier. För beräkning af

totalomsättningen per år äro dock mina hufvudsakligen på en linje anordnade ablationsbestämningar ej tillräckliga, och härför felas ännu det nödvändiga kartunderlaget. Förnyelsen kan däremot approximativt uppskattas af hastighetsmätningarna. Rörelsehastigheten af midtlinjen hos Mikaglacieren är ungefär 25 m. om året, och som glacierenens längd är omkring 5 kilometer, erfordras ungefär 200 år för en ispartikel att röra sig från glacierenens öfversta till dess nedersta delar inom glacierenens midt och ej alltför nära botten.

Glacierernas dimensioner kunna ej heller fullständigt beräknas af de gjorda observationerna och kräfvat äfven ett utförligare kartmaterial. Djupet under Mikaglacierenens midtlinje torde däremot kunna approximativt beräknas. Det var för öfrigt hufvudsakligen för en beräkning af djupet, som jag medelst uppresande af bambuställningar inom ackumulationsområdets midtlinje sökte finna den årliga ackumulationen och rörelsen därstädes och medelst borrhål inom afsmältningssområdets midtlinje den årliga afsmältningen på densamma. Ty om alla partiklar, som i glacierenens firnområde ligga i eller under dess midtlinje, äfven göra detsamma i glacierenens nedre delar, för så vidt de ej afsmält, så måste glacierenens djup under midtlinjen kunna beräknas: 1) för firnområdet, om man känner rörelsehastigheten och det årliga snööfverskottet därstädes; 2) för afsmältningssområdet, om man känner rörelse- och afsmältningshastigheten därstädes. Djupet vid midten af firnlinjen eller gränsen mellan dessa båda områden bör sålunda af båda metoderna kunna erhållas, hvilka sålunda här skulle kunna kontrollera hvarandra. Det är nämligen klart, att om inom firnområdet rörelsehastigheten är 20 m. per år och ackumulationen 2 m. is på samma tid, så bör glacierenens mäktighet på 20 meters afstånd från dess början vara 2 m., på 40 m. afstånd 4 m., på 1000 m. afstånd 100 m. o. s. v. Å andra sidan, om vid glacierändan årligen 3 m. is smälter och rörelsehastigheten därstädes är 15 m., så bör på 30 m. afstånd från nedre änden glacierenens tjocklek vara 6 m., på 300 m. afstånd 60 m. o. s. v.

Bambuställningarna hafva dock ännu ej gifvit något nämnvärdt resultat, och några beräkningar för ackumulationsområdet kunna därför ej utföras; däremot kunna möjligen ablationsbestämningarna och hastighetsmätningarna inom Mikaglacierenens nedre del läggas till grund för en beräkning af dess tjocklek i midtlinjen.

Om de för åren 1899—1900 funna ablationerna på 150, 350 och 1000 m. afstånd från glacierändan med anledning af den

då rådande kalla väderleken höjas till 360, 250 och 100 cm. per år, hvilket ej torde vara för mycket tilltaget, så erhållas följande värden på Mikaglacierens djup i midtlinjen:

Afstånd från glacierändan i m.	150	350	1 000
Rörelse i m. per år	20	25	30
Ablation i m. per år	3,6	2,5	1,0
Glacierens djup i m.	27	55	96

På ett afstånd af en kilometer från glacierändan skulle sålunda djupet vara omkring 100 m., ett värde, som dock på grund af osäkerheten i den antagna ablationens öfverensstämmelse med det sanna medeltalet tills vidare måste betraktas såsom en grof approximation. Emedan afsmältningssområdet räcker ännu till ungefär 2 500 meters afstånd från glacierändan, skulle vid firngränsen djupet vara afsevärdt större, dock måste ökningen af djupet vara jämförelsevis obetydlig vid dessa större höjder, emedan ablationen därstädes är så liten.

Någon bekräftelse på dessa djupsiffror genom lodning i sprickor eller glacierbrunnar har ej erhållits, ty ingenstädes ha dylika bildningar af tillräckligt djup påträffats. På en glacier inom högfjällstrakten, nämligen Suotasglacieren, förekommer emellertid ett praktfullt isfall, i hvilket glacieren vid en plötslig afsats i underlaget afbrytes och sjunker ned ett belopp, som förmodligen någorlunda motsvarar afsatsens höjd. I detta isfall visa sig vertikala isväggar af 80 m. höjd, men då glacierens botten eller bottenmorän ej synes till, måste glacierens mäktighet vara ännu större, huru mycket kan ej angifvas.

Uppgifterna angående glacierernas djup äro inom glacierlitteraturen ganska sparsamma, i allmänhet har man väl betraktat deras djup såsom något mer eller mindre mystiskt och outransakligt. Genom lodningar i sprickor har man endast kunnat erhålla minimumvärden och af dalväggarnes form endast mycket råa skattningar. Dock har AGASSIZ¹ redan på 1840-talet af rörelsehastigheten och ablationen sökt skatta Aarglacierens djup. Någon ytterligare användning tyckes denna metod dock ej hafva erhållit förrän på allra senaste tid. I ett sistlidne vinter utkommet arbete öfver Hintereiserner i Ötzthaleralperna redogöra BLÜMCKE och HESS²

¹ Système glaciaire etc. I, sid. 88. Paris 1847.

² Untersuchungen am Hintereiserner. Wissensch. Ergänz. z. Zeitschr. d. deutsch. u. österr. Alpenvereins, I, H. 2 (1899), sid. 59.

för sina försök att genom bestämningar af rörelsehastighet och ablation — hufvudsakligen i öfverensstämmelse med en af FINSTERWALDER¹ utvecklade teori för strömningen i en glacier — finna den ifrågavarande glacierens djup. De inskränkte sig därvid ingalunda till glacierens midtlinje, utan utsträckte undersökningen till nio olika tvärsnitt af afsmältningssområdet. Äfven utförde de på glacierens nedre del tvenne djupborrningar om 66,5 och 84,5 m., hvarigenom tillförlitligheten af de beräknade värdena ådagalades. Så vidlyftiga undersökningar som djupborrningar i glaciererna kunna naturligen ej utan stora kostnader utföras i en så aflägsen trakt som Sarjekfjällen och lämpa sig väl därför bättre för Alperna, där människoboningar eller till och med hotell och järnvägsstationer ofta finnas nära de större glaciererna.

Glacierernas midtmoräner.

Angående Sarjekglaciererna skulle ännu vara mycket att tillägga, en del ytterligare iakttagelser finnas i af mig förut publicerade uppsatser, andra kräfvade vidare bearbetning, innan de offentliggöras. Jag skall här endast omnämna ännu en omständighet, nämligen de egendomliga midtmoränerna på traktens glacierer. Inom Alperna äger vanligen det förhållandet rum, att midtmoränerna bildas genom sammanflöde af tvenne glacierers sammanstötande sidomoräner. En sådan uppkomst af midtmoräner träffas näppeligen inom Sarjekfjällen, dock förekomma på några få punkter (Perikglacieren, Tjågnorisglacieren) helt korta moränbildningar, som måhända äro midtmoräner af alpin typ. Midtmoräner äro emellertid ingalunda sällsynta på traktens glacierer, men öfverallt framkomma de såsom inre moräner. Detta torde i många fall bero därpå, att de sammanflytande glaciererna ännu befinna sig inom ackumulationsområdet vid föreningspunkten; det stenmaterial, som där nedfaller på snömassorna, inbäddas i desamma och kommer först inom afsmältningssområdet åter i dagen.

I många fall, där glacieren sammansattes af två eller flera ganska utpräglade sammanflytande isströmmar, saknas emellertid ytmorän, i andra förekommer en sådan, men man spejar förgäfvets inom firnområdet efter de båda glacierer, genom hvilkas sammanflöde midtmoränen skulle hafva uppstått. Alldeles vid sidan om eller snedt ofvanför den punkt, där midtmoränen framkväller, finner

¹ Der Vernagtferner. Wissensch. Ergänz. z. Zeitschr. d. d. u. ö. Alpenvereins, I, H. 1 (1897), sid. 47.

man däremot en liten biglacier. Förhållandet illustreras af den schematiska figuren 21. Någon midtmorän, uppkommen genom sammanflödet af isarne A och B, finnes ej, däremot framkvällen en vid D alldeles nedanför den lilla biglacieren C. Jag förmodar, att detta förhållande beror därpå, att C ligger i en »hängande dal» och dess ismassa sålunda kommer att till stor del flyta ofvanpå hufvudströmmens. De stenmassor, som C och A vid sin föreningspunkt medföra, kunna därför ej transporteras utmed botten, utan föras snedt ut i den stora glacieren, där de slutligen under fortsatt ablation framkvälla öfver isytan. Om C ligger i en hängande dal,

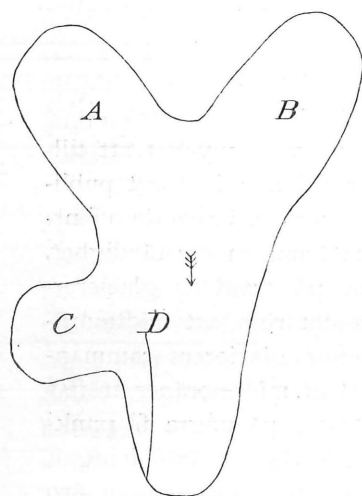


Fig. 21.

kommer den öfriga delen af C:s bottenmorän ej — åtminstone icke fullständigt — att öfvergå i den stora glacieren bottenmorän, utan kommer att bilda ett skikt i dennas ismassa (fig. 22), hvilket allt efter som afsmältningen fortskrider kommer allt närmare ytan, som det slutligen når. Den nedre delen af rummet mellan midtmoränen och den närmaste glaciarkanten är därför ofta i hög grad öfverströdd med lösa stenar.

Lulevaggeglacieren uppstår hufvudsakligen genom sammanflöde af trenne isströmmar af en eller ett par kilometers längd (fig. 24). Några synnerligen utpräglade midtmoräner efter dessa sammanflöden synas ej. På norra sidan har glacieren intet tillflöde, men på den södra tillkomma tre små nischglacierer, hvilka sannolikt mynna

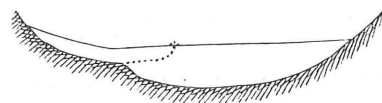


Fig. 22.

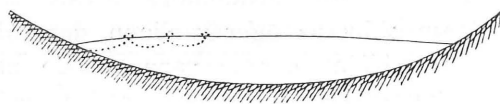


Fig. 23.

ur »hängande dalar» i hufvudglacieren. Inom dennas afsmältningsområde finnas i öfverensstämmelse därmed på den södra sidan trenne utpräglade midtmoräner. Jag förmodar, att dessa hafva de små nischglaciererna att tacka för sin tillvaro och ingalunda de större isströmmarne i glacieren bakgrund. De tre ytmoränerna konvergera mot glaciären allt mera och sammanflyta nära densamma till en enda, såsom af fig. 24 synes.

