

GEOLOGISKA IDÉSTRÖMNINGAR MELLAN NORDEN OCH ÖVRIGA EUROPA

GERHARD REGNÉLL

REGNÉLL, G.: Geologiska idéströmningar mellan Norden och övriga Europa. *Dansk geol. Foren., Årsskrift for 1970*, side 23-38. København, 5. januar 1971.

Artiklen giver en historisk oversigt over fundamentale geologiske ideers vækst og skæbne fra 1700-tallet til vore dage.

Tankar, teorier, teser och upptäckter sprider sig i våra dagar snabbt inom den vetenskapliga världen. Det mest spektakulära exemplet på momentan överföring av information är naturligtvis TV-utsändningen från det historiska ögonblick måndagen den 21 juli 1969 kl. 3.56, då *Neil Armstrong* såsom den första människan satte sin fot på månens yta för att under de närmast följande timmarna insamla de prover av månmaterial, som sedermera bearbetats av forskare världen över. De viktigaste av deras resultat har vid det här laget redan blivit kända.

Hur annorlunda var det inte i forna dagar, då kommunikationerna var dåliga och det tryckta ordet dyrt? Idéernas vandringar genom tid och rum gick långsamt. Nya vågor i tidens hav krävde år och årtionden, ja århundraden, för att fortplanta sig från strand till strand, och när de nådde fram, var det inte alltid möjligt att spåra, var de ursprungligen uppstått. Allt är emellertid relativt. Redan för 150 år sedan uttalade sig *Jöns Jakob Berzelius* (1820, p. 2) på följande sätt, då han vid ett tillfälle hade anledning att blicka tillbaka på sin vetenskap: »Vetenskapernas framsteg meddelades ej i *Cronstedt's* tidevarf [d. v. s. kring mitten av 1700-talet] på samma sätt som nu [d. v. s. i början av 1800-talet], då hvarje litet tillägg till förut bekanta sätt att utforska naturen, inhämtas och begagnas med begärlighet af alla som idka samma vetenskap. De lärda gjorde merändels, hvar och en på sitt håll, utan kannedom om hvarandras arbeten, enskildta framsteg och kunde begagna blott den framfarna generationens erfarenhet, såsom en allmän skattkammare».

Det är ur denna skattkammare, som jag ska försöka hålla fram några skådepenningar, som efterhand blivit till vanliga växelmynt i det geologiska utbytet mellan våra nordiska länder och övriga Europa. Det faller sig då naturligt att här vid ett nordiskt geologmöte på dansk botten låta historien börja med *Niels Stensen – Nicolaus Steno*. Dennes geologiska huvudarbete,

»De solido intra solidum naturaliter contento dissertationis prodromus«, kom ut i Florens 1669. Skriften är en milstolpe i den geologiska forskningens historia. Till 300-årsminnet utgavs förra året en utomordentligt värdefull samlad edition av *Stensen's* arbeten med geologiskt innehåll, ombesörjd av *Gustav Scherz*. Så länge dröjde det nu visserligen inte, innan *Stensen* ställdes in på sin plats i det vetenskapshistoriska sammanhanget. Men det dröjde anmärkningsvärt länge, innan hans betydelse stod klar i den nordiska kulturkretsen, t. o. m. i hans eget hemland (*Garboe* 1959, p. 73). I Sverige, som dock vad de geologiska vetenskaperna beträffar intog ett framträdande rum från det slutande 1600-talet och genom hela 1700-talet, var *Niels Stensen* knappast ens ett namn. I ett sammanfattande verk sådant som *Torbern Bergman's* »Physisk beskrifning öfver jord-klotet« (1766; 2. uppl. 1773-74), som bygger på en oerhört omfattande litteratur och som ägnar utförliga kapitel åt de lagrade bergarterna och åt s. k. stenvandlingar, d. v. s. fossil, följaktligen områden över vilka *Stensen* gjort grundläggande uttalanden, i detta verk finns inte ett ord om den store danske föregångaren (härom se *Frängsmyr* 1969, p. 15, 70-71, 150, 301-2, 329). Letar man efter referenser till *Stensen* annorstädes i den ganska rikhaltiga svenska 1700-talslitteraturen, blir resultatet magert. Han var dock känd för *Magnus von Bromell*, vilkens »Lithographia svecana« utkom 1727-30, och för *Kilian Stobaeus*, som i en avhandling 1738 om bl. a. »Glossopetrae« hänvisar (p. 12) till »Sten. de Anat. Can. Carch.«, d. v. s. *Stensen's* beskrivning av anatomin hos huvudet av en haj, Florens 1667. En referens till »Prodromus« finns hos *Stobaeus* (1741, p. 294). En av de tidigaste karakteristikerne – om inte den tidigaste – på svenska av *Stensen's* insats kom långt senare, nämligen i *Gustaf Lindström's* numera tämligen bortglömda »Geologiens grunder« (1857; 2. uppl. 1859), som till stor del baserar sig på *Lyell's* »Principles of geology«. Stycket om *Stensen* (1859, p. VI) ansluter sig nära till originaltexten hos *Lyell* (1834, p. 39).

Större beaktande väckte *Stensen* i den lärda världen utanför Norden, givetvis främst i Italien, där hans geologiska arbeten kom till, men också i Storbritannien (*Eyles* 1958). En engelsk översättning av »Prodromus« förelåg redan 1671, endast två år efter originaleditionen, men tycks inte ha kommit i händerna på exempelvis *James Hutton*, som oberoende av *Stensen* utvecklade diskordansbegreppet. Ganska förvånande är, att *Stensen* var okänd för *Benoit de Maillet*, författare till ett av den geologiska 1700-talslitteraturens allra märkligaste verk, »Tellamed« – anagram på författarens efternamn – vars första upplaga kom ut i Amsterdam 1748. Det är ett i många stycken skarpsinnigt verk, som stödjer sig både på författarens egna iakttagelser och på uppgifter hos alla tidigare forskare av betydelse med ett enda undantag: *Stensen*, vars namn inte ens skymtar i något sammanhang (*Carozzi* 1968, p. 13). På något längre sikt gjorde sig självfallet den oerhörda genomslagskraften i *Stensen's* idéer gällande. Det är värt att lägga märke till att *Élie de*

Beaumont, som ju är en förgrundsgestalt i den tektoniska geologins annaler, helt insåg betydelsen av *Stensen's* grundläggande teser och t. o. m. översatte och utgav ett utdrag (1832) ur »*Prodromus*«. *Elie de Beaumont* är i det kontinentala Europa den store lärofadern i fråga om orogenetiska diskordanser, tankegångar, som sedermera utvecklats till föreställningen om orogenetiska faser. Han var emellertid härutinnan själv, såsom nyligen påpekats av *Pfannenstiel* (1969, p. 7), en direkt och omedelbar efterföljare till *Stensen*. I dagens mäktigt framvällande flod av geologiska fakta och teorier går underströmmar från *Stensen's* tankevärld. Guldsmedssonen från Klaraboderne i Köbenhavn, anatom, paleontolog, geolog, slutligen romersk-katolsk biskop i Nordtyskland, framstår som en sällsynt rationell tänkare bland dogmatiska samtida.

