

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 173.

OM

RULLSTENSÅSARNES BILDNINGSSÄTT

AF

GERARD DE GEER.

---

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 19. H. 5. 1897.

---

Pris 0.25 kr.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Afhandlingar och uppsatser.

N:o 173.

OM

RULLSTENSÅSARNAS BILDNINGSSÄTT

AF

GERARD DE GEER.

---

AFTRYCK UR GEOL. FÖREN. I STOCKHOLM FÖRHANDL. BD 19. H. 5. 1897.

---

STOCKHOLM 1897

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

Få äro väl de bildningar, som för sin tolkning beredt geologerna så stora svårigheter som rullstensåsarna och som framlockat så många olika förklaringsförsök. Men detta är också helt naturligt, ty under det man till de flesta andra bildningar funnit nutida motsvarigheter, hvilkas uppkomstsätt kunnat omedelbart studeras, kan detta i följd af sakens natur knappast sägas vara fallet med rullstensåsarna.

Den framstående rol, de spela i det glaciala landskapet, har emellertid gjort, att de redan tidigt ådragit sig uppmärksamheten, om man också blott småningom lärt sig urskilja, hvad som verkligen är utmärkande för dessa egendomliga bildningar till åtskilnad från flera andra, som i början med dem förvexlades.

### Teorien om »rullstensfloden».

I geologiens barndom, då man trodde sig kunna förklara så många af de då ännu i bästa fall blott mycket bristfälligt studerade geologiska företeelserna genom en våldsamt öfversvämning eller »diluvium», betraktades som bekant äfven åsarna länge såsom produkter af en sådan. Den på sin tid mycket spridda teorien om »rullstensfloden»<sup>1</sup> var i så måtto ett framsteg, som med

<sup>1</sup> I planen för denna korta uppsats ingår ej att lemna någon historik öfver de många skilda författarnas personliga inlägg i åsdiskussionen, utan blott att för

densamma för första gången ett försök gjordes att genom en teori af beslätad art förklara en serie, åtminstone i afseende på glacierrefflorna verkligt noggranna, om också mycket otillräckliga iakttagelser. Med hänsyn till åsarna voro de dock derjemte i väsentliga stycken felaktiga. Man trodde, att skal efter hafsmusslor förekomma *inuti* åsarna och ej blott, såsom noggrannare iakttagelser sedan visade, i de marina lager, som stundom öfvertäcka de samma. Numera veta vi äfven, att många åsar taga sin början i trakter, som under kvartärtiden aldrig legat sänkta under hafsytan. Men den genomförda teorien om rullstensfloden måste förutsätta, att såväl refflor som åsar bildats under hafvets yta och att rullstensfloden uppkommit genom en plötslig höjning af landets centrala delar. Mest upplysande för huru små anspråk man då ännu hade på teoriernas pröfning genom tillämpning i detalj på de faktiska företeelserna, är dock en blick på en åskarta. Man inser genast, att inga som helst strömningar i ett haf kunnat intaga sådana, under många tiotal mil skarpt begränsade, egendomligt slingrande banor. Särskildt äro de talrika, under ofta föga spetsig och någon gång till och med rät vinkel tillstötande biåsarna en olöslig svårighet för alla liknande teorier.

Emellertid väcktes genom teorien om rullstensfloden ett allmännare intresse för hithörande frågor och äfven åsproblemet fördes af densamma i ett afseende närmare sin lösning. Detta skedde derigenom att åsmaterialets natur af vattennött, ursköldjt, efter tyngd sorteradt vattensediment redan nu blef klart framhållen.

Tidigare framställda *moränteorier* öfvergåfvos dermed också af de allra flesta geologer.

---

de skilda, ofta efter hand af flera olika personer utvecklade åsteorierna angifva vissa synpunkter innebärande såväl förtjenster som brister, hvilka synts förf. af väsentligare vikt, ehuru de i vissa fall förut alldes icke eller föga framhållits, samt slutligen att lemna en förutgående öfversigt af den teori, förf. redan i största korthet framställt dels i Stockholms stadsfullmäktiges arbete: Stockholm 1897, J. BECKMANS förlag. Del. 1, kap. 1. Stockholmstraktens geologi, sid. 14—17 jemte två kartor: bild 1 och pl. 5, dels i ett föredrag vid Geologiska Föreningens majmöte detta år.

### Moränteorier.

Vår nuvarande kunskap om åsarnas form, om deras hos angränsande ryggar olikformigt slingrande förlopp, som påtagligen är primärt, och om de under en ganska stor vinkel tillstötande biåsarna visar äfven, att om de än till sin hufvudriktning tydligen förete en viss allmän öfverensstämmelse med reffloras och den forna isrörelsens riktning, så är det å andra sidan lika säkert, att någon sådan öfverensstämmelse alldeles icke finnes i detalj, utan att åsarnas krökar tvärtom på otaliga ställen alldeles påtagligt under stor vinkel afvika från traktens reffelriktning. Några enstaka och tillfälliga öfverensstämmelser kunna ej i minsta mån inverka på denna synnerligen påfallande regel.

