

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 446.

ÅRSBOK 36 (1942) N:o 3.

SJÖSEDIMENT OCH
DERAS
BILDNINGSMILJÖ

AV

G. LUNDQVIST

Pris 1 kr.

STOCKHOLM 1942
KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER
422499

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 446.

ÅRSBOK 36 (1942) N:o 3.

SJÖSEDIMENT OCH
DERAS
BILDNINGSMILJÖ

AV

G. LUNDQVIST



STOCKHOLM 1942

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

422499

Innehåll.

	Sid.
Förord	3
Strömmarnas inverkan	4
Berg- och jordarternas inverkan	10
Inverkan av sjöns vegetation	17
Sedimentens diagenes	19
Kulturmarkernas inverkan	21
Jämförelse mellan sedimenttyper	23

Förord.

I ett flertal sjöundersökningar (jfr litteraturförteckningen) har jag lämnat korta redogörelser för ett ganska stort antal sjöar och deras sediment. Visserligen voro sedimenten huvudsaken i dessa arbeten, men en mera ingående behandling därav kunde icke lämnas för varje område. Därför krävdes ett större och mera regionalt material än ett begränsat område tillåter. En sammanfattning gjordes emellertid till Limnologkongressen i Sverige 1939 och framlades för denna i ett föredrag (Lundqvist 1940 a).

Såvitt möjligt har jag alltid försökt att sätta sedimenten i relation till deras bildningsmiljö och i få ord resumera den. Men någon samlad bild av sambandet erhålles dock icke på detta sätt. Materialet är då för obetydligt, för att man skall få blicken klart fästad på det väsentliga i de lokala företeelserna och deras allmänna räckvidd.

Materialet har nu blivit så omfattande, att ett första försök till granskning av de olika sedimentgrupperna ur agentiernas synpunkt må göras. De företeelser som då komma ifråga äro strömmar av olika slag (till- och avlopp, vindströmmar m. m.), omgivningarnas geologiska beskaffenhet (mineralkorn och utfällningar), vegetationens inflytande, sedimentens diagenes och kulturpåverkan. Slutligen lämnas jämförelser mellan sedimenttypernas utbildning inom några exempelområden, granskade ur olika synpunkter.

Det följande är att uppfatta som en sammanfattning av vissa synpunkter i mina tidigare arbeten. Metodiken och terminologien som använts däri måste därför förutsättas vara bekanta. Det material från ännu opublicerade sjöar, som befunnits lämpligt att lägga fram redan här, har tillkommit på samma sätt.

Strömmarnas inverkan.

Strömmarna äro företeelser, vilka en var torde haft tillfälle att iakttaga i sjöarna. Deras påtagligaste effekt är böljlagsmärkena, vilka synas på sandbotten i nära nog vilken sjö som helst. I sjöar med ljust vatten, speciellt i fjällsjöarna, kan man iakttaga, att dessa böljlagsmärken gå ut till ganska stora djup. Det betyder alltså, att sandbotten ligger blottad här, därför att finkornigare och lättare material, t. ex. gyttja, på grund av strömmarnas verkan icke kan ligga kvar. Man kan därför våga påstå, att där botten ligger

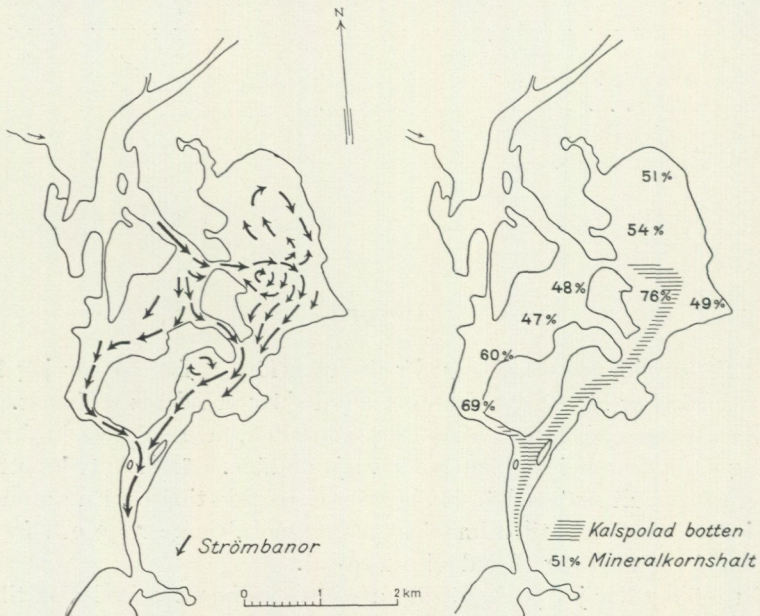


Fig. 1. Sjön Hovran vid Hedemora genomrines av Dalälven. Där strömmen är starkare är sedimentens mineralkornshalt högre; inom själva strömfåran ligger botten kalspolad. I sydvästra delen är mineralkornshalten över 60 %, trots en yppig vegetation av *Batrachium* och *Nitella*, varför strömsättningen måste vara mycket stark även här. Det gäller särskilt under vårfloden.