Den vetenskapligt geologiska debatten under andra hälften av 1700-talet och början av 1800-talet dominerades, som många vet, av striden mellan pluto-vulkanism och neptunism som med växlande intensitet förts ända in i våra dagar, även om givetvis i andra termer, sammanfattade som »granitproblemet«, med »magmatiker« på den ena flanken, »transformister« på den andra (*Eskola* 1955; *Gilluly* 1948; *Marmo* 1967; *Nieuwenkamp* 1965; *Wegmann* 1958). Det är ju också allmänt känt, att huvudpersoner i den ursprungliga kontroversen var *James Hutton*, av sin biograf och landsman *Sir Edward Bailey* (1967) betecknad som »*Founder of Modern Geology*« – något tveksamt med hänsyn till vad som nyss sagts om *Stensen* – och *Abraham Gottlob Werner*. Under *Hutton's* livstid utgjordes hans supporters av en handfull personliga vänner. Att hans »*Theory of the Earth*« nu räknas bland geologins sakrosankta urkunder får helt tillskrivas hans uttolkare *John Playfair*, som genom »*Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth*« (1802) gjorde mästarens steniga stigar inte bara framkomliga utan till en kungsväg mot framtiden. *Werner*, å andra sidan, måste ha varit en gudabenådad lärare, som såg skaror av hängivna åhörare samlas kring hans lärostol.

Av vad jag nu sagt är det tydligt, att både *Hutton* – plutonisten – och *Werner* – neptunisten – haft största betydelse för den kommande utvecklingen. Det är vidare uppenbart, att man inte kan se dem såsom framsprungna ur intet, helt utan vetenskaplig tradition. När det gäller neptunismen, svävar återigen *Stensen's* ande över vattnet. *Stensen* hävdade att alla bergarter, från de äldsta till de yngsta, bildats i vatten. Elden är i hans system inget skapande element utan ett förstörande, som kommer oreda åstad i den primära lagringen. Den konträrt motsatta uppfattningen, nämligen att allt bergarts-material har vulkaniskt ursprung, torde haft sin förste talesman i italienaren *Lazzaro Moro* (1740). Ett återkommande tvisteämne i tvekampen mellan anhängarna av vatten och anhängarna av eld är frågan om diabasens – »trap-pens« – och basaltens natur. Detta är i själva verket ett omfattande sidotema i debatten pluto-magmatism – neptunism, som jag omöjligen kan gå in på

här. Vare nog sagt, att diskussionen på det rent mineralogisk-petrografiska planet till inte ringa del bottnar i de svenska mineralogiska (ordet taget i vidsträckt bemärkelse) handböcker, som i förvånande stort antal tillkom under 1700-talet. De två mest kända av dessa, *Wallerius'* av 1747 och *Cronstedt's* av 1785 (2. uppl. 1781), blev översatta till flera främmande språk. Den tyska upplagan av *Cronstedt* (1780) var översatt av *Werner*, som utan förbehåll erkände sin tacksamhet till *Cronstedt*, som han apostroferade som »mineralogiens reformator«. Det kan också nämnas, att *Hutton* i sin diskussion om »trapp« citerar den engelska upplagan (1770) av *Cronstedt's* »Försök til en mineralogi«. *Playfair* refererar i samma ämne på flera ställen till *Torbern Bergman* och meddelar (1802, p. 514), att bland geologiska författare »*Ferber, Bergman, De Luc, Saussure, Dolomieu*, are those on whom Dr *Hutton* relied«. I detta exklusiva urval har *Bergman* således sällskap med sin landsman *J. J. Ferber*. Ytterligare förtjänar framhållas, att *Linné's* internationella status som mineralog och geolog kommit att undanskymmas av hans insatser på andra områden. I detta sammanhang vill jag bara erinra om att *Linné* framfört åsikter om diabasen på Kinnekulle, vilken han beskrev som »grof och hård sandsten« (*Linné* 1747, p. 21), d. v. s. som en sedimentär bergart.

När man talar om *Werner's* vetenskapliga inspirationskällor är det omöjligt att förbigå *Torbern Bergman*. När denne avled 1784, bara 49 år gammal, hade han bakom sig ett lysande livsverk på flera av naturforskningens fält. Sin största insats gjorde han som kemist, inte minst som mineralkemist. Mest känd är han som grundare av den analytiska kemin. Som geologisk tänkare var *Bergman* på det hela taget kanske inte så originell, något som inte utesluter, att han kunde framföra egna meningar. Hans åsikter om jordens skapelse, om bergarternas uppkomst, om lagerföljden och om jordytans utformning finns nedlagda i det stora verket »*Physisk beskrifning öfver jord-klotet*«, redan tidigare omnämnt. Den underliggande filosofin är markerat neptunistisk. Utom av äldre svenska föregångare, särskilt *Linné*, är *Bergman* influerad av bl. a. *De Maillet* (*Carozzi* 1968, p. 51) och, inte minst, av *Johan Gottlob Lehman's* »*Versuch einer Geschichte von Flötz-Gebürgen*« (1756). Också *Werner* tog djupt intryck av *Lehman's* arbete men tycks ha betraktat det genom *Bergman's* glasögon (*Hedberg* 1969, p. 45). *Werner's* system lades av *Wilhelm Hisinger* till grund för arbetet »*Samling till en mineralogisk geografi öfver Sverige*« (1808), så mycket hellre, säger *Hisinger* (p. VII), »som Herr *Werner's* klassifikation igenom Svenska skrifter hittills är ganska litet känd«.

Problemet om bergarternas magmatisk-plutoniska resp. neptunistiska bildningssätt utvecklade sig, som påpekats, till ett granitproblem. Jag ska uppehålla mig något litet vid denna sak, eftersom den inneburit ett fruktbart meningsutbyte mellan nordiska, kontinentaleuropeiska och brittiska forskare.

Jag stöder mig här i huvudsak på en översikt 1967 av *Marmo*, som på ett så tragiskt sätt ryckts bort ur vår krets. Ett viktigt kapitel i granitproblemets historia kan lokaliseras till Oslo-området och till början av 1800-talet. Det har gjorts till föremål för särskild granskning i ett arbete av *Olaf Hottedahl* (1963). Huvudpersoner var två av den internationella geologins giganter, *Leopold von Buch*, som besökte Norge 1806-08, och *Charles Lyell*, som 1837 reste i Danmark och Norge. Vid tiden för *Lyell's* besök var *Balthasar Matthias Keilhau* sedan ett par år (1834) professor i »bergsvidenskaberne» i Christiania. *Buch* hyste en ganska egendomlig uppfattning om granit. I en uppsats, som trycktes först i hans samlade arbeten (del 2, p. 773-783, Berlin 1870), ställde han frågan »Giebt es Granit im Norden?«. Frågan är, tycker vi, tämligen lätt att besvara. Jag ska inte gå in på *Buch's* åsikter. De ogillades av *Lyell*, som väsentligen anslöt sig till *Hutton's* tankegångar om intrusion av smält material i äldre formationer, varigenom ovanliggande bergartsmassor lyftes upp.

