

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

OM

MELLERSTA SVERIGES

GLACIALA BILDNINGAR.

AF

OTTO GUMÆLIUS.

2.

Om rullstensgrus.

Med en karta.



Pris 75 öre.

SVERIGES
GEOLOGISKA UNDERSÖKNING.

OM
MELLERSTA SVERIGES
GLACIALA BILDNINGAR.

AF

OTTO GUMÆLIUS.

2.

Om rullstensgrus.

Med en karta.

Aftryck ur Bihang till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar 1876.

STOCKHOLM, 1876.
P. A. NORSTEDT & SÖNER
KONGL. BOKTRYCKARE.

Rullstensgruset — isynnerhet under den särskilda form, som öfver hela den vetenskapliga världen är känd under namnet »åsar» — är en af de mest gåtfulla bildningar, man känner. Under många årtionden hafva dessa långdragna ryggar, som med vexlande former, än höga, skarpa, med brant stupande sidor, än låga, knappast höjande sig öfver omgifvande slättmarken, än med ringa sidolutningar, utbredande sig i form af mer eller mindre vidsträckta än jemna än något kuperade slätter, än åter uppträdande i form af smärre och större, jemte och efter hvarandra liggande, kullar, tilldragit sig forskarens uppmärksamhet.

Redan år 1719 finner man dem omnämnda af EMANUEL SVEDENBORG ¹⁾, som iakttagit och omtalar åtskilliga af deras karakteriserande egenskaper. Han angifver deras riktning från norr till söder, samt att stenarne äro rullade, afnötta och rundade, äfven om de äro 5—10 skeppund tunga. (Äfvenså hade han bemärkt de af hafssnäckor bildade bankarne vid Uddevalla »50 famnar öfver hafvet»). Han uppställer en teori för åsarnes bildning, nämligen genom ett i stark rörelse öfver Sverige svallande haf. Denna är således temligen likartad med den sedan så kallade »strandvallsteorien».

Efter SVEDENBORG uppstod genom A. CELSIUS striden »om vattuminskningen» 1743. Denna, i hvilken geologiska frågor dock föga ingingo, delade 1700-talets vetenskapsmän inom Sverige i två skilda läger, hvilka äfven i den utom Sverige varande vetenskapliga världen rönte lifligt deltagande. Denna fråga för- anledde äfven åtskilliga främlingar, att härstädes studera skälen för och emot, hvarvid också en del iakttagelser blefvo gjorda i afseende på de glacials, men ännu icke såsom sådana kända, fenomenen.

Sålunda iakttog LASTEYRIE ²⁾ 1799 berghällarnes slipning och rundning på norra sidan, deras ojemnhet och brantare stupning på den södra.

¹⁾ »Om vattnets förra höjd och om förra världens ebb och flod.»

²⁾ Journal des connoissances usuelles. V. s. 6.

Dylika observationer voro dock redan förut gjorda i Sverige af D. TILAS¹⁾. Äfven LINNÉ hade i sina resebeskrifningar omnämnt åsarne²⁾.

ALEXANDER BRONGNIART³⁾, som 1824 reste här i Sverige tillsammans med J. BERZELIUS, beskref åsarne, slipningsfenomenet, refflorna, uppgaf, att åsarne hade samma riktning, som refflorna, hvilken uppgift sedan af åtskilliga författare blifvit förnekad⁴⁾, af andra bestyrkt⁵⁾, antydde, att de voro »så till sägande, likasom vittnen, lemnade på stället för att utmärka massans framfart och väg», och att de voro »qvarblifne transportmassor». Här hafva vi således antagligen en antydning om den så kallade erosionsteorien.

Han var tillika en föregångare till SEFSTRÖM, i det han uppgaf, att refflorna tillkommit, då åsarnes beståndsdelar genom strömmande vatten öfver berghällarne framläpats.

Vid samma tid hade J. ESMARK⁶⁾ under sina resor i Norge kommit till åsigten om tillvaron af väldiga ismassor, som fordom fyllt Norges dalar och i dem verkat i hög grad förstörande på de fasta bergväggarne, men äfven slipat dessa. Han synes likväl icke hafva fäst sig vid refflorna. Han iakttog flyttblockens transport och sökte deras moderklyft. Han såg verkliga gamla moräner nära hafsytan 2—3000 fot under nuvarande snöfonner. Förklaringen sökte han i astronomiska orsaker, i föränderligheten af jordens läge i förhållande till solen, hvarigenom stundom köld stundom värme herskade på jorden.

1828 yttrade sig W. HISINGER⁷⁾, »att de största och längsta åsarne förekomma i trakten mellan Dalelven samt Öster- och

¹⁾ »Tanckar om Malmletande i anledning af lösa gråstenar». V. A. H. 1740. — »Bergsmans rön och försök i Mineral Riket». Åbo 1738. — »Täbergs Järnmalms Berg i Småland». V. A. H. 1760.

²⁾ C. LINNÆI Öländska och Gothländska resa 1741 sid. 119. »Sandåsar sågos på några ställen gå tvärt ifrån landet, neder åt östra hafssidan och där nedsänka sig till räflar». — sid 169 »har denna Åhs blifvit upkastad såsom en räffel». — Västgöta Resan 1746, der Halm (Harde-mo) åsen omnämnes, hvarjemte äfven »skalbärgen» vid Uddevalla omtalas och skalens arter bestämmas — Skånska Resan 1749. —

³⁾ »Notices sur les blocs de roches des terrains de transport en Suède». (Annales des Sciences naturelles. 1828 XIV. 5.)

⁴⁾ A. ERDMANN m. fl.

⁵⁾ D. HUMMEL m. fl.

⁶⁾ »Bidrag til vor Jordklodes Historie» (Mag. for Naturvidenskaberne 1824).

⁷⁾ »Bidrag till Sveriges geognosie». Stockholm 1828. Redan förut hade han iakttagit och omnämnt åsarne och åtskilliga deras egenskaper. Se: »Minerographie öfver Sverige» 1:sta delen. Sthm 1790 (utan författarenamn) sidd. 16—20, 42—44, 110; — »Versuch einer mineralogischen Geographie von Schweden». Uebers. von F. Wöhler. Leipzig 1826 sidd. 33, 34.

Vestergötland omkring Hjelmaren och Mälaren. Han omnämner de flesta af här framgående större åsar och angifver deras sträckning. Han säger, att de allmännast gå i norr och söder med krökningar och utgreningar, hvilka sistnämnda dock alltid tillstöta från nordn. Vidare påpekar han, att de inom bergiga orter städse följa hufvuddalarna, men att de äfven stundom gå öfver smärre bergsträckor. De äro ofta afskurne af strömmar och sjöar, men återtaga ånyo sin kosa på andra sidan. Profilen tvärtöfver är en »stympad con, mer eller mindre spitsig». Stundom dock plana fält, hedar eller moar. De bestå af sand, grus, rullad och slipad klappersten, innehålla sällan större »geschieber», hvaremot dylika äro allmänna på ytan. Åsarnes inre struktur är oordentlig eller en sammanblandad massa af grus och klappersten utan tecken till lager eller hvarf, såsom »i de sandbankar som uppkommit af Alluvialdepoter». Bland gruset och klapperstenen finnas ofta ganska långväga och i orten främmande bergarter.

På grund af sina iakttagelser kommer HISINGER till det resultat:

att åsar existerade före den tid, då strömmarne utgräfdde sina nuvarande kanaler;

att de tillkommit genom en våldsam öfversvämning och i häftigt strömmande vatten;

att denna kraftyttring verkade från norr och nordvest från berglandet nedåt slätterna;

att denna katastrof inträffade närmast före den, som verkade de egentliga stora geschiebernas utbredning;

samt att de tillhöra diluvialbildningen.

I ett följande häfte af samma verk ¹⁾ säger HISINGER, att sandåsarnes botten består af sand, och att hufvudämnet i åsarne sällan är sand enbart, utan vanligen i blandning med grus och rullsten. Här delar han äfven åsarne efter olika bildningssätt. Sålunda böra de, som framgå i dalar och en del på slättlandet, hafva tillkommit genom inverkan af från norr under diluvialepoken nedstörtande strömdrag, som medfört sand och rullsten. Dessa strömmar hafva då helt uppfyllt dalen och afsatt åsryggarne i sin strömfåra. »Också finner man ofta jemte åsarnes sidor ännu kvarstående smärre vattensamlingar, mossar, kärr och sumpig mark såsom lemningar af den forna vattenmassan» ²⁾.

Andra åsar kunna vara af hafssvallet och vågorna uppkastade, då landet började stiga öfver vattenytan, och äro att anse

¹⁾ »Bidrag till Sveriges geognosie». 1837.

²⁾ Tydligt s. k. »åsgrafvar». Se D. HUMMEL: »Om Rullstensbildningar.»

såsom bankar. Sådana äro några på slätterna samt den s. k. Landborgen på Öland, äfvensom några på Gotland.

År 1835 hade **LYELL**¹⁾ framställt en annan åsigt om åsar-nes bildningssätt. Han tänker, att de uppkommit genom sam- verkan af hafsströmmar, som framgått från norr till söder, och floder, som nedströmmat från fastlandet och medfört sand, grus och rullsten. Vid sammanträffandet afsattes de medförda ämnena, hvilka sålunda kommo att bilda sträckor, parallela med den gamla hafskusten, eller vanliga sandbankar.

Omkring samma tid framstälde **SEFSTRÖM**²⁾ åsigten, att en rullstensflod i nord-syddlig riktning framgått öfver Skandinavien och mellersta Europa, och att denna medsläpat grus, sten och block, rundat, repat och polerat berghällarne, samt afsatt åsarne och flyttblocken.

Denna teori vann stor anklang och bidrog i hög grad till lifvande af intresset för utredningen af hithörande förhållanden. Den omfattades med ifver af en stor mängd af Europas geologer och öfriga vetenskapsmän, hvilka förde en liflig strid med de sedermera s. k. glacialisterne, som ville förklara alla dessa fenomen medels glacierer.

SEFSTRÖMS teori blef härvid efterhand modifierad. Sålunda ann **DUROCHER**³⁾ vid en resa i Sverige och Norge 1845, att man icke kunde reda sig med ett centrum, hvilket en tid för- lagts till Spetsbergen, och hvars plötsliga uppstigande ur hafvet förorsakat de åt alla sidor framstörtande rullstensfloderna, utan man måste antaga flere, hvilka dock icke alla samtidigt höjt sig.

Först 1816 och ytterligare 1822 samt slutligen i ett postumt arbete, som utkom 1858, framstälde **VENETZ** sina åsigheter om de forntida jöklarne, hvarefter denna teori vidare utvecklades af **J. DE CHARPENTIER**⁴⁾ och **AGASSIZ**⁵⁾ år 1841. Dessa män sökte genom att antaga en fordomtima stor utbredning af ett ishölje öfver en betydlig del af Europa förklara slipnings- och flyttnings- fenomenen. Båda ansågo åsarne vara moräner. Detta bestreds af **BERZELIUS**⁶⁾, som ansåg teorien vara så snillrikt genomförd,

¹⁾ Phil. trans. I. 1. »On the Proofs of a gradual Rising of the Land in certain Parts of Sweden».

²⁾ I. K. V. A. H. för år 1836.

³⁾ »Étude sur les phénomènes erratiques de la Scandinavie». (Bull. de la Soc. Géol. de France. Ser. 2. T. IV.)

⁴⁾ »Essai sur les glaciers et sur le terrain erratique de bassin de Rhône». 1841.

⁵⁾ »Untersuchungen über die Gletscher.» 1841.

⁶⁾ Skand. Naturforskarnes 3:dje möte i Stockholm 1842. — Årsberättelse om framstegen i Kemi och Mineralogi. 1842.

att just därför en stor del af Europas utmärktare geologer antagit den, men BERZELIUS stödde sig på olikheten i sammansättningen mellan en ås och en morän och ansåg SEFSTRÖMS teori sannolikare. Dessutom anför han såsom stöd för sin åsigt MURCHISON och VERNEUIL, hvilka på en resa genom Lappland, Finland och norra Ryssland kommit till det resultat, att fenomenet svårligen läte sig förklara genom glacierer. De yttrade sig för ¹⁾, att vatténflöden medfört isblock och detritus, och att refflorna vid dessas släpning öfver klippställarna uppstått. Förut hade dock MURCHISON varit böjd för AGASSIZ' åsigt ²⁾.

Refflor och åsar iakttogos äfven i Storbrittanien af J. HALL, AGASSIZ, SEDGWICK, BUCKLAND, KEMP och BOWMAN samt i Nordamerika, der HITCHCOCK ³⁾ år 1841 beskref fenomenet alldeles öfverensstämmande med Skandinaviens. Der har man också slipade och repade hållar, samt åsar, som gå parallelt med refflorna, hvilkas hufvudsträckning uppgifves vara från N.V. Refflorna voro då derstädes iakttagne till 4,000 fot öfver hafve HITCHCOCK sökte först förklaringsgrunden i rullstensflodteorien, omvändes sedan af AGASSIZ' förr omnämnde skrift, men fann sig dock icke deraf fullt tillfredsstäld, utan ansåg bäst att taga båda teorierna gemensamt till hjälp.

W. BOEHLINGK ⁴⁾ fann i Finland kring norra ändan af Päjänä smala, låga sandryggar, omgifna af mossar och sjöar, vanligen framgående i bestämd riktning, öfverensstämmande med reffloras, hvilken här går från nordnordvest. Han säger, att åsarne bestå af sand, grus och rullsten dels framteende en viss skiktning efter materialets groflek, dels oordnad liggande om hvarannat. På kusten af ryska Lappland iakttog han, att refflor och slipning gå från sydvest, mera sällan från sydost. Han slöt sig obetingadt till »diluvialfloden».

Äfven FORCHHAMMER ⁵⁾ uppträdde vid samma tid med en teori, som visar, huru omsorgsfulla och noggranna iakttagelser,

¹⁾ Sannolikt påverkade af LYELLS »drift»-teori.

²⁾ Märkligt nog hade i afseende på transporten af Alpernas flyttblock samma teorier redan tidigt gjort sig gällande, som nu framkommo rörande Skandinaviens och de härifrån härstammande. Så hade DE SAUSSURE 1803 (*Voyages dans les Alpes*) uppställt SEFSTRÖMS teori i dess ursprungliga form; L. v. BUCH (*LEONHARDS Taschenbuch*) 1818 DURACHERS modifikation; LYELL och AGASSIZ hyste i afseende på båda trakterna samma åsigt; icke en gång FORCHHAMMERS eruptionsteori saknade sitt motstycke i DE LUCS »gasexplosioner».

³⁾ Anniversary adress before the Association of American Geologists.

⁴⁾ »Bericht einer Reise durch Finland und Lappland». 1840.

⁵⁾ »Den skandinaviske Rullesteensformations Forhold i Danmark». 1842.

då de tolkas utan samband med fenomenet i sin helhet, kunna gifva upphof till fullkomligt ohållbara förklaringar. Denna var teorien om det eruptiva »rullesteensleret», som måste vara uppkommet på stället genom »Hävningar och Gjennembrud», hvarvid »de opkastede Masser» blefvo »udrørte i Vandet, som bedækkede Stedet». Rullstenssanden deremot ansåg FORCHHAMMER hafva tillkommit genom ursköljning ur rullstensleret. Åsarne äro »Revler, der finde deres Analogi i Revlerne ved den jyske Kyst». FORCHHAMMER beskriver rullstenssanden i Danmark på så sätt: Den består af sand, grus och rullsten stundom med stundom utan lerblandning, är ofta skiktad, mest i starkt lutande och ofta afbrutna lag, dylika med dem, som hafvet afsätter i sina »havstokke». Ytan är alltid kuperad, bildar än fullkomliga åsar, lika med de svenska, än aflånga ofta afbrutna »Bakkestrøg» i mycket olika riktningar, än åter ser den ut, som om den bestode af en mängd vid hvarandra platserade kulsegmenter. Ibland förekommer också denna bildning såsom en till tre fot mäktiga hedar. Större rullsten förekommer icke. Materialet är detsamma, som i underliggande rullstensleret såväl till beskaffenhet som procenthalt, och visar sålunda att det »ikke eller ikkun med sjeldne Undtagelser er tilført fra længere bort liggende Steder, men udslyt af dess Underlag».

Ännu en annan teori framställdes år 1847 af FRAPOLLI, som uppgifver att till hans åsigt slutit sig A. ERDMANN och von WALTERSHAUSEN, nämligen att den verksamma kraften varit hafsvågorna, och att medlet varit strandisen och de i denna inneslutna stenar och block.

Ehuru åtskilliga glacialister såsom MARTINS¹⁾ sökte afskilja åsfenomenet såsom en särskild vida yngre bildning än moränerna, och han derom förklarar: »ils sent une des nombreuses preuves de l'immersion et de l'emersion de la côte scandinave», dervid stödjande sig på de af AL. BRONGNIART, HISINGER och LYELL gjorda fynd af Östersjösnäckor, som så ofta förekomma i åsarnes yttre del, och hvilka, enligt MARTINS, visa, att åsarne äro »ouvrage de la mer», »veritables dunes», »Revler», stundom liggande på torf, medgifva de dock, att dylika bildningar förekomma i Schweiz, der »le débâcle aqueuse, résultat de la fonte des glaciers a produit des effets analogues». Men i Sverige äro åsarne strandvallar (!)

¹⁾ Bull. de la Soc. Géol. de France. Ser. 2. T. IV. 1846.

Äfven DÉSOR¹⁾ förklarar, att åsarne bildades under landets långsamma stigning ur hafvet på låglandet i närheten af kusterna i allmänhet parallela med strandriktningen, samt att materialet är ordnad efter storlek och stenarne icke repade annat än i sällsynta undantagsfall. Han säger vidare, att skiktningen är oregelbunden med mycket begränsade bankar, stående i olika lutning.

Då nu således både glacialister och anhängare af rullstensfloden syntes vilja afskilja åsbildningen från den egentliga glacialtiden, blef detta snart en herskande åsigt, ehuru dock fortfarande enstaka stämmor hördes, som framstälde viktiga inkast, hvilka numera torde kunna anses hafva gjort nämnda förklaringsgrund, så vidt den rör flertalet af åsarne²⁾, fullkomligt oantaglig.

Först när man här i Sverige började gå ifrån de allmänna funderingarne om möjligheten eller omöjligheten af en fullständig öfverisning af Skandinavien, eller af en rullstensflod o. d. och i stället vände sig till att studera de verkliga fakta i detalj, först då kunde man hafva anledning hoppas att närma sig lösningen af dessa frågor.

Vid denna tid — omkring midten af 1840-talet — hade man sig bekant refflornas strykning *i stort sedt* öfver Skandinavien med Finland. Man visste, genom iakttagelser af KEILHAU, SILJESTRÖM och DAUBRÉE, att refflorna i Norges dalar icke äro normala, utan att de äro riktade efter dalens hufvudaxel, och att de från bergen nedstiga mot kustlandet. DUROCHER hade också iakttagit, att refflorna på höjderna ofta korsa de stora dalarne, och att de, om de nedstiga deruti, göra detta i en sned riktning mot hufvudriktningen. Likaså hade BOEHTLINGK i Norge iakttagit uppstigande refflor. Vidare kände man de slipade och rundade berghällarne, deras stöt- och läsida samt det väderstreck, i hvilket stötsidan *i allmänhet* träffas. Någon anmärkning om *undantagsfallen* har jag icke kunnat finna. Man hade fäst sig vid flyttblocken och deras utspridning öfver landet, men man kände ännu allt för litet underliggande berggrunden för att kunna med bestämdhet hänvisa på deras moderklyft. Sålunda

¹⁾ »Notice sur le phénomène erratique du Nord comparé à celui des Alpes». (Bull. de la Soc. Géol. de France. 1846.)

²⁾ Man måste nämligen från åsarne afskilja de åslika bildningar af vida yngre tillkomst, hvilka på åtskilliga ställen i vårt land anträffas vid hafs-kusten eller vid stranden af större insjöar, äfvensom genom hopskjutning uppkomna vallar af bottengrus.

finner man t. ex. IGELSTRÖM¹⁾ åren 1847 och 1848 på Åland eftersöka fasta klyftan för den kalksten, som der i talrika block förefinnes, men då han icke träffade sådan, komma till det resultat, att de måtte förskrifva sig »på något sätt» från öarne i södra delen af Östersjön eller från Skåne. De skulle sålunda hafva flyttats, om icke tvärtemot den då antagna rörelseriktningen, åtminstone snedt emot den. Bland öfriga glaciala bildningar var det egentligen åsarne, som tillvunnit sig en särdeles uppmärksamhet. Man hade om dem iakttagit, att de hade en allmän riktning i norr och söder (SVEDENBERG m. fl.), att deras innehåll bestod af rullade och rundnötta stenar, att deras riktning öfverensstämde med reffloras (AL. BRONGNIART, HITCHCOCK (Amerika), BOEHTLINGK (Finland), DUROCHER²⁾ m. fl.). LYELL påstod deremot, att de voro parallela med den gamla hafskusten. Man hade följt och beskrifvit flere af de största och längsta (W. HISINGER), påpekat deras krökningar och utgreningar, samt att dessa sistnämnda alltid tillstöta från nordn, iakttagit, att de inom bergiga orter följa hufvuddalarnes, men också kunna gå tvärt öfver mindre höjder, att de hänga tillsammans med och äro samma bildningar, som rullstensfälten och moarne, att block sällan finnas inuti åsarne, men ofta på ytan. Angående deras inre bygnad får man se olika uppgifter: att den är oordentlig utan spår till lager eller hvarf (HISINGER), att de framte en viss skiktning efter materialets groflek eller äro ordnadt sammanhopade (BOEHTLINGK), att de ofta äro skiktade med lutande och afbrutna lag (FORCHHAMMER), att materialet är ordnadt efter storlek och skiktningen oregelbunden och afbruten (DÉSOR). Angående materialets ursprung, säger HISINGER, att det till en del är ganska långväga ifrån kommet. Deremot synes FORCHHAMMER hufvudsakligen vilja söka rullstens ursprung på platsen.

En del af åsarnes och rullstensgrusets mest karakteristiska egenskaper voro sålunda redan kända, isynnerhet och bäst genom HISINGERS omfattande iakttagelser. Han hade äfven bemärkt, att sandåsarne ofta i sin undre del bestå af sand, samt att de stundom på sidorna åtföljas af vatten eller dyfilda sänken.

Efter några års mellantid, under hvilka föga nytt tillkom, som kunde bidraga till förklaringen af dessa ännu helt

¹⁾ Ö. af V. A. H. Sthm. 1849.

²⁾ Han säger: »qu'il y a un rapport intime entre des causes, qui ont tracé les érosions à la surface des rochers et celles qui ont déposé les âsars».

oförklarliga fenomen, framträdde plötsligt H. v. POST med några skrifter ¹⁾, bland hvilka den »om sandåsen vid Köping» ännu står oupphunnen såsom genomförd skildring af den inre byggnaden hos en rullstensås. Dessa skrifter bildade ett nytt uppslag i frågan, hvilken nu upptogs till bearbetning af ett stort antal, hufvudsakligen svenska, äldre och yngre, vetenskapsmän. Bland dessa bör i främsta rummet nämnas O. TORELL, som genom sina resor och undersökningar samt derom utgifna skrifter ²⁾ väsentligen bidrog, att till glacialteorien omvända de svenska vetenskapsmännen. Sedan man sålunda kommit på rätt väg i dubbel mening, blifvit hänvisad till inlandsisen såsom förklaringsgrund för och orsak till fenomenen, samt erhållit en indelning af de lösa jordarterna, hvilken ännu i det väsentliga är gällande, och fått erfarenhet om, hvart man kunde komma genom att i detalj studera enskilda lokaler, blef man snart mer och mer hemmastadd med dessa bildningar.

Redan 1839 vid skandinaviska naturforskaremötet och ytterligare 1846 ³⁾ hade S. LOVÉN visat, att en ishafsauna fordom funnits i de haf, som då begränsade vårt land. 1858 hittade IGELSTRÖM, som då arbetade vid *Sveriges Geologiska Undersökning* i hvarfvig lera i närheten af Stockholm, en mussla, hvilken af O. TORELL igenkändes såsom den i slammets utanför de i hafvet nedgående glaciererna vid Spetsbergens kuster lefvande *Yoldia arctica* GRAY ⁴⁾. Genom detta fynd kunde han med säkerhet visa den forna tillvaron af ett ishaf äfven på Sveriges östra kust, och det gaf således ett oväntadt och opåräknadt stöd åt dem, som i Skandinavien öfverisning sökte förklaringen på refflings och slipnings fenomenen. Förut var denna mussla funnen af HISINGER ⁵⁾ på 1820-talet vid Trollhättan, och sedan är den träffad på många ställen i vårt land.