blottad på detta sätt kraftigare strömmar råda längs botten. Sådana platser kan man finna i de mest skilda lägen. Direkt oväntade äro de naturligtvis icke, då de förekomma i anslutning till sjöns tillopp. Extrema exempel på sådana förhållanden finnas i anslutning till sådana kraftiga vattendrag som Tännforsen från Tännsjön och Stora Sjöfallet till Langas. I Tännsjön ligger sålunda botten bar på 11 m en god bit ovan fallet, medan organiska sediment träffas längre därifrån t. o. m. på 2,5 m med en mineralkornshalt på 35—40 %. I Langas är effekten än kraftigare: botten ligger där blottad på 40—50 m:s djup många hundra meter från fallen, medan gränsen för de på organiskt material rikare sedimenten, sedimentgränsen, normalt ligger på 8 m i denna sjö.

Även när sjön är relativt liten i förhållande till tilloppet, blir effekten densamma. I Hovran, som genomrines av Dalälven vid Hedemora (fig. 1), är största djupet ungefär 13 m. Älven gör där ute i sjön en krök, varvid bildas en virvel så mäktig, att botten därunder ligger kalspolad. I närheten av detta område sker en relativt stark tillförsel av mineralkorn, halten är där 75—80 % mot normalt 50—60 % i denna sjö.

Men isolerade områden med inga eller obetydliga sediment på fasta botten kunna förekomma utan samband med sådana lätt synliga strömmar som älvar etc. Som exempel må hänvisas till Storsjön i Jämtland, där botten ligger nästan bar på 34 m i gattet mellan Norderön och Anderön. Här sveper tydligen en stark ström in från djupet i N. Det kunde man f. ö. tack vare vattnets stora siktdjup avläsa även på vegetationen längre mot land.

Det allra mest utpräglade exemplet på samma företeelse utgör Vättern. Dess botten ligger, som Ekmans, 1914, undersökningar visa, i mycket stor utsträckning blottad (fig. 2). Den utgöres av sand på lera, mycket sällan ren lera. Ett prov erhållet med Pettersson-Kullenbergs vakuumlod hösten 1941 var moränlera med alunskifferbitar. Därigenom blir det förhållandet, att man här på bortåt 10 km avstånd från land finner riklig sand på en finkornigare jordart icke så överraskande. Ty moränleran innehåller till skillnad från vattensedimentet lera sådant grövre material i större mängd. Den av Ekman givna förklaringen, att materialet av bottenströmmarna sköljts ut ur underlaget, är sålunda riktig, även om premisserna till denna slutsats äro andra än han tänkte sig. I god samklang därmed står även, vad fiskare berättade mig om strömmarna: en sydgående stark ström

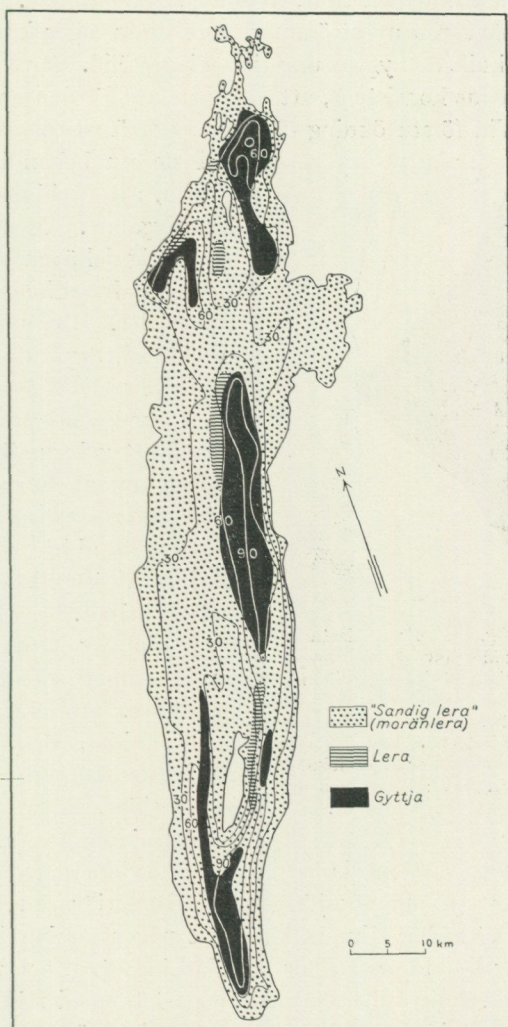


Fig. 2. I Vättern råda mycket starka strömmar, varför botten i största utsträckning ligger kalspolad till ett betydande djup. Efter Ekman 1914.

