

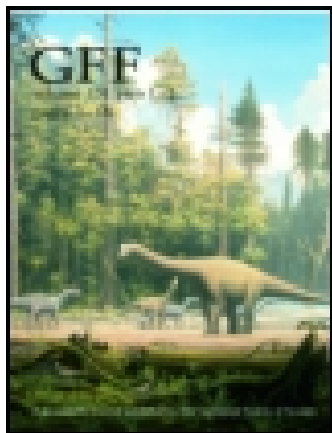
This article was downloaded by: [UQ Library]

On: 06 November 2014, At: 12:28

Publisher: Taylor & Francis

Informa Ltd Registered in England and Wales Registered Number: 1072954

Registered office: Mortimer House, 37-41 Mortimer Street, London W1T 3JH, UK



## Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar

Publication details, including instructions for  
authors and subscription information:

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

### Till frågan om den senglaciala och postglaciala floderosionens storlek

Gustaf Frödin

Published online: 04 Jan 2010.

To cite this article: Gustaf Frödin (1917) Till frågan om den senglaciala och postglaciala floderosionens storlek, Geologiska Föreningen i Stockholm Förhandlingar, 39:1, 46-65, DOI: [10.1080/11035891709443857](https://doi.org/10.1080/11035891709443857)

To link to this article: <http://dx.doi.org/10.1080/11035891709443857>

PLEASE SCROLL DOWN FOR ARTICLE

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

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

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

## Till frågan om den senglaciala och postglaciala floderosionens storlek.

AF

GUSTAF FRÖDIN.

I det senast utkomna häftet af Ymer (1916: 3) finnes publicerad en uppsats af dr W. WRÅK om *»resultatet av floderosionen inom Skandinavien sedan sista interglaciertidens slut*. De däri framlagda åsikterna avvika principiellt från det hittills gängse betraktelsesättet i vårt land, i det att vissa såsom fluvioglaciala, senglaciala och postglaciala ansedda kanjonartade dalbildningar framställas som äldre än den sista nedisningen eller sannolikt af interglacial ålder. Detta skulle t. o. m. gälla helt obetydliga raviner och rännor om några få m:s djup, hvarför också glacialerosionen åsattes ett i allmänhet synnerligen ringa arbetsresultat. Hela beloppet af den senkvartära floderosionen, alltså såväl den fluvioglaciala som den normala, uppskattas sammanlagdt till högst 0,5—1 m djupa fåror i fastare bergarter (sid. 266 o. 237), hvadan WRÅK anser sig helt kategoriskt kunna förklara (sid. 261), att »några postglaciala V-dalar i fastare berggrund finnas ej».

Det är ej min mening att här söka framlägga någon allsidig och detaljerad granskning af berörda uppsats, dess mer som jag ej själf varit i tillfälle besöka större delen af de lokaler, hvarpå slutsatserna grundas, och denna brist näppeligen kan ersättas genom studiet af tillgängliga beskrifningar. Det ligger i sakens natur, att dessa i viktiga delar ofta måste

bli mer eller mindre ofullständiga och stundom kanske i viss mån missvisande, ej minst beträffande ett ämne sådant som det ifrågavarande. Svarigheter af liknande art böra likväl äfven kunna förutsättas ha influerat på de af WRÅK erhållna resultaten, enär denne förf. ej synes äga personlig erfarenhet af flertalet anförda norrländska lokaler, ehuru dessa intaga en rätt framträdande plats vid argumentationen.

### I. Resultatet af den postglaciala floderosionen.

Sin åsikt om den postglaciala floderosionens ringa storlek söker WRÅK bevisa så godt som uteslutande med stöd af de närmare skildrade förhållandena vid nio norska vattendrag (sid. 217—238), därvid bl. a. följande egendomligheter tilläggas särskild betydelse.

I sitt öfre flackare lopp, och stundom i viss mån också i den allra nedersta delen, framflyta dessa vattendrag i tydligt V-formade kanjoner, i allmänhet nedskurna 10—50 *m* i U-formiga, alltså iseroderade dalgångar, medan däremot inga eller ytterst obetydliga fluviatila erosionsmärken förefinnas i de brantare nedstigningssträckorna vid föreningen med den öfverfördjupade hufvuddalen. Enl. förf:s mening synes berggrundens beskaffenhet ej förklara dessa afvikande skulpturdrag, som ej heller kunna vara ett uttryck för den postglaciala erosionen, emedan de kraftigaste erosionsspåren då böra ha förekommit på de starkast fallande sträckorna. Kanjonbildningarna betraktas därför i stället såsom väsentligen interglaciala, ehuru glacialerosionen aflägsnat dem i de brantare nedstigningssträckorna, där man nu skulle äga ett gynnsamt tillfälle att afläsa hela beloppet af den postglaciala erosionen i de eventuellt befintliga, högst *m*-djupa rännorna och fårorna. Detta är tankegången.

Det är emellertid ett allmänt återkommande förhållande, som för öfrigt lätt kan iakttagas i våra egna fjälltrakter, att kanjonbildningar gärna saknas inom de öfre svagt fallande dalpartierna men i stället uppträda i samband med starkare lutningar. Förhållandena kunna emellertid delvis vara annor-