Oförklarligt vore också, huru några isströmmar i ett öppet slättland skulle *kunnat* röra sig i så nyckfullt bugtande och dervid i många fall af terrängen oberoende banor, som dem åsarna angifva. Särskildt synes sjelfva förekomsten af biåsar omöjliggöra hvarje moränteor. Detta har man dock förbisett och tvärtom trott sig i biåsarnas förening med hufvudåsen se en motsvarighet till vanliga ytmoräners förening. Man har dervid icke uppmärksammat den i detta afseende grundväsentliga skilnaden mellan sidomoräner och midtmoräner, ehuru åsarna gifvetvis endast kunna jämföras med de senare. Sidomoräner, som blott åtskiljas af orörliga bergshöjder, kunna visserligen, der dessa taga slut, förenas under hvilken vinkel som helst. Men helt annat är förhållandet med midtmoräner, hvilka ju alltid åtskiljas af en minst lika fort som de sjelfva fortskridande glacier, och hvilka därför aldrig kunna förenas. Man kan nämligen icke hit hänföra de för öfrigt mycket sällsynta fall, då mellanliggande glacier till sist nästan utkilat och moränerna i följd deraf under ytterst spetsig vinkel kommit nära hvarandra. Biåsarna deremot komma ju med oförändrad riktning och någon gång till och med under rät vinkel ända fram till hufvudåsen, vid hvilken den ifrågasatta isström, som enligt nämnda teori skulle hafva fram-

fört dem, borde hafva stannat lika plötsligt och omotiveradt, som samma isström i så fall också borde hafva uppkommit. Detta borde nämligen hafva inträffat utefter de i stort sedt med hufvudåsarna parallella linier, som åtskilja de angränsande åssystemens biåsar och som därför borde hafva utgjort ett slags nätverk af isdelare med för visso högst besynnerliga lägen.

Som ingen af moränteorierna lär kunna undgå dessa motsägelser, synas de också redan på grund häraf vara alldeles ur stånd att förklara åsarnas uppkomst.

### Strandvallsteorien.

Den teori, som närmast upptog frågan, der den af läran om rullstensfloden lemnats, eller med åsarnas sedimentära natur såsom utgångspunkt, var den, att de under pågående landsänkning efter hand blifvit uppbyggda såsom ett slags *strandvallar*. Denna teori vederlägges redan af åsarnas i stort sedt radierande riktning, som snarare är vinkelrät mot än parallel med de forna kustlinierna, samt af deras ofta afbrutna och såväl i smått som stort allt annat än vågräta längdprofil, utefter hvilken påtagligen aldrig någon strandtransport kunnat ega rum. Särskildt intaga många dominerande åskullar ett sådant läge, att de omöjligt på nyssnämnda sätt kunnat få sitt material framskaffadt. Å andra sidan ligga många åsar så väl instängda i djupa dalgångar, att derstädes betingelsen för uppkomsten af strandvallar, eller vågrörelse med visshet aldrig kunnat förefinnas. Såsom nyss nämndes, sträcka sig för öfrigt åsarna med sina närmare landets inre belägna delar också högt ofvan den gränslinie, som hafvet under deras bildningstid bevisligen aldrig öfverskridit.

I sjelfva verket äro åsarna såväl till anordning och läge som till form, storlek och inre byggnad så väsentligt olika verkliga strandvallar, att materialets rundade och ursköljda beskaffenhet nära nog är den enda likhet, vi numera kunna se hos dessa båda slag af bildningar.

### Flod- eller den s. k. erosionsteorien.

Också omfattades snart nog af flera geologer i stället den teorien, att rullstensåsarna bildats af strömmar, men ej i hafvet utan på land, eller med andra ord af vanliga floder. Men omkring de förmodade gamla flodbäddar, som således skulle betecknas af åsarna, finnes i våra dagar oftast ej minsta spår af några stränder, som kunnat tvinga ett vattendrag att der framrinna ej sällan tvärs öfver smärre dalar och höjder. Den första flodteorien antog därför, att floderna framrunit i bäddar på ytan af ett oerhördt mäktigt, men numera så godt som helt och hållet förstördt slamtäcke, hvilket från början hela vägen lutat åt det håll, mot hvilket åselfvarna runnit. I dessa bäddar hade elfvarne afsatt strängar af grus, som sedan omgivande sandtäcke blifvit förstördt, gäfvu upphof till åsarna. Då man emellertid ej lyckades visa, hvarken att ett sådant slamtäcke någonsin funnits, eller huru det kunnat så fullständigt utplånas utan att åsarna på samma gång förstördes, öfvergafs äfven denna teori, som ej heller förmådde förklara, huru åsarna kunde innehålla lokalt material, eller huru på en plan sandslätt framflytande elfvar kunnat erhålla en så förvånande strömstyrka och en sådan fullkomlig brist på skarpa slättflodsböjningar.

Genom nämnda teori hade emellertid den viktiga omständigheten blifvit klargjord, att åsarnas sedimentbäddar aflagrats af elfvar och af deras tillflöden.

### Teorier om iselfvar.

Sedan det dock visat sig, att vanliga landelfvar lika litet som hafvet eller landisen med sina moränbildningar voro tillräckliga för att förklara åsarnas uppkomst, vände man sig till iselfvarna såsom det enda återstående bildningsmedium, som numera kunde ifrågasättas. Drom torde också sedan ett par tiotal år så godt som alla glacialister inom olika länder vara

ense, att rullstensåsarna måste vara bildade af iselfvar. Det är egentligen endast angående det närmare förloppet, som meningarna ännu äro delade.

### **Teorien om system af issprickor, glacierbrunnar och bottenhvalf.**

En af iselfsteorierna antog, att åsarnas läge blifvit bestämdt af landisens spricksystem och att genom dessa smältvatten nedstörtat till isens bottenplan, der hvalf blifvit af vattnet urholkade och fyllda med omarbetadt bottenmoränmaterial; vattnet skulle sedan under isen på hvarje ställe hafva bortrunnit i markens lutningsriktning. Emellertid vann denna teori ingen vidare anslutning, bland annat på grund af omöjligheten att angifva någon som helst grund, hvarför så förvånande långa och derjämte så utpreglade och skarpt begränsade spricksystem skulle hafva uppkommit just utefter de komplicerade linier, som betecknas af åsarna. Flera andra svårigheter äro dessutom gemensamma för denna och den nedan omtalade teorien om bottenelfvar, hvarför de här ej torde behöfva särskildt omnämnas.

En stor förtjenst hade dock ifrågavarande teori deri, att den fäste uppmärksamheten på, att åsarna kunnat uppbyggas af iselfvar mellan stränder af landis.

### **Teorien om ytelvar.**

Samma viktiga synpunkt hade i viss mån redan förut framhållits genom en i Skotland uppställd teori, att rullstensåsar derstädes aflagrats af ytelvar, framströmmande mellan en glacier och angränsande dalsida.