Men utom dessa ishafssnäckor har man äfven funnit en mängd skalbankar och enstaka skal af arter, som ännu till

¹⁾ V. A. H. 1854. — Ö. af V. A. F. 1856. — »Kort beskrifning om mellersta Sveriges jordmånar». Vesterås 1855.

²⁾ Ö. af V. A. F. 1857. — »Bidrag till Spitsbergens molluskfauna» 1859.

³⁾ Ö. af V. A. Förh.

⁴⁾ Se: S. LOVÉN, »Om några i Vetteren och Venern funna Crustaceer». Ö. af V. A. Förh. 1862.

⁵⁾ »Lethæa svecica».

allra största delen finnas lefvande i Östersjön, och som således utvisa, att, då dessa lefde på de ställen, der man nu finner deras kvarlevor, ett mildare klimat blifvit rådande i Sverige och dess omgifvande haf.

Sådana snäckbankar i våra åsar voro iakttagna af AL. BRONGNIART, LYELL och DÉSOR m. fl. Dessa fynd voro den egentliga anledningen att söka förklara åsarne vara bildade i hafvet efter den egentliga glacialtidens slut.

DÉSOR hade också funnit ¹⁾ »en plusieurs endroits des débris de végétaux interposés entre ces différentes couches». Han säger, att dessa dock endast voro några millimeter tjocka och förvandlade till lignit. Han ansåg dem vara bildade af hafsväxter, och synes hafva öfverlemnadt dem till prof. STEENSTRUP för bestämning. Huruvida någonting härom blifvit offentliggjordt, har det ej lyckats mig få reda på. Det synes, som om DÉSOR ville säga, att han funnit dem tillsammans med snäckorna.

Dylika fynd äro äfven sedan gjorda t. ex. i eller vid Enköpingsåsen ²⁾.

Först i förutnämnde uppsats af H. VON POST, »om sandåsen vid Köping i Vestmanland» ³⁾ finner man en förklaring, huru det i sjelfva verket förhåller sig med dessa fynd af växt- och djurlemningar i åsarne. Han visar nämligen, att åskroppen måste indelas i två delar: *kärna* och *skal*. Det är endast i skalet, som de finnas, och kärnan är tydligen äldre än den hvarfviga leran, i hvilken man sedan fann *Yoldia arctica*. Åsarne hade sålunda redan funnits temligen långt tillbaka i den egentliga glacialtiden, men deras sista tillrundning och öfverlagring med sand och leror hade skett vida senare.

Endast denna utredning hade varit ett stort steg mot den fullständiga kännedom om åsarne och deras samt det öfriga rullstensgrusets bildning, till hvilken man sträfvade, men samma afhandling, jemte en annan ⁴⁾, nämnda år af v. POST utgifven, innehåller en mängd andra ytterst viktiga, dittills opåaktade eller åtminstone icke i tryck offentliggjorda, bidrag till kännedomen om våra lösa jordarter i allmänhet.

¹⁾ »Notices sur la phénomène erratique du Nord», etc. B. de la Soc. Géol. de France. 1846.

²⁾ A. ERDMANN, »Sveriges Quartära Bildningar». Sthlm. 1868.

³⁾ V. A. H. 1854.

⁴⁾ »Kort beskrifning om mellersta Sveriges jordmåner».

Sålunda finner man i dessa arbeten en indelning af våra lösa jordarter efter ålder. Man får dem beskrifna och namngifna. Naturligt är, att i ett och annat afseende senare undersökningar gjort några ändringar och jemkningar nödvändiga, isynnerhet därför att v. Post då ännu icke kommit till klarhet angående jordarternas ursprung, eller att de äldre af dem tillkommit genom inlandsisens verksamhet. Han slöt sig till den då i Sverige herskande teorien om våldsamma vattenströmmar¹⁾ såsom orsaken till bergens söndergrusning, repning och slipning samt de lösa jordarternas bildning och utbredning.

I afhandlingen om Köpingsåsen nämner v. Post, att alla sandåsarne i Vestmanland framgå i långa dalar, särskildt här ifrågavarande. Den är ofta genomskuren af åar och vattendrag, hvilka dock synas vara yngre än åsen och efter dess bildning banat sig väg genom den. De äro dock äfven stundom oberoende af dalarne. Detta visar sig t. ex., då åsen från Kungsör höjer sig öfver stora bergsträckor, framgår öfver deras högsta delar samt åter långsamt sänker sig mot Hjelmaren. Likväl äro dalarne af särdeles betydelse för åsarnes bildning, och denna står jemväl i beroende af landets konfiguration i allmänhet²⁾. Hufvudstommen i åsen utgöres af en mäktig rullstensmassa, som dock vanligen är öfvertäckt af sandbäddar och krosstensafgringar. Rullstensmassan omvexlar ofta med ett gröfre eller finare rulladt grus. »Det torde vara möjligt, att af stora haf uppkastade stenbankar antaga ett sådant utseende», som stengärdet vid Kungsör. Rullstenslagret är städse det mäktigaste, utgör största massan. Största delen af stenarne äro aflånga och något plattade, synnerligen de, som kommit långt ifrån. De ligga vanligen på den plattade sidan och med längden efter åsens längdutsträckning, hvilket antyder, att de äro aflagrade *under vatten* »genom långa tidars mäktiga vågsvall». I de olika åsarne inom Vestmanland äro rullstenarne vanligen också bestående af olika karakteristiska bergarter. Rullstenslagret vid Köping är underlagradt af »leriga rullstenslager nästan utan grus» (= botten-grus). Det öfre krossgruset förekommer här i bankar ofvan-

¹⁾ Nyss anförda ställe, sid 157.

²⁾ »Åsarnes bildnings-historia står likväl i ett oafvisligt samband med denna bergens rännformiga konfiguration på mer eller mindre afstånd från dessa ställen, hvilket förhållande jag anser värdt uppmärksamhet».

på det egentliga rullstensgruset. Detta grus är af helt olika sammansättning med rullstensgruset. Det saknar de främmande och synes mest bestå af närmaste traktens bergarter. I detta lager eller utanpå detsamma, men alltid mellan rullstenslagret och hvarfviga leran ligga större flyttblock, till stor del hörande till traktens bergarter, ehuru dylika, motsvarande rullstenslagrets mera främmande, äfven förekomma. Aldeles undantagsvis ligger något större block på lerlagren.

På grund af sina iakttagelser uppställer v. Post några af de viktigaste slutföljderna — och säger:

»Första momentet af åsens bildningshistoria torde vara den naturtilldragelse, som lösryckte, bortförde och tillrundade den ofantliga massan af rullstenar, samt, jemte ursköljdt grus, *småningom* aflagrade den i vissa djupare vattenrännor eller floddalar».

En tredjedel eller hälften af bergarterna äro komna från moderklyft i N.N.V. och de flesta äro från längre afstånd tillförda.

De hafva långliga tider rullat af och an i ett mäktigt vatten, då vattenströmmar bortfört och särskildt aflagrat grus och sand.

Att rullstensbankarne afsatte sig på botten af ett djupt haf, är tydligt af läget öfver höga bergkammor och af den reguliära lagringen i tydliga, om ock grofva, skikter.

Efter denna tid har vattenströmmarnes eller vågornas kraft aftagit, och hafva de då endast fört sand.

Under denna tid och kanske redan förut afsatte sig ett med det förra olikartadt material, krossgrus och block, i stora oregelbundna bäddar, hvilka icke härleda sig långt ifrån, ehuru några af blocken kommit från aflägsna trakter. En del af dessa block äro lösryckta efter afslipningen. Dessa sistnämnda aflagringar ligga dock blott till mindre antal på sandåsarne, mest på kringliggande högre och lägre trakter.

De äro sannolikt aflagrade med tillhjälp af simmande isflottor.

Sedan aflagrades den hvarfviga leran, tydligen ur saltvatten, då man deruti funnit hafsmusslor.

För denna afhandlings innehåll lemna A. ERDMANN vid Vet. Akademiens första sammankomst år 1856 en sammandragen redogörelse, till hvilken han icke synes hafva fogat några egna reflektioner.

Redan i slutet af samma år meddelar A. ERDMANN inför Vetenskaps-Akademien en ny uppsats af v. POST: »om krossstensbäddar i Skedvi socken». I denna uppsats visar v. POST sig vara anhängare af »glaciertheorien», ehuru han fortfarande anser rullstenarne vara bildade genom »mäktiga vågors svallande» och rullstensåsarne således hafsbildningar.

Glacialteorien började således vinna mark och kan efter denna tid anses blifva allt mera rådande, isynnerhet sedan man först genom H. RINKS ¹⁾ utmärkta skildringar af Grönland lärt känna ett land, der ännu motsvarande förhållanden förefinnas, som glacialisterna förut framhållit såsom Skandinavians sannolika tillstånd under ett förflutet utvecklingskede.

I dessa RINKS arbeten får man veta, att detta vidsträckta land, hvars storlek torde två eller tre gånger öfverträffa Skandinavians, så vidt man har sig bekant, är täckt med en mäktig sammanhängande massa af snö och is, hvilken endast lemnar en smalare sträcka utefter hafvet fri från den egentliga inlandsisen, ehuru äfven här talrika större och mindre snöfonner och istäcken sända små jöklar ned igenom klyftor och dalar. Den stora inlandsisen afslutas mot hafvet genom en mängd smärre isströmmar, hvilka med större och mindre hastighet året om — sommar och vinter — skrida utåt till det inre af de i landet djupt inskärade fjordarne, dit de utföra en stor massa is, hvilken under form af isberg sedan genom fjordarne går ut i hafvet. Ytan af detta ishölje, som täcker inlandet, består af en något böljande slätt — »en jevn og uafbrudt, i det höieste svagt böljeformig, slette udbreder sig mod öst, saa langt som öiet rækker». Och detta är förhållandet såväl längst i norr som ned mot sydspetsen af Grönland. Äfven östra kusten af Grönland är ²⁾ genomskuren af väldiga fjordar, i hvilka isströmmar från inlandsisen utmynna och gifva upphof åt simmande isberg.

Inlandet är visserligen högt, men synes dock vid vestra sidan under en stor sträcka inåt vara vida lägre än bergen utefter fjordarne vid denna kust. På östra sidan såg dock

¹⁾ »Om den geographiske Beskaffenhed af de danske Handelsdistrikter i Nord-Grönland». (K. Danske Vid.-Selskab, 5:te R. 3 B. 1853). — »Udsigt over Nord-Grönlands Geognosi». (I samma tidskrift). — »Grönland, geographisk og statistisk beskrevet». 1852, 1855 och 1857.

²⁾ J. PAYER. »Die zweite Deutsche Nordpolar-Expedition» 1869—70. (A. PETERMANN'S Mittheilungen B. 17. 1871).

PAYER bergtoppar, som han uppskattade till 14,000 fots höjd. Det lär väl dock i det väsentliga vara rätt uppfattadt, hvad RINK säger, nämligen att isen skrider framåt mot kusterna genom tillökning af massan i det inre, så att det är tyngden af den på inlandet fallande nederbörden, som är den egentliga drifkraften för rörelsen. Derför beror rörelsen hos RINKS »Iisströmmen» icke såsom till en del hos andra länders »Gletschere, Isbræer, Skridjökeler» på markens lutning och form utan på trycket från inlandsisens massa bakom dem. Isströmmarne motsvara till en del andra länders floder. Man ser, »at Iisen, efter at have bedækket Landet til en vis Høide, begynder at søge Veien til Havet, som fordem det rindende Vand; at ligesom i andre Klimater Vandet samles og bortføres af Floderne, saaledes samles og bortføres det här deelviis i fast tilstand ved Iisstrømmene, og at der paa denne Maade er sat en Grændse for dens Opdyngning og Udbredelse over det Indre af Grönland».

Huru hastigt denna rörelse sker, har AMUND HELLAND¹⁾ under ett besök på Grönland sommaren 1875 försökt utreda. Han fann, att Jakobshavns isbrä röjde sig framåt med en hastighet, som vexlade från 0,02 meter invid yttersta kanten till 20 meter på 1000 meters afstånd ute på bräen, på 24 timmars tid. Ett par andra isströmmar rörde sig icke öfver 0,5 och 0,4 meter på 24 timmar, således betydligt långsamare. I en tredje mättes rörelsen vid midten af bräen till 10 meter på 24 timmar.

En annan bestämmelse af hastigheten — hos »min broder Johns glacier» — finnes meddelad i berättelsen²⁾ om doktor HAYES resa på Grönland 1860. Den utgjorde 94 fot på 8 månader, således något öfver 0,1 meter på 24 timmar.

Efter denna tid hafva, som känt är, Grönland och andra högnordiska trakter varit flitigt besökta och undersökta af resande vetenskapsmän af allehanda nationer. Sålunda företog O. TORELL år 1859 den första från Sverige utgångna undersökningsresan till Grönland, sedan han under de föregående åren i de Schweiziska alperna, vid Sulitelma, på Island, i Norge och på Spetsbergen studerat glaciererna, hvarefter A. E. NORDENSKIÖLD ordnat flere expeditioner härifrån. Grön-

¹⁾ »Om de isfylde fjorde og de glaciale Dannelser i Nord-Grönland». 1876.

²⁾ PETERMANN'S Mittheilungen 1871.

lands inlandsis har likväl fortfarande förblifvit temligen okänd, och det lilla, man derom vet, förskrifver sig hufvudsakligen från NORDENSKIÖLDS och BERGGRENS vandring från Auleitsivikfjorden den 19 Juli 1870. De framträngde 30—40 engelska mil från isranden. Visserligen hafva flere andra t. ex. HAYES 1860 och ROB. BROWN 1867 försökt att intränga i det inre, men alla hafva misslyckats redan i första början. HAYES uppgifver sig visserligen hafva hunnit 50 engelska mil inåt, men af beskrifningen synes, som om detta vore en öfveruppskattning eller kanske ett tryckfel.

Angående isens beskaffenhet, sådan den genom dessa resor blifvit känd, får jag i det följande tillfälle att vidare nämna.

Under det sålunda efterhand i det närmaste enighet vunnits om, att en inlandsis fordom täckt Skandinavien och derifrån sträckt sig öfver Nordsjön till Englands östra kust ¹⁾, öfver en del af Nederländerna, norra Tyskland och Polen samt en del af Europeiska Ryssland ²⁾, och hvilken haft sitt egentliga centrum vid den Skandinaviska fjällryggen, att samtidigt större delen af Storbritannien äfven varit ishöljdt ³⁾, likaså Vogeserna ⁴⁾, Alperna ⁵⁾, sannolikt också Pyreneerna, att jemväl Norra Amerika ⁶⁾ visar tydliga märken af enahanda bildningar o. s. v., under det de flesta af hithörande jordarter efterhand blifvit kända till sin bildningshistoria och sin bildningstid, är det en, som fortfarande synts gåtfull både i det ena och i det andra afseendet. Det är rullstensgruset och isynnerhet dess mest egendomliga form — Sveriges »åsar», Norges »raer», (till en del), Skotlands »kames», Irlands »eskers», Danmarks »rullesteenssand», Tysklands »geschiebesand», »decksand», Islands »öldur» (till en del). — Såsom vi sett, hafva redan flere teorier uppstälts för att förklara deras bildning. Den äldsta af dessa — »strandvallsteorien» — var redan antydd af SVEDENBERG och af LINNÉ. Den föreföll också i det hela ganska naturlig och gaf en temligen lätt

1) »Såväl i Norfolk, England, som i Brandenburg har det lyckats chefen (O. TORELL) att finna afgörande bevis för att den skandinaviska inlandsisen nått dessa trakter». — Berättelse till K. Mt om Sveriges Geol. Undersökning 1875. Post och Inrikes Tidningar. Juli 1876.

2) Se t. ex. O. TORELL, »Bidrag till Spetsbergens molluskfauna». 1859.

3) AGASSIZ, BUCKLAND, GEIKIE, O. TORELL.

4) RENOIR, (Bull. de la soc. géol. de France. T. XI.

5) VENETZ, AGASSIZ, DE CHARPENTIER, DÉSOR, MARTINS, GASTALDI m. fl.

6) HITCHCOCK, AGASSIZ m. fl.

förklaring på åtskilliga af åsarnes allmänna karakterer. Den vann också stor genklang och för denna uttalade sig en mängd af Sveriges naturforskare såsom LINNÉ, HISINGER (till en del), v. POST (1855), LOVÉN, C. W. PAJKULL¹⁾ och slutligen A. ERDMANN²⁾. Samma åsigt framställdes och försvarades också af många utländska vetenskapsmän såsom LYELL, FORCHHAMMER, KEILHAU (till en tid), MARTINS, DÉSOR, MURCHISON (med någon förändring), och den synes ännu vara temligen allmänt antagen i utlandet, så t. ex. af J. GEIKIE. Då man börjar studera åsarne i deras enskildheter möter denna teori likväl så många svårigheter, att den visar sig helt och hållet oantaglig, utom i afseende på ett ringa antal åslika bildningar, hvilka otvifvelaktigt äro af haf eller insjöar uppkastade och vida yngre än de egentliga åsarne³⁾.

En annan teori uppstod i samband med SEFSSTRÖMS teori om rullstensfloden. Åsarne äro enligt denna teori uppkastade af den petridelauniska floden, sedan deras material först afslipat och repat berghällarne och under detta sitt arbete sjelft blifvit slipadt och rundadt. Denna teori, som biträdades af SEFSSTRÖM, DURROCHER, BERZELIUS m. fl., kunde dock icke stå uppe, icke ens så länge, som tron på sjelfva rullstensfloden.

En tredje teori — den s. k. »erosionsteori» — synes först vara framställd af AL. BRONGNIART och förekommer sedan åtskilliga gånger under något vexlande former. Sålunda antogs den af HISINGER (för de i dalar framgående åsarne), af C. W. PAJKULL⁴⁾ samt ytterligare af A. E. TÖRNEBOHM⁵⁾ och P. A. LEVIN⁶⁾.

¹⁾ »Om de lösa jordlagren i en del af Mälaredalen». Stockholm 1860.

²⁾ »Sveriges Qvartära Bildningar».

³⁾ Sådane äro t. ex. en del bildningar vid Skånes kuster, bland hvilka »Järavall»n, hvilken GEIKIE, märkvärdigt nog, vill göra äldre än de egentliga åsarne. Sådana förekomma äfven på många andra ställen vid Östersjöns kuster. Jag har också sett dem vid Hjelmarens stränder och vid Torne träsk.

⁴⁾ Ö. af K. V. A. F. 1864. — Efter besök på Island 1866 tog PAJKULL tillbaka denna åsigt, och förklarade den oantaglig, sedan han fått se jöklerne med egna ögon. Han framställde nu (i »Bidrag till kännedom om Islands Bergsbyggnad» 1867) den åsigt, att de voro bildade af jöklerne och jökelelfvarnes förenade verksamhet, utan att han dock rätt kunde förklara *hur*. Dessutom förblandade han med rullstensåsar ett slags åsformiga vallar af rulladt, men också repadt, material, tillkomna genom hopskjutning vid isens framskridande. Hans iakttagelser under denna resa och de anteckningar, han, derom meddelat, äro likväl de mest upplysande och på iakttagelser i afseende på jöklerne förhållande till rullstensgruset rikaste, som hittills finnas, kanske därför, att PAJKULL förut såsom geolog vid Sveriges Geologiska Undersökning haft tillfälle att i Sverige studera åsarnes detaljer.

⁵⁾ S. G. U. 37. samt Geol. För. Förh. 1872 N:o 4.

⁶⁾ Geol. För. Förh. 1872 N:o 4.

Äfven G. v. HELMERSEN ¹⁾ har kommit till samma slutsatser. Likaså A. M. JERNSTRÖM ²⁾. Äfven denna teori har visat sig otillfredsställande, ehuru den gifver en lätt förklaring öfver en stor mängd af åsarnes egenheter, men den förlägger åsarne till en nyare bildningstid, än de bevisligen tillhöra; den kan ej fullgodt bevisa, hvart den större »eroderade» massan tagit vägen, och huru den kunnat blifva spårlöst eller nästan spårlöst bortförd under kvarlemnande af åsarne. Slutligen visade D. HUMMEL ³⁾ dess fullkomliga omöjlighet, då han beskref förhållandena på Smäländska höglandet, som icke efter åsarnes bildning varit sänkt under hafvet.

I stället framlade HUMMEL en aldeles ny teori för åsarnes bildning. Han hänförde dem till inlandsisens sista skede, hvilket också af alla förhållanden att döma synes vara deras verkliga bildningstid. Angående bildningssättet antager HUMMEL, att åsarne äro uppkastade af de genom isens sprickor nedstörtande vattenmassor, som uppkommo vid isens totala afsmältning, och hvilka vattenmassor vid isens undre yta från ömse sidor träffade tillsammans, hvarvid de dels bildade hvalfförmiga urhålkningar i isens undre yta dels ur bottenmoränen ursköljde och i de nybildade isformarne impressade grus, rullsten och sand, hvilka massor efter isens försvinnande kvarstodo sådana, man nu ser dem t. ex. på Smäländska höglandet och i andra högre belägna trakter af vårt land, eller sådana, som de i lägre trakter förefinnas, om man bortser från de förändringar och öfverlagringar af yngre sand, grus och lerpartier, som vid nedsänkningen under hafvets yta tillkommit.

Ännu ett annat förklaringsätt uppställdes af DE CHARPENTIER och AGASSIZ, tydligen utan tillräcklig kännedom om våra åsar, i det de ansågo dem vara moräner. I detta påstående låg en öfverdrift, som kanske i sin mån bidrog dertill, att glacialteorien så sent vann anklång här i Sverige. Till denna åsigt hafva dock flere vetenskapsmän i senare tid slutit sig. Så t. ex. KJERULF och v. POST (1862) ⁴⁾. Den sistnämnde säger: »Rullstensmassan, som så väl i denna ås (vid St. Djulö) som Köpings, Enköpings och flere andra åsar bildar hufvudstommen eller kär-

¹⁾ Mém. de l'Acad. des sciences de St. Petersbourg. VII Sér. T. XIV N:o 7. 1869.

²⁾ »Material till Finska Lappmarkens geologi». Helsingfors 1874. Han reserverar sig dock, men hoppas på teoriens framtida utveckling.

³⁾ »Om rullstensbildningar».

⁴⁾ »Glacierlager vid Strökärr i Södermanland». Ö. af V. A. F. 1862.

nan till åsarne, skulle sålunda vara midtelmoräner, »som från »fonden» nedförts på glacierns rygg och dels nedstörtat framför dess ända dels efterlemnats, då den dragit sig tillbaka, samt der ordnats och upplagrats af glacierns och hafvets strömmar.

Ännu andra teorier hafva på senare tider framkommit, ehuru blott antydningvis, såsom t. ex. MÜLLERS¹⁾, att rullstenarne tillrundades och rullstensåsarne aflagrades till följd af en underhafsbränning, hvilken förorsakades af den i hafvet utskjutande inlandsisens höjningar och sänkningar till följd af vattenhöjdens förändringar. Denna teori är således en variation på strandvallteorien och ännu omöjligare än denna.

M. JESPERSEN²⁾ framställer också en teori eller rättare förbehåller sig att framdeles få uppställa en teori, som på det ena eller det andra sättet skall förklara åsarnes bildningssätt. Man kan af den korta notisen dock icke erfara något mera än, att han icke sjelf haft tillfälle studera dessa bildningar i naturen.

Ännu en ny teori är framkommen under författandet af denna uppsats. Den är framställd af N. O. HOLST³⁾ Den söker förklara åsarne såsom bildade i floder, som skurit sig ned genom inlandsisen vid dess afsmältning, hvarefter i isen inneslutna stenar efterhand nedstörtat i flodbädden, samt der rullats och aflagrats mellan de höga isväggarna. Denna teori saknar dock erfarenhetens stöd och torde snart lemnas å sido äfven af dess författare.

Åsarne igenkännas i allmänhet på sin långsträckta form, sin vanligtvis smala rygg med brant stupande sidor och på innehållets beskaffenhet, som består af rullade och rundade eller runda, mattslipade, icke repade, stenar, liggande i bankar, af omväxlande groflek, blandade med och mellanlagrade af sand och grus.

Dessa allmänna karaktärer äro dock på mångfaldigt sätt växlande och föränderliga.