Detta intressanta förhållande torde näppeligen kunna förklaras på annat sätt än genom antagandet, att de små tillflytande isström-



Fig. 24. Lulevaggeglacieren, sedd från branten af Järtatjäcko öster därom. I bakgrunden till vänster ses Tjåura, i midten Palkattjäcko. Vid x äro de trenne ändmoränerna sammanflutna till en.

marne mynna ur hängande dalar i den stora glacieren ismassa, hvarvid deras bottenmoräner komma att bilda uppåt konkava skikt i densamma (fig. 23). I gränsskikten mellan tvenne sådana på den stora glacieren massa hvilande mindre isströmmar framvälla snart ytmoräner bildade af bottenmoränmaterial. Emedan afstånden mellan dessa ytmoränrader under glacieren rörelse nedåt alljämt förminskas, så torde en sammanklämning från sidan af dessa små isströmmars massa försiggå.

Detta förhållande, att de små biglaciererna flyta ofvanpå hufvudglacieren, strider mot den allt sedan AGASSIZ gängse och äfven af FINSTERWALDER antagna uppfattningen, att biglacierernas bottenlager äfven uti hufvudglacieren framgå utmed botten.

8. Meteorologiska förhållanden.

Bestämningar af nederbörd och afdunstning.

De meteorologiska faktorernas betydelse för glaciernas uppkomst har förut framhållits äfvensom försöken att medelst bambuspön bestämma snöackumulationen inom firnområdet. Genom undersökningen af den i Rapaätno afrinnande vattenmängden har en skattning af den i trakten årligen fallande nederbörden kunnat erhållas. Härigenom har dock endast ett groft medeltal för en större del af området och för alla därinom förekommande höjder bekommit. För att finna den klimatiska nederbörden på olika nivåer öfver hafvet har jag måst taga min tillflykt till uppställandet af nederbördsmätare på olika höjd.

En dylik undersökning medelst vanliga nederbördsmätare, exempelvis sådana, som användas vid de svenska meteorologiska stationerna, kunde emellertid ej utföras utan daglig tillsyn, hvilket förutsatte, att en eller flere personer vistades i närheten af dem hela året om. För detta ändamål skulle emellertid fordras ganska betydande tillrustningar och omkostnader. Emedan jag hufvudsakligen eftersträfvade en bestämning af totalmängden nederbörd på olika höjd öfver hafvet, under det att kännedomen om nederbörds-mängden vid hvarje särskildt regn eller snöfall var af mindre betydelse, har jag sökt konstruera ett nytt slags nederbördsmätare, i hvilken nederbörden för en längre tid, exempelvis ett år, skulle kunna uppsamlas.

En sådan nederbördsmätare bör vara: 1) så rymlig, att årsnederbörden, äfven om större delen därpå befinner sig i form af lös snö, rymmes i densamma, 2) så inrättad, att en afdunstning af den uppsamlade nederbörden, åtminstone vid inträffande varmare väderlek, förhindras.

Efter åtskilliga förslag¹ har jag stannat vid den modell, som återgifves i fig. 25 och 26, sid. 249 och 251. Uppsamlingskärlet utgöres af ett hvitmåladt kärl af koppar, upptill mycket vidare än nedtill. Genom denna kärlets koniska form undvikes dess sönderfrysning, ty i händelse en större kvantitet smält nederbörd skulle frysa i detsamma, lyfter sig ismassan utan svårighet. Ofvanpå kopparkärlet sättes en

¹ För goda råd vid nederbördsmätarens konstruktion står jag i tacksamhetsskuld till Meteorologiska centralanstaltens tjänstemän, prof. R. RUBENSON, dr H. E. HAMBERG och dr NILS EKHOLOM. Äfvenledes har jag genom nämnde herrar erhållit ett stort antal i det följande meddelade meteorologiska data.

hög, konisk, hvitmålad bleckhålk, hvars nedre kant går utomkring kopparkärlet, men på insidan är försedd med en inåt lutande, fastlödd plåtring, hvilken kommer allt vatten, som rinner utmed insidan, att droppa ned i kopparkärlet. Den koniska hålkens mynning är 700 cm², denna area är sålunda nederbördsarean för den uppsamlade nederbörden. Mätaren är omgifven af en stadig träställning, som stagas med wire och belastas med stora stenar. På denna är fäst en vid, svartmålad skyddsskärm, som minskar blåsten kring mätarens mynning och därigenom möjliggör ett noggrannare uppsamlande af snönederbörden än som annars skulle vara fallet. En sådan skyddsskärm är emellertid icke någon för min apparat ny uppfinning, utan har förut användts för vanliga regnmätare. Idén, som ursprungligen härrör från NIPHER i Amerika, torde först hafva tillämpats i vårt land af H. E. HAMBERG.¹

Hela mätarens rymd är ungefär 600 liter, denna volym snö skulle den sålunda kunna innehålla, men den kan endast rymma omkring 240 liter vatten, ty detta är ungefär kopparkärlets kubikinnehåll. Denna vattenmängd motsvarar en nederbörd af omkring 3400 mm. Mätarens höjd är 2 m.

För att hindra det uppsamlade vattnets afdunstning, ihålles 3 liter paraffinolja i hvarje mätare. Denna olja härskar ej, förblir ganska flytande ännu vid — 30° samt är lättare än is. För att pröfva dess förmåga att hindra vattens afdunstning, bestämdes viktförlusten af fyra likformiga och lika stora bågare med nedannämnda innehåll och fritt uppställda i ett rum. Resultaten voro följande:

	Viktförlust i gr. efter tre dagar.	Viktförlust i gr. efter 14 månader.
Bågare med vatten utan olja	3,3935	—
» » » och ett 0,8 cm.		
tjockt oljelager	0,0033	0,3605
Bågare med vatten och ett 3,0 cm.		
tjockt oljelager	0,0029	0,3884
Bågare med endast olja	0,0019	0,2219

Dessa siffror visa, att ett lager af paraffinolja hindrar vattnets afdunstning nästan fullkomligt, ty bågarna med oljelager hade efter tre dagar endast förlorat omkring 0,1 % af den viktsförlust, som bågaren med vatten utan olja visade. Men af dessa 0,1 % kom-

¹ Om skogarnes inflytande på Sveriges klimat. IV. Nederbörd. Bih. t. Domänstyrelsens und. berättelse rörande skogsväsendet 1895, sid. 63.

ma dock endast $\frac{2}{5}$ på vattnets egen afdunstning, ty de återstående $\frac{3}{5}$ bero, såsom siffrorna visa, på oljans egen viktsförlust.

Om nederbörden faller i form af snö, så sjunker denna igenom oljan, men om större snömängder hopa sig, kunna de naturligen ej längre skyddas mot afdunstning af den ringa oljekvantiteten, såvida de ej bringas till smältning. Detta åstadkommes genom koksalt. 5 kg. salt kunna smälta omkring 30 kg. snö vid ungefär -10° och den dubbla kvantiteten vid -5° . Om salt i tillräcklig mängd finnes närvarande, kan detta i händelse af ej alltför låg temperatur smälta snön, hvarigenom äfven denna nederbörd sålunda nedsänkes under det skyddande oljelagret.

För att pröfva dessa nederbördsjätmätarens tillförlitlighet uppsattes en sådan den 16 okt. 1899 på Observatoriebacken i Stockholm, där Meteorologiska centralanstaltens iakttagelser öfver nederbörden i Stockholm utföras, med hvilka det tillåtits mig att göra komparationer. Den af mig uppsatta mätaren, den skulle kunna kallas »mätare för samlad nederbörd», har därefter tömts flere gånger. De kvantiteter, reducerade till mm. nederbördshöjd, hvilka den därvid visat sig innehålla, anföras här nedan jämte iakttagelser af Meteorologiska centralanstalten öfver den fallna nederbörden för motsvarande tider. De hafva utförts med mätare, uppställda på olika punkter och olika anordnade så till vida, att den ena varit försedd med vindskärm, medan den andra saknat sådan.

T i d	Meteorologiska centralanstaltens		Mätaren för samlad nederbörd
	mätare med skärm, på lugnt ställe	mätare utan skärm, på blåsigt ställe	
	mm.	mm.	mm.
16 okt.—19 nov. 1899.....	33.1	31.2	24.3
19 nov.—9 dec. »	19.1	15.6	15.0
10 dec. 1899—25 mars 1900	150.6	111.7	126.6
25 mars—10 juni »	65.6	57.8	53.2
10 juni—30 sept. »	154.1	146.5	115.0
30 sept. 1900—10 jan. 1901	241.6	226.1	207.0
10 jan.—24 mars »	41.2	29.2	35.6

En exakt uppmätning af nederbörden är, såsom af flere meteorologer framhållits, en ganska svår sak, särskildt gäller detta om den nederbörd, som faller i form af snö. På grund af snöflingornas stora vindfång ryckas de mer eller mindre fullständigt med af en kraftig vind. Emedan blåsten utmed jordytan på grund af markens

ojämnheter, träd o. s. v. är mycket ojämn, inverka därför mätarens uppställning samt om den är försedd med en vindskyddande skärm eller ej i hög grad på resultatet. Ju bättre skyddad mätaren är mot blåsten, desto mera uppsamlar den i regeln. Dessa förhållanden ha utförligt diskuterats af H. E. HAMBERG.¹

Såsom af tabellen synes, uppsamla alla tre mätarne ganska olika nederbörds-mängder. I fråga om regn erhållas med den nya mätaren afgjordt de minsta kvantiteterna. Detta beror på den nya mätarens stora dimensioner, som äro afsedda för högfjällens betydande nederbörd, men som vid så små regnmängder, som i Stockholm förekomma, medföra den olägenheten, att alltför stor del af nederbörden åtgår till mätarens fuktning. Emedan denna



Fig. 25. Nederbördsjätmätare vid Luleavaggeglacieren på 1 530 m. ö. h.

kvantitet efter regnets upphörande afdunstar, är en så stor mätare nästan oduglig för en noggrannare uppsamling af små regnmängder. För snö är däremot förhållandet ett annat, ty snön väter i allmänhet icke de utåt lutande sidorna af hålken. Såsom framgår af jämförelserna under perioderna 10 dec. 1899—25 mars 1900 samt 10 jan.—24 mars 1901, under hvilka nederbörden nästan utslutande utgjordes af snö, uppsamlar den nya mätaren snönederbörden tillfredsställande, särskildt i betraktande af mynningens jämförelsevis stora höjd öfver marken. Denna mätare för samlad nederbörd torde sålunda få anses tillfredsställande för det afsedda ändamålet: nederbördsundersökningar i högfjällen, där nederbörden är stor och nästan uteslutande faller i form af snö.

¹ Skogarnes inflytande på Sveriges klimat. IV. Nederbörd. Bih. t. Domänstyrelsens und. berättelse rörande skogsväsendet 1895, sid. 48.

Trenne mätare af det ifrågavarande slaget uppsattes i juli 1899 omkring Luleavaggeglacieren, en på toppen af Tjåura vid ungefär 2 000 meters höjd öfver hafvet, en vid 1 530 m. ö. h. på en från bergskammen söder om glacieren framspringande tvärås, en nedanför glacierändan utmed Kåtojock vid 1 050 m. ö. h. De besöktes återigen den 18 och 19 aug. samma sommar, då nederbörden uppmättes. Därvid befanns vindskärmen på toppmätaren hafva blåst ned, utan att mätaren för öfrigt blifvit skadad. Denna mätare var utvändigt öfvertäckt med ett 5—10 cm. tjockt lager af rimfrost och snö, äfven stagen voro på detta sätt öfverklädda, så att de bildade 15—20 cm. tjocka stammar af snö och rimfrost. All denna rimfrost satt dock utvändigt, mynningen var i det närmaste oförminskad, endast ett några mm. tjockt rimfrostlager befann sig på den mot nordväst vända insidan. I samtliga mätare nedhölls salt, 5 kilo i hvarje.