Keilhau's bidrag till denna diskussion gjordes i ett viktigt arbete 1838, behandlande »Granitens og de øvrige saakaldte massive Bjergarters samt de krystallinske Skiferes theori«. Han pekade här, troligen som den förste, på den rent tankemässiga svårigheten att i en redan existerande bergartsmassa bereda plats för stora granitkroppar, om man uppfattade graniten som en magmatisk bergart, bildad genom stelning av en granitisk magna. För att komma ur detta dilemma tänker sig *Keilhau*, att ursprungligen sedimentära bergarter genom vad han kallar transmutation förändrats till granit och syenit. Han deklarerar följaktligen klart transformistiska åsikter, även om mekanismen i granitiseringsprocessen av uppenbara skäl förutsättes vara långt enklare och av helt annan natur än den, med vilken man nu kalkylerar. En viktig sten i tankebyggnaden fogades in av *Theodor Kjerulf*. I »Udsigt over det sydlige Norges geologi« (1879) formulerade han nämligen assimilationsbegreppet, som 15 år senare togs upp av *Michel-Lévy*, sannolikt utan kännedom om föregångaren. Ja, det sydelige Norge, enkannerligen Oslo-fältet, har verkligen en plats i den geologiska forskningens historia, eller – rättare uttryckt – de forskare, som arbetat där, har gjort Oslo-fältet till ett geologiskt nyckelområde i flera hänseenden. En av dem, som under ett långt liv av outtröttlig, även om periodvis avbruten, rik facetterad forskning verksamt bidragit härtill, är *Waldemar Christoffer Brøgger*. Vad jag i detta speciella sammanhang syftar på är hans mäktiga monografi i 7 delar (1894-1933) om »Die Eruptivgesteine des Kristianiagebietes«. Ingen ska tro att detta bara är en regional beskrivning. Nej, det är ett av den moderna petrografins grundläggande verk, som bl. a. drar upp konturerna till teorin om kristallisations-differentiation av olika magmabergarter ur en gemensam stammagma. *Brøgger* ville emellertid inte generalisera sina slutsatser och avvisade inte helt möjligheten av granitisk assimilation på större djup.

Med hänsyn till våra länders geologiska byggnad är det inte förvånande, att nordiska forskare i hög grad kommit att delta i diskussionen om granitproblemet: idéströmningarna har gått från Norden mot övriga Europa i lika stor utsträckning som i motsatt riktning. På 1880-talet utförde *Johan Vogt* undersökningar över mineralbildning och differentiation i smältor, undersökningar som var de första i sitt slag, där fysikalisk-kemiska lagar tillämpades på det petrologiska området. *Vogt* gav därmed ett incitament till den teoretiska petrologin sådan den utvecklats av *Bowen*, *Niggli*, *Eskola* o. a. Om jag inte hade valt att principiellt lämna nu verksamma nordiska forskare utanför min framställning, skulle ytterligare norska namn här haft sin givna plats.

Det behöver inte sägas, att »granit« är ett långt ifrån entydigt begrepp, inte heller att många försök har gjorts att bringa system i mångfalden. Detta forskningsområde har i Finland en mer än 100-årig tradition, börjande mot slutet av 1850-talet med *H. J. Holmberg*, fullföljd av *Sederholm*, *Eskola* och *Marmo* och ännu bevarad i full livskraft. *Johannes Sederholm* studerade hos *Brögger*, när denne var professor vid den då nyinrättade Stockholms Högskola och mottog starka intryck från honom. *Sederholm's* arbete gällde i främsta rummet den orogenetiska utvecklingen och stratigrafiska indelningen av Finlands prekambrika berggrund samt granitiseringsproblematiken. Han nådde på det viset fram till en tektonisk klassificering av graniterna, bland vilka han utskiljde fyra åldersgrupper: äldst gnejsartade graniter, därefter de s. k. kustgraniterna, så grovkorniga graniter och yngst rapakivgruppen. I samband med sina granitstudier berikade *Sederholm* den petrologiska terminologin med flera nya begrepp, som vunnit burskap i den internationella litteraturen. Bergartsmassan hade under de bergskedjebildande processerna »långsamt sänkts ned allt djupare, valsats ut, spruckit sönder och samtidigt hade granitmagma trängt in i skiffrihetsfogar och in mellan brottstycken, varefter hela massan ställvis ånyo smält upp. När därefter under denudationens fortgång under miljoner år ständigt djupare liggande delar av berggrunden blottades, kommo de granitblandade bergarterna, migmatiterna, upp till jordytan och uppvisade nu dels en karaktär av omsmälta eruptivbreccior med kantiga fragment, s. k. agmatiter, dels ådrade delar eller arteriter, oftast med en detaljfin ptygmatisk veckning och med rester av uppsmälta brottstycken, s. k. nebuliter. Genom den fullständiga uppsmältningen eller upplösningen av äldre bergarter i graniter, vilken process *Sederholm* kallade anatexis, uppkommo nya blandingsmagmor, vilka i sin tur senare pressades fram, en företeelse som han benämnde palinogenes« (*Tanner*, 1935, p. 11-12).

Föreställningen om differentialanatexis utarbetades vidare av *Eskola* (1933) och ingår som ett framträdande element i den aktuella granitiseringsdebatten. En ledande princip för *Eskola* var att tolka bergartsgenesen utifrån exakta kemisk-fysikaliska utgångspunkter. *Eskola* har haft en enorm betydelse för

den petrogenetiska forskningen. Hur högt han skattades internationellt som originell forskare och idégivare illustreras i någon mån av att han på sin höga ålderdom fick motta det amerikanska Vetlesenpriset, det geologiska nobelpriset, den högsta utmärkelse, som kan komma en geologisk forskare till del. Jag har ingen möjlighet att göra rättvisa åt *Eskola's* banbrytande insats men måste nämna en fundamental idé, nämligen mineralfaciesbegreppet, som är ouplösligt förbundet med hans namn och med förståelsen av de metamorfa bergarternas uppkomst (*Sahama, 1967; Turner, 1948*). Genom senare undersökningar har visserligen *Eskola's* ursprungliga hypotes modifierats mycket starkt i detalj, men den grundläggande principen kvarstår orubbad. Jag kan inte heller gå in på de i sig beaktansvärda insatser, som gjorts av nordiska vetenskapsmän sådana som *P. J. Holmquist* och *Helge Backlund* men vill med några ord beröra ännu en finländsk forskare av internationell resning, *Marmo*, som mänskligt att döma kunde fått vara närvarande vid detta nordiska vintermöte liksom han varit vid flera föregående. Hans sista bidrag till granitproblemet, som han tidigare betraktat ur olika synvinklar, blev en uppsats 1966 om den petrologiska klassificeringen av graniterna. Behovet av en mineralogiskt-petrologiskt baserad klassificering i stället för den gängse diastrofisk-kinematiska anmälde sig i och med tendensen till terminologisk åtstramning av granitbegreppet till att omfatta endast kalirika bergarter. *Marmo* föreslår en indelning av graniterna på grundval av bergartens fältspater. Detta är inte en uteslutande formell åtgärd utan en reform, som, om den slår igenom, kommer att ge helt andra möjligheter till exakt definiering av bergartstypen än som tidigare stått till buds.