Sålunda hafva åsarne på somliga sträckor icke blott en, utan två eller tre ryggar, sällan mera i mellersta Sverige, men i andra trakter t. ex. i Småland bestå de ofta af en mängd parallella eller korsande ryggar eller kullar, hvilka från midten utåt allt mera sänka sig och öfvergå i rullstensfält eller i sand-

¹⁾ I Giebels Zeitschrift f. d. gesammten Naturwissenschaften. 1875 XI.

²⁾ The Geological Magazine Dec. 1874 sid. 574.

³⁾ Geol. För. Förh. 1876 N:o 31.

moar. I allmänhet kan det anses vara regel, att, när åsen delar sig i flere ryggar, den icke uppnår samma höjd, som den ensamma ryggen har. Dessa skilda ryggar äro stundom endast åt ena hållet med hvarandra förenade, stundom åt båda, då de mellan sig innesluta en större eller mindre åsgrop. Ibland får man också se förbindande tvärryggar framgå mellan de båda grenarne, sålunda delande åsgropen i två eller flere.

På några ställen äro åsarne tätt och ofta afbrutna. De bilda en rad af koniska eller något långdragna kullar, liggande efter hvarandra under en längre eller kortare sträcka, hvarefter den sammanhängande åsen än åt ena än åt båda sidor vidtager. Stundom äro dock dessa kullar endast spridda kvarlevor af den egentliga åsen, liksom ensamma kvarstående störar, utvisande, hvar den en gång stakade linien har sin sträckning. Under sådana förhållanden äro de vanligen också obetydliga till höjd och bredd, stundom äfven till längd. På några ställen äro åsarne i senare tid afdelade i kullar genom urskärning medels flytande vatten o. d. Men ofta synas dessa kullar vara ursprungliga, sammanhöriga med åsarnes bildningshistoria, t. ex. på en mängd ställen i Mälaredalen, i Hjälmaredalen, i Södermanland o. s. v.

Åsarnes rygg är smal. Den är stundom så smal, att den ej lemna utrymme för mera än en gångstig, stundom är den afjennad till en större eller mindre körväg. Då under dessa förhållanden sidorna vanligen stupa ganska brant omedelbart från ryggen, bilda de s. k. "getryggar", ett i flere trakter af Sverige känt namn. Stundom åter breda åsarne ut sig. Deras rygg blir jemn och slät eller föga vågig, dels nästan horisontel dels svagt lutande ut mot de mera brant stupande sidorna. Det är egentligen de skarpryggade åsarne, som se höga ut, men de bredryggade kunna ofta vara lika höga och högre.

Åsarnes sidor stupa ofta brant. På många ställen finner man hos dem lutningar på några och 20 grader, på ett och annat till och med på 30° eller 40°. Sällan stupa båda sidorna lika brant. Ofta finner man den ena ytterst brant, den andra ganska långsluttande. Ofta äro båda föga sluttande, då åsformen blir otydlig.

Innehållets beskaffenhet vexlar också. Man har sträckningar, som nästan enbart bestå af stora rullstenar; man finner också dem, som bestå af stofffin sand. Dessutom är det icke alldeles ovanligt att finna rullstensåsar, som på en del af sin sträckning visa ett föga rensköldt eller ett temligen kantigt material, men lik-

väl obestriddigen äro rullstensåsar. Att stenarne äro mattslipade och icke repade, synes vara utan undantag. Åtminstone har jag, oakadt flitigt sökande, aldrig lyckats träffa någon repad sten i en rullstensås. 1) v. Post 2) gifver dem dessutom en karakter, som synes ganska betecknande, men med detsamma omöjliggör hans då framställda åsigt om deras bildningssätt. Han säger nämligen, att de äro omgifna med en ytterst fin sand, ett slippulver.

Efter framställandet af dessa allmänna karakterer vill jag öfvergå till faktiska upplysningar om åsarne, sådane de verkligen förekomma i Sverige och hufvudsakligen genom *Sveriges Geologiska Undersöknings* arbeten blifvit i detalj kända. I det mesta kommer jag att hålla mig till mellersta Sveriges, således företrädesvis Mälare- och Hjelmaredalens åsar, ehuru, der sådant af särskild anledning blir nödvändigt, jemförelser måste göras med och erfarenhet anföras från andra trakter.

Åsarnes längd. Redan hos HISINGER 3) finner man hufvudåsarne i denna trakt uppräknade och deras sträckning angifven. Han nämner, att de sträcka sig från Dalelven till Öster- och Vestergötland. Han omnämner äfven, att den s. k. Badelundsås går norrut ända till Svärdsjö i Dalarne.

Efter de öfersigtsresor och iakttagelser, som för *Sveriges Geologiska Undersökning* blifvit verkställda, blef sedan A. ERDMANN 4) i tillfälle att lemna ännu fullständigare underrättelser om åsarnes utsträckning på ängden. Man finner sålunda, att *Upsalaåsen* från Dalefvens mynning till södra ändan af Södertörn har en längd af 20 mil; *Köpingsåsen*, som antagligen kommer från Vesterdalarne, är känd från sjön Vessman till trakten af Nyköping, en sträcka af 24 mil; *Enköpingsåsen*, som synes hafva sitt ursprung i Jemtland och sin slutpunkt söder om Trosa, är känd under mera än 30 mil; *Badelundsåsen*, som antagligen har sitt ursprung i Herjeådal, och som mellan de båda sistnämnda utgår i Mälaren, är också känd fulla 30 mil o. s. v. Många andra åsar äro äfven kända och följda under tiotal mil, och sannolikt skall man, då *Sveriges Geologiska Un-*

1) Denna sommar (1876) har jag likväl i åsen vid Vimmerby lyckats finna en rullsten med spår af repor.

2) »Om sandåsen vid Köping». 1855.

3) »Bidrag till Sveriges Geognosien». 1828.

4) »Bidrag till kännedom om Sveriges Qvartära Bildningar». 1868.

dersöknings arbeten hunnit omfatta hela mellersta och södra samt de allmänna dragen af norra Sverige, finna åsträckningar, som kunna anses sammanhängande närmare 100 mil. Dock får man icke härvid alltför mycket räkna på oafbrutet sammanhang, hvilket också D. HUMMEL¹⁾ mot sina föregångare A. ERDMANN och A. E. TÖRNEBOHM framhåller. Åsarne kunna stundom framgå utan något afbrott långa sträckor — 3 till 4 mil — men bestå på andra trakter af mer och mindre långt från hvarandra liggande ryggar och kullar, hvilkas afstånd stundom blir så långt, att man ej ute på marken kan ana deras sammanhang, hvilket först visar sig, då de enskilda kullarne blifvit på en karta utritade.

I allmänhet skall man finna²⁾, att åsarne visa ett godt sammanhang efter längden, der de framgå i väl markerade dalar eller öfver slätter, såsom t. ex. i allmänhet i Upland, Vestmanland och Nerike, men deremot äro tätt och ofta afbrutne, der terrängen är mycket ojemn och bruten, såsom t. ex. i Södermanland, samt på en del andra ställen, om hvilka jag i det följande får tillfälle att närmare yttra mig.

Åsarnes höjd öfver hafvet och öfver omkringliggande mark är mycket vexlande. Åsar finnas, hvilkas rygg icke uppnår hafvets yta. Sålunda har man anledning antaga, att de s. k. Finngrundens N. om Upland, åtminstone till en del, bestå af rullstensgrus. Likaså finnas grund i Mälaren, som genom form och läge framte sig såsom delar af en ås. Å andra sidan har man på 1000—1400 fots absolut höjd funnit åsar uppe i fjällen t. ex. i Dalarne, Herjeådalen, Jemtland och Lappland äfvensom på Småländska höglandet.

Den relativa höjden är stundom så ringa att man först vid afrymning af de täckande ler-, sand- eller dylagren får se åsens grus. Stundom bildar rullstensgruset sjelfva jordytan i form af stora moar än jemna än vågiga. Stundom stiga åsarne tvärt upp från sitt underlag till 100, 150, 180 fots höjd. Ja! sannolikt äro de vida högre. Sålunda är t. ex. Upsalaåsen i Grans socken invid Ullfjärden af mig afvägd till 180 fot öfver vattenytan³⁾, men huru långt den sänker sig derunder, kan jag icke uppgifva.

¹⁾ »Om rullstensbildningar».

²⁾ Se åskartorna i Atlas till »Sveriges Qvartära Bildningar» och i »Om rullstensbildningar».

³⁾ S. G. U. »Sigtuna». N:o 16.

Denna är den största relativa höjd, så vidt jag vet, som i Sverige hos någon rullstensås blifvit iakttagen, men på flere ställen finner man höjder, som närma sig denna t. ex. hos Enköpingsåsen på Selaön, hos Badelundsåsen Ö. vid Stocksjön, hos Köpingsåsen mellan Malingsbo och Riddarhyttan o. s. v.

Stupningen hos åsarnes sidor utgör också ett mycket viktigt bidrag, då fråga är om att bestämma åsarnes yttre form. Att denna stupning ofta är högst betydlig, är en allmänt bekant sak, och man finner hos flere af de äldre författarne uppgifter derom, hvilka stundom torde stödja sig mera på ögonmått, än på verklig mätning, ty, då man finner en sidostupning af 45° uppgifven, torde man hafva skäl att tveka, om observationen kan vara fullt riktig. Dock finner man en uppgift af A. E. TÖRNEBOHM¹⁾, att Rångedalaåsen skall hafva 45° sidoaffall, och då denna angivelse utan tvifvel grundar sig på verklig mätning, måste man medgifva, att sådana stupningar kunna förekomma. Dock reserverar sig författaren mot, att den med säkerhet är en rullstensås. Eljes är vanliga sidoaffallet 10°—20°, men dock är det icke alldeles sällsynt att få se till och med några och 30°, såsom man kan finna i beskrifningarne till de från *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifne kartbladen.

Stupningen är nästan alltid olika stark på de olika sidorna af åsen, så att den t. ex. vid den omnämnda höga afdelningen af Upsalaåsen är mycket brant (öfver 30°) ned mot Ullfjärden, men temligen svag vesterut mot slätten. Något längre norrut på Skolandets vestra sida stupar åsen brant mot vester ned i Mälaren, men mindre brant österut. Motsvarande förhållande kan iakttagas på många andra ställen.

Åsarnes bredd beror tydligen dels på deras relativa höjd, dels på krönets bredd, dels ock på sidoaffallet. Man finner därför stundom åsar med ett eller två tiotal fot i bredd; man finner sådana med några hundra fot; på några ställen blifva de till och med flera tusen fot breda, såsom t. ex. Upsalaåsen sydvest om Elfkarleö bruk 6300 fot, samma ås vid Orrskog 6300 fot, samma ås norr om Vissjön 5000 fot, samma ås på Skolandet 3800 fot och vid södra ändan af Ullfjärden 5500 fot, Kjulaåsen ostsydost om Torshälla stad 5000 fot, Husbyåsen sydost om Husby kyrka i Södermanland 5000 till 7000 fot, Pålamalm på kartbladet

¹⁾ S. G. U. »Ulricehamn». N:o 21.

»Årsta» 4500 fot samt Enköpingsåsen söder om föreningen med Noraåsen 3500 fot o. s. v.

Åsarnes ryggsprofil är äfven mycket vexlande. Under det att den, såsom A. ERDMANN påpekar, i stort sedt i någon mån öfverensstämmer med den underliggande markens vexling i höjd, visar den sig i detalj mycket oregelbunden. Än går den en lång sträcka nästan vågrät, än sänker eller höjer den sig småningom med ringa lutning, än tvärt med en brant stupning eller trappformigt i terrasser, än åter visar den tvära afbrott, hvilka stundom, såsom redan KEILHAU¹⁾ iakttog och i här anförda uppsats beskriver, kunna anses bero på urskärningar genom vatten i dalens djup, stundom derpå att underliggande höjdstreckning stiger så högt, att afbrottet deraf förorsakas, men stundom visa sig, der hvarken den ena eller andra förklaringsgrunden kan anlitas. KEILHAU försöker icke någon förklaring. A. ERDMANN omnämner också dessa afbrott. Han söker förklara några af dem genom senare urskärningar och vill i enlighet med sitt förklaringsätt af åsarnes tillkomst helst anse dem såsom oväsentliga nyare förändringar, men lemnar dock derhän, huruvida »några lokala depressioner eller instörtningar af större eller mindre ytvidder» äfven bidragit.

Bland öfriga yttre egenheter hos åsarne må i första rummet omnämnas deras *förgrening*. Denna sker vanligen på så sätt, att en mindre ås afskiljer sig från eller förenar sig med hufvudåsen. Stundom får man dock icke se sjelfva föreningspunkten, emedan den ena eller andra åsen just der saknas på en sträcka. Stundom åter träffar man sjelfva föreningen, men den uppstående kombinerade åsen saknas deremot ett stycke framåt. A. ERDMANN har kallat dessa åsar *hufvudåsar* och *utlöpare* eller *biåsar*. Mången gång har det sig särdeles svårt att säga, om den ena eller andra åsen skall kallas hufvudås. Det händer att biåsen framträder med ännu väldigare dimensioner än hufvudåsen i närheten af föreningspunkten. Indelningen är också temligen likgiltig, då den egentligen skiljande karakteren skulle vara, att den ena endast upptager biåsar utan att sjelf förena sig med någon annan ås, under det att biåsarne icke allenast kunna upptaga andra biåsar utan äfven sammanlöpa med en större ås.

¹⁾ Nyt Mag. for Naturvidenskaberne B. 1. IV.

Tager man de af *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifna kartor öfver Södermanland i betraktande skall man finna, huru mången gång det kan vara omöjligt att afgöra, om en åskulle utgör fortsättning af en eller af en annan ås, och huru ogörligt det sålunda är att bestämma, om de talrika mot denna trakt sammanlöpande åsarne efter regeln böra kallas hufvudåsar eller biåsar. Namnet »utlöpare» såsom hörande till den numera allmänt såsom oantaglig erkända strandvallsteorien torde ej böra begagnas.

Men om också det är likgiltigt, om man indelar åsarne i hufvudåsar och biåsar, är det dock af stor vikt att iakttaga, att förgreningen städse sker i nordlig riktning, aldrig i mellersta Sveriges åsar i sydlig, åt hvilket håll deremot naturligtvis åsgrenarnes förening sker.¹⁾ Endast i ytterst få fall och till en mycket kort utsträckning på längden, kan man hos åsarne få se förgreningar åt söder, men dessa gå antingen åter ihop med hvarandra eller visa åtminstone en tendens i sådan riktning. Till detta förhållande skall jag återkomma.

Åsgrenarnes förening sker oftast på så sätt, att de bilda en väl afrundad, mellan åsryggarne innesluten och mot krönet uppstigande, dal, som ej sällan slutar i kanten af en större eller mindre slätt eller mo, hvilken sedan i sydlig riktning alltmera drager sig tillsammans till den fortlöpande hufvudryggen. Man kan oftast på dalens form och dess mjuka konturer samt jemna blockfria yta se, att man befinner sig vid en åsförgrening, icke i en krossgrusdal eller i en dal täckt med yngre bildningar. Särdeles vackra exempel i denna väg framter bland andra Karlsdalsåsen, då den genomstryker högdalen mellan Rockesholm och Karlsdal. Man träffar der talrika åsförgreningar, men åskullarne ligga strödda bland och lutande mot krossgrushöjderna, och likväl visar sig genast olikheten.

En annan egenhet hos åsarne är den, att man så ofta i deras rygg finner större och mindre fördjupningar, de s. k. *åsgroparne*. Någon gång träffas de på sidoslutningen eller i kanten af åsen, men i de allra flesta fall ligga de midt i hufvudryggen. Stundom bildas de också genom en mindre jemte den större fortlöpande parallelrygg, då det äfven ofta händer, att från den ena till den andra ryggen gående tvärryggar förorsaka tillkomsten af en rad åsgropar, t. ex. i närheten af sjön Kedjen i Fernaåsen å bladets »Engelsberg».

¹⁾ Ett sannolikt undantag från denna regel förefinnes dock i trakten af Nora stad såsom längre fram omnämnes.

Åsgroparne äro stundom mycket stora isynnerhet efter längden t. ex. en öster och sydost om Eriksberg 8000 fot lång och 100 till 200 fot bred; vid Hedströmmen söder om Jönsarbo bruk två parallela, af hvilka den vestra är 6700 fot lång och 275 fot bred, den östra 4100 fot lång och 350 fot bred; vid Gunilbo kyrka 4 i rad, tillsammans 3400 fot i längd och 200 fot i bredd; nordnordvest om St. Kedjen flere i rad tillsammans 5600 fot i längd och 200 till 600 fot i bredd; St. Brantbergsmossen 3200 fot i längd och 800 fot i bredd; en annan åsgrop, också på kartbladet »Hellefors», 2800 fot i längd och 250 fot i bredd; en på kartbladet »Lindsbro» 2750 fot lång och 300 fot bred; en vid Tumbo kyrka, vester om Torshälla stad, 2800 fot lång och 250 fot bred; en i Häradsåsen på kartbladet »Strengnäs» 1900 fot lång och 750 fot bred; en sydost om Strömsholms hamnplats 1600 fot lång och 1000 fot bred; en söder om Arboga stad 1000 fot lång och 350 fot bred och så vidare.

Deras längdutsträckning följer nästan utan undantag åsens längdaxel. De hafva oftast branta sidostupningar, ej sällan närmande sig 30°. De äro icke, såsom K. NORDENSKIÖLD¹⁾ visat i afseende på några åsgroplika bildningar i Finland, genomsläpande för vatten, så att de kunna antagas vara tillkomna genom urslamning medels rinnande vatten. Tvärtom äro de ofta fyllda med vatten eller med blöta mossar och deras botten är vanligen täckt med leror dels glaciala dels postglaciala, med snäckgrus och sand, hvilket tydligt utvisar, att åsgroparne redan funnits, då hafvet stod öfver Mälaredalens åsryggar.²⁾

Deras djup är stundom så betydligt, att t. ex. på geologiska kartbladet »Eriksberg» enligt D. HUMMEL lära förekomma sådana med ända till 150 fots djup under åsens krön. Antagligen nå dessa ned lika djupt som rullstensgruset i åsen.

Ej sällan finner man åsgropar, der två åsar förena sig. Så är t. ex. förhållandet vid Horn sydost om Strömsholm vid Strömsholmsåsens förening med den lilla Vendleåsen; vid föreningen mellan Enköpings och Noraåsarne; vid föreningen mellan Köpings och Fernaåsarne; samt mellan Köpings- och Katrine-

¹⁾ Ö. af V. A. F. 1870.

²⁾ Motsvarande beskrifning på åsgropar i Finska rullstensåsar lemnas af A. M. JERNSTRÖM i hans under detta arbetes tryckning mig tillhandakomna uppsatser: »Om qvartärbildningarna längs Åbo- Tammerfors-Tavastehus järnvägslinie» Helsingfors 1876 och »Strödda geognostiska anteckningar». Helsingfors 1876.

holmsåsarne. Möjligen kan hit äfven räknas föreningen mellan Upsala och Vattholmaåsarne.

Nära åsgroparne i vissa afseenden, men dock sannolikt af annat ursprung, liksom af något olika utseende, äro de fördjupningar, som jag, i analogi med namnet åsgropar, gifvit benämningen *åsgrafvar* ¹⁾. Dessa synas föga hafva tilldragit sig uppmärksamheten och mera betraktats, såsom icke vidkommande åsarne. Och likväl har det icke gerna kunnat undgå den resande geologen, liksom det länge varit känt för den praktiska bygmästaren, att utefter foten af en ås ofta sträcker sig en rännformig fördjupning, fylld med dy, blöt lera o. d., stundom innehållande smärre långdragna sjöar eller tjärnar, stundom utgörande bäddar för bäckar eller åar. Bygger man ett hus vid åsfoten, är det en ofta inträffande händelse, att en del af grunden, som hvilar på åsen, står fast, den andra delen »sätter sig» fortfarande. Borrar man här, finner man, att åsgruset sänker sig tvärt till ofta ganska betydligt djup och å andra sidan om rännan höjer sig sand eller krossgruslagret också brant. På en del ställen ser man dock åsgrafven fortsättas utåt — från åsen räknadt — medels en större sjö eller mosse.

Om man tager i betraktande de utgifna svenska geologiska kartorna och på dem följer åsarnes lopp, skall man lätt kunna iakttaga, huru allmänt förekommande dessa åsgrafvar äro, och bör otvifvelaktigt finna sannolikt, att de icke kunna afskiljas från åsbildningen, utan att deras tillkomst bör förklaras i samband med åsens.

I mellersta Sverige är det ovanligt att få se mera än två, högst tre, parallela åsryggar jemte hvarandra ²⁾. I högtrakterna finnas dock ställen, som bildas af rullstensgrus förekommande i form dels af slätter dels af från dessa slätter sig höjande större och mindre ryggar och kullar. Sådana äro t. ex. det stora rullstensfältet vid sjön Lien på kartbladet »Riddarhyttan» ³⁾, hvilket upnår de ansenliga dimensionerna af 3000 till 16000 fot i bredd och 24000 fot i längd, och hvilket på sin yta lemnar plats för ej mindre än 10 sjöar, utfyllande fördjupningar mellan kullarne,

¹⁾ Se D. HUMMEL »Om rullstensbildningar», s. 20.

²⁾ Dock finner man på några ställen flere. Så t. ex. är åsen omkring Malmköping på en mils längd delad i 2, 3 eller 4 ryggar, hvilka mellan sig härbergera en hel mängd åsgropar. Likaså skulle man kunna vara frestad antaga, att åsen norr om Upsala till föreningen mellan Upsala och Vattholmaåsarne bestod af en mängd parallela ryggar, af hvilka endast öfversta topparne nådde upp öfver lerorna.

³⁾ S. G. U. N:o 46.

samt ett dylikt, ehuru vida mindre och delvis täckt med mossand mellan Norasjön och Jerle på kartbladet »Nora»¹⁾. I stort förefinnas dylika bildningar på Smäländska höglandet, såsom jag hade tillfälle erfara vid öfversigtsresor derstädes sommaren 1864, och hvilka utförligt beskrivas i D. HUMMELS meromnämnda skrift, som hufvudsakligen afser just dessa bildningar. Storartade rullstensfält äro äfven kända från Skåne, Danmark och Tyskland, samt från Finland. Ju mindre åsarne kunna utbildas med sina för mellersta Sverige karakteristiska former, desto mera, synes det, blifva rullstensfälten och de mera oregelbundna rullstenshöjderna allmänna.

Att dessa båda bildningar, som till sitt innehåll äro lika, men till formen skilja sig så betydligt, bero på samma grundorsak, verkande under något olika förhållanden, synes således vara antagligt.

Härmed har jag framställt de väsentligaste af åsarnes yttre formförhållanden.

Hvad deras *inre bygnad* beträffar, har det ansetts, att hela åsens massa måste betraktas såsom sammanhängande, såsom en samtidig bildning. Först då H. v. Post 1855²⁾ framlade sin meromnämnda klassiska skildring af Köpingsåsen, blef det med klarhet utredt, att åsarnes innehåll måste delas i två afdelningar: kärnan och det yttre omhöljet. Det senare tillhörde icke åsarne i egentlig mening — och förefinnes endast i trakter, der åsarne efter sin bildning varit nedsänkta under hafsytan, så att leror af olika slag, hafsväxter, snäcklager (hufvudsakligen karakteriserade genom *Mytilus edulis*) och sand, kunnat bilda detta täcke. I Mälaretraktens åsar finner man det nästan öfverallt, men på Smäländska höglandet, dit hafvet efter glacialtidens början, så som D. HUMMEL visat³⁾, aldrig nått, finner man det icke. Äfven i mellersta Sverige saknas det på åtskilliga ställen på högre belägna trakter, ehuru det ännu icke med bestämdhet kan uppgifvas, huru högt det förefinnes. Då sedermera A. E. TÖRNEBOHM⁴⁾ framställde sin teori för åsbildningen och för denna teori behöfde ett sand och slamtäcke, som var äldre än rullstensgruset, efterforskade han dels ur egen erfarenhet dels ur andras, hvad som möjligen kunde finnas antecknad och afritadt, som

¹⁾ S. G. U. N:o 56.

²⁾ V. A. H. för år 1854.

³⁾ »Om rullstensbildningar».