Den 4 okt. 1899 besöktes samtliga mätare af tvenne lappar LARS TUORDA och AMMA PIKKIT. De funno dem i godt stånd. I början af april 1900 gjorde samma lappar, hvilka nu befunno sig i skogarne, en resa på ej mindre än tio dagar för att efterse mätarne. De funno dem äfven nu i godt stånd. Kring de båda nedersta mätarne låg knappt mer än en half meter snö, men toppmätaren var omgifven af ett så högt snölager, att endast 30 cm. af densamma stod öfver snöns yta. Lapparne nedhöllde 5 kilo salt i hvarje apparat.

Den 7 juli 1900 besökte jag själf mätaren på Tjåuratjåcko för att uppmäta den fallna nederbörden. Detta kunde emellertid ej låta sig göra, emedan den till stor del var frusen, då lufttemperaturen var -5° . Att smälta denna till åtskilliga tiotal kg. uppgående ismassa var för tillfället omöjligt, hvarför jag måste uppskjuta uppmätningen till på hösten. Den 8 och 9 juli företogs däremot uppmätningar af nederbörden i de båda nedre mätarne. Den mellersta innehöll liksom toppmätaren högst betydande nederbördsmängder, omkring 160 liter. Fig. 26 visar denna mätare öppnad med den sedan den 18 aug. 1899 däri hopade nederbörden. Öfverst ligga några snö- och isklumpar

Slutligen den 1 sept. blef uppmätningen af den i toppmätaren samlade nederbörden utförd, ehuru under förfärliga väderleksförhållanden. Äfven nu hade en stor del af nederbörden öfvergått till is. Som någon smältning af denna ej var tänkbar, hade jag medtagit en fjädervåg och en påse för att kunna väga isbitarne. Det visade

sig, att mätaren innehöll 52 kg. is samt 135 liter saltlösning. Ett försök att åter uppsätta den föregående sommar nedblåsta vindskärmen måste öfvergifvas, dels emedan denna var så fastfrusen vid marken, att vi omöjligen med de redskap vi medförde kunde lösgöra den, dels äfven emedan vi i den starka blåsten icke skulle hafva kunnat resa upp den. Det var nämligen nätt och jämnt, att vi själfva kunde hålla stånd mot vindtrycket. Liksom föregående höst var äfven denna gång mätarens utsida betäckt



Fig. 26. Nederbördsmätaren på 1 530 m. ö. h., öppnad och visande den samlade nederbörden för omkring 11 månader.

med tjocka lager af snö och rimfrost, men mynningen var fri och oförminskad.

I själfva verket hafva dessa försök att åstadkomma mätningar på det 2 000 m. höga Tjåuratjåcko varit förknippade med mycket stora svårigheter och hafva äfven gifvit ett ganska osäkert resultat. Ty därför att vindskärmen 1899 blåste ned och sedan ej kunnat åter uppsättas, är den uppmätta nederbörden ingalunda komparabel med nederbördsmätningarna på de två lägre stationerna och ej heller med dem, som medelst samma mätare erhållits i Stockholm. Och emedan lapparne i början af april funno snöskiktets yta endast 30 cm. under mätarens mynning, kan befaras,

dels att mätaren varit öfversnöad, dels att yrsnö i afsevärd mängd inkommit.

Resultaten af samtliga nederbördsräkningar anföras här nedan i samband med de till Meteorologiska centralanstalten inkomna nederbördsobservationerna från Kwickjock.

Mätarens höjd öfver hafvet i m.	T i d	Uppmätt saltlösning i liter	Uppsamlad neder- börd i vatten		Nederbörd i Kwickjock (336 m. ö. h.) mm.
			liter	mm.	
1050	9 juli—19 aug. 1899	—	11.1	159	81.0
»	19 aug. 1899—9 juli 1900 ...	41	38.7	553	406.4
»	9 juli—31 aug. 1900	—	15.0	214	110.0
1530	10 juli—18 aug. 1899	—	19.9	284	81.0
»	18 aug. 1899—8 juli 1900 ...	159.7	157.0	2243	406.4
»	8 juli—3 sept. 1900	—	32.0	459	118.8
2000	6 juli—18 aug. 1899	—	17.6	252	81.0
»	18 aug. 1899—1 sept. 1900...	187	184.2	2632	518.9

För tidpunkten 1 sept. 1899—1 sept. 1900 kan häraf den af mätarne uppsamlade nederbörden antagas ungefärligen hafva utgjort:

2 540 mm.	på 2 000 m. ö. h.
2 600 »	» » 1 530 » » »
745 »	» » 1 050 » » »
510 »	» » 336 » » » (Kwickjock).

Af dessa siffror måste den för toppen dock anses otillförlitlig af förut anförda orsaker. De för 1 530 och 1 050 m. torde däremot ingalunda vara behäftade med något mycket stort fel, ty nederbördsräkningar på dessa punkter hafva hela tiden befunnit sig i godt skick och någon fara för att de skulle hafva blifvit öfversnöade behöfver icke hysas, då lapparne ännu i april endast funno en half meter djup snö kring dem. Äfven torde därmed all fara för att stora kvantiteter yrsnö skulle hafva inkommit i mätarne vara aflägsnad, ty denna följer hufvudsakligen den på marken liggande snöns yta.¹ Vid häftig blåst röres visserligen yrsnö högt upp i luften, men vid så häftig vind, att snön föres upp flere meter öfver marken, torde väl ej synnerligen mycket af densamma inkomma i mätarne. Jag är därför öfvertygad om, att dessa båda mätare på 1 530 och 1 050 m. ö. h. hafva fungerat

¹ ANDRÉE, S. A., Om yrsnöen i de arktiska trakterna. Öfers. K. V. A:s Förh. 1883, N:o 9, sid. 33.

lika bra som den här i Stockholm på prof uppställda. Denna gaf för snö omkring 15 % mindre än Meteorologiska centralanstaltens vindskyddade mätare, och sålunda är det väl att förmoda, att de båda mätarne på de ifrågavarande höjderna äfven gifvit något för låga resultat. För lågt resultat, och det i något högre grad, torde väl äfven mätaren i Kwickjock hafva gifvit, då den ej var försedd med skärm.

Skulle man vilja anbringa korrektioner för att finna de antagligaste värdena, så skulle dessa kunna skattas till 30 % för Kwickjocksmätaren samt 20 och 15 % för mätarne på 1 050 och 1 530 m. ö. h. Nederbördsräkningarna under perioden 1 sept. 1899—1 sept. 1900 skulle sålunda ha uppgått till ungefär:

3 000 mm.	på 1 530 m. ö. h.
900 »	» » 1 050 » » »
750 »	» » 336 » » » (Kwickjock)

På 2 000 m. höjd har väl nederbörden varit ungefär lika riklig som på 1 530 m., ehuru detta på grund af otillförlitligheten i bestämningarna för toppen ej med säkerhet kan angifvas.

Af dessa nederbördsräkningar följer sålunda, att mellan 1 000 och 1 500 m. ö. h. en stark ökning af nederbörden äger rum, så att den på sistnämnda höjd uppnår det för vårt land mycket stora beloppet af 3 m. vatten per år.

Försöken med bamburören tala äfven för en stark ökning af nederbörden just vid detta intervall (sid. 229). Under 20 dagar 1899 hade på Mikaglaciären kring bamburöret på 1 340 m. ö. h. 0,6 m. snö fallit, under det att snölagrets tjocklek på 1 500 m. ö. h. utgjort omkr. 1,25 m. Vid den förstnämnda punkten befanns den 13 juni 1900 det sedan juli föregående år fallna och kvarliggande snölagrets tjocklek utgöra 2,55 m., medan på 1 500 m. den under samma tid hopade snön utgjorde ett lager af större tjocklek än bamburörens längd, d. v. s. större än 6 m.

På grund af dessa öfverensstämmande och inom långt från hvarandra aflägsna delar af högfjällstrakten utförda observationer synes mig med stor säkerhet framgå, att en synnerligen stark ökning af nederbörden äger rum mellan 1 000 och 1 500 m. ö. h.

Orsaken till denna enorma utfällning af vatten i fast och flytande form kan väl icke vara någon annan än den, att luftströmmar af bergmassorna tvingas till uppstigande rörelser, hvarvid en del af deras fuktighet utfälles.

Visserligen går öfver trakten en stråkväg för barometerminima, kommande från Atlanten, den jämförelsevis ringa nederbörden i Kwickjock visar dock, att dessa ej kunna vara tillräcklig förklaringsgrund till den stora nederbörden i fjällen, ehuru de väl måste anses vara en viktig bidragande orsak därtill. Ty när dessa med fuktighet mättade luftmassor passera gränsfjällen, beröfvas de så mycken vattenånga, att regn ej inträffar i de svenska dalgångarne, men de bibehålla å andra sidan tillräcklig fuktighet för att nederbörd skall utfällas vid passagen öfver Sarjekfjällstrakten, som ju är något högre än riksgränsfjällen.

På samma sätt torde äfven nästan alla andra vindar ofta nog hålla tillräcklig fuktighet för att nederbörd skall inträffa vid passagen öfver högfjällen.

I Jockmock, ungefär 10 mil ostsydost om högfjällen, är en under Meteorologiska centralanstalten lydande meteorologisk station belägen, af hvilken kännedom om fuktighetsförhållandena på östra sidan om högfjällen kan erhållas. Därstädes befunnos i medeltal för 1897—99 luftens temperatur och absoluta fuktighet under sommar-månaderna vara följande:

	Juni	Juli	Aug.
Luftens temperatur	+ 11,3°	+ 14,4°	+ 10,0°
» absol. fuktighet (mm.) ...	6,6	9,2	7,3

Dessa ångtryck motsvara vattenångans maximaltryck vid temperaturerna + 5,2°, + 10,1°, + 6,7°. Vid en afkylning af luften mera än 6,1°, 4,3°, resp. 3,3° skulle sålunda en utfällning af vattenånga kunna taga sin början. För att en dylik afkylning skall komma till stånd behöfver luften ej stiga mera än omkring 610, 430, resp. 330 meter, ty med vattenånga ej mättad luft afkyles ungefär 1° vid en stigning af 100 meter. Dock uppnås i regeln ej denna afkylning, emedan värme tillkommer utifrån (från solen), men åtminstone torde en afkylning af 0,5° per 100 meter äga rum. Kondensationen skulle då kunna taga sin början vid 1 220, 860, resp. 660 m. öfver Jockmock eller vid 1 480, 1 120, resp. 920 m. ö. h. I medeltal för de anförda månaderna skulle sålunda åtminstone dimma eller moln vid dessa höjder uppstå, om luften från Jockmock transporterades öfver högfjällen. Som vi här räknat med medeltal och såväl fuktighet som temperatur växla betydligt, kunna vi inse, att i många fall afsevärd nederbörd helt visst skulle utskiljas, medan i andra fall förmodligen luften skulle kunna hålla sig klar. Emellertid framgår af ofvanstående, att sannolikheten för moln och nederbörd äfven vid

ostliga vindar är ganska stor. Och ju högre fjällkammarne äro, desto större äro utsikterna för nederbörd. Orsaken till den starka ökningen af nederbörden mellan 1 000 och 1 500 m. ö. h. torde väl ligga däri, att de uppstigande luftmassorna först vid detta höjdivtervall börja blifva öfvermättade med fuktighet.