Om den föregående framställningen givit intryck av att nordiska forskare intar en framträdande plats i studiet av den prekambrika berggrundens petrologi och tektonik, är detta nog inte alldeles med orätt. Men självklart är, att de inte varit uteslutande givande utan också tagande, såsom ligger i forskningens sätt att fungera. Medverkande i denna ständigt fortgående dialog har varit bl. a. *E. Wegmann, H. H. Read, Dorothy L. Reynolds, E. Raguin* och *F. K. Drescher-Kaden*.

Att någon definierad gräns mellan geologi och kemi inte går att upprätthålla har länge varit uppenbart, och kemins – liksom inom vissa sektorer fysikens – outhållighet för lösandet av geologiska problemställningar har efterhand blivit allt mera uttalad. Några av de forskare, som tidigt insåg detta och drog konsekvenserna därav, var *J. Vogt* och *Eskola*, såsom redan antytts. Den starka kopplingen mellan kemi och mineralogi hade man långt tidigare blivit medveten om – *J. J. Berzelius* torde ha varit den förste, som explicit gjorde gällande, att mineralogin är en del av kemien (*Groth, 1926, p. 154*), ett uttalande, som väl är något kategoriskt. I 1700-talets Sverige fanns före *Berzelius* en ganska märklig rad av mineralkemister: *Johan Gottschalk Wallerius, Anton von Svab, Axel Fredrik Cronstedt, Gustav von En-*

geström, Johan Gottlieb Gahn och Torbern Bergman, för att nämna de mest framstående. Inom parentes sagt har också den geometriska kristallografin sin upprinnelse i Norden genom *Stensen* och *Bartholinus*. Det är belysande för situationen, att *Hallü* (1801, p. 15-19) i ett inledande kristallografiskt kapitel i sin berömda »*Traité de Minéralogie*» utnämnde, något förhastat, »le célèbre *Linnaeus*» till grundare av kristallografin, varjämte han kommenterade insatser av *Romé de l'Isle* och »illustre *Bergman*» – inga fler (jfr även *Nordenskiöld*, 1870). Nog om detta. De mineralkemiska undersökningarna kan sägas ha skapat förutsättningarna för den kemiska geologin, tidigast manifesterad i större skala i *K. G. Bischof's* »*Lehrbuch der chemischen und physikalischen Geologie*» (1847–54), i vilken författaren f. ö. lät en starkt neptunistisk grundåskådning komma till uttryck. Jag vill i detta sammanhang påminna om en i stort sett förbisedd pionjärgärning inom den del av geokemin, som omfattar den kemiska oceanografin. Jag tänker på *J. G. Forchhammer's* 1859 publicerade avhandling om havsvattnets beståndsdelar och deras fördelning i havet (*Pauly*, 1967).

Den kemiska geologin växte i Europa fram kring två av varandra oberoende kristallisationskärnor, den ena i Ryssland (*Vernadski* och *Fersman*; se *Backlund*, 1945), den andra först i Göttingen, därefter i Oslo (*V. M. Goldschmidt*; se *Manten*, 1966). *Goldschmidt* hade, figurligt talat, gått i *Rosenbusch's* skola och höll fast vid dennes föreställning om juvenila eruptivbergarter, som efter vittring fördes ut i havet, där salt ackumulerades och antogs kunna ge ett mått på den »totala» vittringen. Detta var en modell, som till följd av *Goldschmidt's* stora auktoritet kom att omfattas praktiskt taget överallt inom Västvärlden. Under de senaste årtiondena har en nyorientering ägt rum: Kontinenterna har sin egen ämnesomsättning i ett slutet system, vari intet material går förlorat; det finns inget juvenilt material, kontinenternas bergarter har sitt ursprung i sediment, varav följer, att havet är äldre än de äldsta bergarterna (*Barth*, 1968).

Från de äldsta geologiska bildningarna till de yngsta. Dessa, de lösa avlagringarna, sätter i mångt och mycket sin prägel inte bara på det nordiska landskapet utan också på nordisk geologisk forskning. Den relevanta litteraturen är ju ofantligt voluminös och mångskiftande till sin inriktning. Jag kan här bara i största korthet erinra om några få problem och problemlösningar, som tilldragit sig internationell uppmärksamhet: Kvartära nivåförändringar, glacialteorin, lervarvskronologi och pollenanalys.

Frågan om »vattuminskningen» resp. »den svenska vallens höjning» var under 1700-talet livligt omdiskuterad i Sverige från *Urban Hiärne* (1706) och framåt. Man föreställde sig i regel, att hela landet stått under vatten vid tiden för Bibelns stora syndafloed, vars realitet inte sattes i fråga. De första trevande försöken att finna en förklaring till ett rikt förråd av i sig helt riktiga iakttagelser ledde i tidens fullbordan fram till *Henrik Munthe's*

undersökningar över Östersjöns utvecklingshistoria och Sydsveriges nivåförändringar, påbörjade redan på 1880-talet och krönta av den stora monografen av 1940 – författaren var då 80 år – »Om Nordens, främst Baltikums senkvartära utveckling och stenåldersbebyggelse». Andra svenska namn, som knyter sig till kapitlet om nivåförändringarna, är *Gerard De Geer* och *Lennart von Post*. I sitt välkända arbete »Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden» (1896) förklarade *De Geer*, att inlandsisen pressat ned jordkorpan, vilken när isen smälte strävade att återta sitt ursprungliga läge. *De Geer's* nämnda arbete innehåller inga som helst hänvisningar till äldre litteratur, väl beroende på att boken är en sammanställning av en serie populärvetenskapliga föreläsningar. Det är emellertid tydligt, att den av *De Geer* givna förklaringen återgår på en hypotes, som framställdes 1865 av skotten *T. F. Jamieson* och som av honom vidare utvecklades i en uppsats i *Geological Magazine* 1882. Om speciellt skandinaviska förhållanden yttrade sig bl. a. v. *Buch*, *Lyell* (i ett särskilt arbete 1835) och *Eduard Suess*. Nivåförändringarna inom det danska territoriet behandlades redan på 1820–30-talet av *J. G. Forchhammer*. Arbeten av stor allmän betydelse för den senare utvecklingen av frågan om de eustatiska och isostatiska komponenterna i strandlinjeförskjutningsprocessen var *Nansen's* »The strandflat and isostasy» (1922), *W. Ramsay's* »On relations between crustal movements and variations of sea-level during the Late Quaternary time especially in Fennoscandia» (1924) och *Väinö Tanner's* undersökningar rörande Fennoskandias nordliga delar (1907–30). Historiska återblickar på nivåförändringsfrågor finns bl. a. hos *Bjørlykke* (1913), *Frängsmyr* (1969), *Högbom* (1920), *Lundqvist* (1958), *Sandegren* (1921) och *R. Sieger* (1893 – ett troligen ganska förbisett arbete).