⁴⁾ Geol. För. Förh. B. I.

kunde utvisa förekomsten af sådana lager. Ehuru det jemförelsevis sällan händer, att grustagen gå så djupt ned i åsarnes inre, att de nedträngt till de understa lagren, och ehuru det endast på vissa sträckningar torde vara fallet, att ett sådant sand eller slamlager förefinnes under det egentliga rullstensgruset, hade man likväl på flere ställen fått tillfälle att se dylika bottenlager, af hvilka några i ord och bild finnas framställda i förutnämnda uppsats. Sedermera har jag på ännu några ställen funnit dylika lager t. ex. i den stora jernvägsskärningen vid Pålshoda station, som gjordes för Pålshoda—Finspongs jernväg, i grustaget för samma jernväg i närheten af Glåttra gästgifväregård, samt i åsen i Bellevueparken norr om Stockholm. Likaså kan med all säkerhet antagas, att dylika lager till stor mäktighet underbädda Badelundsåsen i Fläckebo och W. Fernebo socknar¹⁾ samt Fernåsen i närheten af sjön St. Kedjen²⁾.

Äfven i finska Lappland äro dylika underbäddningar iakttagna³⁾ vid de gräfningar, som för guldvaskningen egt rum. Så t. ex. längs Tana elf och Utsjoki. Lagerföljden är der ett mer eller mindre mäktigt lager af rullstensgrus, och derunder ett mäktigt lager af stundom väl skiktad sand.

Man torde sålunda i sjelfva verket numera hafva skäl dela åsarnes innehåll i tre delar, nämligen: *skalet*, *kärnan* och *underlagret*.

Skalet kan här lemnas utom betraktande, då detta icke tillhör åsbildningen i sin helhet och i sitt ursprung. I afseende på detta kan hänvisas dels till H. v. POST dels till A. ERDMANN, dels ock till några af de beskrifningar, som åtfölja de af *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifna kartor.

Kärnan eller den egentliga rullstensåsen utgör deremot hufvudföremålet för denna afhandling. Denna består dels af större och mindre rullsten dels af gröfre och finare grus dels ock af sand, alltsammans än i blandning än i vexlande bankar och lager. Rullstenarne kunna vara ända till flera kubikfot stora, äro i allmänhet af en rund eller åtminstone rundad form och skilja sig från bottenmoränens stenar hufvudsakligen genom sin brist på repor och sin mattslipade yta. Stundom äro stenarne dock ganska, kantiga till och med endast föga kantrundade, hvilket i många fall beror på naturen hos den bergart, af hvilken

¹⁾ S. G. U. N:o 26.

²⁾ S. G. U. N:o 42.

³⁾ A. M. JERNSTRÖM. »Material till Finska Lappmarkens geologi». 1874.

de bestå. Så är t. ex. förhållandet med de af v. Post omtalade kvartsiterna, hvilka i stor mängd förefinnas i Köpingsåsen ¹⁾, äfvensom med de hälleflintstenar, hvilka utgöra hufvudmassan i Stadraåsen mellan sjöarne Greken och Saxen på geologiska kartbladet »Nora». Stundom beror dock äfven denna stenarnes mindre tillrundning på andra omständigheter. Sålunda äro de ofta mindre väl rundade i åsens början norrut, då de icke hunnit blifva så mycket bearbetade, hvilket också visar sig deraf, att porfyr och röd sandsten, båda från öfre Dalarne, städse i dessa trakter bilda utmärkt vackra rullstenar. På sådana ställen finner man deremot ofta föga rundade stenar af granit och gneis, hvilka bergarter eljes pläga lemna utmärkt väl rundade stenar. Men icke heller detta förklaringsätt kan öfverallt användas. Understundom synes äfven massan hafva haft inflytande. Sålunda finnas vissa åsar eller vissa sträckor af åsarne mindre väl utbildade i detta afseende. Den stora och vackra åsen i närheten af Flens jernvägsstation, hvilken genom grustägt för de här hvarandra korsande jernvägarne blifvit på långa sträckor öpnad och genomgräfd, visar sig således bestå af ett ej synnerligen väl rensköljdt grus, i hvilket mer och mindre kantiga stenar i mängd träffas.

De finare materialerna, grus och sand, förhålla sig ungefär som rullstenarne. Vanligen torde de dock vara något mera kantiga, hvilket väl också kan vara temligen naturligt.

Slam och leraktiga partiklar saknas oftast helt och hållet, och skulle just denna rullstensgrusets rensköljda beskaffenhet vara en hufvudkaraktär. Likväl är detta ingalunda alltid förhållandet, såsom t. ex. i nyss omnämnda ås i trakten af Flen, äfvensom på åtskilliga ställen i åsarnes begynnelse, der de, ofta små och obetydliga, föga skilja sig från eller öfvergå till omgifvande moränmassor, t. ex. vester och norr om Finnå bruk samt mellan Fåsjön och Usken på »Nora» ²⁾.

I sin beskrifning om sandåsen vid Köping nämner v. Post dock ett slags slam eller pulver, som städse följer rullstenarne, men som lätt kan bortsköljas. Det är en ytterst fin sand, icke lera, och synes vara tillkommet genom nötning. Äfven jag har funnit det vara en vanlig egenskap hos rullstenarne, att de äro

¹⁾ v. Post anser dessa härstamma från en mycket aflägsen moderklyft. Detta kan vara möjligt, ehuru jag ej anser det sannolikt, då sådant i allmänhet icke är förhållandet i åsarne. Påpekas må ock, att kvartsiter — om likartade kan jag icke säga — finnas i omnejden.

²⁾ S. G. U. N:o 56.

betäckta med ett ytterst fint, men ej i någon stor mängd befintligt, pulver, ett verkligt slippulver, hvilket dock icke finnes kvar, der stenarne legat utsatta för regnet. Tillvaron af detta slipmjöl utesluter ju i sjelfva verket rullstenarnes bildning genom rullning och slipning i rinnande eller böljande vatten och angifver, att de rundats och fått sin form genom gnidning eller slipning i likhet med, men dock på annat sätt än, morängrusets stenar.

Till samma mål hänvisar ju äfven deras vanligaste form. Denna är, såsom v. Post också uppgifvit, en påtvå motsvarande sidor något plattad aflängt rund form. Hade den tillkommit genom rullning på en hafsstrand eller i en forsande elf, borde de knappast, der ej stenens ursprungliga form varit platt eller dess inre textur företrädesvis underlättat tillplattning, hafva framställt denna ofta så tydliga och väl utbildade, så att säga, normala rullstensform.

Ännu en annan iakttagelse af v. Post måste jag här omnämna. Han säger att rullstenarne i Köpingsåsen städe ligga med sin längdaxel i åsens längdriktning, hvilket skulle utvisa, att de blifvit aflagrade på sin plats genom från sidan verkande krafter — genom vågsvall. Denna iakttagelse är sålunda synnerligen lämplig för det förklaringsätt för åsarnes bildning, som A. ERDMANN söker bevisa, men likväl har han¹⁾, ehuru han anser det såsom ett undantag, anfört en iakttagelse från Upsalaåsen, strax söder om staden, som visar ett motsatt förhållande. De aflånga rullstenarne lågo nämligen der vinkelrätt mot åsens längdriktning. Sjelf har jag vid de flesta tillfällen fåfängt försökt utfinna någon annan allmänt gällande regel för stenarnes läge på det ena eller andra stället i en ås, än att de ligga på den platta sidan, oaktadt jag med kannedom om v. Posts nyssnämnda uppgift särskilt letat derefter. Oftast synes jemväl läget vara sådant, att man skulle vilja anse dem vara skjutna öfver eller under hvarandra. Detta är dock en iakttagelse, som det kan hafva sig svårt att med säkerhet afgöra, och den kan därför högst anses såsom sannolik.

Angående *lagringen* inom åsarne, finner man vanligen de äldre författarne uppgifva, att denna är temligen otydlig, att den endast består uti en vexling af olika grofva materialer o. s. v. Stundom uppgifves dock, att den är ganska tydlig i form af olika stupande bankar, som tvärt afslutas, d. v. s. att

¹⁾ »Bidrag till känn. om Sveriges Qvartära Bildningar», sid. 90. noten.

den är diskordant. I samma mån, som vägbyggnaderna förbättrats och jemväl andra behof fordrat tillgång på rullsten och på grus af denna art, hafva grustagen blifvit större, och erfarenheten om åsarnes inre byggnad således i samma mån kunnat tillväxa. På grund deraf, att hela åsen betraktades såsom ett, har sedan den åsigten mer och mer utvecklats sig, att rullstensgruset är utmärkt genom sin vackra och tydliga, vanligen diskordanta, skiktning. Huruvida detta är förhållandet, äfven om man endast afser kärnan — i den inskränkta mening, under hvilken jag nu betraktar den — skall jag försöka något utreda. Den egentliga rullstenskärnan är på vissa ställen ganska mäktig, på andra mycket tunn. Sålunda har jag t. ex. i Karlslundsåsen söder om Örebro sett den på ett ställe minst 20 fot mäktig. Ej långt derifrån syntes den inskränka sig till ett enda hvarf, som blott var några tum till en fot tjockt. På andra ställen har jag sett dessa rullstenshvarf 30—40 kanske 50 fot mäktiga, utan att man ändock kommit igenom dem. På en del ställen finner man knappast någon rullsten i åsen, endast grus och sand, på andra åter träffas rullstenen i vexlande hvarf med de finare beståndsdelarne. På sistnämnda ställen är skiktningen vanligen fullt tydlig, om också i hög grad rubbad och afbruten. Der kärnan består mera enbart af rullsten, är den deremot vanligen aldeles eller i det närmaste oskiktad, hvarpå talrika exempel skulle kunna anföras ¹⁾. Skiktningen inom kärnan synes sålunda hufvudsakligen vara en bankning, ehuru de finare partiklarne stundom äfven visa en parallel anordning inom de enskilda bankarne.

D. HUMMEL uppgifver ²⁾ angående denna sak från de Smäländska åsarne, hvilka aldrig varit betäckta af hafvet och sålunda sakna skalet: »Skiktning saknas här visserligen icke hos rullstensbildningen, men den är dock sällan iakttagen».

Slutligen må nämnas, att, så vidt jag vet, ännu aldrig i den egentliga åskärnan några lemningar af växter eller djur blifvit inom Sverige träffade. DÉSOR ³⁾ omnämner visserligen, att han i åsarne funnit växtlemningar förvandlade till lignit; men det är antagligt, att dessa fynd tillhöra skalet, så mycket mera, som DÉSOR nämner, att han anser dem vara af marint

¹⁾ Man kan i detta fall få se åtskilliga uppgifter i beskrifningarne till de från *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifne kartblad, men vida mera finnes i dithörande dagböcker.

²⁾ »Om rullstensbildningar» sid. 7.

³⁾ Bull. de la Soc. Géol. de France. T. IV. ser. 2. 1846.

ursprung och äfven innehålla snäckor. Dylika fynd äro dessutom flere gånger gjorda i åsarnes yttre omhölje.

Underlagret har, der icke fast berg eller bottengrus omedelbart blifvit träffadt, visat sig bestå af finare sand och grus, stundom, isynnerhet mot djupet, öfvergående till ett fint något le-
rigt slam, som i vått tilstånd förefaller sandigt, men i torrt är hårdt och sammanhängande såsom en lera. Någongång träffas deri äfven verkliga små lerlager. Detta skulle tydligen motsvara, hvad jag förut ¹⁾ kallat äldre glacialera och glacialsand.

Det förefinnes, som nämndt, dels under åsarnes rullstensmassa, dels är det också otvifvelaktigt denna bildning, som på många ställen anträffas vid sidan af åsarne, ehuru den der blifvit bestämd såsom mosand, såsom lerig mosand, stundom ock såsom tillhörande den glaciala bildningen, men dock yngre än krossgruset. Det är i detta lager, som de flesta åsgrafvarne äro urgrädda.

Slutligen framträder i afseende på åsarnes bygnadsmaterial den frågan: *Hvarifrån äro rullstenarne komna? Hvar hafva de sin moderklyft?* Besvarandet af denna fråga är af åtskilliga personer försökt. Den har varit stående på dagordningen nästan allt sedan man började studera åsarne. Men, då en af de viktigaste faktorerna fattades, nämligen kännedomen om den fasta bergskorpans sammansättning på närmare och fjärmare håll, var det ju själfklart nästan omöjligt att erhålla ett någorlunda tillfredsställande svar. Dessutom skedde besvarandet i de flesta fall endast efter ögonmått, ej genom direkt räkning. Dervid kommo alla mera starkt färgade eller på annat sätt särskilt utmärkta rullstenar att göra det intryck på synsinnet, som om de förefunnes i vida större relativt antal, än de verkligen göra. Till dessa stenar höra just de städse omtalade porfyrtarna, hvilka här i mellersta Sverige oftast synas leda sitt ursprung från nordvestra Dalarne. Af nyssnämnda anledning få dessa spela en stor roll, ehuru de blott ingå till en eller några få procent i rullstensmassans sammansättning.

FORCHHAMMER sökte genom direkt räkning bestämma de olika rullstenarnes art. Han fann, att rullstenssanden hade samma bergarter att frante, som underliggande rullstensler; men då detta jemte åtskilliga till utseendet främmande bergarter äfven innehöll talrika stenar af flinta och krita, bragtes han på

¹⁾ »Om mellersta Sveriges glaciala bildningar». 1. 1874.

den tanken, att alla rullstenarne förskrefvo sig från den underliggande jordskorpans olika lager, och att de genom eruption kommit på sin nuvarande plats. Hans åsigt blef sålunda helt och hållet ofruktbar för frågans lösning. Han ville afhugga knuten.

v. Post sökte deremot ¹⁾ lösa den genom stenräkning samt genom jemförelse mellan de i rullstenarne träffade bergarter och de af honom, såsom i fast håll uppträdande, kända. Han använde dock en i viss mån felaktig metod, i det han icke samlade materialet för sin räkning omedelbart ur lagret, utan ur en undankastad hög, ur hvilken de bättre rundade stenarne antagligen blifvit bortplockade till stensättning. Han fick derför sannolikt alltför hög halt af quartzit ²⁾ och för låg af granit.

A. ERDMANN säger ³⁾, att rullstenarne liksom krosstensgrusets stenar förskrifva sig till största delen från den fasta klyftan i närheten, men att likväl många härstamma från ett ofta icke obetydligt afstånd. Särskilt må påpekas, huru en bestämning efter ögonmått kan förvilla, i det att ERDMANN, om hvars goda vilja och noggrannhet i iakttagelsen ingen tvekan kan förefinnas, likväl kan uppgifva, att i åsen vid Dalelfvens utlopp största mängden af rullstenarne utgöres af sandsten och kalksten, under det att direkta räkningar ⁴⁾ utvisat en halt af 16,5 till 18,5 procent af dessa bergarter tillsammans.

1870 gjorde jag några försök ⁵⁾ att bestämma arten af stenarne i rullstensgruset å bladet »Örebro» i deras förhållande till der befintliga fasta berghällen. Detta försök gaf en tydlig fingervisning, att den under åsen liggande berggrunden har stort inflytande på procenttalet af de i åsen ingående rullstenarnes art, men att det icke är omedelbart, utan först en sträcka söderut, som inflytandet fullt gör sig gällande. Derjemte visade sig, att olika bergarter utöfvade olika stark verkan till förändring i rullstensgrusets sammansättning, så att t. ex. den korniga kalkstenen nästan aldeles försvinner i rullstensgruset, under det att de sega diorit- och trapparterna i de allra flesta fall förefinnas, äfven om man icke kan iakttaga dem i fast klyft i närheten.

¹⁾ »Om sandåsen vid Köping».

²⁾ Jemför anmärkningen i noten sid. 31.

³⁾ »Sveriges Quartära Bildningar».

⁴⁾ Verkställda af mig.

⁵⁾ Se »Bidrag till kännedom om Sveriges erratiska bildningar». — Ö. af K. V. A. Förh. 1871 N:o 5.

Under de följande somrarne har jag fortsatt dessa undersökningar, hvarjemte sådana af några andra bland geologerna vid *Sveriges Geologiska Undersökning* blifvit verkställda.

I beskrifningen till kartbladet »Segersjö»¹⁾ har V. KARLSSON visat, huru curit, hvilken bergart norrut på »Örebro» finnes i fast klyft, vid norra kartkanten ingår i rullstensgruset med 29 procent, men föga öfver 2 mil sydligare sjunkit till mindre än 3 procent, dervid synnerligen regelbundet aftagande i mängd. I afseende på den kambriska sandstenen (inräknadt siluriska bergarter) visar sig ett motsatt förhållande. Under det att de nordligaste två räkningarne icke visat någon enda sten häraf, finner man i den tredje en; men sedan, då man nedkommit på den egentliga, af kambriska och siluriska lager bildade, Nerikesslätten, visa sig strax vid Qvismaresjöarne 6 procent, sedan längre söderut i ordning 8,5, 35,5, 41,6, 42,0, 55,0, 61,0 samt slutligen $\frac{1}{4}$ mil S. om bladkanten 62 procent. I afseende på den siluriska kalkstenen påpekar KARLSSON här detsamma, som jag anført om den korniga kalkstenen, att den är sällsynt i rullstensgruset, men i riklig mängd förefinnes i närliggande krossgrus, hvarför dess försvinnande sannolikt i någon mån får tillskrifvas rullstensgrusets egenskap att genomsläppa dagvatnen.

Med anledning af en undersökning af den s. k. kalkgraniten i Upland²⁾, som jag år 1872 anställde på stuffer, förvarade å Geologiska Byråns Museum, gjorde jag äfven en sammanställning af de rullstenar af liknande bergart, som jag år 1871 vid undersökning af Upsalaåsen på 23 ställen mellan Dalelfvens utlopp och Mälaren hade bestämt. Det visade sig då, att i de 4 nordligaste stenräkningarne (200 stenar på hvarje ställe) icke träffats någon enda rullsten af denna art. I den femte vid Mehede gästgifvaregård, funnos 3, hvarefter antalet hastigt växte till 5, 19, 15, 47, 63 och 105 vid Tierps kyrka. I de tolf sydligare räkningarne förekom sedan ett mellan 23 och 1 vexlande antal rullstenar af sådan bergart. Ett i viss grad motsatt förhållande visade kambriska och siluriska bergarter, i det att dessa längst i norr förefunnos till ett antal af 33, 37, 31 och 19, hvarefter de minskades till 5, 6, 4, 12, 5, 0 och sedan en och annan i somliga räkningar. Den bruna kalkstenen fanns endast i de 5 nordligaste med 6, 10, 1, 1, 1 rullstenar.

¹⁾ S. G. U. N:o 49. 1873.

²⁾ G. F. Förh. B. 1 N:o 3. 1872.

År 1875 meddelade jag ¹⁾ resultatet af de stenräkningar i olika grusarter, som jag verkställt på bladet »Nor».

Jag hade funnit, att rullstensgruset står i nära samband med bottengruset och med de berg, från hvilka efter refflornas riktning detta grus erhållit sina hufvudsakliga beståndsdelar; att bottengrusets material i hufvudmassa blifvit fördt en mil framåt, kanske något mera, och rullstensgrusets ännu ett kort stycke längre; samt att i närmaste närhet befintliga bergarter dock ofta mycket hastigt inverka starkt förändrande på såväl det ena som det andra grusets sammansättning.

I åsarnes öfre del mellan kärnan och skalet finner man stundom bäddar af *krossgrus*, hvilka genom beskaffenheten af det deruti ingående materialet visa sig tillhöra det öfre krossgruset. v. POST omtalar sådana lager från Köpingsåsen. A. ERDMANN kallar dem »krosstensartade skikt» och säger, att de »mycket påminna om krosstensgrus». Han synes dock i sjelfva verket icke draga i tvifvelsmål, att det verkligen är krosstensgrus. Han antager, att dessa bankar kommit på sin nuvarande plats genom simmande isflottor.

Hos åsarne träffar man också ofta än enstaka block än hela blocksamlingar dels liggande på rullstenskärnan dels på åsens täcke. Äfven dessas transport har man velat tillskrifva flytande is, hvilket väl också torde vara riktigt, hvad de senare beträffar, hvilka genom sitt läge på otvifvelaktiga saltvattensbildningar visa, att åsarne vid deras aflagrande varit nedsänkta under havets yta. Hvad de förra åter angår — eller de block, som hvila på åsens kärna och blifvit öfverlagrade eller åtminstone kringlagrade af de marina bildningarne, — så är det sannolikt, att de tillhöra åsens bildningstid, att de sålunda kommit på sin plats samtidigt med åsens tillkomst, såsom sådan.

De flesta af dessa block äro kantiga eller blott afrundade på kanterna. Sådana block har jag ytterst sällan funnit inne i åsarnes egentliga kärna, men stora^{re} mer eller mindre rullade stenar träffas der oftare. Det händer till och med, att åsens hufvudmassa är bildad af sådana, så t. ex. vid Pälsboda jernvägsstation.

Slutligen må jag i afseende på åsarnes sammansättning och yttre former gemensamt anföra den iakttagelsen, att de ofta mot den öfre, i allmänhet nordliga, ändan blifva små oeh obe-

¹⁾ S. G. U. N:o 56.

tydliga, deras innehåll blir mindre typiskt rullstensgrus, deras begränsning mot krossgruset blir otydlig, men deras åsform är väl bibehållen, om också ryggen blott höjer sig få fot öfver underlaget och stundom äfven träffas nästan lägre än omgifvande krossgrusmarker. Det skulle vara svårt eller omöjligt att med säkerhet följa rullstensåsarne till detta deras första ursprung, då alla deras väsentliga egenskaper efterhand försvinna med undantag af ryggformen, (hvilken dock äfven mångenstädes visar sig hos krossgrusbankarne), om icke ett eget förhållande nästan ständigt med dem ägde rum, nämligen, att äfven i en blockhöjd krossgrustrakt, der större och mindre block täcka hvarje fot af krossgrusets yta, framgår rullstensåsen med jemn och slät rygg aldeles utan eller med högst få block. Denna iakttagelse är gjord i mellersta Sverige och finnes omnämnd i flera af de från *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifna kartbeskrifningarne. Den är också påpekad af D. HUMMEL såsom vanlig i Småland.

Denna åsarnes egenhet torde knappast kunna förklaras genom någon af hittills uppställda »åsteorier». Det är också själfklart, att den fullkomligt utesluter möjligheten af blocktransport genom simmande isflottor. Huru jag har tänkt mig förklaringen, skall jag i det följande framställa i sammanhang med förklaringen öfver hela rullstensgrusbildningen.

Om vi nu öfvergå till åsarnes *förhållande till markens yta*, så finna vi äfven detta särdeles inveckladt. »Åsarnes lopp framgår oberoende af jordytans reliefformer», säger A. ERDMANN ¹⁾. Han upprepar längre fram: »Hufvudåsarne fortlöpa oberoende af reliefformen hos trakten»; samt »äfven biåsarnes lopp är oberoende af reliefformen». Att det dock icke är så alldeles fullkomligt detta oberoende, finner man strax derefter, i det att man får veta, att det kuperade Södermanland frambringat ett ovanligt stort antal biåsar i jemförelse med de slätare trakterna N. om Mälaren och Hjelmaren samt att »åsarnes rygglinier stiga och falla med underlagets absoluta höjd».

Redan förut hade såväl svenska som utländska forskare iakttagit, huru åsarne fortgingo genom dalar, öfver slätter och mindre höjder, och syntes de sålunda verkligt vara oberoende af reliefformen hos jordytan.

¹⁾ »Bidr. t. k. om Sver. Quart. Bildningar».

Under fortgången af *Sveriges Geologiska Undersökning* har dock iakttagits ett och annat förhållande, som visat, att åsarne verkligen i viss mån äro beroende af den underliggande jordytans former, om de än i andra visa sig fullkomligt oberoende deraf. Detta är ju också i viss grad påpekadt af HISINGER och v. POST.

A. E. TÖRNEBOHM¹⁾ säger, att åsarne äro beroende af landets reliefformer i de lägre trakterna, men, så snart de nå 300 fots höjd, följa de dalgångarne. Men ej heller detta håller streck såsom allmän lag.

De mest studerade åsarne, och hvilka tillika äro de bäst utbildade, vi i Sverige äga, äro de, som framgå tvärtöfver mellersta Sveriges slättbygder från höjderna i norr mot Dalelven eller Dalarne genom den stora från öster mot vester och sydvest sig sträckande triangelformiga dalgång eller lågtrakt, som har sin mynning mellan Dalelvens nedre lopp i norr och Kolmordens höjder i söder, och hvilken mot vester drager sig nedåt till närheten af sjön Skagern vid Verners nordöstra hörn, dervid i nordvest begränsad af Kils och Lekebergen samt deras fortsättning i nordostlig riktning och mot söder af Tivedens, Tylöskogens och Kolmordens höjder. Dessa höjder hafva branta stupningar mot låglandet, under det de fortsättas, de förre åt norr och nordvest, de senare åt söder såsom sakta stigande temligen kuperade högtrakter.