Senare utvecklades oberoende af hvarandra såväl i Amerika som i Sverige den teorien, att åsarna blifvit afsatta på landisens yta i af is å omse sidor omgifna kanaler af genom dessa framrinnande iselfvar. Denna teori, som under ett tiotal år var ganska allmänt omfattad såsom den mest tillfredsställande af de

dittills framställda, har dock, i den mån en mera detaljerad tillämpning blifvit försökt, under det sista decenniet börjat alltmera öfvergifvas.

Hvad som bland annat synes tala emot densamma, är följande. Man har på nutida glaciärer aldrig påträffat några åsbildande ytelfvar, utan de vanligen jemförelsevis små vattendrag, som förekomma på isens yta, nedstörta i regeln förr eller senare genom sprickor för att sedan såsom bottenelfvar framströmma under isen. Denna anmärkning sökte man visserligen bemöta med det antagandet, att den forna landisen vid tiden för åsarnas bildning redan varit död, eller med andra ord upphört att röra sig och därför saknat sprickor. Det har emellertid befunnits, att inom landets mest skilda delar och ej minst, der de största rullstensåsarna förekomma, träffas väl utbildade ändmoräner, som gifvetvis för sin tillkomst kräfva, att landisen äfven under afsmältningstiden, eller då åsarna bildades, varit stadd i full rörelse.<sup>1</sup> Nyssnämnda förutsättning för tillvaron af sprickfri is och stora ytflooder var således oriktig.

Om åsarnas läge betingats af ytflooder, hade det vidare varit oförklarligt, huru de stundom i de minsta detaljer kunna visa ett så afgjordt beroende af terrängformerna och stundom på angränsande ställen ett lika påtagligt oberoende af underlagets beskaffenhet.

Som landisens yta utan tvifvel till allra största delen liksom i våra dagar varit fri från moräner af alla slag, kunde åsmaterialet framkomma i dagen och samlas inom ytelfvarnas bäddar först i närheten af isranden, der isens yta genom afsmältningen nått ned till de inre moränerna i isens bottenlager. Huru högt upp dessa räckt, vet man icke. Troligen var det såsom vid nutida landisströmmar i regeln blott till ganska ringa höjd. I hvarje fall har man påtagligen ofta i hög grad öfverskattat de inre moränernas betydelse, då de inom nutida arktiska trakter vanligen spela en mycket underordnad rol och blott i undantagsfall äro af nämnvärd mäktighet, när de ej uppträda

<sup>1</sup> G. F. F. 1889, 11: 396, noten.

såsom inre midt- eller sidomoräner och ytterst förskrifva sig från öfver isen uppstickande berg. I sistnämnda fall äro de dock påtagligen utan någon som helst betydelse för tolkningen af våra slättlandsförhållanden, hvilka aldrig medgifvit uppkomsten af sådana moräner. Studera vi i stället våra faktiska afsmältningsmoräner, så finna vi, att de ofta inom vissa trakter kunna vara helt tunna eller nära nog saknas och detta lika väl i åsarnas närhet som längre ifrån dem. Det är därför svårt att föreställa sig, huru tillräckligt material för våra väldiga åsars uppbyggande skulle kunnat hopas inom ytelfvarnas förmodligen såsom vanligt smala och cañonartade dalgångar, ty några breda, flackt V-formade isdalar torde väl lika litet förr som nu hafva förekommit på landisen och hade ej heller kunnat förklara åsarnas branta form.

Som det derjemte på många ställen visat sig, att åsarna innehålla betydande massor af rullstenar från alldeles i närheten anstående bergarter, nödgades teorien antaga, att ytelfvarna vid sin mynning skurit sig ända ned till isens underlag och dervid kunnat omarbete delar af bottenmoränen. Men huru de under sådana förhållanden förmått upplyfta sådant lokalt material till ibland ett femtiotal meter höga ryggar, är svårt att förstå och likaså, huru de öfverhufvud kunnat skära sig ned så djupt, just der de ju hade sin aflagringsplats. Man har också med rätta invändt, att om så betydande grusmassor aflagrats i ytelfvarna, borde gruset hafva skyddat underliggande is mot utskärning och vattenmassan i stället hafva skurit sig ned på sidorna, hvarför ytelfvar snarare borde hafva utspridt än hopsamlat gruset.

Vidare är det ej lätt att inse, huru ett sediment, som ställvis utgöres af idel halfmeterstora, väl rundade stenar, kunnat erhålla sin sällsynt utpräglade vattennötning, tydande på kraftig transport och mycket betydande strömstyrka, äfven midt på stora jemna slätter, såvida förflyttningen egt rum blott från den punkt af isen, der de inre moränerna gingo i dagen och fram till hafsytan vid iskanten, samt endast med tillhjälp af den kraft, som kunde uppkomma af en så ringa fallhöjd.

Man måste nämligen ihågkomma, att såväl i Sverige och Finland som i Nordamerika åsarna äro störst och bäst utbildade inom trakter, som vid tiden för deras bildning bevisligen legat nedsänkta 50—250 *m* djupare än nu under hafsytan. Men tydligt är, att fritt rinnande ytelvar aldrig kunnat skära sig nämnvärdt djupare ned i landisen än till hafvets nivå. Man skulle då drifvas till det påtagligen omöjliga antagandet, att de inre moränerna varit så oerhördt mäktiga, att de nått ej blott 50—250 *m* upp öfver isens bottenplan, utan att de räckt så högt öfver nyssnämnda höjder, att blotta öfverskottet räckt till för åsarnas bildning. I så fall borde åtminstone den gifvetvis långt större del af den inre moränen, som hade legat under hafsytans nivå och som varit oåtkomlig för ytelven, numera återfinnas under åsarna. Men deraf finnes som bekant inga spår, utan det är tvärtom regeln, att åsarna hvila omedelbart på berggrunden.