På många punkter griper problemet om de kvartära nivåförändringarna och glacialteorin in i varandra. Redan tidigt hade man i Skandinavien observerat vad man kallade »främmande block» i morän – ordet »morän» användes första gången av *H.-B. de Saussure* 1796 men begreppet är äldre *Böhm*, 1901, p. 41). Man hade vidare iakttagit repor i fast berg. Så tidigt som 1740 utgav *Daniel Tilas* en liten avhandling kallad »Tanckar om malmletande i anledning af löse gråstenar». Han anger här inte bara principen för en ännu använd metod att leta malm, han föregriper också klart driftteorin, som sedermera utformades av *Lyell*. Mycket framsynta tankar om de erratiska blockens ursprungsort uttalades 1759 av *Søren Abildgaard* (*Ødum*, 1945).

Den nu gängse glacialteorin har växt fram ur de gamla syndaflodsberättelser, som under 1600- och 1700-talen intog en dominerande plats i den geologiska tankevärlden både ute i Europa och i Skandinavien (*Gillispie*, 1951). 1836 ersattes syndafloden av den s.k. petridelauniska floden eller rullstensfloden, vars upphovsman var *N. G. Sefström*, som dock förbåddats

av *Leopold von Buch*, inte minst på grund av erfarenheter, som gjorts av denne vid resor i Sverige 1808. Också *Lyell's* drifft teori hör till samma kategori, men *Lyell* räknar med att blocken spritts med hjälp av drivande isberg. *Roderick Murchison* besökte Sverige ett par gånger på 1840-talet och studerade då bl. a. de lösa avlagringarna. Vid denna tid hade glacialteorin redan lancerats, men den avvisades bestämt av *Murchison*, som närmast anslöt sig till *Sefström's* flodteori. *J. Esmark* var redan 1824 inne på en istids teori, medan *J. G. Forchhammer* 1835 framlade en mera fantastisk uppfattning. Såsom påpekats av *Högbom* (1936, p. 39) i hans värdefulla arbete om den petridelauniska floden, visar utvecklingen av idéerna om det s. k. diluviet en viss parallellitet i Sverige och i Schweiz. Till följd av de mera påtagliga yttringarna där av en inlandsis, kom man i Schweiz snabbare fram till en i huvudsak riktig tolkning. Ungefär samtidigt som *Sefström* förfäktade sin rullstensflod gjorde *Louis Agassiz* (1840) gällande, att stora delar av norra Europa legat under ett sammanhängande istäcke, en inlandsis. *Sven Nilsson* i Sverige och *Th. Kjerulf* (1860 etc.) i Norge omfattade glacialteorin med sympati. *Kjerulf* stödde sig bl. a. på uttalanden av sin landsman *J. C. Hørbye* (1855). I Sverige kom glacialteorin att befästas genom *Otto Torell*, *Hampus von Post* och *Axel Erdman*. I Tyskland dröjde sig drifft teorin länge kvar. Vändpunkten kom, då *Torell* 1875 höll ett föredrag i Deutsche geologische Gesellschaft. Han lyckades väl inte omedelbart övertyga alla sina åhörare (*Holmström* 1901, p. 415) men vann *Hermann Credner* helt för glacialteorin, som därmed snabbt slog igenom även i Tyskland (*Pietsch* 1963, p. 750). *Torell* rönt ju f. ö. äran att få sitt namn hugfäst på ett stort flyttblock vid Kesselsee, Rüdersdorf.

I likhet med andra historiska förlopp har det geologiska skeendet en rums- och en tidsdimension. Inom den kvartära geokronologin finns som bekant två metoder, som utarbetats i de nordiska länderna och som blivit till oumbärliga instrument för att infoga den sen- och postglaciala utvecklingen i en tidsram uttryckt i år. Jag syftar givetvis på *Gerard De Geer's* lervarvskronologi och *Lennart von Post's* pollenanalys. Den förstnämnda metoden är därvid, som bekant, vida mer exakt än den senare, beroende på de helt olika principer, på vilka respektive metoder vilar – den exakta kronologin ligger ju inherent i lervarven, under det att årtal måste införas indirekt i pollen-diagrammen. Det torde också vara en rättvis bedömning att hävda, att originaliteten i *De Geer's* insats är en grad högre än i *von Post's*. Visserligen saknar den äldre litteraturen ingalunda uppgifter om observationer av varviger (*Zenzén* 1934), ej heller förmodanden om att den skulle vara resultatet av en viss årlig sedimentavsättning (*Nilsson* 1969, p. 213-14), men tanken att utnyttja lervarven till en kronologi anknuten till nutiden var *De Geer's* egen, liksom den i sin enkelhet geniala arbetsmetodiken. Det teoretiska underlaget för lervarvskronologin skönjde *De Geer* redan på 1880-talet, men den

praktiska tillämpningen lät vänta på sig till in på 1900-talet. Det stora, sammanfattande arbetet, »*Geochronologia Suecica Principes*«, framlade den då 82-årige forskaren inte förrän 1940, publikationsåret för *Munthe's* stora ålderdomsverk om Östersjöns senkvartära utveckling. Jag avstår från att ta ställning till *Gösta Lundqvist's* (1958, p. 23) konstaterande, att det monumentala krönet på en högt förtjänt forskares livsverk kom vid en tidpunkt, då utvecklingen delvis gått honom förbi. Lervarvskronologin som sådan är dock, trots vissa kritiska röster, allmänt erkänd och har gått ut över världen. »Varve« är också ett av de få orden av nordiskt ursprung i den internationella geologiska terminologin. Vad man i första hand velat sätta i fråga är lervarvsdiagrammens användbarhet för telekonnektering i global skala.