lunda inom de omskrifna norska dalgångarna, hvarför de af WRÅK återopade nio exemplen måhända ej äro att betrakta som rena undantagsfall utan belysa en mer generell företeelse. Möjligheten, att en del morfologiskt rätt ungdomliga dalbildningar kunna äga interglacial ålder, bör naturligen a priori ej uteslutas, och ett sådant förklarings-ätt synes i vissa fall kanske ej mer osannolikt än flertalet andra. Anmärkningsvärdt är emellertid, att samtliga de af WRÅK anförda exemplen äro hämtade från obetydliga eller t. o. m. mycket små vattendrag, medan större sådana ej underkastats någon närmare undersökning med hänsyn till den postglaciala erosionen (sid. 237). Såsom förf. själf håller för troligt, bör glacialerosionen ha verkat kraftigare i de kanjonlösa nedstigningsbranterna, hvarvid hufvuddalarna i åtskilliga fall afsevärdt öfverförddjupats, medan de öfre mindre lutande delarna af de hängande sidodalarna mer obetydligt angripits. Särskildt inom mindre ansenliga vattendrag och dalsystem kan härvid den förutvarande dalfåran ganska lätt ha utplånats mer eller mindre fullständigt från hufvuddalens sida, medan den däremot bibehållits inom de öfre sektionerna af bidalen. Efter nedisningens slut fick alltså i senare fallet det postglaciala vattendraget från början koncentrera sin erosionsförmåga längs en bestämd jämförelsevis smal fåra, medan det däremot i nedstigningsbranterna med deras afsaknad af förutvarande dalbildning stundom erhöll ett odecideradt, ofta kanske föränderligt lopp i form af ett antal obetydliga parallellströmmar eller bredde ut sig i ett grundt öfverstrifningsområde (se WRÅK, fig. 2, 3, 10 samt beskrifningen t. ex. sid. 228, 229, 235). Att härigenom det postglaciala erosionsresultatet i samma mån betydligt måste minskas, förefaller ganska naturligt. Härtill kommer att framför allt inom trakter, där en isrörelse följt bidalen, kan dessutom den glaciala erosionen här och hvar verkamt ha bidragit till kanjonernas första anläggning, ej minst beträffande de rätt obetydliga, blott sporadiskt uppträdande klipprännor af detta slag, äfven från nedstigningsbranterna,

som förf. flerstädes omnämner och diskuterar. Sådana bildningar skulle alltså kunna tänkas i viss utsträckning äfven vara postglacialt omformade och fördjupade glaciala rännor i stället för kvarstående interglaciala dalfåror. Där berggrunden äger en härför gynnsam förklyftning, synas nämligen rätt afsevärda dalbildningar kunna uppkomma genom glacialerosion (se nedan sid. 56).

En annan orsak till frånvaron af kraftig postglacial flodskulptur i nedstigningsbranterna är deras stundom alltför starka lutning, hvarigenom erosionstörmågan i hög grad minskas och vid mindre vattendrag i fritt fall torde vara synnerligen obetydlig. Exempel härpå äro de af förf. anförda Stalheimsälven, Tvindeforsen, Kvea samt i viss mån äfven Tureliforsen.

För att möjliggöra teorin om dalarnas interglaciala ålder är WRÅK tvungen att därvid uppskatta den glaciala erosionen till ett rent minimum, och så vidt jag förstått honom rätt, vore det t. o. m. ej uteslutet, att interglaciala vittringsprodukter här och hvar ännu kunna kvarligga längs älfbranterna (Abiskojokk, sid. 238). Ett annat utslag af detta åskådningsätt återfinnes i diskussionen af Merkenespassets klippraviner (sid. 259 o. f.), där de i U-dalarna nedskurna helt obetydliga V-dalarna af blott någon eller några få *m:s* djup anses vara interglaciala. Här liksom i andra liknande fall har man likväl ej kunnat iakttaga någon som helst omformning eller andra spår efter glacial verksamhet. Med hänsyn till den postglaciala erosionens förmodade ringhet borde väl WRÅK i någon mån kunnat bestyrka de typiskt V-formade kanjonernas interglaciala ålder genom att åtminstone lokalt påvisa t. ex. räffling på deras sidor, men något sådant har tyvärr ej andragits. Detta är dess mer anmärkningsvärdt, som förf. i vissa fall t. ex. vid förklaringen af nedstigningssträckornas brist på förmodade interglaciala ravinbildningar måste tillgripa en glacialerosion uppgående till vanligen 15—50 *m:s* djup, medan den en annan gång antages kunna förflytta själfva

vattendelaren ej obetydliga sträckor (sid. 259, se nedan sid. 53).

Ytterligare stöd för allmängiltigheten af den postglaciala floderosionens ringa storlek anser sig WRÅK ha funnit i frånvaron af betydligare klipprännor vid bl. a. Indalsälvens forsar vid Krångede (sid. 237). Häremot kan lämpligen uppställas Döda fallets klippränna, hvars tillkomstbetingelser och läge äro sådana, att hvarje försök att tillskrifva den annat än postglacial ålder måste grundas på ganska osannolika antaganden. Dess tillvaro synes mig påfordra en mer bärkraftig bevisföring än förf:s nakna påstående, att »en så betydande klippränna, utskuren i fast bergart, kan .... icke vara postglacial» (sid. 267).

De invändningar, jag ofvan framlagt gent emot WRÅKS argumentation i fråga om den postglaciala floderosionens resultat, göra naturligtvis ej anspråk på att vara allmängiltiga eller uttömmande. De afse blott att i någon mån belysa svårigheterna vid ett bedömande af orsaken till floderosionens skiftande resultat. Att på grund af frånvaron af nämnvärd postglacial flodskulptur inom en viss dalsektion, åsätta de inom angränsande sektioner eller t. o. m. helt andra dalgångar under skenbart ogynnsammare bildningsbetingelser eventuellt uppkomna kanjonbildningarna interglacial ålder (se t. ex. sid. 250), synes mig näppeligen berättigadt, därtill är vår kännedom om förutsättningarna för denna erosion i hvarje särskildt fall alltför bristfällig. För min del tviflar jag ej på att framför allt frågan om berggrundens motståndskraft i själfva verket är alltför komplicerad och svårutredd, för att man blott med en ytlig okulär besiktning vid ett tillfälligt besök skall kunna nöjaktigt besvara densamma.