Inne på den sålunda omgränsade trekanten förefinnas åtskilliga höjdsträckningar med i stort sedt ost—vestlig riktning, brant stupande mot norr och småningom sänkande sig mot söder, såsom t. ex. Käglans högtrakt, som fortgår från nejden öster om Kils kyrka, söder om Varingen och Arboga stad inåt Södermanland; vidare en mindre sträckning, som framgår söder om Örebro, följer Vestra Hjelmarens södra strand och sedan kan följas ut igenom Stora Hjelmaren, der den medels hithörande öar — Vinön med flera — afskiljer Södra Hjelmaren, såsom en särskild del af sjön; en ännu obetydligare höjning söder om Mosjön och Qvismaresjöarne; samt slutligen längre i söder en större höjd, som framgår litet sydligare än statsbanan i närhet en af Halsbergs station, och hvilken nämnda bana mellan Halsberg och Pålsboda stiger uppför, hvarefter höjden fortsätter österut, men ej tydligt kan följas synnerligen långt. På sist-

¹⁾ S. G. U. N:o 37.

nämnda högtrakts sydsluttning ligga sjöarne Tisaren och Sottern, hvilka med sina långgrunda steniga, i vikar och uddar fördelade norra, och sina nästan linieräta, tvärt stupande, södra stränder väl vitsorda den ofvan anförda skildringen af traktens lutningsförhållanden. Just inom detta område hafva vi sålunda ett särdeles godt tillfälle att studera rullstensbildningens beroende eller oberoende af markens relief. Just inom detta område får man också de bästa bevis, man kan vänta, för att utreda denna sak.

Vid efterföljande framställning anhåller jag att få hänvisa till de af *Sveriges Geologiska Undersökning* utgifna kartbladen »Nora», »Latorp», »Riseberga», »Riddarhyttan», »Linde», »Örebro», »Segersjö», »Engelsberg», »Ramnäs», »Köping», »Arbogå», »Säfstaholm», »Sala», »Vesterås», »Eriksberg» och »Nyköping». Äfven flere af de öfriga bladen kunna lemna goda bidrag, men det är egentligen förhållandena på dessa, jag här vill taga i betraktande.

Ser man först på åsarnes lopp öfver slättmarken, skall man finna, att de, oberoende af lutningsförhållandena, framgå med långdragna svängningar åt öster och vester om normalinien, likasom om åsarne varit underkastade ett lindrigt tryck efter längden.

Tager man vidare i betraktande deras lopp nordligt från Kilsbergens höjdsträckning, således inne i Nerikes och Vestmanlands bergsbygder, skall man här finna, att åsarne strängt följa dalgångarna, men att de derjemte på ställen, der två dalgångar finnas att välja på, städse taga sin väg genom den, som går närmast i öfverensstämmelse med normalriktningen hos refflorna i trakten, äfven om denna dal går på betydligt större höjd. Flere sådana exempel kunna anföras. Sålunda hafva vi den s. k. Moåsen, som från trakten af Norasjön går ut till den nedanför Kilsbergen vid Jerle framstrykande Lindeåsen och dervid icke väljer vägen åt öster utför genom Hammarbyåns dal utan åt S. S. O. uppför genom Modalen. Likaså tager Norrköpingsåsen från trakten af Ramsbergs kyrka ingalunda sin väg genom den åt norr sig böjande dalgången, i hvilken sjöarne Glien samt Norr och Sörmogen ligga på omkring 350 fots höjd, utan den har valt sträckningen genom en mindre dal, som stiger till 400 och 500 fots höjd öfver hafvet, men som går ungefärligen i reffloras riktning. På samma sätt går också Fernaåsen från sjöarne Barken icke genom den på 336 fots höjd i en båge åt norr svängande dalen ned åt Amänningen, vid hvars södra

ända Strömsholmsåsen börjar, utan den tager sin väg genom den närmast intill höjderna, närmast normalreffloras riktning, gående dalgången förbi St. Kedjen och Svansjöarne, ehuru den här tvingas att öfverstiga en höjd af omkring 500 fot öfver hafvet.

Inom den trakt, som innefattas på kartbladet »Noræ» finnes dock åtminstone en ås, som visar en stark afvikelse från reffloras normalriktning. Åsen — Stadraåsen — som framgår mellan sjöarne Greken och Saxen, går nämligen i riktning från N.V åt S.O, men denna ås ligger i en trång och djup dal, omgifven af stora och branta höjder, hvilken utgör fortsättningen af den i reffloras riktning gående sjön Greken och förbinder denna med Vikern och således medelbart med Norasjön och Modalen. Detta torde vara anledningen till dess fortgång i nämnda väderstreck. Denna ås har sannolikt sin fortsättning genom sjön Vikern till Moåsen. Den emottager korta biåsar från smärre dalar på norra sidan. Vid sjön Grekens båda vikar åt norr och nordvest ser man äfven små rullstensåsar, hvilka då skulle vara den hittills, så vidt jag vet, nordligaste kända början till nyssnämnda ås. Vid Vikern tillstöter också antagligen en sidoås från norr. Det synes äfven sannolikt, att en förbi Mogrufvan söder om sjön Vikern framgående ganska vacker och väl utbildad ås, som mot söder aftynar och försvinner, innan den når högsta ryggen af Kilsbergen, har sin början mot all vanlighet i söder och sin sträckning mot Vikern till mötes mot Stadraåsen. Äfven i Elflångens dal, som utgår i Vikerns sydvestra hörn, ser man spår af rullstensgrus efter sydöstra dalväggen. Då nu härtill lägges, att en ås, ganska stor och vacker, är träffad i Jernboås socken, framgående mot nordvestra viken af Fåsjön, och en annan, mindre, mellan Usken och Fåsjöns nordöstra vik, kan man hafva anledning antaga, att här en stor åsknut är för handen, att ett stort antal små åsar ur alla dalar framkomma mot den gemensamma föreningspunkten för alla dessa dalar, hvilken är belägen i Norasjön, för att från denna genom Moåsen förena sig med Lindeåsen. Jag får i det följande ännu ytterligare anledning att tala om detta märkvärdiga förhållande, hvilket för öfrigt, enligt hvad D. HUMMEL i sin uppsats ¹⁾ har att förmåla om de Småländska åsarne, på mer än ett ställe skall hafva sin motsvarighet derstädes.

¹⁾ »Om rullstensbildningar».

Utom de nämnda åsarne har man ännu flere, som ur de Kilsbergen genomskärande dalarne framkomma till läglandet, såsom Lindeåsen genom Rosssvalens dal, en biås till Norrköpingsåsen, hvilken vid sjön Lien i närheten af Riddarhyttan bildar det förr omnämnda väldiga rullstensfältet samt en biås till Köpingsåsen efter sjöarne Öfre och Nedre Vettern.

Ytterligare hafva vi att iakttaga en ås, som icke kommer fram ur någon dal genom Kilsbergens höjdsträckning, utan börjar nedanför dessa i Gårphyttedalen på omkring 350 fot ö. h. Den fortgår utför denna dal, alltjemt sänkande sig, tills den i trakten af Hidinge kyrka på något öfver 150 fot ö. h. når Svartåns dal, hvilken den nu följer uppåt till Kälkesta åt S.S.V., städe så att säga, i lä under Kilsbergen. Här böjer den sig och stiger uppför höjden till Edsbergs Sanna på 250 fot ö. h., hvarefter den följer reffloras normalriktning ned mot Nerikes södra högtrakt.

Ett med riktningen hos denna ås analogt förhållande träffas äfven hos den förut omnämnda Lindeåsen, i det att denna från Rosssvalens dal först visar en tendens att sträcka sig ut öfver lågtrakten i ungefärlig fortsättning af nyssnämnda dal, hvilket också är temligen öfverensstämmande med reffloras normalriktning, men i stället vid staden Linde börjar vika tillbaka mot Kilsbergen, och stigande upp på dessas sidosluttning följer den under 2,25 mils sträckning, hvarefter den medels en 0,5 mil lång båge böjer sig ut från Kilsbergen och riktar in sig i reffloras riktning, hvilken den sedan följer med svaga krökningar ned mot Halsberg. Den intager mellan Linde och trakten af Yxe en högre nivå än österut liggande höjder och går här fram sammanhängande och utan afbrott. Midt för Yxe kommer den ned i Jerleåns dal, hvilken den sedan följer i form af långdragna kullar med större och mindre afbrott. Vid Jerleborg börjar den åter höja sig, och framgår sedan efter Kilsbergens fot, tills den, när dessa vika undan mera åt vester, svänger nedåt slätten och fortgår till mötes med Örebroåsen.

Ännu en annan ås kan jag anföra såsom bevis på att icke ens öfver 300 fots höjd åsarne äro bestämdt »bundna vid dalgångarne»¹⁾. Denna ås — Karlsdalsåsen — hör egentligen till vestra Sveriges åsar. Den framkommer ur sjön Halfvars Noren, nära Svartelfvens utlopp ur denna sjö, men följer icke elfvens

¹⁾ Med detta uttryck måste ju tydligen menas de lägsta dalgångarne, de, genom hvilka vatnen taga sin väg.

krökning åt öster, under hvilken den framgår på 533 till 497 fots höjd öfver hafvet, utan i stället en dalgång åt söder, genom hvilken den måste erhålla minst 617 fots bottenhöjd. Men från Svartelfvens dal, der vattenytan ligger på 497 fots höjd, mottager den en biås i riktning O.N.O.—V.S.V., som för att kunna förena sig med hufvudåsen på omkring 5000 fots längd måste stiga till närmare 550 fots bottenhöjd.

Om vi nu söka utforska, huru åsarne förhålla sig på Nerikes slättbygd och vid mötet med den tvära stupning, som begränsar denna i söder, så kunna vi inskränka oss till några få exempel.

Lindeåsen går, såsom förut är nämnt, efter reffloras normalriktning fram till trakten af Halsbergs jernvägsstation, således till vid pass 0,25 mil från den söder derom mötande höjdstreckningen. Den har i närheten af Adolfsbergs helsobrunn förenat sig med Örebroåsen, hvilken från sin början i närheten af Käglans norra afstupning fortgår temligen rakt söderut till Örebro stad, der den viker af åt sydvest på omkring 0,25 mils afstånd från förr omnämnda här framgående höjdstreckning om endast 200 fot ö. h. Den höjd, som möter nära Halsberg är omkring 400 fot ö. h. Här viker hufvudåsen af i vestsydvest och fortgår, hållande sig på ungefär samma afstånd från höjden under 0,75 mils sträckning, då höjden sänker sig, och åsen åter böjer sig i en båge samt genom Lerbäck fortgår åt söder.

Följa vi nu den närmast österut framgående åsen — Glanshammarsåsen —, så kunna vi först se, huru denna, kommande ned ifrån kartbladet »Linde», vid och i sjön Väringen är fördelad i en mängd kullar och smärre ryggar. Den stöter vid sjöns södra strand emot Käglans norra tvärslutning, hvilken icke i denna trakt genom någon dalgång kan underlätta öfvergången. Åsen försvinner här fullständigt, tills man öfverskridit sjelfva ryggen, då den med ens åter anträffas, vackert utbildad, stödjande sig mot en bergkulle, hvars plana rygg utan afbrott fortsättes genom åsens krön. Åsen fortgår nu i det närmaste sammanhängande ned till Hjelmaren, utskjuter i denna sjö i form af en lång rygg, som, afbruten genom det smala och jemförelsevis djupa norra Essundet, fortsättes i den nära 0,25 mil långa Essön. Vid dess södra ända vidtager det bredare södra Essundet och vid södra stranden af detta stöter åsen mot norra afstupningen af den här framgående höjdstreckningen, som förmodade Örebroåsen att böja sig åt sydvest. Glanshammarsåsen

har en lämpligare väg något öster om sin normalriktning och framgår der. Längre söderut, ej långt från Pålsboda station, möter den samma höjdsträckning, mot hvilken Lindeåsen böjde sig åt vestsydvest. Glanshammarsåsen böjer sig i stället åt sydsydost för att komma fram förbi den ännu högre bergstrakten i vester.

Slutligen kunna vi omnämna Norrköpingsåsen, hvilken vi förut träffat vid dess framkomst genom en mindre betydlig dal från Ramsbergstrakten. Denna ås framgår sedan rak och nästan utan afbrott öfver den temligen jemt sig sänkande trakten, hvars högsta kullar den på långa sträckor bildar, ned mot Fellingsbro kyrka och jernvägsstation. Här stöter den på den djupa dalen, genom hvilken Opbogaån framrinner till Mälaren. Dervid fördelar den sig i en rad af åtta stycken koniska kullar, hvilka i sydvestlig riktning framgå mot den lilla obetydliga dal, som vid Urvalla genomskär Kåglans rygg.

I denna dal smyger sig åsen upp, höjande sig på en kort sträcka från en bottenhöjd af blott ett eller två tiotal fot öfver hafvet till omkring 100 fot ö. h. Dess rygg stiger till omkring 170 fot ö. h. Sedan den kommit upp på höjden, sänker den sig så småningom med denna och fortgår utan ett enda egentligt afbrott ända ned i Hjelmaren, der den bildar den långt utskjutande Lungers udde. Synlig i några små holmar och på den stora Vinön, framgår den till södra stranden, der terrängen synes hafva varit mindre lämplig för dess utbildning. Det kan därför vara tvifvel underkastadt, huruvida denna ås verkligen gör skäl för det namn, den erhållit, eller om dess fortsättning ligger något mera i vester, än den ås, som nu efter dalgångarne i form af afbrutna kullar fortsätter genom Kolmorden åt Östergötland och Norrköping.

Säkert är dock, att åsarne i Södermanland, ehuru ingalunda framgående på mera än 300 fots höjd öfver hafvet, delvis till och med, alldeles som på Nerikes slättbygd, på mindre än 100 fot ö. h., på samma sätt som refflorna böja sig efter dalarne åt sydost.

Med dessa anförda fakta tror jag mig hafva vederlagt det påståendet, att åsarne vid en viss höjd äro bundna vid dalarne, men på lägre afvägning fortgå oberoende af jordytans form. Tvärtom har det visat sig, att de äro i viss mån beroende af ytformen till och med på få fot öfver hafvet efter deras nuva-

rande läge, men att de också kunna visa sig oberonde deraf på 5—600 fot ö. h. och sannolikt ännu högre.

Genom denna utredning i detalj af åsarnes lopp har frågan, som det synes, blifvit ännu mera invecklad, och likväl är det just på utfinnandet af en allmängiltig förklaringsgruud för alla dessa förhållanden, som frågans lösning ytterst måste bero. Att jag tror mig hafva funnit denna förklaringsgrund, har naturligen varit skälet, som kunnat förleda mig att uppträda i strid med så många, hvilka alla otvifvelaktigt misslyckats, men af hvilka likväl de fleste hvar i sin ordning och i sin mån bidragit till frågans utredande och lösningens möjliggörande.

Dock, innan jag kan framlägga denna förklaring, återstår att säga ännu några ord om åsarnes riktning i förhållande till reffloras. Äfven denna har varit en mycket omtvistad sak. Under det t. ex. SEFSTRÖM och hans efterföljare försökte framhålla denna öfverensstämmelse, och deri, ehuru naturligen af annan orsak, understöddes af de äldre glacialisterna, förklarades denna öfverensstämmelse af strandvallsteoriens anhängare, för hvilka den var en svår stötesten, vara endast *skenbar*. Häruti förenade sig också erosionsteoriens anhängare, och ännu för en kort tid sedan fick man se samma påstående, visserligen icke på grund af något vidsträcktare studium ute i naturen, framhållas af N. O. HOLST¹⁾. Mot honom kan jag anföra såsom auktoritet D. HUMMEL, hvars vidsträckta erfarenhet i denna sak af få nu lefvande torde öfverträffas. Han anför i sin flera gånger citerade och på intresseväckande fakta och utredningar särdeles rika uppsats »Om rullstensgrus» ganska slående exempel på en sådan öfverensstämmelse.

Men för att icke ensamt stödja mig på auktoritetsgrund, vill jag äfven anföra några resultat af den erfarenhet, jag varit i tillfälle förvärfva, hvarvid jag då först får hänvisa till ett och annat af det redan anförda, der jag haft anledning påpeka denna sak.

På geologiska kartbladet »Sala» ser man åsarne fortgå nästan i norr och söder likasom refflorna, men på en sträckning af Badelundsåsen mellan Hedtorp och Sättra brunn går den nästan rakt i öster och vester. Detta skulle sålunda vara ett undantag. Men ett motsvarande undantag i afseende på refflorna är i samma trakt iakttaget, nämligen strax sydost om Hemmingsbo gäst-

¹⁾ »Om de glaciala rullstensåsarne». G. F. Förh. N:o 31.

gifvaregård, der en håll händelsevis vid traktens rekognoskering var blottad och visade refflor, gående N. 87° O. Förklaringen till denna afvikelse i reffloras riktning måste väl sökas i det sidotryck, som isen varit underkastad från den i vester framskjutande bergstrakten på andra sidan om Fläcksjön. Att de likväl strax i närheten gått nära normalt på den något högre liggande trakten österut må anmärkas.

På bladet »Nor» iakttog TH. NORDSTRÖM, som biträdde mig vid rekognoskeringen derstädes, att en del af bergen i trakten omkring Hammarbyåns dal vände stötsidan åt vester i stället för åt norr eller nordnordvest. På Hjulåsaberget syntes också refflor gående från vester åt öster. På flere andra ställen å samma blad iakttog jag, huru refflorna i dalarna rättade sig efter dessas riktning, under det att de på höjderna gingo normalt.

Omkring vattendelaren på Kilsbergen på bladet »Latorp» har jag sett, huru stötsidan i allmänhet ligger åt norr, men vid St. Grytsjön, der dalen böjer af åt vester för att sedan efter Elflången gå i nordost till Vikern, hade stötsidan vändt sig åt öster och vid Elflången tyckes den ligga åt söder. Likaså är förhållandet, der Skrikarhyttedalen mynnar ut åt Vikern. Förutsatt, att dessa mina iakttagelser verkligen äro riktiga, synes det antyda att, under det inlandsisens hufvudström fortgick i den af normalrefflorna antydda riktningen, underströmmar framgått i, af dalarnes sträckning betingad, afvikande riktning.

Detta är för öfrigt ingen ny iakttagelse. KEILHAU¹⁾ berättar redan omkring 1840, att refflorna nere i dalarne följa dessa i alla deras slingringar, under det att refflorna uppe på höjderna fortgå tvärt öfver de mötande dalarne utan att ändra sin riktning. Detta var för honom ett bevis, att icke en inlandsis kunnat frambringa refflorna och bergens afslipning, emedan han ansåg isen såsom en spröd kropp, som ej kunde i sitt inre röra och förskjuta sig.

A. M. JERNSTRÖM²⁾ omtalar, att i finska Lappmarken de normala refflorna på dominerande höjder gå N. 45° O. med stötsidan åt S.V., således öfverensstämmande med de af BOEHLINGK vid Varangerfjordens södra strand iakttagna. I sydvestra delen af Enareträsk gingo de åt N. 25°—45° O. Men vid Ivalojojokis mynning i Enareträsk gingo de åt N. 10° O. med riktning från höjderna, som omgifva Ivalodalen i söder. Om man åter går

¹⁾ Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. B. 3.

²⁾ »Material till Finska Lappmarkens geologi». Helsingfors 1874.

öfver dessa höjder, så finner man vid Tankajoki, hvars dal går från N.O. mot S.V., att refflorna också gå S. 50° V., och att stötsidan ligger åt N.O.

Äfven SEFSTRÖM påpekade, att refflorna på en höjd lida inverkan af en ännu högre bredvid liggande höjd.

Man skulle kunna anmärka, att dessa sistnämnda uppgifter hafva föga sammanhang med frågan om rullstensåsarnes och reffloras öfverensstämmelse i riktning, men det är likväl så, att man förut varit benägen att anse, att inlandsisen rört sig i en viss hufvudriktning för hvarje trakt och att de undantag, utvisade genom refflorna, som händelsevis kunde påträffas, antingen voro helt och hållet lokala, eller också yngre och egentligen härledt sig från en viss förskjutbarhet i massan, som föranledt, att de repande stenarne kunnat vika något åt sidan för ett mötande hinder.

Fakta hafva emellertid efter hand blifvit insamlade, som visa, att olika lager i isen kunnat röra sig oberoende af hvarandra, kunnat framskjutas i rät eller sned vinkel öfver hvarandra, och då detta har skett i de stora och djupa urskarvingarne bör det äfven hafva i någon mån skett i de mindre djupa. Det är ju också temligen klart, att t. ex. en ispartikel, som passerar nära botnen i Hjelmarens dal bör fortskrida vida långsammare än en annan ispartikel, som framgår öfver Kilsbergen några famnar högre, ty dels går den förre långsammare såsom liggande närmare botnen dels har den längre väg att gå, innan den når södra gränshöjden. Den öfre ispartikeln borde sålunda hafva hunnit ett godt stycke nedåt Vestergötland, medan den nedre ännu befunne sig på Nerikesslätten. Men genom en sådan olikhet i rörelse mellan de olika ispartiklarna och då äfven mellan de olika islagren, skulle ju nödvändigt inträffa, att de också kunde gå ännu mera oberoende af hvarandra, så att, under det den öfre partikeln eller det öfre lagret framskredde mot söder, ginge det undre efter markens relief åt sydost inåt Södermanland och ned mot Östersjön.

Att för öfrigt rörelsen inne i isen bör hafva varit mycket oregelbunden, isynnerhet i dess undre delar, är temligen sjelfklart. Men jag kan också anföra en direkt iakttagelse derom. A. HELLAND, som förliden sommar besökt Grönland för att studera dess inlandsis, omtalar nämligen¹⁾ att bräen Tuaparsuit på södra sidan af Umanaksfjorden i sin med en lodrät vägg slutande

¹⁾ »Om de isfylde Fjorde og de glaciale Dannelser i Nordgrönland».

ända visade lag eller aflossningsytor. Nära botnen voro dessa lag till den grad böjda, att på två ställen fullkomliga inversioner visade sig, hvilket »synes dels at maatte antyde, at Bevægelsen i Isens Masse kan være meget compliceret, dels at vise at Isen i Bræen er i ikke ringe Grad plastisk». För öfrigt, säger HELLAND, har han ofta vid bräer, som sluta med en lodrät kant eller vägg, iakttagit böjningar och stundom, huru lagren forma sig efter underlaget.

Man får sålunda icke efter reffloras riktning på höjderna eller på enstaka ställen i dalarne bestämma isens rörelseriktning i det hela.

Att därför, om man skall medgifva öfverensstämmelsen i åsarne och reffloras riktning, fordra icke allenast, att mot en krökning af åsarne skall finnas en motsvarande krökning i reffloras riktning eller tvärtom, utan till och med, att man skall hafva *sett* förhållandet utan att särskildt hafva letat derefter, gjort behöfliga jordrymningar eller dylikt, det är dock väl för mycket. Då åsarne i det stora hela gå i öfverensstämmelse med reffloras riktning, torde man väl vara nödgad erkänna det verkliga sambandet mellan dem och söka förklaring för de jemförelsevis fåtaliga undantagen på andra grunder (såsom t. ex. bristande iakttagelser, olika rörelse på olika höjd, senare förändringar o. d.), i stället för att, på grund af de efter den hittills förvärfvade erfarenheten och kanske jemväl för den omfattade bildningsteorien svårförklarliga förhållandena förklara regeln vara endast »skenbar».

Innan jag öfvergår till att framställa min tolkning af ås-fenomenet, måste jag naturligtvis till granskning upptaga de olika teorier, som hittills blifvit framställda, och visa, i hvilka delar de brista i bevisningskraft.

Först torde likväl, såsom på visst sätt principiel, den frågan böra besvaras:

Vid hvilken tid äro åsarne bildade?