Under vintern är luften enligt observationerna i Jockmock i allmänhet nästan mättad med fuktighet, men temperaturförhållandena i de nedre luftlagren äro under denna årstid säkerligen ganska olikartade dem under sommaren och torde väl ännu få anses otillräckligt kända. En diskussion af de under vintern sannolika nederbördsförhållandena torde sålunda lämpligen böra uppskjutas.

Nederbörden utfälles naturligen till största delen på den sida af högfjällen, som luftströmmen först påträffar, under det att läsidan bibehåller sig jämförelsevis klar. Dylika förhållanden, som i bergstrakter äro vanliga, kan man äfven i detta lilla bergland iakttaga. Härigenom skyddas äfven dalgångarne från den betydande nederbörd, som på bergskammarne tyckes vara rådande.

Orsaken till den stora nederbördsökningen mellan 1 000 och 1 500 m. ö. h. torde sålunda ligga dels i förefintligheten af läsidor, dels äfven i den omständigheten, att luftströmmarne vid början af uppstigningen öfver fjällen ej voro fuktighetsmättade, utan blefvo det först sedan denna höjd af 1 000—1 500 m. uppnåtts och en däremot svarande temperatursänkning inträffat.

Det har i det föregående omnämnts, att inom glacierernas ackumulationsområde snönederbörden förmodligen är större än den klimatiska på samma höjd, samt att försök blifvit gjorda att medelst bambuspön bestämma denna ackumulation. Att verkligen en sådan koncentration genom vinden äger rum, är otvifvelaktigt. Detta framgår utan vidare däraf, att i glacierernas öfre delar snö årligen anhopas, medan de omgifvande bergskammarne hvarje sommar blifva nästan fullständigt snöfria, endast i en eller annan fördjupning kvarligga snöfläckar.

Till samma resultat kommer man äfven genom att jämföra de uppmätta nederbörds mängderna med ablationshastigheterna. Af försöken på Mikaglacieränden framgick, att vid 1 000 m. ö. h. endast omkring 3 m. is om året smältas. Men dessutom smältes äfven årligen ett snöskikt, hvars mäktighet på denna ringa höjd öfver hafvet väl ej torde öfvergå en meter vatten. De meteorologiska elementens smältningsförmåga vid 1 000 m. ö. h. torde sålunda ej öfverstiga 4 m. is per år. Af ablationsbestämningarna framgår äfven,

att smältningsförmågan snabbt aftager mot glacierens inre, och att det ej kan vara tal om, att vid 1500 m. ö. h. en snönederbörd motsvarande 3 m. vatten skulle kunna smältas per år. Men som faktiskt bergskammarne vid denna och ännu större höjder blifva nästan snöfria hvarje sommar, så bevisar äfven detta, att snön ej varit kvarliggande såsom ett jämnt täcke, utan att den af vinden drifvits bort och anhopats i markens fördjupningar, där den bildat snöfläckar, eller i medelstora dalbottnar, där den gifvit ständigt näring åt glaciärer.

I närmaste samband med dessa frågor står äfven frågan om den så kallade snögränsens läge. Denna är för en glacier gränslinjen mellan ackumulations- och ablationsområdet, d. v. s. den linje, vid hvilken lika mycket snö årligen faller, som kan smältas. För olika år ligger denna linje naturligen något olika, allt eftersom de meteorologiska förhållandena variera. För de kalla somrarna 1899 och 1900 låg snögränsen eller firnlinjen på Mikaglacieren ungefär vid 1200 m. ö. h. På grund af snöackumulationen på glaciären ligger snögränsen där dock förmodligen lägre än den klimatiska snögränsen, som är den nivå, vid hvilken den klimatiska snönederbörden i trakten uppnår just det belopp, som de meteorologiska elementen årligen förmå smälta och afdunsta. *Den klimatiska snögränsen torde sålunda för 1899 och 1900 hafva legat öfver 1200 meters kurvan. Säkerligen har den dock ej legat öfver 1500 meters kurvan.*

Ett meteorologiskt element, som äfven i någon mån varit föremål för mina undersökningar, är afdunstningen. Denna är vattendragens konkurrent om nederbörden, ty ju mera nederbörd som afdunstar, desto mindre kommer glaciärer och vattendrag till godo.

Afdunstningshastigheten undersökes vanligen genom bestämmande af förlusten i vikt eller volym af en i en öppen skål förvarad vattenmängd. Härigenom kan man visserligen ej draga några exakta slutsatser angående huru mycket nederbörd, som för vattendragen går förlorad, men man kan likväl ändå erhålla en vägledning för en skattning af denna kvantitet.

För att finna afdunstningssumman för längre tid, måste kärlet ofta påfyllas, men detta kunde i fjälltrakten ej låta sig göras, emedan jag för andra arbetens utförande måste lämna de meteorologiska apparaterna åt sig själfva. Jag var då först betänkt på att använda ett djupt käril och anbringa en korrektion för den för-

dröjning i afdunstningshastigheten, som förorsakades däraf att vätskeytan — sedan afdunstningen en tid pågått — befann sig långt under kärlets mynning. Jag måste emellertid öfvergifva denna form och accepterade slutligen för afdunstningskärlet formen af en upptill stympad kon, hvars tvärsnitt närmare bottnen voro så mycket större, att fördröjningen af afdunstningen genom vätskeytans afstånd från mynningen eliminerades. Detta käril skulle sålunda under precis samma meteorologiska förhållanden förlora lika mycket i vikt, på hvilken nivå vattnet än stod i detsamma. Detta hade den afsevärda fördelen, att i kärlet inkommande yrsnö hade lika stor effekt oberoende af nivån för isens eller vattnets yta. För att skydda kärlet mot regn anbragtes det i en med tak försedd ställning af den form fig. 27 visar. I denna befann sig äfven ett andra käril af samma öppning, till hälften fyllt med olja, för bestämmande af den mängd yrsnö, som kunde förmodas hafva inkommit i afdunstningskärlet. En del vidare detaljer hos apparaten torde vid ett annat tillfälle komma att beskrivas.

En sådan afdunstningsmätare med 200 cm.² mynning jämfördes här i Stockholm med en Meteorologiska centralanstalten tillhörig afdunstningsmätare af WILDS konstruktion. Den gaf därvid värden, som, oberoende utaf vid hvilken nivå vätskeytan i det koniska kärlet befann sig, på omkring 10 % öfverensstämde med dem, som med WILDS mätare erhöles. Större noggrannhet torde dock ej kunna påräknas och är ej heller af nöden, då den faktiskt på jordytan förekommande afdunstningen i alla händelser väl icke torde kunna på ett någorlunda noggrannt och därjämte enkelt sätt efterhärmas.

Trenne dylika afdunstningsmätare funktionerade sistlidne sommar, däraf en intill nederbördsmätaren på 1050 m. ö. h., en vid mätaren på 1530 m. ö. h. och en på berget Sähkok ungefär vid 1100 m. ö. h.

De medelst dessa apparater funna afdunstningsbeloppen i mm. voro följande:

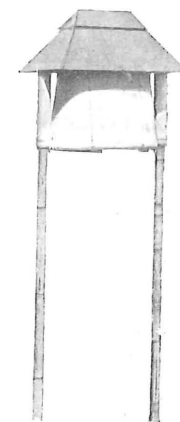


Fig. 27. Afdunstningsmätare.

T i d	På Sähkök vid 1 100 m. ö. h.	Vid Luleavaggeglacieren	
		på 1 050 m. ö. h.	på 1 530 m. ö. h.
5 juli—10 aug. 1900	67.5	—	—
9 juli—12 aug. »	—	92.5	125.0
10 aug.—4 sept. »	60.0	—	—
12 aug.—31 aug. »	—	60.0	—
12 aug.—3 sept. »	—	—	117.5

Under två sommarmånader ha sålunda på dessa punkter 130—240 mm. afdunstat. För ett så kallt och fuktigt klimat äro dessa afdunstmängder ganska betydande och torde bero på den stora vindhastigheten. I Stockholm afdunstade under juli och augusti samma år 207,5 mm. enligt Meteorologiska centralanstaltens observationer. Under hela år 1900 var afdunstmängden i Stockholm ungefär 580 mm. Helt visst torde den för fjälltrakten kunna skattas till minst 400 mm.

Det är egendomligt, att afdunstningen befunnits störst på den högst belägna observationsplatsen. Förmodligen beror detta på lokala omständigheter, särskildt på stor vindhastighet. Det ifrågasvarande stället var beläget på en i Luleavaggeglacieren utgående tvärkam, hvilken sålunda på tre sidor var omgifven af glacierer. På den fjärde begränsades den af en hög bergkam. De öfver densamma framstrykande vindarne hafva väl blifvit i någon mån föhnvindsartade, d. v. s. torrare och varmare än vid passagen öfver bergskammen. Möjligen kan äfven en lokal uppvärmning af den mörka bergåsen genom strålning hafva förorsakat en ökning af afdunstningshastigheten.

Huru nära de experimentellt funna värdena motsvara de verkliga afdunstmängderna på marken, är omöjligt att angifva. De torde dock väl uppgå till ett närliggande belopp.

Afdunstningen på snöfält och glacierer motverkas säkerligen ganska ofta af en direkt utfällning af vatten eller rimfrost. Om varma vindar med en fuktighet, öfverstigande vattenångans maximaltryck vid 0°, stryka fram öfver snö eller is, måste deras undre lager afkyllas och en kondensation af vattenången ske på isytan samtidigt med att något snö eller is smältes. Likaledes torde vid temperaturer under 0° ofta en utfällning af rimfrost förekomma, särskildt på för handen varande is och snö. Genom dessa utfäll-

ningar af fast eller flytande vatten direkt på marken erhåller nederbörden ett tillskott, som förmodligen är ganska afsevärdt och måhända har en med afdunstningen jämförbar storlek. Något försök att utröna beloppet af detta tillskott har ännu ej kunnat göras.

Vid en utförligare undersökning af nederbördsförhållandena i trakten skulle helt visst visa sig, att olika delar af densamma förhålla sig olika. Förmodligen är nederbörden större på västra sidan än på den östra, hvilken uteslutande varit föremål för undersökning. De hittills vunna resultaten, hvilka hufvudsakligen omfatta ett enda år, tala emellertid för följande förhållanden:

Inom högfjällen är nederbörden afsevärdt större än på omgivande lågland. För 1 000 m. ö. h. torde nederbördshöjden kunna skattas till omkring 1000 mm. och för 1 500 m. ö. h. till 3000 mm. Af denna nederbörd afdunsta flere decimeter. Den från trakten årligen afrimmande vattenmängden uppgår till ungefär 1 600 mm. nederbördshöjd.

Denna sista kvantitet, ökad med afdunstningen, gifver oss nederbörden i medeltal för alla förekommande nivåer. Nu äro visserligen arealerna af de olika höjdsdikten ej bekanta, men utan fara för större misstag torde väl arean af den öfver 1 200 m. ö. h. liggande terrängen kunna anses vara ungefär lika stor som den därunder liggande. De på så olika sätt erhållna nederbörds-mängderna bekräfta sålunda hvarandra i stort sedt.

Lufttemperaturen.