## II. Resultatet af issjöälfvarnas erosion.

I afhandlingens ofvan berörda förra del med det däri framlagda kategoriska förnekandet af befintligheten af postglaciala V-dalar i fastare berggrund har förf. trott sig erhålla en

fast utgångspunkt i viss mån äfven för bedömandet af issjöälfvarnas erosionsförmåga (se t. ex. sid. 241). De bevis, med hvilka WRÅK ytterligare söker styrka sin åsikt i denna fråga, äro ungefär desamma som beträffande den postglaciala erosionen. Afloppspassen hos ett antal af norra Sveriges bättre kända issjöar inordnas i två grupper, hvarvid göres gällande, att frånvaron af kraftiga erosionsmärken hos den ena gruppen bestämdt anger, att issjöälfvarnas erosionsförmåga varit mycket ringa, och att de unga, djupt nedskurna dalbildningarna inom den andra gruppen ej kunna till afsevärd del vara uteroderade af detta agens utan måste förskrifva sig från en annan tid (sid. 250 o. f.). Dessutom tillägges, om ock med en viss tvekan, att jämförelsematerialet i det stora hela är homogent, eller med andra ord att de afhandlade issjöälfvorna arbetat under ungefär likartade betingelser (sid. 251).

Detta påstående förefaller dock efter en granskning af hithörande originalarbeten näppeligen berättigadt, och öfver hufvud synes mig förf:s framställning af de isdämda sjöarnas aflopp i väsentliga delar ofullständig och ensidig samt för den i ämnet till äfventyrs mindre invigde läsaren delvis missvisande (se nedan).

Frånräknas Kall-issjöns aflopp i Styggdalen, där issjöälfvens erosion åstadkommit en betydande sänkning (ca 10 m) af den 75—200 m breda dalbotten N om den nuvarande passpunkten, ett faktum som af WRÅK omskrifves till »endast smärre rännor i den lösa skiffern vid passpunkten» (sid. 250), återstå i »gruppen utan unga dalbildningar» blott de fyra af GAVELIN undersökta och beskrifna afloppspassen för Gänta-issjön och Nasa-issjön samt Suolokerrejaurepasset och Järrompasset (sid. 250).<sup>1</sup> Härvid är dock att märka, att GAVELIN ej

<sup>1</sup> Att härvid blott afloppspasset V om Umbugten bör indragas i diskussionen, torde vara fullt tydligt af GAVELINS framställning, emedan de två öfriga af WRÅK såsom kanjonlösa omtalade passdalarna V om Gänta-issjön ej med säkerhet fungerat som issjöaflopp.



utsträcker sin detaljredogörelse nämnvärdt V om passpunkterna, hvarför unga dalbildningar af betydande storlek mycket väl kunna förekomma därstädes. Af nämnda forskares beskrifning och kartor framgår dessutom fullt tydligt, att de samtliga anförda fyra passbottnarna äro flacka och breda, samt att afloppsälften stundom t. ex. V om Umbugten delat upp sig i flera smärre grenar.<sup>1</sup> Här återkommer alltså ungefär samma omständighet, som ofvan anförts vid tal om de nio norska dalarna (se ofvan sid. 48), och som kan tänkas afsevärdt ha ned-satt älvarnas erosionsförmåga. Jämfördt med dem inom den andra gruppen äga dessa pass därjämte jämförelsevis svaga lutningar, detta enl. GAVELIN (sid. 65) äfven gällande för Nasa-issjöns aflopp, hvarför WRÅKs påstående om en stark lutning härstädes (sid. 249) behöfver något modifieras. Som tämligen tvifvelaktig och obestyrkt måste därför denna förfs utsago förefalla, att issjöälvarna, ända till dess deras arbete upphörde, haft nog fall att skära i berggrunden» (sid. 250), liksom äfven hans metod, att enbart af strandlinjernas större eller mindre tydlighet sluta till issjöarnas långvarighet lätt kan bli missvisande (sid. 249, 250, 255).<sup>2</sup> Synnerligen tydliga strandlinjer ha under gynnsamma betingelser visat sig komma till utbildning på mycket kort tid, såsom åtskilliga minimåla issjöar gifva vid handen. Ej heller må förbises, dels att dräneringsområdena till de mot Suolokerrejaure- och Järrompassen svarande issjöarna varit obetydliga, dels äfven att berggrundens benägenhet för kanjonbildning inom de talrika af WRÅK anförda och ofta långt från hvarandra belägna passen med all säkerhet är synnerligen varierande och ej ens känd till den ungefärliga storleksordningen.

Här liksom i den föregående framställningen är det anmärkningsvärdt, att ehuru WRÅK anser sig kunna tyda de

<sup>1</sup> AXEL GAVELIN: De isdämda sjöarna i Lappland och nordligaste Jämtland. — Sv. Geol. Unders. Ser. Ca, N:o 7: 1 (1910), sid. 44.

<sup>2</sup> Se t. ex. G. FRÖDIN: Bidrag till västra Jämtlands senglaciala geologi. — Sv. Geol. Unders. Ser. C, N:o 246 (1913), sid. 144.

djupa V-formade, nu mera vanligen praktiskt taget torrlagda dalarna i afloppspassen såsom äldre än den sista nedisningen, ha dock ingenstädes observerats några säkra spår af glacial erosion t. ex. en svag omformning af tvärprofilen, räffling o. s. v. Såvidt jag kunnat finna, äga emellertid de äldre U-formade dalgångar, hvari de omstridda klippravinerna nedskurits, vanligen ej de vida flacka bottnar, som utmärka de kanjonlösa issjöpassen, och vattenerosionen bör alltså af denna grund i förra fallet arbetat under i detta afseende gynnammare förhållanden. I vissa fall torde dessutom vara tämligen outredt, huru stort erosionsbelopp kanjonerna faktiskt representera, räknadt under den U-formade, äldre dalbotten.