SEFSTRÖM och hans efterföljare ville anse åsarne såsom en bildning af rullstensfloden. De gjorde dem således lika gamla, som denna. De äldre glacialisterna, AGASSIZ, CHARPENTIER m. fl., som ansågo åsarne vara moräner, liksom äfven v. POST i afhandlingen om aflagringarne vid Strökärr, gjorde dem också lika gamla, som botten-

gruset, på hvilket de dock genom sitt bildningssätt kommo att ligga. Då snäckgruset upptäcktes i dem, tjänade detta för LYELL, MARTINS m. fl. att bevisa, att de voro vida yngre, till och med yngre än hvarfviga leran. Till denna åsigt slöt sig i senare tider BENNIGSEN-FÖRDER¹⁾, som påstod, att åsarne verkligen voro lagrade på lera och lermergel, hvilket visserligen för en del åsar kan vara förhållandet, men icke i allmänhet. Sedan v. POST visat, att åsarnes innehåll borde delas i skal och kärna, samt att snäcklagren, ler och sandlagren, voro yngre bildningar, icke tillhörande den egentliga åsen, kunde denna eller kärnan åter göra anspråk på en högre ålder. En sådan tillerkändes den också i någon mån af erosionsteoriens anhängare, men den måste dock enligt dem vara betydligt yngre än krossgruset, emedan det af denna teori fordrade väldiga slamtäckter först måste i hafvet afsättas, sedan derur höjas till flera hundra, om icke till närmare tvåtusende fots höjd, derefter, sedan de eroderande floderna under höjningen bildat sina urskärningar, åter sänkas under hafvet, så att de återstående, ej till åsbildningen bestämda, slammassorna af hafvets böljor kunde bortföras, samt åsarne under tiden erhålla sin tillrundning och sin pålagring af »skalet», en tidrymd, så lång, att den mer än väl skulle kunna motivera den af J. GEIKIE²⁾ ventilerade undran, hvad som kan hafva tilldragit sig (i Skotland) mellan aflagringen af bottengruset och »the kames», ehuru han likväl ej behöfde så lång tid, som erosionsteoriens anhängare, emedan han icke ville påstå, att åsarne äro bildade på land och sedan sänkte under hafvet, utan tvärtom, att de äro bildade i hafvet.

De två sista teorier, som blifvit framställda, platsera åsarnes bildningstid till öfverisningens sista skede. D. HUMMEL framhåller åtskilliga skäl, som tala för denna åsigt. Det finnes likväl ett skäl, som synes ovederläggligt, men som han icke fullt betonar, ehuru han omnämner det, såsom stöd för sin åsigt, under det N. O. HOLST, såsom stöd för sin, helt och hållet förnekar dess verklighet. Något ytterligare studium i naturen torde likväl förmå äfven honom att medgifva, att då, såsom jag i den föregående delen af denna uppsats³⁾ hade tillfälle utreda, krossgruset kan fördelas i två hufvudafdelningar af olika ålder

¹⁾ »Das Nordeuropäische und besonders das vaterländische Schwemmland». Berlin 1863.

²⁾ »On changes of Climats during the glacial Epoch». 1872.

³⁾ »Om mellersta Sveriges glaciala bildningar». i. Bihang t. K. Sv. V. A. Handlingar. 1874.

— bottengrus och ytgrus — och den förra arten träffas under åsarne, den senare invid och på deras kärna, såsom understa lagret i skalet, och när bestämd skilnad mellan denna pålagring af ytgruset med dess åtföljande flyttblock samt rullstensgruset är påvisad bland andra af en så skarp iakttagare, som v. POST, det icke torde vara skäl att genom uttryck, sådana, som att det pålagrade ytgruset icke är »verkligt» eller »egentligt» söka bortförklara verkliga fakta. A. ERDMANN, för hvars teori dessa pålagringar dock äfven voro något besvärliga, yttrar²⁾, att de *mycket påminna om krosstengrus*, och han söker äfven förklara deras förekomst såsom verkligt krosstengrus.

Att åsar äfven finnas, som äro äldre än bottengruset, omtalar HUMMEL, som haft tillfälle se sådana i sydöstra Skåne under bottenmoräner. Detta bör äfven kunna tänkas såsom både möjligt och naturligt under sådana lagringsförhållanden, som der förekomma.

Såvidt jag kan se, bör sålunda intet tvifvel numera kunna herska om, att den egentliga åsbildningen tillhör inlandsisens smältningstid. Vid denna tid måste inlandsisens rörelse afstanna, emedan den icke kan bero på glidning genom massans tyngd utför en lutning. Landet är dertill alltför långsluttande, hvarjemte kan påpekas det kända förhållandet, att den hastighet, hvarmed t. ex. Schweitz glacierer röra sig, icke står i något förhållande till underliggande dalbotnens lutning. Den enda förklaringsgrunden, som kan vara tillräcklig, men som också är tillräcklig, är trycket från den på ytan i form af snö sig samlade nederbörden. Allteftersom snön ökas eller afsmältningen aftager, måste snö och ishöljet öfver landet blifva tjockare. Allt större tyngd kommer sålunda att hvila på de undre lagren, hvilka till slut ej kunna ligga orubbade under det ökade trycket. Enskilda partiklar och hela lager sätta sig i rörelse utåt, der ett mindre tryck möter, och denna rörelse fortgår, så länge inlandsisen eger samma tjocklek, eller större. Men om nederbörden minskas, eller smältningen sker hastigare, än ny snö tillkommer, måste trycket efterhand aftaga och slutligen blifva otillräckligt, för att kunna meddela isen någon rörelse utåt mot kanterna. Den måste då, åtminstone en stor del deraf, komma att ligga orörlig och efterhand genom afsmältning försvinna. Under enstaka kallare eller snörikare perioder under afsmältningstidens

¹⁾ »B. t. k. om Sveriges Quartära bildningar». sid. 98.

början kan naturligtvis en ny rörelse komma i gång, en ny utvidgning af istäcket öfver redan lemnade trakter ega rum, således för dessa en ny glacialtid.

Att den på inlandet fallande nederbörden genom sin tyngd utgör den drifvande kraften, som sätter inlandsisen i rörelse, och att således det viktigaste skälet emot glacialteorien — omöjligheten för isen att röra sig på en yta, som har så föga lutning — försvinner, bevisas ytterligare genom A. HELLANDS undersökningar förliden sommar öfver de s. k. isströmmarnes rörelsehastighet. Han fann nämligen, såsom jag redan förut påpekat, hos dessa genom direkta mätningar, att isen rörde sig framåt med stor hastighet, under det lutningen var ganska ringa. Sålunda rörde sig isen i Jakobshavns isström med en hastighet af ända till 66,6 fot i dygnet. Lutningen hos isströmmens yta är dock blott omkring $\frac{1}{2}$ grad. Torsukataks isström, som är vid pass 30,000 fot bred, och hvars lutning på ytan icke uppnår 2 grader, visade på 14000 fots afstånd från kanten 34 fots hastighet i dygnet. Motsvarande hastigheter känner man icke från Europas glacierer, äfven då de hafva mycket större lutningar. Dessutom är det känt genom RINKS resor på Grönland vintertiden, att rörelsen äfven då fortgår, så att isen i fjordarne framför isströmmarne blir hopskjuten och sönderbruten.

Det måste således vara snömassornas tryck på den underliggande isen i inlandet, som föranleder isens frampressning genom de jembörelsevis trånga s. k. isströmmarne. Detta visar sig tydligt genom den ofantliga skilnaden i rörelsehastighet invid kanten och ute på isströmmen.

I sammanhang härmed vill jag äfven framhålla något af det, man har sig bekant, rörande isens beskaffenhet i det inre, samt dess förhållande till underlaget och dess ojämnheter.

Man får oftast höra talas om, att isen såväl i glaciererna som isynnerhet, der den uppträder i form af inlandsis, är ren och fri från inblandningar af sten och grus. Moränerna skola framgå på ytan af glaciererna och under deras botten. Äfven mellan glacierens väggar och isens massa kunna de finnas. Det torde väl ingen vilja förneka. Men inuti isen ingen inblandning! Och likväl blifver under sådana förhållanden mycket oförklarligt, som af olika forskare blifvit iakttaget och anfördt. Således finnas afteckningar af glacierer af AGASSIZ¹⁾, H. och A. SCHLA-

¹⁾ »Untersuchungen über die Gletscher». Atlas. 1841.

GINTWEIT,¹⁾ KARL SONKLAR EDL. VON INNSTÄDTEN²⁾ m. fl., på hvilka man kan se, huru såväl sido- som midtmoränerna ingalunda uppstå genom stenar och block, som nedrasa från de omgifvande och öfverhängande bergväggarne, utan de bildas af enskilda stenar eller samlingar af grus och stenar, som framträda ur »firn»massan, i hvilken de således måste hafva transporterats längre eller kortare väg. De bilda midtmoräner, och dessa öfvergå efter hand till sidomoräner, som förstärkas genom ras från tillgränsande sidoväggar, och hvilka här och der delvis försvinna genom öppningar mellan glacieren och bergväggen eller i sprickor, hvilka vid en del brantare stupningar genomsetta ej allenast glacieren, utan äfven moränerna. Hvart tager då allt detta material vägen? Går det med ens till botten, eller stannar det på vägen? Fortsätta sprickorna i ett ända till botten? Och äro de tillräckligt breda för att medgifva, att alltsammans går ned? Detta är naturligtvis frågor, som i sin allmänhet äro omöjliga att besvara, men att en del af de större stenarne och blocken och följaktligen äfven någon del af det mindre hopar sig i sprickorna, är likväl iakttaget. Då sprickorna vid stupningens ändpunkt åter sluta sig, måste således inneslutningar i isen, till en tid åtminstone, förefinnas, men som dessa inneslutningar ständigt upprepas, lära de väl ock ständigt finnas.

Sjelf har jag tyvärr haft mycket ringa tillfälle att få se sådant ute i naturen, och jag måste sålunda lita på, hvad andra derom framställt. Dock hade jag förliden midsommar tillfälle att färdas förbi Sulitelmas glacierer, ehuru dimma, snö och köld hindrade något vidare studium. Så mycket såg jag likväl, att i den tvära afstupningen ofvanför ändmoränen glacieren var smutsig af sand och slam, och att jemväl grus och smärre sten der syntes i isen, under det att i de sprickor, som genomträngde den lägre och till en del af ändmoränen höljda afsatsen större och mindre stenar och block hade fallit ned och sutto fastkilade, hvarjemte grus, småsten och slam lågo på utsprång och smärre afsatser nere i sprickorna.

Från Pasterzegletschern omtala bröderna SCHLAGINTWEIT, att den ena sidomoränen vid en stupning försvinner i sprickorna, och, då man sedan nedanför åter iakttaget en sidomorän i fortsättningen, är denna nybildad. Det gamla materialet, som

¹⁾ »Beiträge zur Topographie der Gletscher». 1847—48. (Zeitschrift d. d. Geol. Gesellschaft 1850).

²⁾ »Die Oetzthaler Gebirgsgruppe». Atlas. 1861.

innehöll kloritskiffer, återfinnes icke. Den andra sidomoränen gick delvis ned i en mellan glacieren och dalväggen bildad sjö och afsatte sig der. Angående moränernas massa omtalas särskilt såsom beståndsdelar »Gerölle» och sand, hvilka sålunda måste hafva varit tillformade och behandlade af rinnande vatten eller af is, innan de framträdde på ytan i form af morän. Man finner också DOLLFUSS-AUSSET¹⁾ tala om »moraines interieures» på följande sätt: »a la pente terminale et généralement dans les parois de glaces des crevasses, nous voyons des matériaux empâtés dans la glace qui arrivent à la surface par l'ablation. Parmi ces matériaux il y en a d'une gros volume». På ett annat ställe anför han: »Le glace salie par la boue glaciaire et pénétrée de graviers et de blocs s'observe tres bien au glacier du Rhône, surtout lorsque l'on pénètre sous les voûtes d'où le Rhône s'échappe». Likaså finner man redan AGASSIZ 1841, ehuru han påstår, att glacieren är fullkomligt ren, och att han endast på ett ställe deruti lyckats finna en innesluten sten, dock förklara, att den undre ytan af glacieren är städse fullkomligt plan och jemn, men sand och kiselkorn sitta dock deri, samt gifva den likhet med en rasp.

Angående förhållandena på Island, der inlandsisarne icke äro så stora, som t. ex. på Grönland, finner man hos C. W. PALJKULL²⁾, sedan han beskrifvit materialet i Sólheima och Skógasanden såsom smärre kantstötta småstenar, icke rullstenar, följande uttalande: »Men i botten af dalgången» (mellan dessa båda) »invid Fulilækrs flodbädd alldeles för ändan af skridjökeln och stödd mot denna befinner sig en tydligt utbildad rullstensås af omkring 50 fots höjd, sträckande sig rätt ut från jökelländan, parallelt med elfven. Denna ås är några hundra steg i längd med skarpt avsluttande sidor. Något längre ned mot hafvet, ehuru icke alldeles i förlängningen af denna vall, ligger en annan, likaledes af utpräglad åsform. PALJKULL framställer sedan olikheten i sammansättning mellan denna ås och de omnämnda grusfälten på sidorna för att visa, att denna ås icke kan vara en efter urskarning kvarlemnad del af dessa. Materialet är nämligen skiktad sand med större och mindre rullstenar samt äfven ett och annat större block. Vidare förklarar han, att den icke kan vara en midtmorän, som framburits af jökeln och aflagrats vid dess tillbakadragande. Ty stenarne äro rullade i jökelflven, en och annan dessutom äfven ritsad och således fram-

¹⁾ »Matériaux pour l'étude des glaciers». T. V. S. 416. 1864.

²⁾ »Bidrag till kännedomen om Islands Bergsbyggnad». 1867.

kommen under jökeln». Skiktningen i sanden utvisar dessutom, »att den bildats under långsamt utsvämmande af beståndsdelarne». »För öfrigt tyckes denna ås icke befinna sig under fortsatt bildning. En trovärdig man har berättat mig, att jökelelfven för 100 år sedan skall hafva flutit fram alldeles vid sidan af åsen, men då ändrat sin bädd». Underligt synes emellertid, att iskanten skulle hafva legat på samma ställe under hela denna tid, enär åsen ligger stödd med ändan mot jökeln och ingen hopskjutning finnes omnämnd. Iakttagelsen är otvifvelaktigt af stor vigt, men skulle hafva varit af ännu större, om man fått veta, *huru* åsen förhåller sig till isen.

Vidare berättar PAJKULL, att på Skeidararjökels ända, 50—60 fot högt, ligga »massor af sand och afrundade stenar och stora repade block, som gjort vandringen från jökels botten uppåt.

Han anför ytterligare några ställen, der åsar stryka fram längs med dalgången på ställen, som jöklarne lemnat, och säger, att detta icke i Island är någon sällsynthet¹⁾.

I RINKS beskrifningar om Grönlands inlandsis och de från denna till hafvet utgående isströmmarne får man talrika iakttagelser af vigt.

Han säger, att isbergens hufvudmassa utgöres af en hvitaktig, af fina, långdragna och parallela blåshål genomdragen is, men denna ledsagas af stora, sprickformiga, gångar af en safirblå, genomskinlig is, till hvilken de *främmande inblandningarne af grus och sten* alltid sluta sig²⁾. Dessutom träffas ofta konglomeratartade isfjäll, sammansatta af oregelbundet hopade block af olika slags is, blandad med sten och grus, hufvudsakligen i den is, som utgör bindemedlet.

Vidare säger han: Afsmältningen ger sig hufvudsakligen tillkänna genom de massor af sten och grus, som ursprungligen hafva legat inlagrade mellan isens lag, men vid isens smältning efterlemnas på ytan af den återstående isen, som derigenom blir svart och »ukjendelig» på något afstånd. På gruslagret,

¹⁾ Jag har anfört PAJKULLS yttranden i ett sammanhang, äfven det, som ej omedelbart berör nu föreliggande fråga om isens beskaffenhet, för att ej längre fram behöfva ånyo upprepa detsamma.

²⁾ »Fremmede Indblandninger, Steen og Gruus, vise sig altid som spalteformige Udfyldninger, eller ligefrem indleirede i den blaa, gjennemsigtige Iis, men aldrig i hiin normale Iis med de parallele Porer». — (»Om den geographiske Beskaffenhed af de danske Handelsdistrikter i Nordgrönland»).

som betäcker isen i Sarfarlikdalen har till och med någon växtlighet börjat rota sig.

På ett annat ställe säger RINK: »En forgrening af denne (inlandsisen) hænger nedover Dalens ene Sidevæg med 5 Flige af blaalig Iis, stærkt kløftede og sønderrevne, samt snavsede af iblandede Steen og Gruus».

Vidare: Noursoaks halfö, som stiger till 6000 fots höjd, har ett särskildt täcke af inlandsis, från hvilket jöklar genom smala dalar nedtränga mot eller till hafvet. Dessa jöklar medföra på sin yta och i sitt inre stenar och block af annan art än dalväggarne på ömse sidor om klyften. En af dem — Sokak — är i stærkt afsmältningstillstånd. Dess ytterkant »er ganske forsvunden under det Gruus og de Steene, som have været indsluttede i lisen, og som blive liggende paa den efterhaanden, som den smelter, ligesom man seer at gammel Snee, der har ligget længe og töet, gjerne er smudsig af jord og Stöv. Først flere hundrede Alen fra stranden, hvor der staar en Huustomt, sees den faste Iis at skimte frem af denne Bedækning». — En annan — Tuaparsoit — går icke närmare stranden än $\frac{1}{4}$ mil. Denna jökkel är, trots dess betydliga storlek, »ukjendelig fra Søen af; den er ganske sort af paaliggende Steen og Gruus, som skjule lisen. Denna saavel som de lange Steendynger, der strække sig hen foran den, paa hver Side af Kløften, tyde paa, at Jökelen tidligere har naaet længer ud, og for Öieblikket smelter af og trækker sig tilbage». — En tredje klyfta Sarfarfik har också en stor jökkel, $\frac{1}{2}$ mil från stranden, under stark afsmältning. Dess yttersta kant stupar brant och är dold af grus och sten, så att isen blott kan ses i sprickorna. Äfven midt på jökeln ser man litet gräs.

Den stora isen, från hvilken dessa jöklar utgå, träffas på 4800 fots höjd öfver hafvet.

Dessa samma jöklar besöktes 25 år senare af A. HELLAND, som om de der skedda förändringarne lemna några uppgifter¹⁾. Angående »Tuaparsuit» säger han, att dess afstånd från hafvet är ungefär detsamma, som RINK angifver. Den är i hög grad »snavsset og fuld af erratiske Blokke». Bräen har höga sidomoräner, som sträcka sig i en tredubbel rad längs densamma och ett stycke nedanför dess ända, således utvisande, att den fordom sträckt sig längre. — Angående Sokak (Sorkak

¹⁾ »Om de isfyldte Fjorde og de glaciale Dannelser i Nordgrönland».

A. H.), som för 25 år sedan var i starkt tillbakavikande, nämnes, att den 1875 gick ut i hafvet med en 80 fot hög kant och med en »mäktig» morän. Nu står den med en förklyftad och ren ismassa.

Längst i norr vid Upernivik såg RINK i närmaste delen af isslätten enskilda, öformiga, landpartier, s. k. Nunataker, uppenbart topparne af de berg, som äro begrafna under isen. »Men märkeligt er det, at man hiinsides disse Bjergtoppe seer den höie Isslette bedækket med Masser af Steen og Gruus, som danne sorte Striber, der gaee i Retningen hen imod det Sted, hvor Iisen bevæger sig og Iisfjeldene bryde af. Thi bag ved disse Striber sees intet Land, hvorfra disse Brudstykker af Klipperne kunde hidrøre».

ROB. BROWN ¹⁾, som 1867 från Jakobshavn försökte komma in på isen, meddelar, att gletscherändan här och der var täckt med »Gerölle, Schlamm, Sand und Kies». Hans tillagda förklaring att alltsammans var »von den überhängenden Klippen herabgefallen», är naturligtvis oantaglig, såvida det icke möjligen der förr af en högre nående is blifvit aflagradt. Sannolikare synes, att ursprunget kunde vara den af honom högre upp träffade sidomorän, som bestod af »Thon und Gerölle», och hvars beståndsdelar således på en sträcka skulle hafva tagit sin väg genom isen.

I A. E. NORDENSKIÖLDS berättelse om hans försök att bevandra Grönlands inlandsis ²⁾ finner man den uppgiften, att moräner och större stenar blott finnas vid utkanten, der isen stöter mot land. »Längre än en kabellängd från randen träffar man inga stenar på inlandsisens yta», men deremot är iskanten »öfverallt beströdd med smärre stenbitar». Dessa måste således komma ur isen.

Angående förhållandena på Grönlands östkust meddelar J. PAYER ³⁾, att Tirolerfjord var omgifven af syenitgranitberg, refflade och slipade, i fjordens bakgrund till 700 och vid fjordmynningen till 500 fots höjd. Derofvan voro klipporna ojemna och sönderspruckna. Nu begränsades isströmmen inne i fjorden af en 150 fot hög ändmorän. Vid södra foten af det Kap Antonie bildande fjället såg han en gammal sidomorän på 500

¹⁾ Se Petermanns Mittheilungen. 1871.

²⁾ Ö. af K. V. A. Förh. för år 1870.

³⁾ »Die Zweite Deutsche Nordpolar-Expedition». 1869—70. (A. Petermanns Mittheilungen 1871.)

fots höjd. »Der Grat dieses viele Jahrtausenden alter Schutt-walles hob sich als scharfe dachfirstartige Kante von Block-hängen unter den Wänden ab. Der petrographische Charakter ihrer Massen sowohl als auch das den Moränen eigenthümliche Steinmehl unterschieden sie deutlich von jenen». På en annan stor glacier »tief im Inneren Grönlands» såg han fem utmärkta midtmoräner, som voro af den sig tillbakadragande isströmmen afsatte, i redan till en del med växtlighet betäckta, terrasser.

På ett ställe, der PAYER besteg en glacier, som utmynnar i Frans Josefs fjord, fann han, huru flere midtmoräner vid tillhörande glacierarmars förening till den stora glacieren uppslukades och försvunno.

Ändan af denna glacier var »schuttbedeckt» sammanhängande, men detta täcke förgrenade sig uppåt i fyra midtmoräner. Glacieren hade dock vid ändan 3000 fots bredd samt var 300 fot hög.

Slutligen må jag anföra ännu några af A. HELLANDS iakttagelser från förliden sommar.

Angående isbergens renhet är det en sedan gammalt känd sak, iakttagen af många polarresande, att de i allmänhet äro rena, men att en del af dem föra stora block samt massor af grus och sten. HELLAND säger: »Overfladen af de fleste Isfjelde er ren, uden Stene, nu og da ser man et Isfjeld med Stene paa, og hist og her mindre Isfjelde, der er helt bedækkede med Stene og Snavs».

Vidare har han iakttagit, att här liksom på Alpernas glacierer träffas »kegleformede Partier af Sand og Smaasten, dog saaledes; at Sanden og Smaastenen kun optræder i Overfladen; thi skaffer man denne bort, saa sees de indre Dele af disse Gruskegler at bestaa af Is». Dessa förekomma nära kanten af inlandsisen.

Under det sidomoränen vid Ilardtlet knapt hade manshöjd, var den nedanför isströmmen 50 fot hög.

Många andra iakttagelser finnas der samlade, men författaren hade ett särskildt mål för sin resa och det här anförda synes hufvudsakligen vara sådant, som vunnits vid sidan af hans egentliga undersökning.

Af allt det ofvan sagda finna vi, att det måste betraktas såsom en bestämd regel, att en del af isen — den undre — innehåller en massa föroreningar af rullade stenar, af större och kantiga block, af sand och grus, att en del af detta material torde vara

omedelbart efter lösgörandet från klippväggarna inneslutet i isens massa och i denna nedtransporterad utan att undergå någon synnerlig förändring till sin form, under det att en annan del före sin inneslutning i isen måste hafva varit underkastadt en större friktion dels under isen dels mellan isen och de uppsticande höjderna, som isen har att passera, och hvilka höjder somligstädes — i isströmmar och glacierer — kunna nå upp till den öfver isens yta, men i egentlig inlandsis blott nå högre eller lägre upp i dess massa.

Om vi nu först taga i betraktande den s. k. *strandvalls-teorien*, så finna vi, att den icke kan förklara, huru strandvallar kunna uppstå i dalar, och ännu mindre på höjder, dit hafvet bevisligen icke nått.

Den har också svårt att visa, huru en rad af åsar kunnat uppstå den ena utanför den andra, den yttre ofta vida högre än den inre.

Den kan icke förklara, huru åsarne kunnat bildas på så olika nivåer, som man nu finner en och samma ås intaga, vid hafvets nuvarande yta och på mera än 1000 fots höjd deröfver.

Den kan icke förklara, hvarför åsarne ofta framgå i nästan rät vinkel mot den hvarfviga lerans utbredning, hvilken dock måste utvisa hafvets ungefärliga kontur vid den tid, då åsarne bildades. Åsarne gå sålunda icke, som man påstått, i det närmaste parallelt med den forna strandlinien. De flesta af dem skära denna i en vinkel, som mer eller mindre närmar sig den räta.