Den stora nederbörds-mängden har redan i det föregående angifvits såsom beroende på de fuktiga uppstigande luftströmmarnes adiabatiska afkyllning. I samband härmed vore en undersökning af temperaturförhållandena på olika höjd öfver hafvet af intresse. En undersökning af traktens temperaturförhållanden medelst själfregistrerande apparater, uppställda på olika höjd öfver hafvet, är planlagd, men har ännu ej kommit till utförande. Någon föreställning om temperaturfördelningen under sommaren kan dock erhållas af de talrika temperaturläsningar, jag i samband med barometerafvägningar utfört på olika punkter inom fjällen. En stor del af dessa iakttagelser äro gjorda ungefär samtidigt med de observationer, som Meteorologiska centralanstaltens observatör i Kwickjock utför kl. 8 f. m., 2 och 9 e. m. hvarje dag. Jag har sammanfört alla mina vid nämnda tid på dagen under juli eller aug. gjorda

observationer jämte de samtidiga i Kwickjock och fördelat dem på de olika topografiska momenten: dalar, höglätt eller låga berg, glacierer och toppar. I nedanstående tabell äro medeltalen för de så funna värdena sammanställda.

	Antal observationer	Medelhöjd öfver hafvet i m.	Temperatur i medeltal af observationerna	Medeltal af samtidiga temperaturobservationer i Kwickjock på 336 m. ö. h.	Temperaturskillnad i medeltal	Temperatursänkning i antal grader per 100 m. högre nivå
<i>Juli:</i>						
Dalar:						
8 f. m.	13	811	+ 8.0°	+ 11.1°	3.8°	0.80°
2 e. m.	27	888	11.1	16.5	5.4	0.98
9 »	23	863	8.0	12.3	4.3	0.82
Höglätt och låga berg:						
2 e. m.	1	1160	18.5	25.4	6.9	0.84
9 »	3	1153	11.6	16.0	4.4	0.54
Glacierer:						
2 e. m.	2	1270	7.3	15.9	8.6	0.92
9 »	2	1240	4.4	12.6	8.2	0.91
Toppar:						
8 f. m.	1	2091	— 1.0	7.8	8.8	0.50
2 e. m.	4	1655	+ 7.6	17.9	10.3	0.78
9 »	10	1814	5.5	14.1	8.6	0.58
<i>Augusti:</i>						
Dalar:						
8 f. m.	42	827	7.5	11.0	3.5	0.71
2 e. m.	22	833	7.4	12.7	5.3	1.07
9 »	28	838	5.3	8.0	2.7	0.54
Höglätt och låga berg:						
2 e. m.	8	1163	6.2	13.9	7.7	0.93
9 »	3	1117	4.6	9.1	4.5	0.58
Glacierer:						
2 e. m.	4	1275	4.6	13.9	9.3	0.99
9 »	1	1010	6.0	12.0	6.0	0.89
Toppar:						
2 e. m.	11	1589	6.7	15.6	8.9	0.71
9 »	4	1715	0.5	7.2	6.7	0.49

Af dessa siffror framgår det ungefärliga beloppet af den förut omnämnda temperatursänkningen vid stigande höjd öfver hafvet.

För dalbottnarne är denna temperatursänkning midt på dagen högst afsevärd. Under juli befanns temperaturen kl. 2 e. m. i fjälldalar på medelnivån 888 m. ö. h. vara endast +11,1°, under det den i medeltal för samma tid i Kwickjock (336 m. ö. h.) var 16,5°. För augusti ha för fjälldalar vid medelnivån 833 m. ö. h.

temp. 7,4° erhållits, medan samtidiga observationer i Kwickjock gåfvo 12,7°. I båda fallen rådde sålunda kl. 2 e. m. i fjälldalarna vid en ungefär 500 m. högre nivå omkring 5° lägre temperatur. Detta gör en temperatursänkning af omkring 1° per 100 m. eller det belopp, hvarmed temperaturen hos icke fuktighetsmättad luft vid vertikal uppstigning af teoretiska grunder kan beräknas sjunka, om värme hvarken tillföres eller borttages. Denna stora temperatursänkning tyder sålunda på, att fjälltraktens viktigaste värmekälla äro de från lägländet kommande luftströmmarne och icke den direkta solstrålningen. Detta torde väl äfven vara förhållandet, ty i allmänhet ligga öfver högfjällen molnmassor, som väl äro ganska ogenomträngliga för solstrålarne.

Fjälltraktens dalgångar äro sålunda om dagen relativt kalla. Detsamma gäller äfven glaciererna, om af de få observationerna några slutsatser äro tillåtliga. Topparne äro däremot afgjort varmare. I medeltal erhöles på toppar vid omkring 1300 meters höjd öfver Kwickjock 9°—10° lägre temperatur än därstädes. Detta ger en temperatursänkning af endast 0,7°—0,8° pr 100 m. Sålunda ha topparne visat sig relativt varmare än dalgångarne. Någon värmekälla, som icke stått de senare till buds, måste sålunda ha kommit de förra till godo. Måhända kan solstrålningen lättare komma åt topparne än dalbottnarne, ehuru hela trakten oftast är inhöljd i moln. Af större betydelse för topparnes relativt höga temperatur torde dock den omständigheten vara, att de nå upp i delar af luftmassan, där de uppstigande luftströmmarne kondensera vatten. Här tillföres luften det latent värme, som genom vattenångans öfvergång från gasform till flytande eller fast form frigöres. För fuktighetsmättad luft gäller därför ej längre en temperatursänkning af 1° pr 100 m. uppstigning, utan sänkningen är afsevärdt mindre. Enligt HANN¹ är den för luft af 0° vid 1000—2000 m. ö. h. ungefär 0,6° pr 100 m. uppstigning.

Taga vi i betraktande morgon- eller aftonobservationerna, så finna vi något andra förhållanden än vid middagen. Temperatursänkningen är afgjort mindre kl. 8 f. m. och 9 e. m. än kl. 2 e. m. för såväl dalar som toppar, och denna dagliga period är skarpare utvecklad i augusti än i juli. Detta förhållande beror på den bekanta omständigheten, att luftmassorna afkylas mindre ge-

¹ Die Gesetze der Temperaturänderung in aufsteigenden Luftströmungen. Meteor. Zeitschr. 9 (1874), sid. 326.

nom egen strålning mot rymden än genom strålning mot jordytan, på samma sätt som deras viktigaste värmekälla är strålningen från jordytan och icke den direkta solstrålningen. Liksom molnbedäckningen hindrar solstrålarne att uppvärma marken i högfjällen, så hindrar den äfven marken att natttid utstråla så mycket värme, som den vid klar luft skulle göra. Därför bibehålla de under dagen relativt kalla fjälldalarne sin dagstemperatur jämförelsevis oförändrad under natten, medan i Kwickjock, där himlen oftare är klar, temperaturen under natten sjunker djupare. Temperaturen varierar sålunda dagligen mera i Kwickjock än i fjälldalarne, och en daglig växling i temperatursänkningen med höjden kommer därpå att blifva en följd. Denna dagliga period är dock mindre utpräglad i juli, ty under denna månad är solen nästan hela dygnet öfver horisonten, och detta får därigenom karakter af dag. I augusti, då utpräglad natt förekommer, är perioden däremot tydligt markerad.

Den dagliga perioden i temperaturgradienten framträder skarpare på topparne än i dalgångarne, d. v. s. lufttemperaturen är mera konstant på topparne än i dalgångarne och på låglandet vid Kwickjock. En orsak härtill är väl, att toppen omgifves af mycket stora luftmängder, som, i händelse en utstrålning natttid från densamma skulle förekomma, alltjämt tillströmma från sidorna och ersätta den nedsjunkande afkylda luften. Härigenom bibehålles toppen vid en jämförelsevis konstant temperatur. Däremot, om en utstrålning från låglandet äger rum, afkyles den öfver detsamma hvilande luften, men blir naturligen kvarliggande på sitt underlag och afkyles där alltmera, såvida ej nya luftlager af vinden tillföras.

Förutom dessa sommarobservationer föreligga äfven ett fåtal observationer öfver minimumtemperaturen under vintern på Sarjektjäcko 2091 m. ö. h. Därstädes utlade jag sommaren 1895, på förslag af dr SVENONIUS, en i ett bleckfodral instucken minimumtermometer, hvilken därefter aflästs hvarje sommar utom 1898, då jag ej besökte fjälltrakten. De sålunda funna minimumtemperaturen anföras här nedan jämte de för samma vintrar i Jockmock och Kwickjock observerade temperaturminima enligt Meteorologiska centralanstaltens observationer.

Vinter:	1895—1896.	1896—1897.	1897—1899.	1899—1900.
Sarjektjäcko	— 19.0°	— 27.0°	— 27.8°	— 28.0°
Kwickjock	— 27.0°	— 38.5°	— 38.0°	— 39.0°
Jockmock	— 29.0°	— 36.0°	— 37.5°	— 38.0°

De lägsta vintertemperaturerna sjunka sålunda på Sarjektjäcko (2091 m. ö. h.) ingalunda till samma höga köldgrader, som i Kwickjock (336 m. ö. h.) eller Jockmock (260 m. ö. h.). Skillnaden är till och med ganska betydlig, nämligen omkring 10°. Det är likväl möjligt, att termometern på Sarjektjäcko ej fullt kunnat antaga den omgivande luftens temperatur. Vintern 1895—96 var bleckfodralet med termometern instucket bland de öfversta stenarne i ett af RABOT på en afsats några meter under toppen bygd t röse. Möjligen har en liten snödrifva kunnat lägga sig på denna afsats och hindrat bleckfodralet att antaga minimumtemperaturen, om denna varit af mycket kort varaktighet. De följande vintrarne var termometern (i bleckfodralet) däremot upplagd på toppens högsta punkt tvärs öfver de tre på kant stående stenflak, hvaraf toppens öfversta del består. På dessa blifver säkerligen nästan ingen snö kvarliggande, och därför torde de för de tre sista åren observerade minima väl vara i det närmaste riktiga.

Under sträng köld vintertiden sjunker sålunda temperaturen på de höga topparne säkerligen icke så lågt, som i dalgångarne. Vid denna årstid uppträder följaktligen — åtminstone tidtals och i de 2000 m. närmast jordytan belägna luftskikten — en med höjden stigande temperatur, sålunda ett förhållande, som är motsatt det under sommaren på dagen vanliga. En sådan omvänd temperaturfördelning är ofta iakttagen i bergstrakter. Orsaken härtill är densamma, som till de jämförelsevis låga nattetemperaturerna i Kwickjock under sommaren och hösten. Liksom under höstnätterna äger under en stor del af vintern i dessa trakter icke någon instrålning rum från solen. Den hufvudsakligaste värmekällan blir då luftströmmarnes eget värme. Vid lugnt väder tillföres sålunda knappt något nytt värme, men i stället förlorar marken värme genom utstrålning, åtminstone vid klart väder. Den närmast marken liggande luften blir sålunda kallare, men emedan ny luft kring toppen oupphörligen tillströmmar, sjunker temperaturen därstädes ej så lågt som i dalen, där den kalla och tunga luften blir kvarliggande och oupphörligen förlorar värme.