Det synes mig verkligen med fog kunna betvivlas, att den gängse åsikten om afloppskanjonernas till en viss grad genetiska samband med motsvarande issjönivåer, kan anses mindre grundad och mer vågad än den af WRÅK föreslagna tolkningen, hvari visserligen konstateras, att »deras läge invid vattendelaren eller genomskärande en gammal sådan förutsätter nästan nödvändigt . . . . . en uppdämning på östsidan om passen», men som därjämte refererar sig till rent hypotetiska interglaciala issjöälvar eller interglaciala normala vattendrag med ofantligt mycket större erosionsförmåga och längre arbetstid än motsvarande senkvartära agens (sid. 259, 243). I senare fallet synes WRÅK dessutom ifrågasätta en genom glacialerosion åstadkommen betydande förflyttning västerut af hufvudvattendelaren af sådan storleksordning, att t. o. m. forskare, som vida högre än WRÅK uppskatta glacialerosionens omformande betydelse, måhända känna sig något betänksamma. Ett sådant östligare läge af vattendelaren under interglacial tid förefaller i och för sig rätt egendomligt, då man väl snarast borde ha att vänta ett *västligare* läge, och näppeligen torde väl denna vattendelarens förmodade förflyttning till sin nuvarande plats kunna tillskrifvas floderosion utan rimligtvis blott en synnerligen kraftig iserosion.

Efter dessa mera principiella anmärkningar torde det ej vara obefogadt att äfven något i detalj granska WRÅKS framställning af issjöälfvarnas erosion med särskild hänsyn till föregående publikationer. Jag skall därvid hufvudsakligen begränsa mig till jämtländska förhållanden.

Vid min undersökning af Kall-issjön framgick, att till en början två ungefär lika höga afloppsvägar fungerat, af hvilka Sandnåspasset, sedan här en rätt betydande kanjon utskulpterats, småningom torrlades, i samma mån hufvudafloppet i Styggdalspasset nederoderades, och pasströskeln sänktes ungefär 10 *m*. Denna uppfattning grundades ej, såsom WRÅK påstår (sid. 245), hufvudsakligen på de befintliga resterna af den äldre dalbottnen utan väl lika mycket på strandmärkenas utbildning inom issjöns västra del.<sup>1</sup> Af min framställning torde tydligt framgå, att den nämnda mot norr kontinuerligt sluttande dalbottnen vore äldre än såväl den glaciolakustrina som den fluvioglaciala erosionen på platsen, och man synes därför närmast böra betrakta den som tillhörande den preglaciala af isen mer eller mindre omformade dalgången, hvilken därför representerar det hufvudsakliga skulpturarbetet i den 40—50 *m* djupa afloppsdalen. Icke desto mindre förbigår WRÅK helt och hållet detta faktum, och efter att ha omnämnt afloppsälfvens erosion påstår han utan något som helst fog, att jag »snarare» betraktar dalgången som tillkommen genom fluvioglacial erosion (sid. 245).<sup>2</sup>

Den sammanlagda senglaciala erosionen har alltså efter min framställning resulterat bl. a. i en sänkning af dalbottnen ungefär ett tiotal *m* allt ifrån nuvarande passpunkten och flera hundra *m* nedåt Valltjärn, hvilken process med all sannolikhet bör ha försiggått genom ett tillbakaryckande af det fall-

<sup>1</sup> G. FRÖDIN: l. c. sid. 161 o. f.

<sup>2</sup> På sid. 160 i mitt anförda arbete läses angående den relativa storleken af de båda sistnämnda erosionsfaktorerna: »Hvad den här af orsakade erosionen (den fluvioglaciala) kvantitativt uträttat i förhållande till Kall-issjöns här senare framrinnande afloppsälf låter sig naturligen för närvarande ej bestämmas.» WRÅKS referat är alltså äfven härvidlag mindre korrekt.

hufvud, som nu i sönderskuret tillstånd återfinnes på klippbarriären vid passpunkten, utan att denna därför samtidigt behöft nämnvärdt förskjutas i horisontell led. Af denna anledning kan jag ej såsom WRÅK (sid. 245) finna något förvånande i att den jämförelsevis betydande klipprännen vid Sandnäsafloppet under samma tid hann komma till utbildning, än mindre att detta förhållande på något sätt skulle berättiga till tvifvelsmål »huruvida någondera af dessa dalbildningar till afsevärd del är utskuren af en issjöalf under den sista landisens afsmältning» (sid. 246). Sammanställd med strandmärkena inom trakten anger tvärtom denna erosionsprocess, enligt mitt förmenande, ganska tydligt, att ett högst afsevärdt belopp af Styggdals senglaciala fördjupning måste tillskrifvas Kall-issjöns afloppsälf. Härvid är att märka, att bergarterna i båda passen visserligen förefalla att äga ungefär samma motståndskraft, men lutningsförhållandena i Sandnäsasset voro betydligt gynnsammare ur erosionssynpunkt, hvarjämte det af WRÅK anförda djupet, 56 m, för härvarande kanjon (sid. 245) bör betydligt reduceras, emedan det anger dalbottnens höjdläge i väster i förhållande till den flera hundra m österut belägna pasströskeln, medan däremot ravinens verkliga djup ingenstades torde öfverstiga 30 m.

Svårförklarligt är äfven WRÅKS påstående (sid. 245), att förhållandena vid Kall-issjöns aflopp likna dem vid Storlule-dalsystemets vattendelare. Där uppträda visserligen två ungefär lika höga passöfvergångar, men blott den ena har tjänstgjort som issjöaflopp utan att likväl härunder någon passpunktssänkning kunnat påvisas. En sådan nederodering af rätt betydande belopp i förening med en ej ringa ung dalbildning<sup>1</sup> är däremot konstaterat för Kall-issjöns ena afloppsdal (Styggdalen), hvarjämte äfven den andra uppvisar en rätt afsevärd kanjon.