Det synes därför nödvändigt att öfvergifva äfven denna teori, som ej kan stödja sig på iakttagelser i naturen och som bland annat är alldeles oförmögen att förklara uppkomsten af de största och mest typiska rullstensåsarna, eller alla belägna under den högsta marina gränsen.

### Teorien om bottenelfvar.

Senast framställdes också den teorien, att rullstensåsarna bildats i hvalf under isen af de der framströmmande bottenelfvarna. Åsarnas bildning ansågs hafva börjat redan samtidigt med bottenelfvarnas första uppkomst och för att förklara, huru de till hela sin längd kunnat bibehålla sig under isen, antogs, att bottenelfvarnas vatten framströmmat visserligen under starkt tryck, men jemförelsevis lugnt, så att gruset ej bortspolades, samt att elfvarna förmått urholka och uppehålla hvalfven i samma mån, som den framskridande isen sträfvade att förflytta eller igenfylla desamma. Åsarnas läge skulle därför vara betingadt af dessa båda mot hvarandra stridande faktorer.

Med denna teori synes frågan om åsarnas bildning hafva ryckt ännu ett betydande steg närmare sin lösning, i det vissa af de svårigheter, som mötte förklaringen genom ytelfvar, genom densamma blifvit aflägsnade.

Sälunda torde det hydrostatiska tryck, för hvilket bottenelfvarnas vatten utan tvifvel varit utsatt, utgöra en fullt tillfredsställande förklaring af den betydande strömstyrka, som kräves för transport och tillrundning af särskildt det gröfre åsmaterialet; ehuru det på samma gång synes innebära en betänklig motsägelse, då teorien antager, att åsarna också skulle kunnat *afsättas* i slutna kanaler med sådan strömstyrka.

Likaså lemnas åsarnas afbrott utan någon antaglig förklaring för att ej tala om de märkliga, som det synes hittills förbisedda vexlingarna i materialets groflek, hvilka mångenstädes i åsarnas längdriktning äro påfallande täta och hastiga.

Åsarnas talrika afbrott söker teorien, der ej underlagets ojemnheter, tilloppet af biefvar eller vanlig, postglacial floderosion kunnat inverka, förklara delvis dermed, att åsarna, då de i följd af afsmältningen framträdde i dagen, ställvis nedrefvos af bottenelfvarna, hvilka från glacierporten skulle hafva våldsamt framstörtat, under det deras lopp förut förmodas hafva varit lugnare; således antaganden nästan rakt motsatta dem, som här nedan framställas. Att nämnda förklaring ej heller kan vara riktig, är framförallt tydligt i de talrika fall, då åselfvarna utmynnat i hafvet och således deras lopp i närheten af mynningen långt ifrån att blifva våldsammare, i stället plötsligen hejdats och afstannat, hvarvid de utan tvifvel varit alldeles ur stånd att utskära de nere på hafsbottnen afsatta åsarnas afbrott.

Det sista enligt samma teori föreslagna sättet att förklara ifrågavarande afbrott är derigenom, att det antagna åshvalfvet, der dess riktning något afvikit från rörelseriktningen hos isen, skulle genom dennas påtryckning ställvis hafva blifvit för trångt för att på sådana punkter tillåta någon åsafsättning. Men oafsedt det förhållandet, att afbrotten hos åsarna alldeles icke äro bundna till ställen, der dessa intaga nyssnämnda läge, så visar åsarnas

inre byggnad, att talrika i det yttre föga framträdande afbrott mellan de egentliga gruskullarna tvärtom äro utfyllda med *sand* och sålunda visst icke tyda på någon större strömstyrka i följd af förträngning hos kanalen.

Det ojemförligt öfvervägande flertalet af de för åsarna i så hög grad utmärkande primära afbrotten, såväl de yttre som de inre, förblir därför enligt denna teori oförklaradt och i sjelfva verket väl också alldeles oförklarligt; ty vore åsarna verkligen afsatta under sjelfva istäcket i hvalf, som trots isens ständiga angrepp vidmakthållits af elfvens vatten, så torde nog hvalfvets genomskärningsarea hafva hållit sig temligen konstant, och i hvarje fall blefve det svårt att inse, huru en och samma ström, som på ett ställe hade tillräcklig kraft för att framföra och afrunda väldiga rullstenar, strax intill endast förmådde afsätta medelfin sand och omedelbart derefter kanske ingenting alls för att sedan plötsligt ånyo upptorna en väldig kulle af groft åsgrus.

Vidare måste emot ifrågavarande teori anmärkas, att om åsarna verkligen till hela eller ens en nämnvärd del af sin längd varit bildade i hvalf under ett landistäcke, som faktiskt befann sig i rörelse, så är det svårligen tänkbart, att de i så påfallande grad på sin yta kunnat sakna moränbetäckning hvarigenom de ofta så bjert afsticka mot sina omgifningar. Lika otroligt är, att elfvens erosion så fullständigt kunnat hålla jemna steg med och motverka isens framryckande, att det slingrande och grenade hvalfvet med sin ås och dennas i regeln märkvärdigt orubbade skiktning kunnat bibehålla såväl sitt slingrande läge som sin ofta mycket markerade form till den grad oberörda af inverkan från den i alla andra fall så oemotståndligt framskjutande landisen. Hade emellertid bottenelfvens erosion verkligen förmått motväga och hejda tillströmningen af is inom angränsande, af morän uppfyllda bottenlager, så borde öfverallt på åsarnas stötsida hafva afsatt sig ett residuum af allt det gröfre moränmaterial, som elfven ej förmådde bortföra, sålunda bildande ett slags subglaciala ändmoränliknande bildningar, hvilka isynnerhet borde hafva blifvit ansenliga på alla de ställen, der åsarna

blott bestå af sand och der strömstyrkan således varit ringa. Men som bekant finnes ej spår af något sådant residuum. Å andra sidan förefaller det bra osannolikt, att ej elfvens lopp skulle hafva åtföljt och flyttat sig på samma gång som den undvikande isväggen på läsidan.