Den kan icke förklara biåsarnes tillkomst.

Den kan icke förklara åsgroparna genom annat, än en ord-sammansättning utan grund och utan betydelse, såsom t. ex. »gyratoriska rörelser», hvilka om de förefunnes, endast borde kunna ursvarfva ett rundt hål, men ingalunda en åsgrop, hvilken ofta har en ganska stor bredd, men oftare en ännu större längd.

Den kan icke förklara, hvarför dessa »gyratoriska rörelser» gemenligen inträffat midt på åsryggen, lemnande en vacker och väl utpräglad, men oftast smal, rygg på vardera sidan, eller huru en sådan långsträckt åsgrop genom smala och väl utbildade tvärryggar kan vara delad i flera i rad efter hvarandra liggande.

Den har icke försökt att förklara åsgrafvarne.

Den kan icke gifva något skäl, hvarför en ås, när den skall öfverskrida en mötande djup dal oftast delar sig i en mängd, höga och vackra, men isolerade, kullar, icke heller, hvarför den i en, i åsens riktning framgående dal eller på en långsamt sig sänkande högslätt fortgår utan något afbrott.

Den kan icke säga, hvarför åsarne i allmänhet gå i samma riktning som refflorna, och hvarför de vika undan för mötande höjder, der en dal i närheten bereder dem en lättare väg att komma fram.

Åtskilliga andra förhållanden skulle kunna nämnas, men de redan anförda torde tillräckligt visa ohållbarheten af denna teori.

Att likväl en del bildningar finnas, som verkligen äro *strandvallar*, vill jag visst icke förneka, men de hafva med åsarne föga annat gemensamt än formen. Någongång hafva de också ett innehåll, som erinrar om rullstensgrusets, men de hafva icke rullstensåsarnes riktning. De äro oftast vida yngre. De höra stundom till och med till nutidens bildningar. Någon gång torde det vara svårt att bestämma, om det är en ås eller en strandvall, man har för sig, men i de flesta fall torde det lätt låta sig göra. Några exempel på dylika strandvallar har jag i det föregående anført.

Om vi nu öfvergå till *erosionsteorien*, så finna vi, att den grundar sig på antagandet af en obevisad och — jag kan tillägga det — obevislig öfversandning af Sverige till en höjd af många hundra eller kanske till ett par tusen fot.

Den har likaså svårt att åter bortskaffa den obehöfliga sandmassan, sedan denna spelat ut sin roll.

Den kan icke förklara, hvarför åsarne öfver Upland-Södertörn gå i norr och söder från haf till haf.

Den kan icke gifva något skäl för, att traktens bergarter kunna inverka förändrande på rullstensgrusets sammansättning; ej heller hvarför åsarne i sitt lopp visa sig beroende af jordytans relief, till och med om förutsättningen, att beroendet skulle vara inskränkt till trakter, som ligga mera än 300 fot öfver hafvet, visat sig hålla streck.

Den ger deremot en lätt och god förklaring öfver åsarnes slingrande lopp, öfver biåsarnes bildning samt öfver åsgropar och äfven öfver åsgrafvar.

Den har emellertid så många skäl emot sig, att den numera knappt torde räkna några egentliga anhängare.

Äfven i afseende på denna teori får dock medgifvas, att den på vissa områden kan hafva ett berättigande. Det finnes otvifvelaktigt i en del dalar bildningar, som mer eller mindre erinra om åsar, och som äro bildade genom utskärning af den dalen genomrinnande elfven. Till sådana torde kunna räknas en del af de s. k. niporna i Norrlands floddalar. Men deremot synes det mig säkert, att den såsom bevis för erosionsteoriens verklighet af A. M. JERNSTRÖM¹⁾ anförda åsbildning är en verklig rullstensås, och ingalunda en sådan »nipa».

Han säger (sid. 127): »Men det bästa exemplet på, att vattendragen sålunda kunna förändra sin strömfåra och qvarlemna en ås i dalens midt lemna oss förhållandena vid Kenischkuoschki mellan Kenischjäyri i söder och Pukseljäyri i norr i Utsjokidalen. Sjelfva dalbotten mellan de på sidorna uppstigande 300—400 fot höga bergsbranterna torde hafva en bredd af 1200' till 1500'; i dess midt stryker en mycket skarpt markerad ås, som på högsta stället närmare södra ändan är omkring 70' hög med 15'—20' bred ryggekam, i hvilken träffas en liten åsgrop, 4' djup och 6' i diameter; norrut sänker sig åsen mer och mer, så att den vid norra ändan, der den afskäres af forsen, är 30'. Elfven kröker här åt V. På andra sidan stiger åsen åter till 30' à 60' höjd och stödjer sig mot sjelfva bergväggen, tills den sänker sig mot stranden af Pukseljäyri». JERNSTRÖM anser, att elfven fordom gått på andra sidan om åsen, och att denna varit sammanhängande. Han omnämner den djupa dalsänkningen vester invid åsen och de der ännu befintliga smärre vattensamlingarne. Dalen skulle då före genombrottet hafva varit fylld med grus till höger om åsen; men han medgifver dock, att några tydliga återstoder af denna förmodade fyllning icke finnas kvar. Ej heller finnas sådana på vestra sidans bergväggar. Åsen består af 6'—8' rullstensgrus och derunder »mera grof sand». Skildringen visar tydligt, enligt mitt förmenande, att det är en verklig rullstensås med sin åsgraf, och dess riktning i dalen, jemförd med dalens krökning, öfverensstämmer aldeles med, hvad den borde vara.

Hvad *moränteorien* beträffar, har mot denna blifvit framhållet, att en inlandsis, då den täcker hela landet, dess höjder

¹⁾ »Material till Finska Lappmarkens geologi». Helsingfors 1874.

och dalar, icke kan hafva några moräner. Dessutom äro moränerna till sin sammansättning så olika med rullstensåsarne, att ingen förväxling dem emellan bör kunna ske. Dock må anmärkas, att sidomoränerna, sådana de träffas på en del ställen i Alpernas dalar, genom form och innehåll synas ganska mycket erinra om våra åsar, ehuru man i dessa sidomoräner någongång träffar repade stenar, hvilket man icke hittills gjort i våra åsar¹⁾. Sålunda är t. ex. beskrifningen²⁾ på »la Serra» i Piemont så erinrande om våra åsar, att man icke kan undra på, om en person, som sett denna, men icke våra åsar, eller icke lärt känna dem i detalj, skulle vilja förklara dem för ett och samma. Dock finnes åtskilliga svårigheter för antagandet af *moränteorien* i ordets egentliga eller hittills varande bemärkelse. Då jag likväl i det följande kommer att ännu vidare yttra mig om dessa förhållanden, kan jag nu lemna denna teori med förklaring, att den äfven är oantaglig, sådan som den hittills blifvit framställd.

D. HUMMELS teori brister i bevisning i några rent fysikaliska förhållanden. En stillastående inlandsis, som denna teori — enligt min uppfattning — nödvändigt fordrar, har inga sprickor. Ty sprickorna uppkomma vid rörelsen, då spänning i isen af en eller annan anledning uppstår, men de sluta sig åter, då anledningen upphör.

Äfvenså saknas fullt skäl för antagandet af isdalarne, och hvarför dessa skulle utbilda sig just så, som åsarnes nuvarande lopp fordrar det.

Dessutom är det genom stenräkningar i mellersta Sverige bevisadt, att åsarnes material i allmänhet är transporteradt utan afseende på lutningar och motlutningar, men, om HUMMELS teori vore riktig, borde väl alltid materialet vara transporteradt efter markens lutningsriktning.

Om anledningen, hvarför åsarne vid öfvergångar öfver djupa mötande dalar fortgå i samma riktning, men i form af en kedja af kullar, torde den också svårligen kunna lemna en tillfredsställande förklaring.

Äfvenså huru de repade stenarne i bottenmoränen så hastigt kunna förlora sina repor och blifva mattslipade.

¹⁾ Utom det omnämnde i sommar af mig vid Vimmerby gjorda fyndet af en sten med spår af refflor.

²⁾ CH. MARTINS et B. GASTALDI. »Essai sur les terrains superficiels de la vallée de Po, aux environs de Turin, comparés à ceux de la plaine Suisse». (Bull. de la Soc. Géol. de France. T. VII).

Likaså har denna teori något svårt att förklara åsgroparne eller åtminstone, huru de kunnat bibehålla sig oskadade efter sin bildning.

Att således denna teori, oaktadt det myckna på dess utarbetande nedlagda arbetet, och oaktadt de viktiga utredningar, som i sammanhang med dess framställande blifvit verkställda, icke är tillräcklig för att förklara åsfenomenet, synes mig obestridligt.

Återstår då endast N. O. HOLSTS förklaringsätt. Detta grundar sig dock egentligen endast på antaganden. Af dessa äro åtskilliga stridande mot all hittills förvärfvad erfarenhet, och jag vill därför förmoda, att författaren efter ytterligare erbjudet tillfälle sjelf kommer att på sin teori tillämpa sin sats¹⁾: »Det viktigaste stödet för hvarje naturvetenskaplig teori är den omedelbara iakttagelsen». Intilldess anser jag den ej behöfva särskild vederläggning.

Då, såsom af det föregående synes, ännu ingen tillfredställande förklaring öfver rullstensgrusets bildning finnes offentliggjord, anser jag mig böra framlägga den åsigt, till hvilken jag kommit.

Såsom jag i det föregående visat, tillhör rullstensgruset inlandsisens sista skede. Då dess hufvudsakliga utbildning i hithörande trakter är i form af åsar, och rullstensfälten endast äro undantagsbildningar, kan jag tills vidare lemna dessa sistnämnda åsido.

Åsarne äro på en gång beroende af markens lutningsförhållanden och oberoende deraf och detta såväl på större som mindre höjd öfver hafvets nuvarande yta. Man kan för att förklara detta, icke nöja sig med att antaga, att landets relief efter åsarnes bildning undergått mer eller mindre betydliga förändringar, ett antagande, hvilket dessutom vid närmare granskning af de lösa jordarternas förhållande till den fasta refflade berggrunden visar sig vara helt och hållet obefogadt. Jordytans relativa höjder måste vara ungefär desamma i dessa trakter nu, som de voro under öfverisningens tid. För detta påstående skulle kunna anföras åtskilliga bevisande omständigheter, men då frågan härom är af jmförelsevis ringa betydelse för förklaringen af den nu föreliggande, torde ej vara skäl att dermed sysselsätta sig, helst som en del af dessa skäl i alla fall temligen tydligt framgå ur

¹⁾ »Om de glaciala rullstensåsarne». G. F. Förh. B. III, s. 104.

det redan anförda och ur det, som ytterligare kommer att anföras. Om vi emellertid fästa uppmärksamheten på, huru en del åsar framgå i skydd af Kilsbergen och dervid afvika från refflorernas normalriktning, men, då de lemna detta skydd, fortgå i nyss nämnda riktning;

om vi vidare komma ihåg åsarnes undanvikande för mötande tvärrare höjder för att i stället framgå genom dalar mer eller mindre långt åt ena eller andra sidan;

om vi noga beakta, att detta undanvikande sker redan på ej obetydligt afstånd, aldeles som om åsarne haft kännning af höjden ett godt stycke, innan de, fortsättande i sin förra riktning, skulle hafva nått den;

om vi ytterligare tänka på de svaga bågformiga böjningarne åt ömse sidor, som åsarne under sin fortgång öfver slätten varit underkastade;

om vi iakttaga, att åsarne i dalar vanligen icke gå rakt fram genom dalens midt, utan intaga ett läge sådant, som hufvudströmmen i en genom dalen framgående, densamma fyllande, vattenmassa skulle intaga;

om vi vidare erinra oss, huru åsar utträda ur alla betydligare dalar i Kilsbergens höjdsträckning, hvilka gå någorlunda i refflorernas normalriktning, men deremot undvika de lägre liggande dalarne, som icke stämma med normalrefflorerna;

om man i afseende på åsarnes material fäster sig vid dess öfverensstämmelse med bottengruset, samt iakttager, att på åskärnans yta och under hafsbildningarne, som bilda skalet, stundom träffas ytgrus och kantiga block, hvilka följaktligen måste tänkas vara afsatta på åsarne redan före deras sänkning under hafvet, isynnerhet som block och sannolikt äfven ytgrus jemväl finnas på åsar, som icke blifvit sänkta under hafvet;

om man sammanställer allt detta, måste man, synes det mig, komma till det resultat, att åsarnes kärna är bildad såsom en *inlandsisens undre del ingående och med densamma rörlig inlagring, såsom en inre morän.*

Enligt hvad jag i det föregående sökt utreda, måste man antaga, att inlandsisen haft olika rörelseriktning i sina öfre och i sina undre lager. De öfre, som äro oberoende af höjderna, framgå ungefär i samma riktning, till dess de stöta på något hinder af det ena eller andra slaget. De måste tänkas utgå radielt från centralpartiet, der det drifvande trycket verkar. Isens väg utvisas af normalrefflorerna på höjderna. De undre lagren

åter måste foga sig efter markens ojemnheter; de måste fylla och följa dalarne och fördjupningarne, så att den öfre delen af isen deröfver lättare kan glida fram. Att följa dessa islagers väg, är svårare, helst som refflorna just i dalarne i allmänhet äro täckta af mäktiga jordlager. På ett och annat ställe får man dock se dessa undantagsrefflor och dithörande berghällars stötsidor, hvilka ofta visa sig helt och hållet afvikande från de normala, ja! så mycket, att de gå i motsatt riktning. I Norges dalar är detta fenomen lätt att iakttaga och äfven sedan gammalt bemärkt. När dessa undre lager fortgå någorlunda regelbundet, såsom på Nerikesslätten, i Upland och Vestmanland, utbildas också åsarne regelbundet; när de framgå öfver en mycket kuperad terräng och således i tätt och ofta förändrad riktning, blifva också åsarne oregelbundna och afbrutna, såsom i Södermanland.

På detta sätt låta tydligen en hel mängd af de hittills oförklarliga eller svårförklarliga delarne af åsfenomenet med lätthet tolka sig. Den enda svåra punkten är, att man i allmänhet icke ser något grus o. d. i hvarken glaciärer eller inlandsis. Likväl finnes sådant der, enligt hvad jag i det föregående haft tillfälle att visa. Det vore också a priori högst oantagligt, att sten och grus endast skulle finnas på isens yta samt under dess botten och äfven i dess aldra understa del. Men om denna understa del sträcker sig upp några 100 fot öfver isens underyta, så behöfves sannolikt icke mera för att förklara åsfenomenet.

Hvarför materialet i åsarne bör stå i nära samband med bottengruset, men äfven hastigt lida inverkan af förändring i omgifvande bergarter, är på detta sätt lätt att förklara. Då inlandsisen fortgår genom en dal eller uppför en höjd och dervid under sig förer bottenmoränen framåt, måste ju en del deraf vid utträdet på den lägre marken framför dalens mynning eller bakom den mötande tvärryggen i stället för att fortfarande följa under isen indragas deri och sedan, innesluten mellan islagren, framgå på större eller mindre höjd öfver den fasta berggrunden¹⁾. Men derjemte kommer en del af dessa inneslutningar från sido- och midtmoränerna. Båda dessa slags moräner, som ju egentligen endast äro af ett och samma slag, bestå nämligen af två delar: en öfre på isens kant invid eller nära

¹⁾ Här får man också en lätt förklaringsgrund för det af A. ERDMANN omnämnda och på de geologiska kartorna lätt synbara faktum, att åsarne ofta börja vid kammen af en mot norr brant stupande tvärrygg och der ej sällan uppträda i vida större antal än förut.

dalväggen liggande, till stor del bestående af kantiga block och stenar, sådana, som de frigjorts från de omgifvande bergen, och en undre mellan dalväggen och isen liggande och derstädes genom isens rörelse till andra trakter medförd, hvarvid dess stenar, under det de repat och slipat bergväggarne, sjelfva blifvit afnötta, rundade och slipade. Att så är förhållandet, är sjelfklart, då man känner, att i de flesta fall under smältningstider ett öppet mellanrum uppstår invid bergväggarne, och då man vet, att dessa sistnämnda likaväl, som botnen, äro repade och slipade så långt, som isen nått. Att dessa samlingar af sten och grus också deltaga såsom integrerande delar vid isens rörelse och sedan i sin mån bidra till åsbildningen, är högst sannolikt. När två sidomoräner vid sammanflödet af två glaciärer förena sig, måste väl också deras undre delar förena sig. Det uppstår sålunda en midtmorän på ytan och en i isens undre del. Denna senare kan väl under vissa förhållanden tänkas ingå i bottenmoränen, men det är lika sannolikt, att den kommer att fortsätta såsom ett sten- och gruslager mellan islagren.

Och hurudant skulle då materialet i detta lager vara? Det skulle bestå af rullade eller åtminstone rundade stenar, större och mindre, samt af en del grus och sand, men det finaste slammet borde vara bortfördt af det i klyftan invid bergväggen genom den undre sidomoränen framsipprande eller framrinnande smältningvatnet. Det skulle vara rullstensgrus, utom att rullstenarne åtminstone delvis vore repade. Under isens rörelse framåt skulle dock dessa materialer nötas mot hvarandra, sanden och gruset skulle nöta bort reporna från rullstenarne, hvilka sålunda skulle erhålla en mattslipad yta, öfverdragen af slippulfver. Som rörelsen hufvudsakligen skulle bestå i skjutning eller skufning framåt, skulle afnötningen verka starkast på öfre och undre ytan. Stenarne borde blifva något mera plattade, än de redan förut kunde vara. Deras läge längs eller tvärs för komme att bero på isens rörelse på stället, om denna vore hastigare eller långsammare, och hvarest inom isströmmen stenarne lägo.

På dylikt sätt skulle äfven bottengrusets material blifva behandladt.

Omkring inneslutna och åter ur isen framkommande stenar har man alltid sett, att isen varit fastare och hårdare än eljes. (AGASSIZ). Grus och stenlagren äro bundna vid de klara ispartierna, men finnas icke i den blåsiga isen (RINK). Dessa fakta tyda på att i närheten af stenar, som äro i isen inneslutna, före-

trädesvis uppkommer smältning, kanske genom den vid stenarnes gnidning mot hvarandra frigjorda värmen. Uppkommer der smältning och följaktligen vatten, så bör äfven transport af finare slam och sand ske, således äfven uttvättning och omflyttning af en del af moränernas beståndsdelar. Vi se också ej sällan i en ås, huru den efter sin längdsträckning öfvergår från mera rullstenig till grusig och sandig.

Om nu sålunda i isens undre delar uppstått dylika mellanlager af rullstensmaterial, hvilka efter hand utsträckt sig i öfverensstämmelse med landets kontur så långt, som isen nådde, måste i de yttersta delarne, der isen naturligtvis var jemförelsevis ganska tunn, rullstensgruset snart komma fram i ytan eller också nå ned till botnen. I hvilketdera fallet skulle här uppstå rullstensafslagringar (»rullesteenssand», »decksand» e. d.) som antingen utbredde sig i jemna fält eller bildade mindre ryggar på större fält, hvilka efterhand ökades genom nytillförda massor.

När sedan genom nederbördens aftagande och isens afsmältning, tjockleken hos istäcket öfverallt minskades, drogo sig yttergränserna tillbaka, och slutligen upphörde isens framåtskridande, då trycket blef för ringa, att sätta hela ismassan i rörelse öfver berg och dal. Enstaka partier kunde visserligen fortfarande skrida framåt, der terrängen var gynsam, men i det hela måste ett stillastående hafva uppstått. Isen smälte alltmera. Smältningvatnen framgingo väl, liksom på Grönland nu, kortare och längre sträckor ofvanpå isen, men förr eller senare togo de sig ned till botnen och framgingo efter de naturliga, af markens lutning betingade, riktningarne. Efterhand kommo de öfversta stenarne och blocken i dagen och aflagrades på blottade höjder eller sjönko vidare mot djupet med den aftagande isen. Ytgruset samlade sig mer och mer och ökades här och der genom från de blottade bergen af kölden lössprängda delar. Rullstensbildningarne kommo också i dagen, delvis täckta af ytgrus och block. Der dessa höljen på isen voro mera sammanhängande, såsom fallet företrädesvis var med rullstensbäddarne, skyddade de isen, så att denna under dem bibehöll sig osmält, medan den smälte bort, der den var obetäckt. Här och der hade rullstensmassorna mindre tjocklek eller voro icke sammanhängande. Der tillsvämmades genom smältningvatnen sand och grus i skydd bakom och mellan rullstensskullarne. På andra ställen hade rullstensbädden delat sig i grenar (till exempel vid föreningen mellan två »inre moräner»), så att isen låg blottad, omgifven

af rullstensgrus. Der uppstodo hålör, i allmänhet långdragna till följd af isens rörelse — början till de blifvande åsgroparne. Smältningen fortgick. Den nådde bottenlagren. Detta skedde först, der isens betäckning var minst, hvilket borde vara i närheten af åsarne, hvilka nu bestodo af is, öfverhöjd af rullstensgrus. Hit strömmade vatnen ned. Här gingo de fram, tills de nådde de naturliga dalarne. Dervid bildades åsgrafvarne dels i sandbäddarne, som underlagrade åsen, dels i krossgrusbäddarne vid sidan deraf. Småningom smälte också isen inuti åsarne. Rullstensgruset satte sig efterhand och bildade åsen stundom med en stundom med flere ryggar, allteftersom bredden var stor. Var bredden mycket stor, kunde till och med en oregelbunden hop af kullar uppstå. Sist hunno de delar till stadga, der ryggen framgick öfver djupa tvärdalar. Här sänkte sig rullstensmassan mot djupet; sprickor bildades; isen blottades och afsmälte mellan de enskilda styckena; koniska spetsar ordnade i rad uppstodo.

Der åsen framgick snedt öfver eller längs efter en långsgående dal, blef deremot förhållandet ett annat. Somligstädes blefvo åsryggarne qvar på långa sträckor. På andra ställen underskars isen af de framflödande smältningvatnen. Den brast och rullstensgruset bortfördes af strömmarne, hvarigenom stora luckor i åsens sträckning föranleddes.

Der åsen framgick öfver en slätt eller utför en jemn sluttning, der gick isens smältning inuti åsen så småningom och allt blef sammanhängande. En regelbunden ås uppstod.

När en ås hade sin sträckning såsom t. ex. Upsalaåsen mellan Upsala och Kalmarsand, än på en än på en annan sida begränsad af djupa dalgångar, under det att större slätter eller jemnare mark utbredde sig på den motsatta, blef stupningen naturligtvis brant mot dalen, långsluttande mot slätten. Således blir denna vexlande, när höjdernas läge bestämt isens väg än på östra än på vestra sidan om dem.

Likasom man ser midtmoränerna på en glacier flyta tillsammans och förena sig med sidomoränerna, så kan naturligtvis äfven hafva skett med rullstensbanden i isen. De rördes framåt i en mer eller mindre spetsig riktning mot hvarandra och slutligen förenade de sig eller kommo åtminstone i närheten af hvarandra.

Vid afsmältningen uppstod då en gaffelformigt delad ås — hufvudåsen med sin biås. — I föreningslinien inuti vinkeln

borde då naturligtvis uppstå en jemn båglinie, beroende på vinkelns gradtal och åsarnes relativa storlek.

Så vidt jag kan se, förklarar sålunda detta bildningssätt alla åsarnes mångfaldiga och olikartade egenskaper.

Återstår ännu en sak att taga i betraktande i sammanhang härmed, nämligen *svallgruset*. I enlighet med namnet, som blifvit detta grus gifvet af A. ERDMANN, bör förklaringen öfver dess tillkomst sökas uti svallande vågor, som omlagrat och omsorterat, rullat och rundat krossgruset, samt utplånat refflorna på jökelsestenarne. Detta grus förekommer såsom större fält på vissa höjder öfver hafvet, på sådana, som väl med sannolikhet kunna anses hafva utgjort grund eller skär i detsamma, då hafvet stod som högst. Så är t. ex. förhållandet med Käglan i Nerike, Kolmorden m. fl. trakter. På andra håll bildar det sluttande terrassformiga afsättningar utefter bergväggarna. Så t. ex. efter Kilsbergen på långa sträckor, efter Kolmordens södra fot så långt jag haft tillfälle följa den o. s. v. Detta grus fortsättes ofta utåt med sandlager, nedåt med bottengrus.