<sup>1</sup> WRÅKS flerstades förekommande uppgift (t. ex. sid. 245 o. 250), att någon ung dalbildning af nämnvärd storlek saknas vid Styggdalen, torde alltså behöfva något modifieras (se ofvan).

Bland öfriga af mig såsom issjöaflopp beskrifna klippraver anför WRÅK den till Skal-issjön hörande Mägglikanjon, hvilken dock på grund af dimensionerna förnekas vara ett verk af issjöälfvens erosion. Det borde emellertid ej glömmas, att lutningen här varit synnerligen förmånlig, dels att Skal-issjön, ehuru till dräneringsområdet ej särdeles betydande, ej varit kortvarig, såsom WRÅK förmenar (sid. 246), utan ägt bestånd proportionsvis länge på grund af den ännu obetydliga recessionshastigheten.<sup>1</sup> Men fränsedt detta, finner WRÅK lämpligt att i sin framställning fullständigt utesluta det ej alldeles oviktiga förhållandet, att de senglaciala älfvarna skurit sig ned i en på kanjonens nuvarande plats förut befintlig dalgång af betydande djup.<sup>2</sup> — I full öfverensstämmelse härmed inrangerar han, under hänvisning till mina uppgifter, Riksgräns-issjöns 30—40 m djupa aflopskanjon bland de unga fluviatila erosionsdalarna, trots att den af mig uttryckligen angifves som uppkommen genom glacialerosion längs berggrundens otaliga förklyftningsplan.<sup>3</sup>

Storlipasset, som af A. G. HÖGBOM<sup>4</sup> närmare beskrifvits, bildade afloppet för Storli-issjön, hvilken existerade, tills isranden ryckt tillbaka förbi Ånn. Dräneringsområdets storlek, som af WRÅK fullständigt förbises, har varit högst betydande och omfattade i hufvudsak hela norra delen af det sydjämtska fjällkomplexet, hvartill bör läggas den stora mängd smältvatten, som afbördades längs den långa isfronten mellan Tännforsfältet i väster och bortåt Oviksfjällen i öster, alltså en åtminstone 100 km lång sträcka med utprägladt margi-

<sup>1</sup> Jämför G. FRÖDIN: I. c. sid. 211. Det är anmärkningsvärdt, att WRÅK i detta sammanhang angifver issjön som kortvarig, ehuru han strax förut sid. 244 med rätta anser, att de nära passhöjderna en gång existerande mindre issjöarna varit jämförelsevis länge.

<sup>2</sup> G. FRÖDIN: I. c., sid. 78.

<sup>3</sup> G. FRÖDIN: I. c., sid. 71.

<sup>4</sup> A. G. HÖGBOM: De centraljämtska. issjöarna. — Sv. Geol. Unders. Ser. Ca, N:o 7: 2 (1910).

nal och lateral dränering.<sup>1</sup> På grund af synnerligen obetydlig recessionshastighet har denna issjö, i motsats till hvad WRÅK anger (sid. 248),<sup>2</sup> dessutom existerat jämförelsevis länge. Att under sådana omständigheter betydande raviner utbildades i afloppspasset är knappast egendomligt (WRÅK, sid. 246) just i betraktande af att de uppträda inom den ganska starkt lutande delen af dalgången d. v. s. flera km V om den nuvarande passpunkten. Om erosionen inom vissa delar af denna sträcka måhända förefaller att ha arbetat något nyckfullt (WRÅK, sid. 247), synes mig detta tillräckligt kunna förklaras af berggrundens beskaffenhet, främst de af HÖGBOM omnämnda krosszonerna och klyftsystemen,<sup>3</sup> som inom dessa gränstrakter äro särskildt i ögonen fallande. Om möjligt ännu lättare begriplig bli dessa raviners genesis genom uppträddandet af fluvioglacial erosion, och HÖGBOMS åsikt härutinnan grundar sig på den i passets botten befintliga rännans form, läge samt de rester af fluvioglacialt grus, som flerstädes flankerar densamma efter hela dess längd. WRÅKS referat af detta Högboms uttalande är däremot mindre korrekt och i viss mån missvisande (sid. 246 o. f.). — Frånvaron af en postglacial ränna längs den nuvarande lilla bäcken, där denna störtar sig utför säckdalens bakre vägg (WRÅK, sid. 247), synes mig ej påkalla särskild uppmärksamhet, enär fallet här är lodrätt.

---

I betraktande af den betydelse, som måste tilläggas issjöafloppen vid ett ställningstagande till frågan om den senkvartära floderosionens resultat, hade det varit glädjande, om WRÅK underkastat dessa bildningar och dithörande må-

<sup>1</sup> A. G. HÖGBOM: I. c., kartan pl. 3.

KJELL ERIKSSON: Inlandsisens avsmältning i sydvästra Jämtland. — Sv. Geol. Unders. Ser. C, N:o 251. 1914.

G. FRÖDIN: Några bidrag till frågan om det afsmältande istäckets ytlutning. — Geol. Förr. Förrh. Bd 37 (1915), sid. 167.

<sup>2</sup> Jfr not 1 å föreg. sid.

<sup>3</sup> Se äfven denna förf:s karta, pl. 1.

hända något omfångsrika litteratur ett mer ingående studium och därmed gifvit sin granskning en objektivare grundval, än hvad som ofvan visats vara fallet.

Så långt min kännedom om de jämtländska issjöarna och deras afloppsförhållanden sträcker sig, torde härifrån näppeligen något stöd erhållas för de af nämnda förf. framförda åsikterna. Förslaget att följa afloppsdalarna en längre väg nedanför pasströsklarna och därigenom söka erhålla en utgångspunkt för frågans bedömande (WRAK, sid. 247) förefaller mig föga lofvande, åtminstone ha mina egna försök i den riktningen varit resultatlösa. Åtskilliga omständigheter synas mig redan nu bestämdt angifva en jämförelsevis kraftig fluvial erosion under afsmältningstiden, delvis äfven i fastare bergarter.