Dessa tillfälligtvis erhållna observationer göra naturligen ej anspråk på att vara af mycket värde. På grund af det stora intresse de meteorologiska förhållandena hafva ej endast för glaciärundersökningen utan äfven i och för sig har jag länge ansett utförandet af regelbundna meteorologiska observationer inom trakten

såsom ett önskemål. Genom observatörer kunde dessa dock ej utan mycket stora kostnader erhållas, ty härtill skulle beboeliga observatorier erfordras, hvilkas inrättande och uppförande på dessa höga och aflägsna fjäll skulle vida öfverskrida de ekonomiska gränserna för den af mig anordnade undersökningen. Däremot har jag tänkt mig, att det afsedda materialet skulle kunna åvägbringas genom självregistrerande instrument, och hösten 1899 uppgjordes äfven en plan för frågans lösning på denna väg. De härför nödiga apparaterna hafva under de båda sistförflutna vintrarne konstruerats och tillverkats hufvudsakligen i Sverige och torde komma att under instundande sommar uppställas. Huruvida det verkligen skall lyckas att utföra dessa registreringar i den projekterade omfattningen och på ett sådant sätt erhålla fullt tillförlitliga observationer, är dock ännu tvifvelaktigt.

9. Botaniska och zoologiska undersökningar.

De meteorologiska förhållandena hafva en afgörande betydelse ej endast för glacierna, utan äfven för växt- och djurlifvet. Så snart den meteorologiska undersökningen beslutats, syntes mig utförandet jämväl af botaniska och zoologiska arbeten önskvärdt, åtminstone i den omfattning, att de meteorologiska resultaten komme till största möjliga användning. Jag sökte därför intressera några yngre biologer att deltaga i den af mig påbörjade undersökningen och fann i fil. stud. C. SKOTTSBERG och T. VESTERGREN villiga medhjälpare. Dessa båda representanter för de biologiska vetenskaperna åtföljde mig på 1900 års resa. Det är meningen, att de botaniska och zoologiska arbetena skola fortsättas ännu ett eller två år. När väderleken sommaren 1900 var mycket otjänlig, kan någon uttömmande skildring af växt- och djurlifvet ej lämnas på grund af hittills gjorda undersökningar, hvarför jag måste inskränka mig till att i hufvuddrag omnämna, hvilka arbeten, som utförts, och deras viktigaste resultat.

Barrskogsområdet upphör redan utanför högfjällstrakten; i Rapadals nedre del, som ligger föga mer än 500 m. ö. h., borde dock barrträd kunna trifvas, då på många andra ställen i omgifningarna såväl tall som gran träffas på 500—600 m. höjd ö. h. Den närmast öfver barrskogsgränsen kommande björkregionen upptager däremot nästan hela Rapadals botten och en stor del af Njotsos-

dalens, men saknas i öfriga dalgångar och upphör inom högfjällstrakten omkring 700 m. ö. h. Mot väster sjunker björkskogsgränsen, såsom redan WAHLENBERG framhållit, och öfverstiger vid Virijaure knappt 600 m. ö. h. Därefter följer gråvidenas region, hvilken öfre gräns funnits ligga på nivåer, växlande mellan 800 och 1350 m. ö. h., beroende på markens lutningsförhållanden och andra lokala omständigheter. Öfver gråvidegränsen vidtager lafregionen, hvilken sträcker sig upp på fjällens högsta toppar. Ända till omkring 1700 m. ö. h. träffas fanerogamer inom densamma, de högst gående äro *Ranunculus glacialis*, *Salix herbacca* och *Luzula arcuata*, men däröfver utgöres vegetationen uteslutande af kryptogamer, mest lafvar och mossor.

Genom observationer, som jag hoppas under sommaren 1901 skola taga sin början, torde en allmän öfverblick af dessa olika regioners temperaturförhållanden kunna erhållas, och redan kännedomen om medeltemperaturen är af stor vikt för studiet af vegetationen. På låglandet öster om högfjällen råder en medeltemperatur af omkring 0°—2°, och inom fjällregionerna är denna naturligen ännu lägre, såsom af den starka temperatursänkningen med höjden öfver hafvet framgår. Häraf kan en för vegetationen betydelsefull slutsats dragas, nämligen att åtminstone inom de öfre fjällregionerna ständigt frusen mark måste förekomma. Ty medeltemperaturen i de öfversta 20—30 m. af jord- och berglagren motsvarar städse approximativt den årliga medeltemperaturen för luften närmast öfver jordytan. Visserligen nedtränga årstidernas temperaturväxlingar äfven i jordskorpan, men vid 25 meters djup äro de i våra trakter omärkliga, och redan vid 5 meters djup torde de uppgå endast till ett fåtal grader. Vi kunna sålunda förmoda, att inom högfjällstrakten, åtminstone dess öfre regioner, ständigt frusen mark förekommer, hvilken öfre lager till större eller mindre djup sommartiden upptina. Sommaren 1900, som var mycket kall, träffades på flere lokaler, belägna 700—800 m. ö. h., i slutet af augusti käle redan på omkring 1/2 meters djup under jordytan. Kälen inflytande gör sig isynnerhet på mycket vattendränkt mark gällande. VESTERGREN uppmärksammade detta förhållande och fann »att vegetationen på den bottenfrusna kärrmarken inom gråvide-regionen visade stor öfverensstämmelse med hvad som är känt om vegetationen på likadan mark å Kolahalfön».

Ännu större inflytande än kälen torde, enligt VESTERGREN, snöbetäckningen hafva på vegetationen, särskildt emedan snön lägger

sig mycket ojämnt. På markens upphöjningar bildar den tunnare skikt än i dess fördjupningar, de förra bli därför jämförelsevis snart snöfria, och där kan vegetationen jämförelsevis tidigt taga sin början, medan den i de senare kvarliggande snön fördröjer vegetationsperiodens inträdande kanske till slutet af sommaren. Denna snöbetäckningens olikformighet har enligt VESTEREGREN stort inflytande på växtformationernas sammansättning och utveckling å småkuperad mark.

Likaledes har VESTEREGREN ägnat utförliga studier åt vegetationsens utvecklingsgång invid glaciererna.

»Hufvudvikten lades emellertid vid en fysiognomisk undersökning af fjällregionen. Såsom resultat föreliggå omkring 200 så vidt möjligt fullständiga ståndortsanteckningar, omfattande såväl gråvideregionen som lafregionen. De intressantaste resultaten häröra från den i vårt land hittills i fysiognomiskt hänseende högst ofullständigt kända lafregionen. Karakteristiskt för denna är förekomsten af flera olika slag af s. k. tundraformationer, af hvilka kunna nämnas: Dicranum-tundran, Racomitrium-tundran, Platysma-tundran samt de högst egendomliga lefvermossetundrorna.»

»Ett annat hufvudkapitel var naturligtvis den rent floristiska undersökningen af området, utrönandet af hvilka vår floras arter förekomma i detta i klimatiskt hänseende ogynnsamma område samt de öfre och undre gränserna för hvarje särskild arts utbredning, vidare på hvilket sätt arter, som förekomma äfven i lägre och sydligare trakter, hafva tillpassat sig för lifvet i fjällen. Jämförd med floran i lägre fjälltrakter, utmärker sig detta högfjällsområdes flora för artfattigdom och enformighet. Trakten mot sjön Virijaure med dess lägre fjäll utmärker sig sålunda genom förekomsten af ett flertal arter, hvilka totalt saknas inom det egentliga högfjällsområdet.»

Bland märkligare botaniska fynd är i första rummet att nämna en af VESTEREGREN på högfjällens östra sida funnen för Sverige ny art af släktet *Eriophorum*. Flera för vetenskapen nya svamparter hafva upptäckts inom området. Den gröna snöns alg, som förut var iakttagen endast på Spetsbergen och i Peru, har för första gången i Sverige träffats sistlidne sommar af mig i en aflägsen fjälldal, Jäknavagge mellan Tseggok och Skaitatstjäcko.

De af hr SKOTTSBERG utförda zoologiska arbetena voro hufvudsakligen riktade på en undersökning af traktens insektlif. Olyckligtvis var väderleken sommaren 1900 på grund af kölden och den

starka nederbörden mycket ogynnsam för sådana studier, enär insekterna i allmänhet höllo sig dolda i sina gömslen. Säkerligen torde dock denna fauna äfven under normala år visa sig vara skäpligen artfattig, då barrskog saknas inom högfjällsområdet. I Rapadalens lummiga björkskogar är dock möjligen insektlifvet ej alltför fattigt, men därstädes hade vi ej tillfälle att vistas mer än några få dagar. Största delen af sommaren tillbragtes inom videregionen, och öfver allt inom densamma visade sig enligt SKOTTSBERGS undersökningar insektfaunan mycket torftig. »En mängd af de insekter, som äro bekanta från våra lägre fjälltrakter, saknades. Det var emellertid intressant att iakttaga, hvilka arter som förmå hårda ut i de högre belägna trakternas ogästvänliga natur. Dagfjärilarna äro få till art- och individantal, de hårdigaste tyckas vara *Erebia Lappona*, *Argynnis Pales* var. *Arsilache*, *Argynnis Freija*, den senaste dock i mindre grad än de båda föregående. Åtskilliga arter af nattfjärilar finnas ock. Steklarne, särdeles små arter, äro talrika. Flugorna äro dock ibland de högre insekterna allmännast, särdeles tillbringa de med förkärlek sin tid i videsnåren. Skalbaggarne äro företrädda hufvudsakligen af Carabider och Chrysomelider, de förra företrädesvis i hedens kråkrismatta, de senare på videbuskarne. Några gräshoppor ser man då och då. Spindlar äro allmänna. Poduriderna äro mycket talrika, de gå högre upp på fjällen än några andra insekter; på Sarjeks stortopp (2 091 m. ö. h.) fångades flera exemplar af en *Isotoma*, f. ö. en nova species. Högt uppe på fjällsidorna träffas äfven flugor, skalbaggar och spindlar, en eller annan fjäril, bland dessa går särskildt *Anthrocera exsulans* var. *Vanadis* mycket högt.» Fjälltopparnes insektlif är emellertid ännu tämligen obekant.

Till de zoologiska arbetena äro äfven att räkna planktonhåfningar. Sådana ha företagits i 11 sjöar, däraf en i öfre fjällregionen. Som båtar saknas i dessa små sjöar, ha håfningarna måst anordnas på annat sätt än som eljest plägar ske.

10. De topografiska arbetena.

Ehuru den allra största delen af tiden ägnats åt upprättandet af en topografisk karta i större skala öfver högfjällen, har denna dock ej ännu kunnat bringas till fullbordan. För kartläggningen har den fotogrammetriska metoden användts i största möj-

liga utsträckning. De fotogrammetriska arbetena äro också i det närmaste färdiga, i det omkring 1 000 orienterade fotogram blifvit tagna. Af dessa medhunnos ungefär 800 under de synnerligen gynnsamma somrarna 1896 och 97, däremot kunde somrarna 1899 och 1900 med anledning af de ihållande oväder, som då voro rådande, endast omkring 200 fotogrammetriska fotografier erhållas. Ett å två hundra fotogram torde ännu behövas för kartläggningsarbetet. I samband med de fotogrammetriska arbetena ha triangelmätningar af lägre ordning utförts. Till sammanslutning af alla dessa mätningar har en triangulering af högre ordning, omfattande sex höga, redan 1897 utvalda och med rösen försedda toppar, planerats men ännu ej kunnat komma till utförande.