De här anförda förhållandena torde redan tillräckligt visa, att teorien om åsarnas afsättning i af bottenelfvarna bildade, vidlyftiga hvalfsystem ej heller lemnat den riktiga lösningen, om den också i flera viktiga afseenden fört frågan framåt. Det är ur denna synpunkt naturligt nog, att teoriens upphofsman sjelf blifvit föraneldd till följande uttalande: »ju längre man således ingår i enskildheter i afseende på bottenflodernas läge, med desto större svårigheter är ett säkert afgörande förknippadt; ett afvägande af de verkande krafternas relativa inflytande på flodbanornas läge blir slutligen allt otillförlitligare. Detsamma gäller ock om enskildheter i åsarnas utbildning i deras höjd, bredd, sammanhang och afbrott. En lösning af problemet, som intränger i dessa yttersta detaljer, synes knappast ligga inom möjlighetens område.»

### Förslag till en ny teori.

Olika slag af teorier hafva sålunda ej saknats för förklaringen af åsarnas bildningssätt. Men hvad som utan tvifvel i hög grad fördröjt frågans lösning, är nog just, att man alltför mycket lätit det stanna vid mera allmänt teoretiska förklaringar, utan att på ett i detalj ingående sätt pröfva teorierna genom tillämpning på enstaka, noga undersökta fall. Skematiska och stundom påtagligen oriktiga åsprofiler hafva ofta publicerats, men sådana som äro ens någorlunda noggranna äro lätt räknade, att ej tala om verkligen i detalj uppmätta. Angående sambandet mellan den inre byggnaden och den för åsarna så utmärkande yttre formen, eller ens om dennas detaljer finnes så vidt bekant ingen enda noggrannare specialkarta och inga närmare meddelanden offentliggjorda; och dock synes det, som om ingå-

ende detaljundersökningar af sjelfva åsbildningarna vore det enda möjliga sättet att verkligen utreda deras uppkomst, då tillfälle att direkt studera denna i naturen nästan alldeles saknas. Af detta skäl har förf. särskildt vid Upsala, vid Stockholm och vid ett par af åsarna vester derom samt vid Ed i Dalsland i större skala inmätt och med höjdkurvor återgifvit några typiska och i olika afseenden utpräglade åsbildningar samt bifogar här ett kortfattadt, förutgående meddelande om några af de slutsatser, till hvilka nämnda undersökningar gifvit anledning, för att deras tillämplighet äfven på åsar i andra trakter så snart som möjligt må kunna pröfvas.

Vid Dals Ed, som är beläget just der två af de stora medelsvenska ändmoränerna öfverkorsa Stora Les dalgång, omedelbart söder om denna sjös sydända, finnes å ömse sidor om sjön Lilla Le och i samband med hvardera moränvallen en betydande accumulationsterrass af rullstensgrus, hvars jemna yta ligger föga under den sen-glaciala marina gränsen. Här är det påtagligt, att dessa båda deltabildningar, hvilka därför af mig betecknats såsom randterrasser, blifvit afsatta efter hvarandra, den södra först och den norra senare, och i samband med israndens uppehåll vid hvardera moränvallen, hvarjemte flera omständigheter synas bestämdt angifva, att materialet blifvit framfördt af en mäktig subglacial elf utmed botten af det dalbäcken, som nu upptages af Stora Le.

Ungefär 15 *km* sydost om Ed öfverkorsa samma begge moränlinier en annan betydande dalgång, hvilken längre norrut upptages af sjöarna Iväg och Lelången, under det närmare moränerna dalbotten ligger torr. Här kan man därför iakttaga, att en vanlig rullstensås framgår genom dalen. Så snart den uppnår moränlinierna, utmynnar den dock i en stor randterrass, som i mycket är lik den vid Ed. Omedelbart söder härom vidtaga de så kallade Ödskölds moar, hvilka visat sig utgöra ett synbarligen extramarginalt rullstensfält, hvars yta liksom den på randterrassen vid Ed är rikligt försedd med ett slags märkliga, mer eller mindre skarpt utpräglade men sällan öfver en half

meter höga grusryggar, som tydligen utmärka glacierväxlande strömriktningar, hvilka alla stråla ut från den punkt der glacierväxlande legat och derifrån rullstensmaterialen kommit. På detta rullstensfält, som torde vara ett af de största och vackraste i hela landet, förekomma flerstädes väl utpreglade, af glacierväxlar utskurna erosionsterrasser, som ställvis nå ända ned till berggrunden, men deremot hafva verkliga åskullar här icke iakttagits, ehuru i och för sig intet hindrat, att sådana kunnat kvarstå från ett något tidigare skede, uppstickande genom rullstensfältet, hvilket deremot ej kunnat bildas förr än landisen lemnat platsen fri.

Tydligt är att extramarginala rullstensfält af detta slag kunnat uppkomma endast i trakter, som legat ofvan, eller såsom vid Ödsköld, vid den dåvarande marina gränsen samt blott föga under dennas nivå.

Emellertid finnes ett annat och vanligare slag af marginala, längs isranden afsatta rullstensbildningar, eller de så kallade tvärsarna, hvilka påtagligen ofta bildats på djupare vatten. Hit höra bland andra den tvärs öfver sjön Lyngerns dalgång liggande, bekanta Fjärås bräcka i Halland, den framför Femsjön belägna Björnstadbanken nordost om Fredrikshald, den tvärs öfver sjön Öierens dalgång liggande stora grusryggen norr om Mysens och Slitu stationer och säkerligen en stor mängd andra så kallade skiktade moräner i både Sverige, Norge och Finland.

Flera af dem äro så påtagligt analoga med randterrasserna, att de sväriligen kunnat bildas på väsentligen afvikande sätt. Läge, material och struktur äro de samma, och äfven den yttre formen kan stundom blifva så lik de senares, att tydliga öfvergångsformer uppkomma. Ofta utmynna i båda vanliga rullstensåsar, alldeles som de amerikanska geologernas *feeding eskers* utmynna i deras *sandplains*.