Hit hör exempelvis den förut af mig omnämnda i Gulåns dal, söder om Hålland, belägna flera tiotal *m* djupa och 100—200 *m* breda kanjonen, genom hvilken en i Vålåns dalgång befintlig issjö afbördade sitt vatten ned till Kall-issjön, hvars dåvarande nivå tydligen varit bestämmande för höjdläget af den delvis af blottadt berg bestående dalbotten.<sup>1</sup> Äfven om vissa sannolikhetsskäl skulle kunna framläggas för förekomsten af interglaciala issjöar med ungefär samma geografiska utbredning som de senglaciala (jämför WRAK, sid. 259), och att vattnet från dessa äldre issjöar delvis utskulpterat de omdebatterade kanjonerna, förutsätta väl de nämnda förhållandena i Gulåns dalgång ett betydande senglacialt erosionsarbete, enär landytan dessförinnan, alltså under närmast föregående skede af kvartärtiden, med all säkerhet undergått upprepade deformationer.

Det har dessutom visat sig, att i anslutning till Kall-issjöns genombrott af den centraljämtska isdelaren utskuros i berggrunden extraglaciala, skarpt V-formade aftappnings- och afloppsraviner af ända till 20—30 *m* djup och med pasströsklarna

<sup>1</sup> G. FRÖDIN: Några glacialgeologiska frågor inom våra sydliga fjälltrakter. — Geol. Förr. Förh. Bd 36 (1914), sid. 574.

korresponderande mot strandmärken inom Storsjöbäckenet. Dessa dalbildningars lägen, väsentligen bestämda af dödisar och andra speciella egendomligheter, ha betingats af så tillfälliga och komplicerade orsaker och förhållanden vid den centraljämtska isdelarens upplösning, att ett exakt upprepande af dessa aftappningsprocesser under någon tidigare nedisning näppeligen låter sig tänkas. Jag hoppas emellertid vid ett annat tillfälle utförligare få behandla dessa företeelser i samband med det centraljämtska issjösystemets slutliga aftappning och isdelarens upplösning.

I vanliga fall ha vid issjöarnas sänkning laterala och marginala dräneringsvägar kommit till användning, och de härvid uppkomna erosionszonerna uppvisa bl. a. i morän utbildade strömterrasser och strömrännor, som ej sällan mer eller mindre fördjupats och öfvergå på så sätt kontinuerligt i klipprännor af ända till åtskilliga tiotal *m:s* bredd och flera tiotal *m:s* djup. Vackra exempel härpå anträffas längs nordsidan af det stora sydjämtska fjällkomplexet, såsom vid Handöldalens mynning<sup>1</sup> och vid Grönklumpen,<sup>2</sup> vidare längs sydsidan af Hotagens dalgång<sup>3</sup> samt sannolikt vid Luleälfvens dalgång.<sup>4</sup> Dessa erosionsrännor följa vanligen ej landytans allmänna lutning utan äga ett utprägladt inkonsekvent förlopp, hvilket jämte deras nyssnämnda otvetydiga genetiska samband med angränsande likartade bildningar i moräntäcket måste bevisa, att här föreligga helt och hållet senkvartära skulpturformer. Det är anmärkningsvärdt, att äfven där den eroderande vattenmängden torde varit jämförelsevis obetydlig, såsom t. ex. ofta utanför de egentliga issjöområdena, dessa laterala och marginala erosionsrännor i berggrunden stundom äro påfallande

<sup>1</sup> A. G. HÖGBOM: l. c. sid. 11.

<sup>2</sup> KJELL ERIKSSON: l. c. sid. 66.

<sup>3</sup> G. FRÖDIN: Glacialgeologiska studier i nordvästra Jämtland. — Sv. Geol. Unders. Ser. C, No 253 (1914).

<sup>4</sup> A. HAMBERG: Übersicht der Geologie des Lule älf. — Guides des excursions en Suède. XI<sup>e</sup> Congrès géologique international. 1910.



stora, hvarpå bl. a. TANNER meddelar flera belysande och storslagna exempel.<sup>1</sup> Dessa i viss mån fluvioglaciala strömmar torde åtminstone delvis utgöra fortsättningen på de subglaciala älfvar, som med undvikande af de djupt under isen begrafda dalbottnarna i stället sökte sig en lättare framkomlig väg på mindre djup under istäcket, högre upp närmare den laterala isranden.<sup>2</sup> Det må gärna medgifvas, att dessa och likartade erosionsfenomen, som gifvetvis stundom representera jämförelsevis kortvariga israndslägen, kunna förefalla svårförklarliga och kanske ej fullt öfverensstämmande med de gängse åsikterna om den fluviatila erosionsförmågan, men för närvarande synas andra förklaringsgrunder till dessa dalars genesis ej tillämpliga.

I ett visst samband med dessa frågor står måhända den omständigheten, att äfven vid israndssjöar, där fixa nivåer på grund af israndens förskjutningar böra ha varit kortvariga, anträffas emellanåt tydliga strandlinjer i själfva berggrunden. Jämfördt med förhållandena vid den postglaciala dräneringen har under isafsmältningen, det må gälla såväl issjöafloppen som de laterala och marginala klipprännorna, så godt som hela den årliga afrinningsmängden afbördats under några få månader, medan samtidigt den årligen afsmältande ismängden succesivt allt mer stegrades.<sup>3</sup> Tillägges en behörig del af den årliga nederbörden, böra på så sätt ha koncentrerats ansevliga vattenmängder, som gifvetvis i betydande grad ökat erosionsförmågan, hvilken måhända dessutom ytterligare gynnades af starkare och oftare inträffade temperaturväxlingar och förändringar i vattnets aggregationstillstånd.