Följer man detsamma på någon längre sträckning, der det ofta är genom grustag öpnadt, såsom t. ex. efter Bråvikens norra strand, skall man städse se det i någon mån skiktadt och skikterna stupande utåt från berget. Det synes häraf antagligt, att detta grus, åtminstone i många fall, utgör lemningsarne af de forna sidomoränernas undre lager, hvilket blir så mycket troligare, då man ofta finner bäddarne af detta grus täckta med massor af stenar och block, hvilka böra motsvara den egentliga sidomoränen.

Sannolikt synes äfven, att en del af svallgrusfälten utgöra, så att säga, försök till bildning af rullstensgrus, ehuru icke förhållandena lämpat sig för dess normala utbildning.

Slutligen må här mitt förklaringsätt öfver tillkomsten af rullstensbildningarne i ett sammanhang i korthet framställas:

1. Åsarne bestå af tre skilda delar, tillhörande olika tider: skalet, kärnan (den egentliga åsen) och underlagret, af hvilka det första och sista ofta saknas. Skalet är dels glacialt dels postglacialt och bildadt i hafvet; kärnan är glacial och bildad i isen; underlagret tillhör istidens första skede (tiden för inlands-

isens tillväxt) och är bildadt framför iskanten genom glacierefvarnes tillsvämmande verksamhet.

2. Det egentliga rullstensgruset bildades i form af »inre moräner» inuti isen i dess undre delar, der rullstenarne genom nötning och framskufning tillplattades, mattslipades, beröfvades sina repor och täcktes med slippulfver. Materialerna omlagrades dervid till någon del.

3. Rullstensgrusets material är dels bottenmoränen, dels sido- eller midtmoränernas undre delar.

4. Rullstensgrusets material tilldanades under hela istiden; men dess nuvarande yttre former under istidens allra sista skede.

5. Från de olika dalarne kommo rullstensband, af hvilka en del fortgingo parallelt eller nära parallelt, en del åter träffade tillsammans och förenade sig med hvarandra.

6. Vid föreningspunkten uppstodo ej sällan mellanrum, der endast is, men ingen rullsten fanns. Dessa mellanrum, som vanligen i följd af tillkomstsättet voro utdragna på längden i åsens riktning, gäfvo sedan upphof åt åsgropar.

7. En del åsgropar uppstodo af andra anledningar, då rullstensbanden af en eller annan orsak vid kanten eller på midten blefvo tunnare eller försvunno. Orsakerna kunna naturligtvis hafva varit mångahanda, men torde hufvudsakligen hafva berott på isens inre oregelbundna rörelser.

8. Åsarnes yttre form uppstod derigenom, att den inre moränen vid isens afsmältning trädde i dagen och skyddade sitt underlag, hvilket efterhand och långsamt försvann, hvarvid åskärnans material »satte sig», allteftersom isen smälte. Vid samma tid och af motsvarande anledning tillkommo åsgroparne, der den inre moränen på ett eller annat ställe icke fullt täckte isytan.

9. Åsgrafvarne äro bildade vid åsformens tillkomst genom inverkan af smältningsvatnen på den här först blottade jordytan.

10. Krökningarne åt ömse sidor om åsens normalriktning bero på den sammanpressning, istäcket led, då det, framgående öfver en slätt, stötte emot en mötande större höjd.

11. Krökningarne vid mötet med en större höjd, som ej af den »inre moränen» kunde passeras annat än genom en åt ena eller andra sidan liggande sänkning eller dal, och hvilka städe synas börja och fortgå på ej ringa afstånd från den mötande höjden, måste bero på ett förskjutbart, men dock temligen styft, medium, i hvilket åsarnes ursprungliga material var inne-

slutet, och med hvilket det måste röra sig. Detta material kan ej hafva varit annat än is.

12. I en krokig dal kröker sig åsen ännu skarpare än dalen, alldeles som förhållandet skulle vara med en flod eller med en glacier, en isström e. d.

15. Åsarnes afbrott vid öfverskridandet af en djup tvärdal kan till en del bero på urskärning genom rinnande vatten, som följde den naturliga vägen efter markens lutning, men hufvudsakligen äro de samtida med åsformens utbildning och bero på »sättning», som i den djupa dalen blefvo större, än att sammanhanget hos åsens rygg kunde bibehållas, såsom på de långsamt sig sänkande eller nära vågrätt liggande trakterna.

14. I längddalarna deremot bero de afbrott, som förekomma, till större delen på bortsvämning genom de här längs åsen framgående smältningsvatnen. Derfor ser man i sådana dalar antingen sammanhängande eller också endast sporadiska åsbildningar.

15. Ytgruslagren och de äldre blocken äro af isen kvarlemnade på åskärnans yta. Anledningen, hvarför de endast förekomma här och der på åsryggen, men då ofta öfver en ej obetydlig yta, måste väl sökas deruti, att rörelsen inom olika lager af isen går i olika riktningar, och att således t. ex. en och samma midtmoräns öfre och undre del på längre eller kortare afstånd från utgångspunkten måste befinna sig öfver olika platser i dalen, hvarvid deras riktninglinier skära hvarandra.

16. Att åsarne oftast äro släta och jemna på ytan samt fria från block, under det omgivande krossgrusmarker äro höljda med dylika, torde väl få söka sin förklaring deruti, att dessa materialer varit mera spridda i isen (eller kanske först under afsmältningen ditkommit), hvarför solen och den varma luften haft mera tillfälle att verka på den del af isen, på hvilken de lägo än på den, der den inre moränen, som sedan bildade åskärnan, genom sin större massa och täthet uteslöt värmen, hvarigenom redan under denna tid åsarne komma att intaga ett något dominerande läge.

17. Stora rullstensfält bildades dels vid inlandsisens yttre delar dels ock på ställen, der rullstensmassor tillfördes i dalar, som vidgade sig mot en större slätt, och der de genom isens rörelse utanför i någon mån hindrades att fortsätta sin väg såsom t. ex. vid Riddarhyttan samt söder om Nora.

19. Äfven en del af det s. k. svallgruset måste anses tillhöra samma bildningstid och bildningssätt som rullstensgruset, ehuru läget ej varit gynsamt för åsformens utveckling.

Bilaga.

Om stenräkningar på geologiska kartbladet »Nora».

För utredande af sambandet mellan de olika bergarterna i rullstensgrusets stenar och i den fasta berggrunden i närheten anställde jag under den geologiska undersökningen af kartbladet »Nora» ett antal stenräkningar på olika ställen. Vid hvarje räkning samlades utan val 200 stenar ur ett grustag, sönderslogos och bestämdes.

Resultaten voro följande:

	1. Lindeåsen:	
	a.	b.
Granit	37,1	36,2
Gneis	5,7	15,0
Eurit	46,7	43,3
Diorit	3,8	1,6
Främmande bergarter	6,7	3,9
	100,0 %	100,0 %.

- a) Från skärningen vid Jerle jernvägsstation;
b) Från ett grustag vid Ringholmen.

Härvid torde böra påpekas: att åsen fortgår på gneisgrund med stora berg af Örebrogranit strax invid vesterut; att tillökningen i graniternas procenttal från b) till a) hufvudsakligen kan tillskrifvas detta bredvid liggande massiv, då de grofva graniterna i b) utgöra 11, men i a) 19 procent af det hela. eller i den förra mindre än en tredjedel och i den senare fullt hälften af granitstenarne; att den märkliga förminskningen i gneisstenarnes antal i motsats, mot hvad man efter underliggande bergarten kunde haft skäl att vänta, beror på tillförseln af granit och eurit genom Moåsen; att ökningen i euritstenarnes antal beror på samma tillförsel; samt att i afseende på dioriten och »främmande bergarter» (röd sandsten och porfyr) summan af de ingående stenarne är för liten, för att man skulle kunna sluta något af den lilla ökningen eller minskningen.

2. Moåsen.

	c.	d.	e.
Granit	15,1	21,2	16,7
Gneis	6,7	5,1	6,9
Eurit	71,4	62,7	67,3
Diorit	3,4	8,5	3,5
Främmande bergarter...	3,4	2,5	5,6
	100,0 %	100,0 %	100,0 %

c) Från åsen mellan de båda vägarne till Skymhyttan;

d) Från udden i Norasjön söder om Bockholmen;

e) Mellan Fåsjön och Usken öster om Öskevik.

c) ligger på granitteritorium, d) på gränsen mellan graniten och den nordligare liggande gneisen, e) på eurit.

Af de i e) funna 16,7 procent granit kunna vid pass 10 procent vara komna från nära håll (d. v. s. från minst en fjerdedels mils afstånd norrut); de öfriga äro från mera aflägsen moderklyft.

Under åsens fortsättning ned till Bockholmen¹⁾ passeras endast eurit och gneistrakter, tills den grofva Örebrograniten vidtager högst en åttendedels mil nordnordost om d). Några smärre partier af Stockholmsgranit finnas dock äfven här och der inom gneisens område norrut. Från dessa traktens graniter kan man härleda minst 17 procent af de här anträffade 21,2, hvilket visar, huru hastigt närliggande bergarter inverka.

Fortsätter man deremot ned till c), så finner man en lägre granithalt, oaktadt åsen mellan c) och d) endast passerat en granittrakt. Detta är svårförklarligt. Men om man ser, att gneisstenarne jemväl föga ökats, hvaremot euriten vunnit en betydlig tillväxt, måste man tänka sig, att detta beror på tillförseln från Vikerns dal af hufvudsakligen euritarter. (Jemför nedan om Stadraåsen). Märkligt är att icke en enda sten af kornig kalk ingått i de här gjorda bestämningarne, oaktadt åsen vid e) befinner sig i närheten af och tydligt från denna bergart i fast klyft.

Den stora tillökningen af diorit hos d) torde väl få söka sin härkomst från Jernboastrakten, der dioriter och dioritlika hornblendeuriter i riklig mängd förekomma.

¹⁾ Man kan jemföra kartbladet från S. G. U. N:o 56, äfvensom bergartskartan öfver samma trakt, som är bifogad uppsatsen: »Om Malmلاغrens åldersföljd och deras användande såsom ledlager». (Ö. af K. V. A. Förh. 1875).

3. Stadraåsen.

	f.	g.	h.	i.
Granit	10,0	5,0	5,0	9,5
Gneis	4,5	5,0	2,5	5,5
Eurit	81,5	86,0	88,5	81,5
Svart hälleflinta	—	—	0,5	—
Diorit	1,0	3,0	1,0	1,5
Främmande bergarter...	3,0	1,0	2,5	2,0
	100,0 %	100,0 %	100,0 %	100,0 %

f) Från åsen vid landsvägsbron invid Flaksjön;

g) Mellan Kopparhyttan och Spångkällan;

h) V. om Greksåsars gästgifvaregård;

i) S. om Stadra gård.

Alla ligga på euritområde. Men strax vester om g) genomskäres detta af en hyperitgång, hvarjemte äfven diorit och hornblendeurit der förekomma. N. om g) och N.V. om f) åt olika håll finner man äfven mindre partier af gneis.

Man ser här genast, huru öfvervägande eurithalten är, då den i intet fall går ned till 80 procent. Under sådana omständigheter, när de öfriga bergarterna förekomma i så ringa mängd, att redan en eller två stenar utöfva ett ganska stort relativt inflytande, kan man just icke draga några slutsatser från dessa. Dock må påpekas, fyndet i h) af en sten af svart hälleflinta, tydligen förskrifvande sig från Grythyttan och ditförd genom Grekens dal. (En dylik träffades också i bottengruset vid den s. k. Åsagrufvan nära Stadra). Vidare att af graniterna från i) endast 1,5 procent kan förskrifva sig från Örebrogranit-massivet i nordvest. De öfriga måste vara förde längre väg. Deremot förefinnas graniter till utseende likartade med den i fast klyft i närheten af Greksåsar i norra dalväggen förekommande i i) till 6,5 procent, hvilket i h) och g) är minskadt till 2,5 och 1,5 procent, men i f), der nyssnämnda lilla granitmassiv knnnat öfva inverkan, åter ökad till 5,5 procent.

Hvad de under rubriken »diorit» upptagna bergarterna beträffar, förefunnos bland 200 stenar vid i) 2 af hyperit och 1 af diorit, sannolikt härstammande från bergen af dessa arter i N.O. och N.N.O. på mindre än $\frac{1}{4}$ mils afstånd. I h) finnes ingen diorit och 2 hyperiter. I g) åter en dioritsten och 4 hyperiter, sannolikt beroende på att åsen kort förut vid Greksåsars damsjö passerat den stora hyperitgången och några dioritlika

bildningar. Vid f) har man återigen endast 1 diorit och 1 hyperitsten.

Angående euriterna må påpekas, att vid båda ändarne af dalen i f) och i) finnas 81,5 procent, men vid g) finnes 86,0 och vid h) 88,5 procent. Tillväxten består egentligen af röda hälleflint- eller porfyrartade euriter, sådana som i mängd förefinnas i trakterna norr om dalen, öster om Greken.

Beskrifning till kartan.

Kartan omfattar den del af Sverige, som tillhör Hjelmarens omgifningar, hvarjemte i norr vestligaste delen af Mälaredalen och i söder öfversta delen af Nyköpingsåns tillopp här innefattas. I nordvest ser man en del af Kilsbergens sträckning. Längst i söder framgår gränshöjden mellan Nerike å ena sidan samt Vester och Östergötland å den andra. Denna sistnämnda är ännu ej genom afvägningar så känd, att en höjdkarta deröfver kunnat upprättas. Likaså är äfven förhållandet med tvänne andra delar af kartan, hvilka derför måst lemnas utan höjdmärkning.

Sådan finnes deremot på större delen af kartan och består, som synes, af elfva färger, fördelade i två grupper. Hvarje färg motsvarar den del af landet, som ligger under ett visst hundratal fot öfver hafvet från 100 till och med 1100 fot ö. h. De tre bruna färgerna motsvara höjder till och med 100, 200 och 300 fot öfver hafvet. De öfriga i blått gående färgnyanserna motsvara de högre afvägningarne. Skälet för denna gräns vid 300 fot ö. h. är, såsom i texten angifves, det, att 300 fot blifvit omtalad såsom den höjd, öfver hvilken åsarne skulle vara beroende och under hvilken de skulle vara oberoende af jordytans relief.

Den röda färgen utmärker åsar och rullstensfält, och bör dervid anmärkas, att åsarne i allmänhet, i anseende till den lilla skalan, blifvit något bredare än som motsvarar hvad de i verkligheten äro.

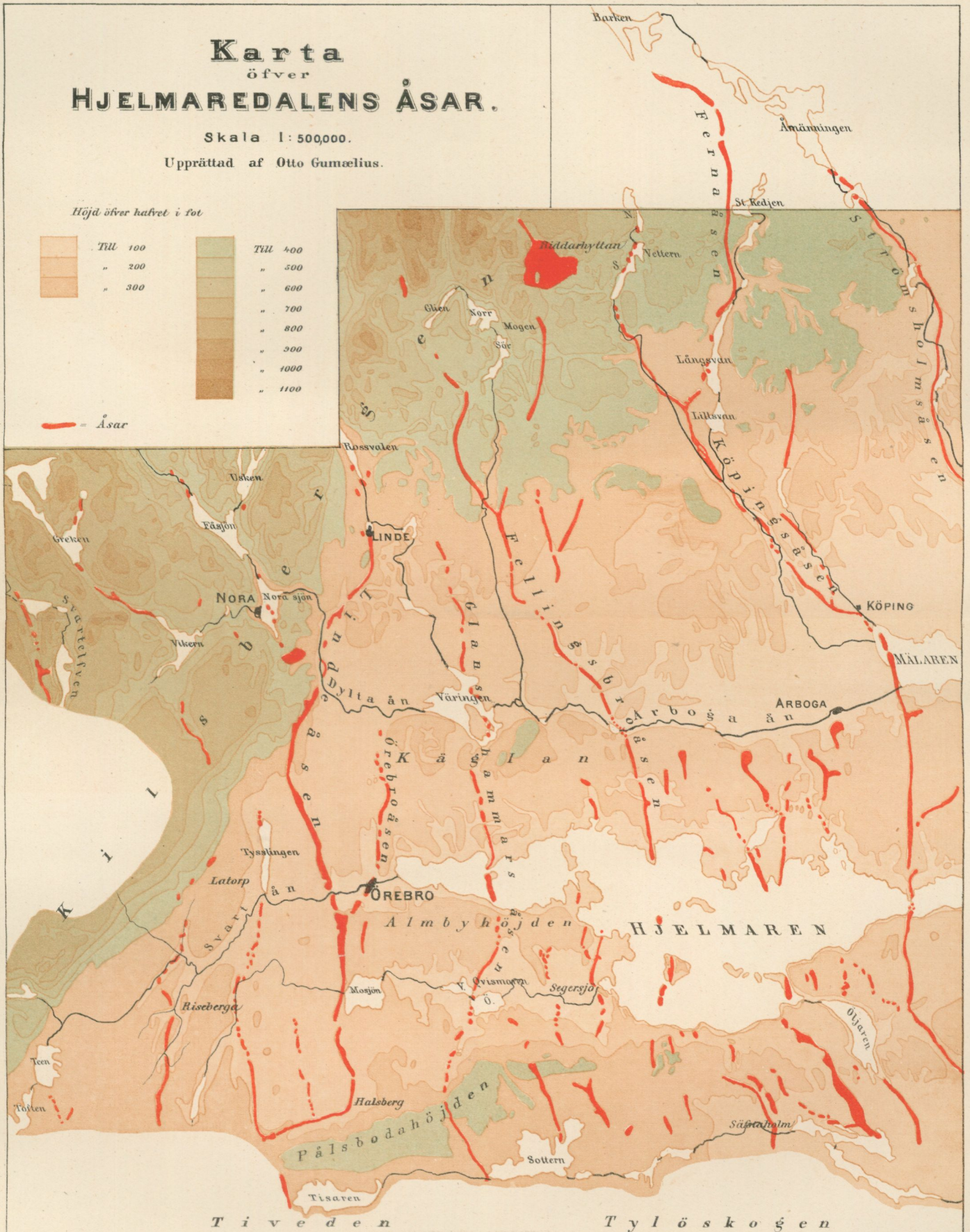
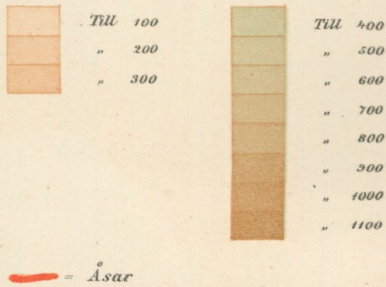
Kartan är med ledning af *Sveriges Geologiska Undersökning*s utgifna, i 1:50,000 tryckta, kartblad ritad i 1:100,000 och derefter medels fotografi nedtransporterad till 1:500,000 och tryckt enligt Besier-Ecksteins metod, så att de elfva höjdmärkningsfärgerna äro åstadkomna medels två tryck.

Karta öfver HJELMAREDALENS ÅSAR.

Skala 1:500,000.

Upprättad af Otto Gumzelius.

Höjd öfver hafvet i fot



Af Sveriges Geologiska Undersökning hittills utgifna äro:

A. Geologiska kartbladen med beskrifningar.

a) i skalan 1:50000:

1. Westerås, 2. Arboga, 3. Skultuna, 4. Södertelge, 5. Eskilstuna,
6. Stockholm, 7. Enköping, 8. Fånö, 9. Säfstaholm, 10. Ångsö, 11.
- Köping, 12. Hellefors, 13. Lindholm, 14. Lindsbro, 15. Skattmansö,
16. Sigtuna, 17. Malmköping, 18. Strengnäs, 19. Ramnäs, 20. Wår-
- gårdar, 21. Ulricehamn, 22. Eriksberg, 23. Nyköping, 24. Tärna,
25. Sämsholm, 26. Sala, 27. Rånäs, 28. Borås, 29. Leufsta, 30.
- Eggegrund, 31. Upsala, 32. Örbyhus, 33. Svenljunga, 34. Åmål,
35. Baldersnäs, 36. Wingershamn, 37. Uppered, 38. Degeberg, 39.
- Rådanefors, 40. Wenersborg, 41. Wiskafors, 42. Engelsberg, 43.
- Salsta, 44. Rydboholm, 45. Hörningsholm, 46. Riddarhyttan, 47.
- Linde, 48. Örebro, 49. Segersjö, 50. Årsta, 51. Nynäs, 52. Trosa,
53. Björksund, 54. Riseberga, 55. Latorp, 56. Nora, 57. Stafsjö,
- 58 & 59. Sandhamn & Tärnskär, 60. Båstad, 61. Hesselholm och
62. Claestorp.

Pris: för kartbladen N:o 30 och 36	med beskrifning 1,00 kr.
” ” ” 34, 38, 51, 53 och 58 & 59	” ” 1,50 kr.
” alla öfriga blad	” ” 2,00 kr.

b) i skalan 1:200000:

1. Huseby, 2. Ljungby och 3. Vexjö.

Pris: för hvarje kartblad med beskrifning 1,50 kr.

- B. *Öfversigtskarta öfver glacialernas utbredning inom södra delen af Sverige*, af A. ERDMANN. Skala 1:1000000. Pris 2 kr.

- C. *Bladindelning för det geologiska kartverket*, jemte betydelsen af alla derå använda tecken. Pris 0,50 kr.

- D. *Bidrag till kännedomen om Sveriges qvartära bildningar*, af A. ERDMANN, med atlas innehållande 14 kartor. Pris 8 kr.

Exposé des formations quarternaires de la Suède, accompagné d'un atlas, par A. ERDMANN. Édition abrégée pour l'étranger. Pris 8 kr.

- E. *Geologisk öfversigtskarta öfver bergarterna på östra Dal*. Skala 1:200000. Pris 1,50 kr.

- F. *Beskrifning öfver Skånes stenkolsförande formation*, af E. ERDMANN, med karta och 4 taflor. Nedsatt pris 6 kr.

Samma arbete, åtföljdt af en Résumé på franska, af E. ERDMANN. Pris 10 kr.

- G. *Beskrifning öfver Besier-Ecksteins kromolitografi och litotypografi*, af A. BÖRTZELL. Pris 1,50 kr.

- H. *Geognostisk profil öfver den skandinaviska fjellbryggen mellan Östersund och Levanger*, af A. E. TÖRNEBOHM. Pris 0,50 kr.

- I. *Bidrag till kännedomen om Sveriges erratiska bildningar*, samlade å geol. kartbladet "Örebro", af O. GUMÆLIUS, med 4 taflor. Pris 0,75 kr.

- J. *Öfversigt af de geologiska förhållandena vid Hallandsås*, af D. HUMMEL, med 2 taflor. Pris 0,75 kr.

- K. *Ueber die Geognosie der Schwedischen Hochgebirge*, von A. E. TÖRNEBOHM. Mit einer Karte. Pris 1,50 kr.

- L. *Om några försteningar från Sveriges och Norges "Primordialzon"*, af J. G. O. LINNARSSON, med 1 tafla. Pris 0,25 kr.

- M. *Om mellersta Sveriges glaciala bildningar*, af O. GUMÆLIUS. I. Om krosstensgrus. Pris 0,75 kr. II. Om rullstensgrus. Pris 0,75 kr.

- N. *Om rullstensbildningar*, af D. HUMMEL. Pris 0,75 kr.

- O. *Om malmlagens åldersföljd och deras användande såsom ledlager*, af O. GUMÆLIUS. Pris 1,50 kr.

- P. *Geognostisk beskrifning öfver Persbergets grufvefält*, af A. E. TÖRNEBOHM, med 1 karta. Pris 5 kr.
- Q. *Om Sveriges lagrade urberg, jemförda med sydvestra Europas*, af D. HUMMEL, med 1 karta. Pris 1,50 kr.
- R. *Kemiska bergartsanalyser, sammanställda och bearbetade af HENRIK SANTESSON. I. Gneis, hälleflintgneis ("eurit") och hälleflinta.* Pris 1 krona.
- S. *Undersökningar öfver istiden*, af OTTO TORELL. Pris 0,75 kr.
- T. *Sur les traces les plus anciennes de l'existence de l'homme en Suède*, par OTTO TORELL. Pris 0,50 kr.
- U. *Om en cykadékotte från den rätiska formationens lager vid Tinkarp i Skåne*, af A. G. NATHORST. Pris 0,50 kr.
- V. *Nya fyndorter för arktiska växtelemlingar i Skåne*, af A. G. NATHORST. Pris 0,50 kr.
- X. *Öfversigt af Nerikes öfvergångsbildningar*, af G. LINNARSSON. Pris 0,75 kr.
-