Då tvärsarna aflagrats i något djupare vatten, synes dock vållformen vara för dem utmärkande, men hvarken materialets ofta långt genomförda sortering efter tyngd eller dess likaledes

utpreglade skiktning torde i regeln kunna förklaras genom hafvets inverkan. Tväråsarnas mäktighet kan nämligen stundom uppgå till ett femtiotal meter, och som deras grusiga material blott på helt grundt vatten kunnat afrundas och sorterats, skulle deras uppkomst genom hafvets omlagring af vanligt ändmoränmaterial förutsätta, att landet under uppkomsten af hvarje tvärås varit stadt i sänkning, och att denna dertill hållit alldeles jemna steg med tväråsens tillväxt i höjd. Oafsedt att ett sådant antagande vore i hög grad godtyckligt, vore man ingalunda hjälpt med en enda sådan, i rätt stund inträffad landsänkning utan nödgades antaga, att en betydande sänkning jämte noga motsvarande höjning tillbaka till utgångsnivån inträffat för hvarenda af de stundom tätt liggande moränryggar, vid hvilka tväråsar finnas afsatta. Men också om någon funnes, som utan några som helst faktiska bevis vore benägen att antaga en så osannolik följd af nivåförändringar, blefve tväråsarnas uppkomst ej dermed förklarad.

Såsom redan förut framhållits,<sup>1</sup> ligga nämligen flera typiska tväråsar i ett så instängdt läge, att de påtagligen aldrig kunnat utsättas vare sig för hafsvågor eller hafsströmmar af på långt när tillräcklig styrka för att utbilda deras väl rundade, sorterade och skiktade material.

Det synes därför vara svårt att undgå den förklaringen af tväråsarna, att de väsentligen hafva glaciernelfvarna att tacka för sin uppkomst och byggnad, om också stundom här och der i deras massa kan förekomma ett sparsamt inblandadt ändmoränmaterial, ibland med bibehållna glaciernelflor. Svårt hade också varit att förklara, hvarför moränlinierna skulle svälla ut till betydande sedimentaflagringar just framför större dalar, der enligt rullstensåsarnas vittnesbörd ansenliga glaciernelfvar faktiskt framforlat massor af åsmaterial, såvida ej nämnda aflagringar verkligen förskrefve sig ifrån ifrågavarande elfvar.

<sup>1</sup> G. DE GEER. Beskrifning till jordartskarta öfver Hallands län. S. G. U. Ser. C, n:r 131, sid. 13.

Dermed är naturligtvis icke sagdt, att ej mera öppet lig-  
gande sträckor af de stora norska och finska tväråsarna *vid den  
nivå, som under deras bildningstid tilläfventyrs råkat ligga vid  
dåvarande strandbälte* och således varit inom räckhåll för vå-  
gorna, kunde och måste af dessa påverkas. Men äfven vid  
nyssnämnda sträckor gäller detta utan tvifvel blott för en ringa  
del af deras massa, som i så fall icke bör räknas till den egent-  
liga tväråsen utan till dennas marina hölje eller skal.

Emellertid föreligga ännu inga detaljundersökningar af tvär-  
åsar i öppet läge, medgifvande en mera ingående diskussion af  
de särskilda lagrens bildningssätt, hvarför man tillsvidare måste  
åtnöja sig med det allmänna resultatet, att deras väsentliga  
del sannolikt är af glaciernelfvar afsatt utmed isranden. De  
motsvara derfor petrografiskt temligen nära våra vanliga åsar  
samt topografiskt och geografiskt ändmoräner, hvarför de,  
då det gäller att spåra isens gränser, spela alldeles samma  
rol som ändmoräner, ehuru bildningssättet delvis torde vara  
olika.

Orsaken till att de subglaciala elfvarna just vid isranden  
aflagrade de massor af åsmaterial, hvilka bilda ofvan omtalade  
randterrasser, rullstensfält och tväråsar, torde vara den, att de  
subglaciala elfvarna frampressades under starkt hydrostatiskt  
tryck och derfor kunde medföra en för vanliga elfvar oerhörd  
last af åsmaterial, men att vid isranden trycket såväl som vatt-  
nets abnorma transportförmåga plötsligt upphörde framför allt,  
der glaciernelfven utmynnade i hafvet. Hufvudmassan af det  
gröfre materialet måste derfor, då isranden länge intog samma läge,  
hopa sig omedelbart utanför den samma, sannolikt ofta uppdäm-  
mande elfven, så att dennas mynning efter hand måste flytta sig  
åt någondera sidan.

Om det sålunda visat sig, att betydande massor af rullstens-  
grus och sand afsattes, der isranden varit stillastående under någon  
längre tid, låg det nära till hands att se till, huru de med nyss-  
nämnda bildningar ofta direkt sammanhängande egentliga åsarna  
bildats och särskildt hurudana förhållandena gestaltat sig, der is-

randen under afsmältningstiden gjort kortare uppehåll i sitt återtag.

För en sådan granskning lämpade sig de åssträckor, hvilka af mig blifvit i detalj undersökta i trakterna omkring Upsala och Stockholm samt vester om sistnämnda stad. Här visa de talrika små ändmoränerna af Sundbybergstypen, att isranden vid tiden för åsarnas bildning varit utsatt för en ganska regelbundet periodisk afsmältning, som väl snarast motsvarat den varmaste delen af hvarje år. Detaljundersökningen af åsarna i dessa trakter visade också, att de ej endast till sin yttre form ofta voro afdelade i skilda kullar, utan äfven, der de skenbart bildade enhetliga och sammanhängande ryggar, i regeln bestodo af till den inre byggnaden mer eller mindre tydligt åtskilda partier, eller hvad man kunde kalla *åscentra*.