---

<sup>1</sup> V. TANNER: Studier öfver kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar, III. — Bull. de la Comm. Géol. de Finlande (1914), s. 543 o. f.

<sup>2</sup> Jämför äfven WRÅKS åsikt om den subglaciala dräneringen, sid. 263.

<sup>3</sup> Jämför G. FRÖDIN: Glacialgeologiska studier etc., sid. 43, anm. 2 samt sid. 60, anm. 2. Här af synes skillnaden mellan de behandlade issjöarnas hög- och lågvatten kunna beräknas till 5—8 m, och ungefär samma belopp erhålles vid jämförelse mellan nedspolningsterrassernas och åsterrassernas höjdlägen.

## III. Resultatet af den fluvioglaciala erosionen.

De här ofvan i kap. II. omnämnda sakförhållandena synas mig tillräckligt vederlägga WRÅKS bestämda påstående (sid. 252), att »de laterala eller marginala strömmarna . . . . . icke kunna tillskrivas stora dalars utskärande, så mycket mindre som de vida större issjöälvarna icke förmått frambringa några dalar».<sup>1</sup> Här må blott tilläggas, att jag för min egen del anser erosionen af de laterala och i deras fortsättning framrinnande extramarginala älfvarna rätt sannolik beträffande uppkomsten af några, af andra författare såsom väsentligen subglaciala betraktade kanjoner, äfven där dessa genom sin riktning visa sig mera oberoende af isranden och äga konsekvent lopp utför den distala sidan af en fjällrygg. Som jag redan förut varit i tillfälle framhålla,<sup>2</sup> kan det laterala vattnet vid starkt bruten topografi söka sig ut genom de låga passöfvergångarna längs isranden och behålla dessa aflopp för lång tid framåt, medan isbrämet på grund af ismassans uttunning sakta försköts nedåt den proximala fjällsidan. Först när isranden sjunkit ungefär i pasströskelns nivå, uteslutes hvarje vidare möjlighet för användandet af en sådan afloppsväg. TANNER har sedermera publicerat en mängd iakttagelser exemplifierande dessa förhållanden och omnämner på detta sätt bildade raviner af ända till 40—50 m:s djup.<sup>3</sup>

Beträffande den subglaciala erosionen måste dess resultat gifvetvis vara svårare att med säkerhet fastställa än i fråga om den laterala, hvarför dess användande som förklaringsgrund vid hvarje särskildt fall blott med stor försiktighet

<sup>1</sup> WRÅKS åsikt om de laterala strömmarnas ofta växlande läge synes ej rätt väl öfverensstämma med hans på sid. 255 gjorda uttalande, att rand-sjöarna (med deras vanligen laterala, lätt påvisbara aflopp) ägt länge konstanta vattenytor.

<sup>2</sup> G. FRÖDIN: l. c. sid. 158 o. f.

<sup>3</sup> V. TANNER: l. c. sid. 543 o. f., särskildt sid. 583 o. f. böra observeras.

borde komma i fråga. Själf har jag ej beträffande något enda is-sjöaflopp uttalat mig för en subglacial genesis men väl i vissa fall framhållit den som en möjligen bidragande orsak. Likvisst anser jag fortfarande den subglaciala erosionen såsom en i vissa fall betydande faktor, som ej bör förbises i betraktande af bl. a., att de verkande vattenmassorna stundom förmått transportera massor af groft rullstensgrus med rullblock af ända till  $1\frac{1}{2}$ —1 *m:s* diameter.

En betydande subglacial strömstyrka är måhända ej heller alldeles oförenlig med WRÅKS eget resonemang (sid. 255 o. f.). Frånvaron af subglaciala förbindelsekanaler på därför särskildt gynnsamma punkter måste gifvetvis tillerkännas ett visst vitsord för uppfattningen af ismassans fasthet samt benägenhet för bildning af kaviteter, och de af WRÅK anförda exemplen härpå kunna med lätthet ytterligare kompletteras. Denna isens fasthet och homogenitet synes mig i sin mån vara att tillskrifva närheten till isdelaren och en däraf ända in i det sista betingad kraftig rörelseförmåga, som ännu vid en ganska obetydlig mäktighet pressade fram ismassan tvärs öfver markerade dalgångar, t. ex. öfver den 200—300 *m* djupa dalen mellan Offerdal- och Alsenplatån,<sup>1</sup> ett inom längre från isdelaren belägna trakter nog mindre vanligt förhållande. En sådan kraftig isrörelse borde under i öfrigt likartade förhållanden särskildt sträfvat att hoppressa de subglaciala isälfstunnlarna ej minst under vintertiden, då likväl vattnets erosionsförmåga genom ringa vattenmängd var i hög grad nedsatt. De vid den varma årstidens inbrott alstrade smältvattensmassorna måste på denna grund bibringats en betydande strömstyrka, tillräcklig att i vissa fall åstadkomma afsevärda erosionsresultat. Jag kan därför ej biträda WRÅKS mening, att man i allmänhet skulle vara berättigad uppskatta den subglaciala erosionen i passdalarnas botten till det af honom antagna ringa beloppet (sid. 258), dess mer som de af

---

<sup>1</sup> G. FRÖDIN: I. c. kartan, tafla 10.

honom valda fyra dalgångarna ej visats vara nörmående för dessa företeelser.