Härför anskaffades 1899 ett godt universalinstrument. De till triangelpunkter af högre ordning utvalda topparne äro Sarjektjäcko, Stuor Niak, Eppartjäcko, Skuorvatjäcko (eventuellt Ackatjäcko eller Ritatjäcko), Kátokaise (eventuellt Skaitetjäcko) samt Jäknatjäcko vid Tjågnoris. De flesta af dessa punkter hafva redan besökts, men endast från Jäknatjäcko hafva mätningar kunnat utföras.

För triangelnätet behöfver någon bas ej uppmätas. Professor P. G. ROSÉN har nämligen haft godheten att vid sitt besök sommaren 1896 vid Stora Sjöfallet från de punkter i det svenska triangelnätet, som ligga närmast norr om högfjällstrakten, bestämma läget och höjden af Sarjektjäckos högsta punkt och ett af mig på Stuor Niak uppbyggt röse. Det härigenom erhållna afståndet mellan dessa båda punkter skall utgöra bas för triangelmätningen inom högfjällstrakten och deras höjder utgångspunkten för bestämmandet af de öfriga topparnes.

Till de topografiska arbetena äro äfven att räkna af ingenjör MYRBERG 1899 utförda nivelleringar, genom hvilka höjderna af en serie punkter i Rapadalen och dess viktigaste grendalar bestämdes relativt till sjöarne Laitaure och Vastenjaure, som i samband med tidigare kartläggningsarbeten blifvit afvägda. Sommaren 1900 har jag själf fortsatt MYRBERGS arbeten och förbundit Njotsossjöarne, Perikjaur, Letsitjaur, Situojaur äfvensom en del andra punkter med de af MYRBERG nivellerade linjerna.

II. Öfversikt af resorna.

I inledningen hafva i korthet angifvits skälen, hvarför denna undersökning kom att startas samt under hvilka år den pågått.

I Turistföreningens årsskrift har jag redogjort för förloppet och hufvudresultaten af 1896 års resa och K. WINGE för det följande årets. 1898 besökte jag ej fjälltrakten. De båda senast förflutna årens undersökningar ha hittills ej skildrats, hvarför jag här skall lämna några data angående desamma.

1899 anträdde jag färden ganska sent på sommaren med anledning af en under vintern genomgången svår sjukdom. Först på midsommaraftonen lämnade jag Stockholm och nådde den 1 juli Kvickjock. Det var under början af denna resa de förut beskrifna nederbördsmätnarne uppställdes på sina respektive platser kring Luleavaggeglacieren, ett arbete som ansågs omöjligt af nybyggarna i trakten, hvilka hysa en med fruktan blandad respekt för glacierna och de höga topparne. Efter ungefär en vecka voro dessa mödosamma arbeten fullständigt afslutade. Den 11—16 juli upptogs af en resa ned till sjön Laitaure för bestämmande af den genom Rapaätno afrinnande vattenmängden vid då rådande häftiga fjällflöde. Samtidigt utsträcktes de fotogrammetriska arbetena öfver Rapadalens nedre del och Rapäalfvens delta.

Den återstående delen af sommaren ägnades i ej ringa mån åt fruktlösa försök att genomföra den för kartarbetet nödvändiga trianguleringen af högre ordning. Den 24 juli bestegs Sarjektjäcko för anställande af dylika mätningar. Det vackra vädret vid uppstigningens början slog dock om, då toppen nåddes, så att endast några få vinklar kunde erhållas. Vi kvarstannade till följande morgon för den händelse klarare väder skulle inträffa, men ovädret fortfor, och vi måste slutligen med oförrättadt ärende företaga nedstigningen. Under vistelsen vid Sarjektjäcko användes tiden hufvudsakligen till glaciologiska arbeten på Mikaglaciern, mätningar af dess rörelsehastighet, anordning af borrhål, uppsättning af bambürör på densamma o. s. v.

Sedan dessa arbeten efter nära en veckas vistelse vid Mikaglaciern blifvit färdiga, ansåg jag mig för tillfället böra afstå från ett fullbordande af mätningarna från Sarjektoppen och flyttade till Njotsosdalen, som jag förut endast helt flyktigt besökt. Ovädret fortfor emellertid nästan utan afbrott och utgjorde ett obetvingligt hinder mot alla mätningars utförande från de högsta topparne. Jag måste sålunda hufvudsakligen ägna mig åt geologiska undersökningar, ehuru enligt min plan det topografiska kartarbetet såsom nödvändigt underlag för de andra undersökningarna först och främst borde framställas. De ständiga snöstormarne

korsade emellertid alla planläggningar. En och annan gång lättade molnen så pass, att det syntes ganska sannolikt, att topparne skulle blifva klara, vi rusade iväg, lastade med instrument, för att företaga en bestigning, men lika många gånger gäckades våra förhoppningar. På detta sätt spilldes gagnlöst ganska mycket tid. Den geologiska undersökningen af trakten fortskred emellertid. Under vistelsen i Njotsosdalen samt vid västmynningen af Sarvesdalen, dit jag den 6 augusti flyttade, kom jag först under fund med de intressanta förhållanden, som under istidens afsmältningsperiod torde hafva förefunnits i högfjällen.

Någon förbättring i väderleken inträffade emellertid icke, och då triangelmätningen numera i alla händelser icke kunde fullbordas denna sommar, såsom jag hade beräknat, beslöt jag afbryta arbetena tidigare än vanligt. Sedan en andra resa företagits till Mikaglacieren för eftermätningar på borrhålen och stenlinjerna, till Rapaätнос mynning för bestämmande af vattenmängden vid det ovanligt låga vattenstånd, som genom den starka kolden inträdt, samt till de i början af sommaren uppsatta nederbördsräknarna för den samlade nederbördens uppmätning, lämnade jag högfjällstrakten redan den 23 augusti. I 1899 års resa deltog ingenjör MYRBERG i och för nivelleringar i de viktigaste dalgångarne.

Den följande vintern uppgjordes de första förslagen till den meteorologiska undersökningen genom självregistrerande instrument. 1900 års resa anträdde den 12 juni från Stockholm i sällskap med stud. VESTERGREN och SKOTTSBERG. Den 21 juni nåddes Kvickjock efter stora transportsvårigheter med den registreringsapparat, som denna sommar skulle på prof uppställas. Arbetena i högfjällen började härmed; först den 5 juli var apparaten uppställd. Jag hoppades att därefter kunna genomföra trianguleringen. Den 13 juli ämnade jag bestiga Sarjek, men då jag, kommen till en höjd af omkring 1 850 m., märkte, att flertalet öfriga triangelpunkter voro så betäckta af snö, att deras signaler ej syntes, afstod jag från försöket såsom lönlöst. I stället utskickades en pålitlig lapp att bestiga tvenne af triangelpunkterna, Stuor Niak och Skuorvatjäcko, samt söka gräfvä fram rösen och bygga på dem, hvilket han ock utförde. En fjärde triangelpunkt, Eppartjäcko, besökte jag själf den 28 juli för andra gången, egentligen för att därifrån utföra mätningarna, men när jag efter omkring 1¹/₂ mils vandring och en ingalunda lätt bestigning nådde toppen, var där full snöyra, och resultatet af vårt besök inskränkte sig till en reparation af röset. Den 30 juli på

morgonen var återigen klart väder, och jag beslöt söka utföra mätningarna från Sarjek, men innan vi kl. $\frac{1}{2}$ 3 e. m. hunno toppen, hade såsom vanligt ett omslag i väderleken inträffat. Jag och tvenne lappar stannade dock kvar till den följande morgonen, för den händelse ett omslag till det bättre ånyo skulle inträffa, men i stället blef väderleken sämre, och vi måste företaga nedstigningen kl. 8 f. m. i snöyra och tät dimma.

I början af augusti befann jag mig i närheten af en triangelpunkt, som jag kallat Jäknatjäcko, emedan den är högsta punkten invid Jäknavagge. Två gånger gjordes försök att bestiga denna topp, men båda gångerna inträffade oväder. Den 16 augusti erhöles emellertid varaktigt klart väder, och då utfördes också mätningarna från Jäknatjäcko. De voro dock förknippade med åtskilliga svårigheter, ty intill röset, som 1897 uppsattes på den då alldeles snöfria toppen, låg nu ett omkring 2 m. tjockt snölager, som bortskymde utsikten öfver hälften af horisonten. För att utföra mätningarna måste vi i detsamma med händer och stafvar gräfvä djupa kanaler för syftlinjerna.

De svårigheter, som väderleken och de under vintrarne hopade snömassorna under de två sista åren åstadkommit, hafva sålunda hindrat genomförandet af triangelmätningen, hvilken under gynnsamma förhållanden skulle hafva kunnat utföras på fjorton dagar. Visserligen skulle väl arbetena på några flera triangelpunkter hafva kunnat göras färdiga, om jag slagit läger på själfva toppen, hvilket väl skulle hafva kunnat gå för sig, ehuru jag egentligen ej var utrustad därför. Jag skulle då hafva kunnat begagna mig af de få timmars klart väder, som sistlidne sommar flera gånger förekom. Men då hade också hela sommaren måst tagas i anspråk enbart för dessa mätningar, hvilket jag icke ansåg mig hafva tid till, då åtskilliga andra arbeten kunde utföras i dalgångarne äfven i ogynnsamt väder. Skulle dock ogynnsamt väderlek äfven nästkommande sommar inträffa, måste jag vara betänkt på en dylik anordning.

Ovädersdagarna kunde nu komma till nytta för på mindre höjd öfver hafvet utförda geologiska, glaciologiska och topografiska arbeten. Bland dessa senare är att märka en påbörjad kurvkarta i 1:10 000 öfver Mikaglacieren.

Denna sommar besöktes liksom den föregående trakterna kring Luleavagge- och Mikaglaciererna såväl på bort- som hemresan för skötandet af där pågående periodiska glaciologiska observationer.

Större delen af augusti månad vistades vi i högfjällens västra, af mig förut högst ofullständigt och delvis ej alls undersökta delar. Resultaten blefvo afgjordt bättre än 1899, tack vare den omständigheten, att klart väder verkligen några gånger förekom. Arbetena fortsattes ända till den 6 september, då återtagets till Kwickjock anträdde. Högfjällen lågo då iklädda fullständig vinterdräkt.

12. Utrustning och färsätt.

Ofvan omtalade resor och undersökningsarbeten hafva varit förknippade med stora omkostnader och besvärligheter, emedan området för desamma ligger så aflägsset från farbara vägar, och fasta människoboningar helt och hållet saknas därinom. Till närmaste järnvägsstation är afståndet omkring 20 mil och till närmaste landsvägsände omkring 10 mil. Nybygget Aktse, hvarest tvenne lappfamiljer slagit sig ned, och Kwickjock, hvarest åtskilliga svenskar äro bofasta, ligga en, respektive två mil från högfjällstrakten. Båda dessa ställen äro dock genom en serie sjöar någorlunda bekvämt förbundna med landsvägens ändpunkt.

Kwickjock har varit arbetenas operationsbas, utgångs- och slutpunkt för de egentliga fjällresorna. Dit har uppfraktningen af proviant och annan utrustning försiggått jämförelsevis lätt vintertiden, och där hafva en mängd saker, äfven ömtåliga instrument, öfver vintrarne kunnat kvarlämnas. Äfven inom högfjällen hafva på flera ställen depoter upprättats, hvori konserver och annan hållbar proviant förvarats flera år utan att taga skada. Dessa förvaringsplatser hafva utgjorts af små källare, byggda af flata stenhällar och jordtorfvor af de mig åtföljande lapparne, som äro vana vid dylika byggnadsföretag.