Man kan med viss rätt finna det en smula tveksamt, om pollenanalysen skall attribueras uteslutande till *von Post*, men det är lika obestridligt, att metoden bär hans signum. Med andra ord, den fundamentala idén att utnyttja den kvantitativa fördelningen av fossilt pollen i postglaciala lagerföljder hade runnit upp redan på 1890-talet för *C. A. Weber* i Tyskland, *G. F. L. Sarauw* i Danmark, *Harald Lindberg* i Finland och *Gustaf Lagerheim* i Sverige. Det säger sig självt, att fossilt pollen som sådant var känt långt tidigare av forskare i många länder. *Lennart von Post's* stora och originella insats var att organisera det enorma iakttagelsematerialet i pollen-diagrammets form för att därur utläsa vegetationens, främst de skogsbildande trädens, och klimatets historia. För internordisk publik presenterades pollenanalysen av *von Post* vid Naturforskarmötet i Kristiania (Oslo) 1916. Metoden har småningom blivit ett standardhjälpmedel i England och på Europas kontinent (*Fries* 1967, *Godwin* 1968, *Manten* 1967) och har givit upphov till ett rikt flöde av publikationer. »*von Post's* simple idea, that a series of changes in pollen proportions in accumulating peat was a four-dimensional look at vegetation, must rank with the double helix as one of the most productivt suggestions of modern times« (*Martin & Wright* 1967, p. 65) – med dessa superlativa ord karakteriserar ett par moderna kvartärforskare *von Post* som vetenskaplig nydanare.

Jag vill sluta denna rapsodiska översikt med att knyta an till aktualitetsprincipen eller uniformitarianismen. Förebådad av bl. a. *Urban Hiärne* i Sverige (*Frängsmyr* 1969, p. 77) och *Mikhail Lomonosov* i Ryssland (*Gordeev & Chebotareva* 1953), uppställd av *Hutton*, förklarad av *Playfair*, konsekvent tillämpad av *Karl Ernst Adolf von Hoff* (*Schindewolf* 1948, p. 92) – inte mycket uppmärksammas utanför Tyskland – och i särskilt hög grad av *Lyell* vann aktualitetsprincipen insteg i den lärda världen, men naturligtvis inte oreserverat och knappast med större snabbhet utanför Storbritannien (*Geikie* 1905, p. 404). Den främsta informations- och inspirationskällan var *Lyell's* »*Principles of Geology*«, vars första upplaga, följd av åtskilliga senare, kom ut 1830–33 och även översattes till flera andra språk (*Albritton*

1967, Hubbert 1967, McIntyre 1963, Wilson 1967). I vilka avseenden och i vilken omfattning aktualitetsprincipen påverkat utvecklingen av geologin i de nordiska länderna skulle kräva en särskild studie. Rent allmänt kan man förmoda, att *Lyell's* besök i Skandinavien, då han sammanträffade med många ledande vetenskapsmän, haft en viss betydelse (*Lindroth* 1950, p. 146). Jag har också nämnt *Gustaf Lindström's* bearbetning av *Lyell's* »Principles» (1857, 1859). Man lägger märke till hur i Sverige välbevarade sedimentära bergartskomplex, sådana som dalslandsserien, almesåkraserien och åmålsserien, först långt in på 1800-talet kom att inordnas i prekambrium i och med att ett aktualistiskt betraktelsesätt slog igenom. Dessförinnan hade man inte kunnat föreställa sig, att uppenbart klastiska bergarter kunde ingå i det så kallade urberget utan förde dem till paleozoikum (*Gavelin* 1921, p. 203). Den ambivalenta inställningen hos vissa forskare avspeglar sig klart i en uppsats av *P. J. Holmquist* (1907), »Är urberget bildat under aktuella förhållanden?». Slutorden (p. 105) lyder: »Det vore naturligtvis ej riktigt att för urberget à priori uppställa vare sig ett aktuellt eller antiaktuellt bildningssätt. Det är äfven obestridligt, att den aktualistiska principen i detta fall icke utgör någon fullständig motsats till den antiaktualistiska. I det föregående har jag här sökt visa, att urbergsbildningarnas egen karaktär närmast antyder, att förhållandena först mot slutet af den arkeiska tiden började likna de nutida».

I Finland var *Fredrik Johan Wiik* en svuren motståndare till aktualitetsprincipen i polemik med *J. J. Sederholm* (*Hausen* 1968, p. 45-48). Ett av *Wiik's* allra sista arbeten, möjligen hans sista, har titeln »Om en ny antiaktualistisk teori för de kristalliniska bergformationerna», publicerat så sent som 1906. Mot detta står alltså *Sederholm's* positiva men – som han uttryckligen förklarar i sitt arbete av 1907 (p. 11) »Om granit och gnejs» – icke dogmatiska syn på aktualitetsprincipen.

(Foredrag ved IX Nordiske Geologiske Vintermøde, Lyngby 5. januar 1970).

Geologiska Institutionen
Sölvegatan 13, S-223 62 Lund

Litteratur

- Agassiz, L., 1840: *Études sur les glaciers*. Neuchâtel.
- Albritton, C. C., Jr. 1967: Uniformity, the ambiguous principle. In: Uniformity and Simplicity (C. C. Albritton, Jr., ed). *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 89, 1-2.
- Backlund, H. G. 1945: V. I. Vernadski och A. E. Fersman. En studie i mineralogiens renässans. *Geol. Fören. Förhandl.* 67, 534-548.
- Bailey, E. 1962: Charles Lyell. *British Men of Science* (ed G. de Beer). London etc.: Thomas Nelson and Sons Ltd.
- Bailey, E. 1967: *James Hutton – the founder of Modern geology*. Amsterdam, London, New York: Elsevier.
- Barth, F. W. 1968: Petrology of continental rocks. *Bull. Geol. Soc. Finland* 40, 3-9.