Liksom nämnde förf. är jag däremot benägen tolka åtskilliga kanjoner som resultat af den glaciala erosionen (se ofvan sid. 56).<sup>1</sup> Sådana bildningar anträffas flerstädes inom västra Jämtland särskildt inom riksgränstrakten mellan Storlien och Anjan, där de på grund af sitt inflytande på landskapsreliefen uppmärksammades redan af Tilas och beskrifvits af CRONSTEDT som stora raka diken framträdande på långa afstånd.<sup>2</sup> De synas vara bundna vid det transversella VNV:liga spricksystemet inom dessa fjälltrakter och framgå därför med tämligen konstanta riktningar och oberoende af lutningsförhållandena uppför fjällslutningarna, stundom tvärs öfver de högsta topparna. Vackrast utbildade anträffas de på fjällens stötsida, där de kunna nå ett djup och en bredd af flera tiotal m, samt uppvisa stundom räfflade sidor. I regeln äga de intet vattendrag eller någon fluviatil skulptur, och det är svårt förstå, hur det subglaciala vattnet här skulle ha verkat.

Ehuru jag alltså i hufvudsak delar WRÅKS åsikt om ismassans fasthet och ringa benägenhet för bildning af kaviteter under afsmältningen inom fjälltrakterna, tror jag dock, att subglaciala tunnlar kunnat existera under vissa förhållanden längs passdalarnas bottnar, fastän i närheten befintliga tämligen lågt liggande randsjöar uteslutande ägt supraglacial dränering (WRÅK, sid. 256). Förklaringen torde vara att söka i isens starka rörelseförmåga, som sträfvade att förhindra uppkomsten af alla i förhållande till isrörelsen tvärställda subglaciala kanaler.

Beträffande de från Jämtland hämtade exemplen, som skulle bestyrka WRÅKS åsikt i denna fråga, äro de synnerligen olyckligt valda. Skal-issjöens passdal, Mägglikanjon, är med sin längdriktning belägen ungefär vinkelrätt mot isens obser-

<sup>1</sup> Se t. ex. G. FRÖDIN: I. c. sid. 71.

<sup>2</sup> A. F. CRONSTEDT: Rön och anmärkningar vid Jemtlands Mineral-Historia. — K. V. A. Handl. 1763, sid. 275.

verade rörelseriktningar, och bl. a. af denna anledning synes föga sannolikt, att nämnvärda mängder subglacialt vatten framrunnit här, eller att subglacial erosion varit verksam, allt omständigheter som af mig redan förut tydligt framhållits.<sup>1</sup> — Tidpunkten för en subglacial erosion i Storli-passet måste gifvetvis förläggas senast till israndens läge öfver stället, och nämnda process kan alltså ej ha ägt rum vid det betydligt senare skede, då Täfla-issjön existerade (WRÅK, sid. 256), enär isranden då redan dragit sig tillbaka öster om Storlien.<sup>2</sup> Att emellertid åtskilliga frågor fortfarande ej äro definitivt lösta inom Storlitrakten är otvivelaktigt och framhålles äfven af HÖGBOM.<sup>3</sup> Det af WRÅK (sid. 262) omnämnda och såsom ett helt litet dalsystem betraktade ravinkomplexet norr om stationen kan dock ej utan synnerligen godtyckliga antaganden om glacialerosionen anses som ett verk af normal fluvial erosion redan af den grund, att de från söder kommande bidalarnas bottnar slutta emot terrängens allmänna sydliga lutning.

Emellertid synes mig den ost-västliga hufvudravinen härstädes kunna förklaras på annat sätt än genom subglacial erosion utaf ett sidoaflopp till isälven i dalbotten.<sup>4</sup> Alla omständigheter gifva vid handen, att Täfla-issjöns tillvaro betingats genom afsnörningen af ett isparti i Sandsjöarnas bäcken och den däraf föranledda tilltäppningen af den låga passöfvergången åt NNV från Täflaåns öfre del.<sup>5</sup> Då emellertid Skurdalshöjden genom sitt läge i förhållandet till isrörelsen synes ha varit en bidragande orsak till bildandet af

<sup>1</sup> G. FRÖDIN: l. c. sid. 78.

<sup>2</sup> G. FRÖDIN: l. c. kartan, tafla 10.

<sup>3</sup> A. G. HÖGBOM: l. c. sid. 9. Beträffande klipprännan vid Härkan nedanför Högforsen utgör isens rörelseriktning i förhållande till dalgångens längdriktning, såsom WRÅK förmenar (sid. 264), ej något hinder för dess subglaciala genesis, enär isrörelsen under afsmältningen varit ungefär mot söder eller längs dalens lutning. (Se G. FRÖDIN: Hufvuddragen af isafsmältningen inom nordvästra Jämtland. Geol. För. Förh. Bd 36, sid. 150.)

<sup>4</sup> A. G. HÖGBOM: l. c. sid. 7.

<sup>5</sup> A. G. HÖGBOM: l. c. sid. 22 o. f.

dödisen,<sup>1</sup> har denna sannolikt till en början legat an emot passets norra sida och alltså åstadkommit en allmän isdämning fram emot landisens bräm i öster. Denna issjö, som möjligen kvarlämnat de här och hvar högt upp på fjällsidan norr om Storlien afsatta is-sjösedimenten, kan under ett visst stadium ha dränerats lateralt genom den nämnda ofvan stationen belägna ravinen, af hvilken den ofvan och öster om det döda fallet befintliga delen snarast synes mig vara att betrakta som en af glacialerosionen uppremsad förklyftnings-spricka.

---

Om jag alltså anser, att den subglaciala erosionen i allmänhet blott med en viss försiktighet bör tillgripas som förklaringsgrund till klippkanjonerna, synas mig i stället de laterala och extramarginala erosionsföreteelserna i samma mån böra tillerkännas större betydelse, än hvad som ofta måhända varit fallet. Issjöälvarnas och åtminstone i vissa fall äfven den postglaciala floderosionens dalbildande förmåga torde fortfarande få betraktas som höjd öfver allt tvifvel, då något bärkraftigt sannolikhetsbevis för den af WRÅK framförda motsatta åskådningen näppeligen kan sägas ha presterats.

---

<sup>1</sup> G. FRÖDIN: l. c. sid. 88—91.