De största svårigheterna har transporten inom själfva högfjällen erbjudit, där på grund af områdets vidsträckthet ett i hög grad nomadiserande lif måst föras, på det att vägen till arbetsplatsen morgon och afton ej skulle blifva för lång och traktens olika delar någorlunda lika utförligt undersökta. I synnerhet i början af somrarnes ha transportsvårigheterna varit afsevärda, då allt, som erfordrats för undersökningarna och lifvets uppehälle under den flere månader långa vistelsen i fjällen, måst medfraktas för att undvika långa och hindersamma hämningsäfventyr midt under arbetet.

Endast genom bärare hade dessa svårigheter vid så omfattande och långvariga arbeten ej utan allt för stora kostnader kunnat öfvervinnas. Jag tog därför redan under det första årets vistelse i högfjällen min tillflykt till det af lapparne allmänt använda billigare transportmedlet: klöfjning med renar. Under årens lopp hafva för sådant ändamål sammanlagdt 16 renar inköpts, af hvilka dock nu ej flera än 10 äro i lifvet. Årligen stryker näm-

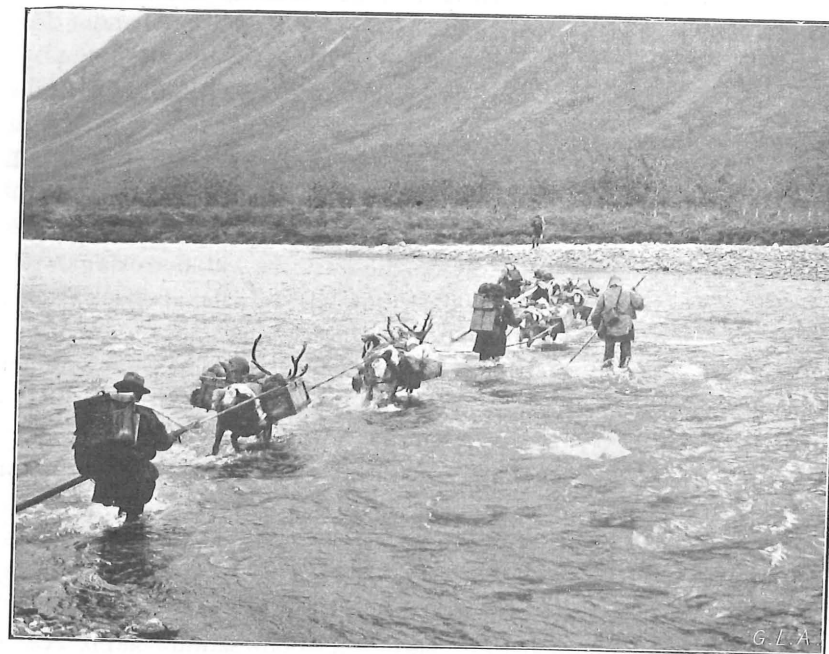


Fig. 28. Vadning öfver Sarvesbäcken, augusti 1900.

ligen en eller annan ren med, särskildt under de svåra vårtransporterna. Vanligen äro renarne då efter de ogynnsamma betesförhållandena under vintern ganska magra, och olyckligtvis tagas deras arbetskrafter just den årstiden mest i anspråk, särskildt för transporten från Kwickjock till högfjällen. I alla händelser blir dock fraktningen med renar, så långt denna kan användas, nämligen för flyttning af tält, proviant och andra mindre ömtåliga föremål i dalgångarne; mycket fördelaktigare än med bärare, hvaremot förflyttandet af instrument upp på glaciärer och på höga fjälltoppar endast kan anförtros åt bärare.

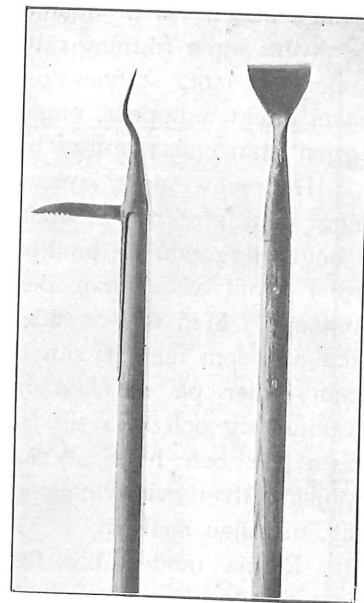
För klöfjningen begagnas uteslutande renoxar eller herkar, såsom de vanligen pläga kallas. De måste under den tid af året, då de användas, alltjämt vaktas eller hållas bundna vid stora stenar, annars riskerar man, att de springa bort. Ett sådant missöde inträffade sommaren 1896, hvarvid samtliga renar, af hvilka dock flertalet voro hyrda, rymde, utan att vi sedermera sågo skymten af dem. En kom dock senare på hösten till lapparnes renar och blef återfunnen. Denna oundvikliga tjudring af herkarne skadar dem emellertid ganska afsevärdt, om den fortsättes under flere månader, såvida ej deras betesplats många gånger om dygnet bytes om. Huru omsorgsfull renskötaren än är, kan dock den bundne renen näppeligen hållas vid samma krafter som den, hvilken får springa fritt omkring och beta hvar han behagar. Myggorna och bromsarne irritera äfven de bundna renarne mycket mera än de lösa och slita deras krafter i högre grad. Dessa omständigheter jämte ansträngningarna, för hvilka de utsättas vid flere dagar pågående transporter, och de skafsår, som de erhålla af illa pålagda bördor, förorsaka, att sällan hela renuppsättningen på en gång kan hållas arbetsduglig. Därför måste man litet emellan gifva en eller annan ren semester på längre eller kortare tid för att bland lapparnes renar vårda sin hälsa. Under större delen af året, då herkarne ej användas, behöfva de ej någon tillsyn och förorsaka inga utgifter. De springa då omkring med lapparnes renar och sköta sig själva; endast vissa vårar, då hård skare förekommer, måste renskötaren taga reda på herkarne igen och genom lafhugning bidra till deras uppehälle. Renskötare har under hela den tid mina undersökningar pågått varit en och samme lapp, AMMA GRUFVISARE.

Fig. 28 visar en karavan med renar och bärare öfvergående en större bäck och torde bättre än ord åskådliggöra en flyttning i fjällen. För sakernas inpackning användas hufvudsakligen säckar samt af träramar och pressenningsduk förfärdigade lådor. Emballaget måste nämligen vara så lätt som möjligt, ty hvarje ren bär ej mera än 30 à 35 kg., fördelade i tvenne bördor, en på hvarje sida och lika tunga, på det att hela lasten ej skall taga öfverbalansen. Tre à fyra renar äro med remmar sammanbundna till en »raito». Hvarje sådan ledes af en man.

Vattendragens öfvergång utgör det på samma gång svåraste och obehagligaste momentet i högfjällsfärderna. Flera farliga bäckar äro dock åtminstone under första delen af sommaren öfver-

komliga på snöbryggor; mångenstädes kvarligga sådana hela sommaren. Det är dock endast öfver jämförelsevis smala vattendrag de förefinnas. I vanliga fall är vadning den enda möjliga utvägen, ty båtar saknas i högfjällen, om en liten eländig snipa i Rapadalen undantages. Med byxor af tunnt smorläder, dragna utanpå de vattentäta skorna och hårdt ombundna vid smalbenet enligt lapparnes sed, klarar man vadningarna i regeln ganska bra utan att blifva våt, hvilket är en stor fördel, åtminstone om detta färdssätt ofta måste anlitas. Öfver vattendragen vada renarne i allmänhet ganska villigt äfven med bördorna pålagda, men djupet får naturligtvis ej vara stort, om dessa skola komma öfver torra. Öfver djupare vattendrag måste bördorna fraktas för sig af bärare eller i båt, under det att renarne simma.

Med smorlädersbyxor, broddade bergsskor med fastsydda plösar, sjömansoljerock, en lämplig hatt, myggflor eller myggmössa samt en staf af det utseende fig. 29 visar kan man uthärda högfjällens vedervärdigheter under en arbetsdag och taga sig fram nästan hvar som helst. De broddade bergskorna af schweizermodell äro, när



det är fråga om dagliga toppbestigningar, nödvändiga, under det att för en turist, som nöjer sig med att bestiga en eller två toppar på hela sommaren, lapparnes bandskor torde vara lämpligare. Dessa äro äfven vid arbete under stillastående ofta att föredraga, emedan de äro afsevärdt varmare.

Vid vandring öfver branta glaciärer äro stiggjarn af tyrolermodell mycket ändamålsenliga; är glaciären sprickig, böra minst tre personer följas åt samt ett tåg medföras, hvarmed de binda sig tillsammans på ungefär 5 m. afstånd från hvarandra. Detta tillhör de vanliga, från Alperna bekanta bergbestigarereglerna. Den i Schweiz allmänt använda isyxan är däremot mindre lämplig, så-

Fig. 29 och 30. Isstafvar. Skala: $\frac{1}{10}$.

som jag i en tidigare uppsats framhållit.¹ Den är nämligen försedd med knappt meterlångt skaft och kan därför ej användas vid de ofta förekommande vadningarna, för hvilka en nära två meter lång staf erfordras. Förser man isyxan med så långt skaft, blir den användbar vid vadning, men obekvämt till ishuggning. För att slippa medföra både staf och isyxa, har jag låtit göra ett nytt slags staf, som skulle kunna kallas isstaf och medelst hvilken äfven ishuggning kan utföras. I sin enklaste form återgifves isstafven i fig. 30 och består af en vanlig trästaf, i den nedre, på fig. ej synliga änden väl broddad, i den öfre försedd med ett något böjdt, i stafvens egen riktning rätt utstående blad. Ishuggningen utföres genom att stöta stafven i dess egen riktning med bladet mot isen; bästa effekten uppnås, om stafven föres något snedt, så att ej hela eggen utan endast ett af bladets hörn stöter mot isytan.

Den schweiziska isyxan användes emellertid ej endast till huggning af trappsteg i is, utan äfven vid klättring för att hugga tag i högre liggande fästpunkter. Gifver man isstafven den form fig. 29 i profil visar, kan den användas äfven för nu ifrågakarande ändamål. Med den åt sidan utstående kroken kan man nämligen lika väl som med isyxan hugga sig fast i en brant sluttning, om man håller på att åka ned eller om man vill nå en ojämnhet framför sig och hala sig fram på sådan terräng, där lämpligt fotfäste här och hvar saknas. Den utstående kroken bör man, om möjligt äfven vid vanlig gång, vända ifrån sig för att icke skada sig, om man snafvar.

Denna modell har, betraktad rätt framifrån, samma utseende som fig. 30. Beslagens dimensioner inses af skalan. Stafvens längd måste afpassas efter längden af den person, som skall använda den, och vara sådan, att denne finner det bekvämt att fatta den omkring tyngdpunkten. Han kan då utan nämnvärd ansträngning svänga den i alla riktningar. För författaren, som är ungefär 1.8 m. lång, lämpar sig en staf af 2 m. längd. Vikten af detta slags isstafvar är omkring 1—1.5 kg. och öfverstiger icke nämnvärdt vikten af en vanlig schweizisk isyxa.

¹ Turistföreningens årsskrift 1897, sid. 188.