Dessa *åscentra* bestå i den *proximala* änden eller den, hvarifrån glaciernelven kommit, ofta af mycket groft material, men mot den motsatta eller *distala* änden af allt finare sådant, först grusigt och till sist sandigt. Som i allmänhet blott sanden och det finare gruset tillgodogöras för praktiska ändamål, händer det ofta, att i större grustag den grofsteniga rullstensmassan, hvilken utgör den *proximala* änden af hvarje väl utbildadt *åscentrum* länge får kvarstå, sedan det omgifvande, finare materialet blifvit bortfördt. Der den *proximala* änden af ett *åscentrum* ligger fritt och utan att skylas af yngre bildningar, är den ej sällan utbildad såsom verkliga rullstensgryt, bestående uteslutande af väldiga rullstenar, under det att allt det finare materialet är bortspoladt af en påtagligen mycket våldsam ström. Ofta är också hela anordningen sådan, att den ställvis kraftigare ursköljda stenmassan tydligen fortfarande måste befinna sig i samma läge, som då den först bildades, och således vara afsatt omedelbart på marken.

Utom denna åsarnas i vissa trakter utpregladt periodiska byggnad, som hittills synes hafva varit föga beaktad, finnes äfven en annan omständighet, som torde vara af vigt för att belysa, huru åsarna bildats. I beskrifningar öfver olika åsar förekom-

mer stundom uttrycket, att åsen »kastar», hvarmed menas, att den i en viss riktning tvärt upphör och derefter åter vidtager något på sidan om sin förra sträckning; men ingen af hittills framställda teorier har kunnat förklara denna företeelse. Särskildt är den tydligt utpreglad i trakten af Stockholm, der flera af åsarna kasta på ett sådant sätt, att den ena åskullen går ej blott på sidan om, utan äfven förbi den punkt der den föregående slutat. Detta är sålunda fallet med sjelfva Stockholmsåsen bland annat vid Blåsut, beläget en *km* S om Skanstull, vidare å ömse sidor om Adolf Fredriks kyrka, mellan Haga och Nya kyrkogården, V om Koppartälten och S om Nedre Järfva. Vid ifrågavarande punkter kastar åsen alltid så, att den norra kullen fortsätter vestligare än den södra.

Af åsarnas hela byggnad är det emellertid uppenbart, att dessa kastningar äro ursprungliga och att de icke uppkommit genom senare förskjutningar i följd af istryck.

I det föregående är redan framhållet, hvarför åsarna måste vara bildade såsom vattensediment och afsatts af elfvar samt särskildt af glacieryelfvar; vidare hvarför de ej kunnat aflagras af ytelfvar eller i af bottenelfvarna urhålkade subglaciala hvalfsystem.

Sist anförda förhållanden synas mig deremot ganska tydligt angifva, att de egentliga åsarna blifvit afsatta centrum efter centrum, från det distala mot det proximala hållet räknadt, inom bottenelfvarnas vidgade eller stundom genom ras till isvikar ombildade mynningshvalf, omedelbart innanför isranden och att de således äro i vissa fall sub- och i andra supramarina men i bådadera *submarginala deltabildningar*.

Längre in under isen torde deremot dels vattnets strömhastighet hafva varit för stor och utrymmet för ringa, dels bottenelfvarnas läge alltför vexlande, för att i regeln något nämnvärdt material här kunnat afsätta sig, hvaremot förhållandena här voro mycket gynsamma för en kraftig transport och tillrundning af materialet.

Ett direkt stöd för denna uppfattning synes de omnämnda kastningarna lemna, då de väl svårigen kunna förklaras på annat sätt än därigenom, att bottenelfven, då ett åscentrum blifvit afsatt inom dess mynningsdel och isranden något dragit sig tillbaka, antagligen utefter nyöppnade sprickor i landisens randparti, sökt sig ett nytt aflopp och vid dettas mynning, snedt bakom och på sidan om det förra, afsatt ett nytt åscentrum. Bristen på åsmaterial i dalen närmast norr om föregående centrum synes tydligt nog utvisa, att oaktadt elfven vid dettas afsättning härstädes måste hafva framgått, inga åsaflagringar blifvit afsatta innanför sjelfva mynningsdelen. Det finnes sålunda intet hinder att antaga, det bottenelfvarna omkring en gifven, af landisens rörelseriktning, afsmältning och underlag betingad medelriktning kunnat ofta och i ej ringa omfattning ändra sitt läge. Härigenom erhålles en välbehöflig förklaring af det för äldre teorier vanskliga spörsmålet, huru åselfvarna kunnat hopbringa tillräckligt med material för uppbyggandet af de ej sällan ganska ansefliga åsarna. Under sådana förhållanden är det också lätt begripligt, att om ett nytt åscentrum stundom aflagrades omedelbart på en refflad berghäll, öfver hvilken elfven förut kanske aldrig passerat, refflorna å densamma kunnat bibehållas i det närmaste oskadade. Likaså är det antagligt, att bottenelfvarna under sina oscillationer åt ömse sidor i hög grad bidragit att bortspola morängruset från många af de trakter, der berggrunden numera är blottad.

Att glacierportarna inom Stockholmstrakten, under afsmältningens sista härvarande skede vanligen flyttade sig åt vester berodde antagligen derpå, att iskanten enligt ändmoränernas vittnesbörd åt detta håll fortare afsmälte och här således jemte sina sprickor hastigare närmade sig den mot SO, eller i mot isranden något sned riktning, framrinnande glacierelfven.

Klart är, att också den periodiska byggnad, som åsarna förete inom ifrågavarande trakt, der isranden undergått en af ändmoräner betecknad periodisk afsmältning, i hög grad talar för, att de såsom ofvan antagits verkligen blifvit successivt afsatta. Dervid

synes det proximalt belägna, gröfsta materialet beteckna den punkt af glaciervens mynningshvalf, der den allra första minskningen af vattnets strömstyrka och transportförmåga gjorde sig märkbar och der således de största medförda rullstenarna måste stanna. I den mån elfmyningen vidgade sig ut emot hafvet och den subglaciala strömstyrkan hastigt nog aftog, kunde finare material afsättas, hvarvid dock tydligen sällan den allra finaste sanden och ännu sällsyntare leran kommo till aflagring inom sjelfva iselfvens mynningsdel, utan först i hafvet derutanför, sålunda gifvande upphof till den så kallade glaciala eller hvarfviga sanden och leran.