sveper fram Ö om Visingsö och en liknande men nordgående går V därom. Dessa strömmar kunna vara så kraftiga, att de taga med sig fiskredskapen. Det är då självklart, att det finare materialet föres med av strömmarna.

I samband med detta bör framhållas, att man på de lokaler som åsyftades kan finna ett tunt, flytande sedimentlager. Dess förekomst synes ju tala emot närvaron av strömmar. Men dessa lager kunna icke vara permanenta, ty då skulle de byggas upp till en lagerföljd. Man kan därför påstå, även på grund av deras konsistens, att de avpassats för den normalström som utmärker platsen. Vid första ökning däröver av strömstyrkan svepas de bort.

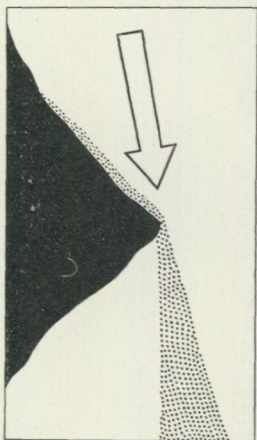


Fig. 3. Från fastmarksudden (svart) utsvämmas i vindriktningen (pilen) en skarpt avgränsad »slamström» (sjön Nävden 1940). Företeelsen kan förklara förekomsten av en lokal höjning av sedimentens mineralkornshalt.

I de nu behandlade exemplen äro strömmarna så starka, att de hindra det lätta organiska materialets kvarliggande. Men då mineralkornen ofta utgöra en viktig del även av de organiska sedimenten, måste de normalt sedimentera samtidigt med det organiska materialet. Denna slamtransport kan man också direkt iakttaga ute i sjöarna under blåsväder. Speciellt blir detta synligt vid uddar, då vinden ligger snett med ena stranden och utåt sjön (fig. 3). Man ser då ett grågrumligt band utgående från udden.

I en annan, ehuru mindre påtaglig form, framträder mineralkornstransporten i planktonproven. Det är visserligen aldrig stora mängder korn som erhållas däri, men företeelsen är så regelbunden, att den måste betyda något. En kontroll på att kornen icke utgöra förorening av håvarna är, att storleken på dessa korn är densamma som på sedimentens i samma sjö eller del därav. Storleken kan nämligen växla rätt mycket i större sjöar, särskilt i de förgrenade. Som exempel på mineralkornens storlekar i planktonprov må följande sjöar, valda på måfå, nämnas (räknat från N): Kaskasajaure 180 μ , Torneträsk 70 μ , St. Umevatten 260 μ , Gäutajaure 280 μ , St. Burvattnet 160 μ , Hällsjön 560 μ , Larsbosjön 140 μ , Bångtjärn 100 μ , Tingstäde träsk 200 μ m. fl. Det råder sålunda knappast något samband mellan storleken på sjön, vilken är bestämmande för uppblåsningssytan, och på mineralkornen.

Denna mineralkornstransport är emellertid särskilt påfallande i de stora norrlandssjöarna. Deras till- och avlopp äro som regel betydande, varför vattenomsättningen blir stor. Man finner här, att mineralkornshalten är större närmare tillloppet och i princip avtager i nästa sjö nedströms. Mest påfallande blir detta i sjöar med glaciärslamrikt vatten. Där behöver man aldrig ens mikroskopera sedimenten för att konstatera växlingarna. Man ser nämligen, hur vattnets klarhet ökar nedströms. Som exempel må hänvisas till sjöarna Tarfalajaure, Ladtjojaure, Paittasjärvi och Laukujärvi i Kalixälvens vattenområde (fig. 4). Deras siktdjup växa nämligen från 0.3 till 7 m. Och inom Paittasjärvi, som är c:a 2 mil lång mättes siktdjupen 0.8, 3.5 och 7.1 m i ordning från V till

Ö. Parallellt därmed avtager mineralkornshalten och även kornstorleken inom sedimenten.