- Bergman, T. 1766: *Physisk beskrifning öfver jordklotet. Upsala*. 2. uppl. 1-2, 1773-74. (Översättning till danska 1771, till tyska 1769, 1780, 1791.)
- Berzelius, J. 1820: *Om blåsrörets användande i kemien och mineralogien*. Stockholm: eget förlag.
- Bjørlykke, K. O. 1913: Norges kvartærgeologi. *Norges Geol. Undersøk.* 65.
- Böhm von Böhmersheim, A. 1901: Geschichte der Möranenkunde. *Abh. K. K. Geogr. Gesellsch. Wien* 3. Nr. 4.
- Carozzi, A. V. (transl. & ed.) 1968: *Telliamed or conversations between an Indian philosopher and a French missionary on the diminution of the sea by Benoit de Maillet*. Urbana, Chicago, London: Univ. Illinois Press.
- De Geer, G. 1896: Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Från *Stockholms Högskolas populära föreläsningar*. Stockholm.
- Erdtman, G. 1943: *An introduction to pollen analysis*. Waltham, Mass: Chronica Botanica Company.
- Eskola, P. 1933: On the differential anatexis of rocks. *Bull. Comm. Géol. Finl.* 10, 3, 12-25.
- Eskola, P. 1936: J. J. Sederholm als Bahnbrecher der präkambrischen Geologie. *Geol. Rundschau*, 28, 293-297.
- Eskola, P. 1955: About the granite problem and some masters of the study of granite. *C. R. Soc. Géol. Finlande* 28, 117-130.
- Esmark, J. 1824: Bidrag til vor jordklodes historie. *Mag. for Naturv.* 3. Christiania.
- Eyles, V. A. 1958: The influence of Nicolaus Steno on the development of geological science in Britain. In: Scherz, G. (ed.): Nicolaus Steno and his Indice. *Acta Hist. Sci. Nat. Med.* (Ed. Bibl. Univ. Hauniensis). Copenhagen: Munksgaard.
- Forchhammer, J. G. 1835: Danmarks geognostiske Forhold. *Indbydelsesskr. til Reformationsfesten den 14de Novbr. 1835*. Kjöbenhavn.
- Fries, M. 1967: Lennart von Post's pollen diagram series of 1916. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 4, 9-13.
- Frängsmyr, T. 1969: Geologi och skapelsetro. Föreläsningar om jordens historia från Hiärne till Bergman. *Lychnos-bibliotek* 26. Stockholm: Almqvist & Wiksell.
- Garboe, A. 1959: *Geologiens Historie i Danmark*. 1. Fra Myte til Videnskab. København: C. A. Reitzel.
- Gavelin, A. 1921: Återblick på uppfattningarna om mellersta och södra Sveriges urberg under de senaste femtio åren. *Geol. Fören. Förhandl.* 43, 202-215.
- Geikie, A. 1905: *The founders of geology*. 2nd ed. London: Macmillan and Co. Ltd.
- Gillispie, C. C. 1951: Genesis and geology. The impact of scientific discoveries upon religious beliefs in the decades before Darwin. *Harvard Historical Studies* 58. Harvard, Mass: Harvard Univ. Press. (Reprint 1959. Harper Torchbooks. New York.)
- Gilluly, J. (chairman) 1948: Origin of granite (conference at meeting of the Geological Society of America held in Ottawa, Canada, December 30, 1947). *Geol. Soc. Amer. Mem.* 28.
- Godwin, H. 1968: The development of Quaternary palynology in the British Isles. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* 6, 9-20.
- Gordeev, D. I. & Chebotareva, L. A. 1953: Significance of M. V. Lomonosov's ideas in the development of natural history in Western Europe. *Očerki po Istorii Geologičeskich Znanij*. 1, 7-35. Akad. Nauk SSSR. Geol. Inst. Moskva. (Arbetet är på ryska.)
- Groth, P. 1926: *Entwicklungsgeschichte der mineralogischen Wissenschaften*. Berlin: Julius Springer.

- Haiiy, R. 1801: *Traité de Minéralogie* 1. Paris: Louis.
- Hausen, H. 1968: The history of geology and mineralogy in Finland 1828–1918. Soc. Sci. Fenn. *The History of Learning and Science in Finland 1828–1918*. 7a.
- Hedberg, H. D. 1969: Influence of Torbern Bergman (1735–1784) on stratigraphy. *Acta Univ. Stockholmiensis. Stockholm Contrib. in Geol.* 20 (2).
- Holmquist, P. J. 1907: Är urberget bildat under aktuella förhållanden? *Geol. Fören. Förhandl.* 20, 89–105.
- Holmström, L. 1901: Otto Torell. Minnesteckning. *Geol. Fören. Förhandl.* 23, 391–461.
- Holtedahl, O. 1963: Charles Lyell's visit to Norway 1837 with remarks on the history of the »Granite Problem« in the Oslo region (= Studies on the igneous rock complex of the Oslo region 19). *Det Norske Vid.-Akad. Skr.* 1. Mat.-Naturv. Kl. (N. S.) 12.
- Hubbert, M. K. 1967: Critique of the principle of uniformity. In: Uniformity and Simplicity (C. C. Albritton, Jr., ed). *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 89, 3–33.
- Hutton, J. 1795: *Theory of the Earth, with proofs and illustrations*. 1–2. Edinburgh. (Tidigare version: Theory of the Earth; or an investigation of the laws observable in the composition, dissolution, and restoration of land upon the Globe. Read March 7. and April 4. 1785. – *Roy. Soc. Edinb. Trans.* 1, 209–304. Edinburgh.)
- Högbom, A. G. 1920: Nivåförändringarna i Norden. Ett kapitel ur den Svenska naturforskningens historia. *Göteborg. K. Vet. Vitterh.-samh. Handl.* 4, 21–22.
- Högbom, A. G. 1936: »Den petridelauniska floden«. *Lychnos* 1936, 1–75.
- Hölder, H. 1960: *Geologie und Paläontologie in Texten und ihrer Geschichte*. Sammlung Orbis Academicus. Freiburg/München: Karl Alber.
- Hørbye, J. C. 1855: Det erratiske fenomen paa riksgrensen. *Nyt Mag. for Naturvid.* 8. Kristiania.
- Jamieson, T. F. 1882: On the cause of the depression and re-elevation of the land during the glacial period. *Geol. Mag.* Dec. II. 9, 400–407, 457–466.
- Lindroth, S. 1954: Svensk naturforskning kring 1800-talets mitt. *Lychnos* 1953, 158–181.
- Lindroth, S. 1950: Om Sven Nilssons engelska förbindelser (Lyell, Darwin och Lubbock). *Lychnos* 1948–1949, 144–158.
- Kjerulf, T. 1860: Om friktionsphaenomenet. *Univ.-Progr. for første Halvaar*, 1–114. Christiania.
- Lindström, G. 1859: *Geologiens grunder, efter Lyells »Elements and Principles of Geology«, m. fl. 2. uppl.* Stockholm: Axel Hellstens Förlag.
- Linnaeus, C. 1747: *Wästgöta-Resa, på Riksens Höglofliga Ständers Befallning förättad år 1746*. Stockholm: Lars Salvius.
- Lundqvist, G. 1935: Blockundersökningar. Historik och metodik. – *Sveriges Geol. Unders.* C. 390.
- Lundqvist, G. 1958: Kvartärgeologisk forskning i Sverige under ett sekel. – *Sveriges Geol. Unders.* C. 561.
- Lyell, C. 1834: *Principles of Geology: being an inquiry how far the former changes of the Earth's surface are referable to causes now in operation*. I. 3rd ed. London: John Murray.
- Lyell, C. 1835: On the proofs of a gradual rising of the land in certain part of Sweden. *Phil. Trans.* 1, 1–38. London.
- McIntyre, D. B. 1963: James Hutton and the philosophy of geology (C. C. Albritton, Jr., ed.). – Reading, Mass. etc. (Addison-Wesley Publ. Co., Inc.).
- Manten, A. A. 1966: Historical foundations of chemical geology and geochemistry. *Chemical Geology* 1, 5–31.