Då man tar i betraktande, hvilka våldsamt framströmmande vattenmassor, som måste förutsättas för uppkomsten af åskullarnas äfven ute på jemna slätter ofta kaotiskt hopvräkt proximalpartier, af stundom ända till half meter stora, väl rundade rullstenar eller snarare rullblock, inses lätt, att åselfvarna haft en oerhörd transportförmåga och att afsättningen af hvarje åscentrum måste hafva försiggått med en mycket betydande hastighet. Det bör därför blifva af intresse att söka utröna, huru dessa centra förhålla sig till såväl hvarfviga lerans årsskikt som till de förmodade årsmoränerna af Sundbybergstypen.

Likaså bör det blifva ganska upplysande för det närmare förloppet vid åsarnas bildning att undersöka och kartografiskt utmärka, inom hvilka trakter och i hvilken omfattning de förete en periodisk byggnad af ofvannämnda slag. Antagligt är nämligen, att inom de trakter, der isens afsmältning försiggått mera jemnt och oafbrutet samt der följaktligen ändmoräner äro sällsynta eller saknas, åsarnas byggnad också bör vara mera likformig.

Synnerligen önskligt vore, om man hädanefter vid kartläggning af åsar i trakter, der de äro uppdelade i skilda centra, på ett eller annat sätt sökte angifva detta vare sig genom att ungefärligen afgränsa de olika åscentra mot hvarandra, eller genom att för hvarje sådant med ett tecken markera den proximala

delen, som på grund af sitt gröfre och mot abrasionen motståndskraftigare material ofta nog bildar kullarnas krön.

Af intresse bör det också blifva att utreda, huruledes af-sättningen under eller ofvan det senglaciala hafvets yta inverkat på åsarnas bildningssätt och byggnad.

Säkerligen skall man genom fortsatta planmessiga detaljundersökningar af åsar från olikartade trakter, lyckas att ej blott slutgiltigt utreda det närmare förloppet vid de olika åsarnas uppkomst, utan äfven att af dessa märkliga bildningar erhålla många viktiga upplysningar bland annat om de hydrografiska förhållandena vid isens afsmältning, om de subglaciala moränernas erosion genom bottenelfvarna och kanske äfven i viss mån om istäckets minimimäktighet. Hufvudsaken här som vid andra likartade undersökningar torde vara att icke låta sig nöja med endast allmänna teorier, utan söka drifva granskningen af de enskilda fallen och deras detaljer så långt, att de förhållanden, under hvilka dessa uppkommit, framstå i en möjligast mångsidig och fullt lefvande belysning.

## Ur ås-litteraturen.

### Teorien om rullstensfloden.

- W. HISINGER: Anteckn. i Physik och Geogn. 1828, h. 4: 24—29.
- \*N. G. SEFSTRÖM: K. V. A. 1836: 141—255 (särskildt 220).
- W. BOETLINGK: Bericht einer Reise durch Finland und Lapp-land 1840.
- J. J. BERZELIUS: Årsber. i kemi och mineralogi. Stockholm 1842: 457.

### Moränteorier.

- H. VON POST: K. V. A. Ö. 1862, årg. 19: 339—360, särskildt 357.
- S. A. SEXE: G. F. F. 1876, 3: 164.
- \*O. GUMÆLIUS: K. V. A. Bih., bd 4, nr 3: 3—74; aftryckt i S. G. U., ser. C. 16, 1876.
- M. STOLPE: G. F. F. 1879, 4: 258—265.

### Strandvallsteorier.

- E. SVEDENBORG: Om vattnets förra höjd och om förra verdens ebb och flod 1719.
- CH. LYELL: Phil. Trans. Roy. Soc. London 1835, bd 1.
- CH. MARTINS: Bull. Soc. Géol. France 1845, 1846, ser. 2, tome 4.
- H. VON POST: K. V. A. 1855: 347—403.
- S. LOVÉN: K. V. A. H. Öfv. 1861, årg. 18: 285—314, särskildt 303.
- \*A. ERDMANN: S. G. U., ser. C, nr 1, 1868.

O. TORELL: Bidrag till Spitsbergens molluskfauna. Akad. afh. Stockholm 1859: 97.

#### Flod- eller den s. k. erosionsteorien.

W. HISINGER: Anteckn. i Physik och Geogn. 1837, h. 6: 129—133.

G. VON HELMERSEN: Mém. Akad. Imp. Sc. S:t Petersbourg 1869, tome 14, n:r 7.

A. E. TÖRNEBOHM: Beskr. till bl. Upperud, S. G. U., ser. Aa, n:r 37, 1870: 65, noten.

P. A. LEVIN: G. F. F. 1872, 1: 50—55.

\*A. E. TÖRNEBOHM: Ibidem: 55—60.

A. M. JERNSTRÖM: Material till finska lappm. geol. Helsingfors 1874.

#### Teorien om system af issprickor, glacierbrunnar och bottenhvalf.

\*D. HUMMEL: K. V. A. H. Bih., 1874, bd 2, n:r 11: 3—36; aftryckt i S. G. U., ser. C, n:r 12.

#### Teorien om ytelfvar.

T. F. JAMIESON: Qv. Journ. Geol. Soc. 1874: 328—334.

WARREN UPHAM: Proc. Am. Ass. Adv. Sc. 1876: 216.

\*N. O. HOLST: G. F. F. 1876, 3: 97—112.

#### Teorien om bottenelfvar.

\*P. W. STRANDMARK: Läroverksprogram. Helsingborg 1885 och G. F. F. 1889, 11.

---

\* Mera genomförd framställning af teorien.