Om glaciärslammet tillföres sjösystemet nedanför de översta sjöarna inträffar naturligtvis motsvarande förhållande. Som exempel må hänvisas till sjöstråket nedanför Kvikkjokk, alltså L. Luleälvsstråket. Saggat erhåller i V tillopp från Kamajokk och Tarraädno, vilka rinna ihop vid Kvikkjokk. Den förra är starkt grågrumlig av glaciärslam från Sarek, den senare är kristallklar. Där de sammanträffa rinna de båda vattnen först jämsides med en knivskarp gräns, men längre nedströms tager Kamajokk överhanden, varigenom slamhalten sprides i vattendraget. Siktdjupet är där 0.9 m, vid Storholmen i västra delen av sjön 2.1 m och än längre ut 5.5 m. Efter en tids häftiga regn hade det där nedgått till 4.0 m. Därav framgår bl. a., att regnet verkar kraftigare avsmältande på glaciärerna än solen.

Genom Blackälven komma rikliga mängder glaciärslam till östra delen av Tjåmotesjaure (fig. 5). Den $31/7$ 1941 låg den synliga slamgränsen vid udden S om Paikasluokte, men efter 14 dagars sydostlig vind ($13/8$) hade den förskjutits till strax V om Tjåmotes, alltså c:a 2 km mot Ö. Ovanför denna gräns verkade vattnet nästan klart. Det förefaller överraskande, att det slamförande vattnet drivits mot vinden. Men detta måste bero på, att det slamfattigare ytvattnet drivits med vinden, varefter det slamrikare bottenvattnet pressats upp till ytan och emot vinden. Det är alltså alldeles analogt med det exempel Hellström (1941) anför från Genève-sjön. Tolkningen är invändningsfri enligt Dr R. Melin. Man kan, som Dr Bo Hellström muntligen framkastat, i sådana fall även tänka sig, att förloppet beror på växlingar i vattentrycket förorsakat av tillrinningen. Men en jämförelse mellan vattenmängdsmätningarna för Blackälven och Saggat vid Niavve visar, att förloppet i detta fall skulle blivit motsatsen.

Tillförseln genom Blackälven är emellertid så kraftig, att ännu vid Björkholmen i östra delen av Skalka, nära $2\frac{1}{2}$ mil längre ned, är siktdjupet endast 1.0 m. Slammet sjunker dock relativt hastigt, så att i Randijaure har siktdjupet

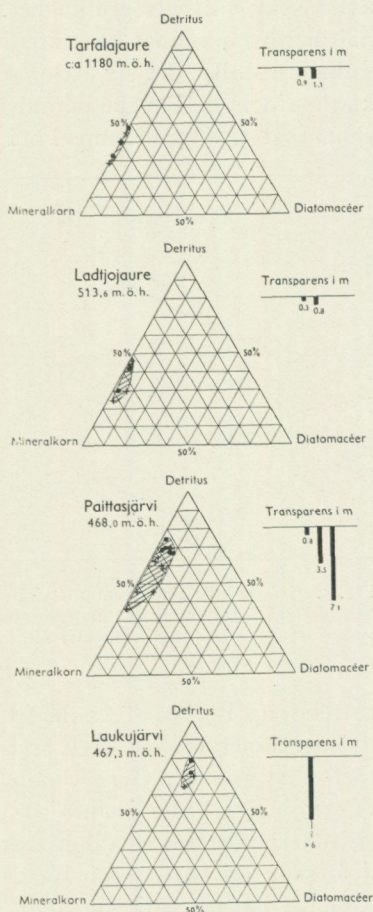


Fig. 4. Glaciärslammet sprider sig långt men blir nedströms allt mindre påtagligt. I Laukujärvi och nedanför blir mineralkornshalten normal, dit sträcker sig alltså glaciärernas inverkan på sedimentens sammansättning.

stigit till 4 m. Till belysande av dessa siktdjupsvärden må dess motsats anföras. Vaimokk, belägen c:a 3,5 mil V om Kvikkjokk, har 17,6 m, det största uppmätta värdet här i landet.