- Manten, A. A. 1967: Lennart von Post and the foundation of Modern palynology. *Rev. Palaeobotan. Palynol.* **1**, 11–22.
- Marmo, V. 1966: On the petrological classification of granites. *Comm. Géol. Finlande. Bull.* **222**, 69–73.
- Marmo, V. 1967: On the granite problem. *Earth-Sci. Rev.* **3**, 7–29.
- Martin, P. S. & Wright, H. E., Jr. 1967: *Pleistocene extinctions. The search for a cause.* New Haven & London.
- Nansen, F. 1922: The strandflät and isostasy. *Videnskapsselsk. Skr.* **1. Mat.-nat. Kl.** **1921. 11.** Kristiania.
- Nathorst, A. G. 1894: *Sveriges geologi allmänfattligt framställd med en inledande historik om den geologiska forskningen i Sverige.* Stockholm: E. & G. Beijer.
- Nathorst, A. G. 1894: *Jordens historia.* **1.** Stockholm: F. & G. Beijer (pp. 1–33): Geologiens historia och grundbegrepp; pp. 34–53: Den geologiska forskningen i Sverige.)
- Nieuwenkamp, W. 1965: Geschichtliche Entwicklung der heutigen petrogenetischen Vorstellungen. *Geol. Rundschau* **55**, 460–478.
- Nilsson, E. 1969: Gerard De Geer. Geokronologen. *Levnadsteckn. K. Sv. Vet. Akad. Ledamöter.* **172.** Stockholm.
- Nordenskiöld, A. E. 1870: Sveriges inflytande på mineralogiens utveckling. *Framtiden. Tidskrift för fosterländsk odling* **3.** Stockholm: L. J. Hierta.
- Pauly, H. 1967: Johan Georg Forchhammer – en av geokemins pionjärer. *Naturens Värld* **8**, 56–64. Hälsingborg: Skandinavisk Kultursamling AB.
- Penck, A. 1894: *Morphologie der Erdoberfläche.* **2.** Stuttgart: J. Engelhorn.
- Pfannenstiel, M. 1969: Die Entstehung einiger tektonischen Grundbegriffe. Ein Beitrag zur Geschichte der Geologie. *Geol. Rundschau* **59**, 1–36.
- Pietsch, K. 1963: Zur Erinnerung an Hermann Credner und die »Geologische Landesuntersuchung von Sachsen«. *Geologie* **12**, 741–750.
- Playfair, J. 1802: *Illustrations of the Huttonian Theory of the Earth.* Edinburgh. (Facsimile reprints, ed. G. W. White, 1956 (Univ. Illinois) och 1964 (Dover Books, Dover Publ., Inc., New York).)
- Regnéll, G. 1949: On the position of palaeontology and historical geology in Sweden before 1800. *K. Vet. Akad. Arkiv Mineral. Geol.* **1.** Nr. 1. Stockholm.
- Regnéll, G. 1967: A summary of the history of geological studies in Scandinavia up to 1900. *Atlas News Supplement to Earth-Sci. Rev.* **3**, A69–70.
- Sahama, T. G. 1967: Pentti Eelis Eskola. *Proc. Finnish Acad. Sci. Lett.* **1965**, 75–79.
- Sandegren, R. 1921: Den kvartärgeologiska forskningen i Sverige under de senaste 25 åren. *Geol. Fören. Förhandl.* **43**, 119–156.
- Scherz, G. (ed.) 1969: Steno Geological Papers. *Acta Hist. Sci. Nat. Med. Ed. Bibl. Univ. Hauniensis.* **20.** Odense University Press.
- Schindewolf, O. H. 1948: Wesen und Geschichte der Paläontologie. *Probleme der Wissenschaft in Vergangenheit und Gegenwart* (herausgegeben von G. Kropp). Berlin: Wissenschaftsgesellschaft. MBH.
- Sederholm, J. J. 1907: Om granit och gnejs, deras uppkomst, uppträdande och utbredning inom urberget i Fennoskandia. *Bull. Comm. Géol. Finlande* **23**.
- Sefström, N. G. 1836: Undersökning af de räfflor, hvaraf Skandinaviens berg äro med bestämd riktning färade, samt om deras sannolika uppkomst. *K. Sv. Vet. Akad. Handl.* **1836**, 141–255. Stockholm.
- Sieger, R. 1893: Seenschwankungen und Strandverschiebungen in Skandinavien. *Zeitschr. Gesellsch. Erdkunde zu Berlin* **28**, 1–6.

- Stobaeus, K. 1738: *Ceraunii betulique lapides disputatione historica illustrati*. Londini Gothorum. (Omtryck i Kiliani Stobaei Opuscula. Dantisci 1752.)
- Stobaeus, K. 1741: *Monumenta diluvii universalis ex historia naturali* (diss., resp. J. H. Burmester). Londini Gothorum. (Omtryck i Kiliani Stobaei Opuscula. Dantisci 1752.)
- Tanner, V. 1907–30: Studier över kvartärsystemet i Fennoskandias nordliga delar. 1–4. – Helsingfors.
1. *Bull. Comm. Géol. Finlande* **18**. 1907.
 2. *Fennia* **26**. 1. 1907.
 3. *Dissertation*. 1914.
 4. *Bull. Comm. Géol. Finlande* **88**. 1930.
- Tanner, V. 1935: Jakob Johannes Sederholm. Minnesteckning. *Sv. Tekn. Vet.-Akad. i Finland*. Helsingfors.
- Tilas, D. 1740: Tanckar om malmletande i anledning af löse gråstenar. *K. Vet. Acad. Handl.* **1**. Stockholm.
- Torell, O. 1865: Om de geologiska forskningarne i Norge. – *Lunds Univ. Årsskr.* **2**.
- Turner, F. J. 1948: Mineralogical and structural evolution of the metamorphic rocks. *Geol. Soc. Amer. Bull.* **30**.
- Wegmann, E. 1958: Das Erbe Werners und Huttons. *Geologie* **7**, 531–559.
- Wickman, F. E. 1946: Svensk geokemisk forskning. En återblick. *Geol. Fören. Förhandl.* **68**, 147–151.
- Wiik, F. J. 1906: Om en ny anti-aktualistisk teori för de kristalliniska bergformationerna. *Öfversigt Finska Vet.-Soc. Förhandl.* **48**, No. 16.
- Wilson, L. G. 1967: The origins of Charles Lyell's uniformitarianism. In: *Uniformity and Simplicity* (C. C. Albritton, Jr., ed). *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* **89**, 35–62.
- Zenzén, N. 1934: Uppgifter om varvig lera i vår äldre litteratur. *Geol. Fören. Förhandl.* **56**, 443–462.
- Ødum, H. 1945: Contributions to the literature on erratic boulders. *Meddr. Dansk Geol. Foren.* **10**, 499–506.