I dessa exempel har slammets närvaro och relativa mängd kunnat direkt avläsas av vattnets grumlighet. Dess inverkan på sedimentets mineralkornshalt har även kunnat konstateras genom mikroskopiska undersökningar. Mödosammare ställer det sig att analysera detta förhållande, då sjöarna ha normal klarhet inom hela vattenområdet. Man nödgas då lägga huvudvikten på mikroskoparbetet. Några exempel må anföras, likaledes från våra större norrländska

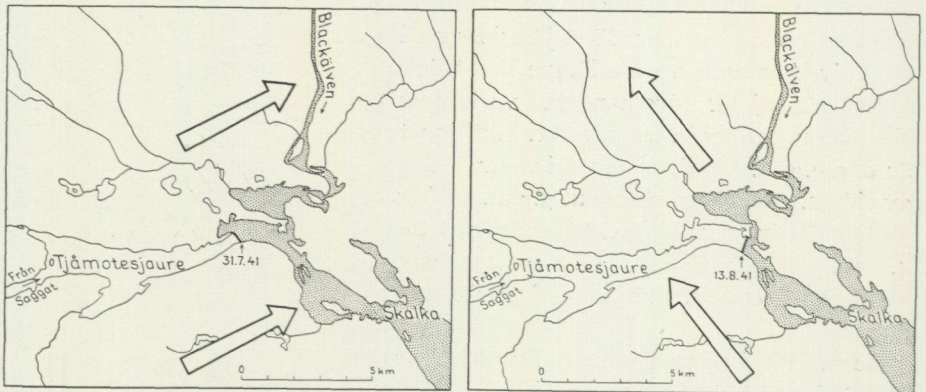


Fig. 5. Gränsen för glaciärslammet från Sarekområdet har i Tjåmotesjaure förskjutit sig mot vinden (pilarna), därför att det underliggande slamrikare vattnet förts upp av en motström. Det betyder, att slammets efter sedimentation kan öka mineralkornshalten åt det håll man minst väntar.

vattendrag. Början göres med Umeälvens sjöar, vilka nämnas i ordning nedströms. Mineralkornshalten är i genomsnitt inom ytsedimenten i Stora Umevatten 45—60 %, Övre Uman 25—35 %, Gäutajaure 25—30 %, Gardsjön 15—25 % och i Storuman 8—15 %. Här framkommer mineralkornshaltens avtagande nedströms ovanligt distinkt, men det är också att märka, att dessa sjöar samtliga äro ganska stora. Om storlekarna växla blir successionen mindre påtaglig. Låt oss välja en sådan serie från Indalsälvens vattenområde. Jävsjön vid norska gränsen har 6—20 %, Holdern 3—24 %, Torrön 6—12 %, Juvuln 25—35 %, Kallsjön 25—45 % och Storsjön 20—50 %, oftast 20—30 %. Här synes förhållandet snarast vara omvänt och det beror på, att vi här nedströms komma in i öppnare issjöområden, vari materialet är så lättroderat, att det i relativt hög grad föres ut i sjöarna. Men även Indalsälven kan uppvisa den normala successionen. Vi kunna välja stråket Resemejaure (en liten fjällsjö) 25—35 %, Korsvattnet 9—26 %, Oldsjön 15—16 % och Landösjön 7—11 %. Även en annan serie duger: St. Burvattnet 40—45 %, L. Burvattnet c:a 20 % (2 observationer på 21 %) och St. Mjölkvattnet 15—30 %.

Dessa uppräknings har sålunda visat en principiell överensstämmelse med glaciärslammets fördelning, och man torde därför kunna sluta, att orsaken är densamma i båda fallen. Varje sjö utgör ett sedimentationsfält och varje vat-

tenområde, d. v. s. den del som beröres av ett och samma genomgående vatten- drag, utgör ett enda klarningsbäcken. Från denna stora princip finnas naturligt- vis många skenbara undantag. Avvikelserna betingas där av lokala faktorer såsom sjöarnas storlek, djup och läge i förhållande till starka vindar samt om- givningarnas geologiska beskaffenhet. Exempel på det sistnämnda funno vi i Indalsälven. Andra kunna nämnas från t. ex. Bergslagen. Vi kunna välja sjöar som genomrinnas av Kolbäcksåån först. Bysjön har 16—20 %, Väsman 7—33 %, Nedre Hillen 11—15 %, Leran 23—26 %, N. Barken 13—15 % och S. Barken 18—44 %. Även om det kanske blir tröttande med sådana uppräkn- ingar, vill jag visa ett litet vatten- system som stöter till N. Barken. Överst ligger St. Gruvsjön med 3 %, därefter Orsen 2—15 %, Dammsjön (Spjutsbo) 8—19 %, Gäsen 12— 15 %, Issen 12—28 %, Hemsjön 18—20 % och slutligen N. Barken 13—15 %. Av dessa värden, vilka i en sådan sammanställning ge en ytterst schematisk bild av förhållan- dena, framgår, att mineralkorns- halten i översta sjön är lägst, den ökar väsentligt, när sjön (den över- sta här = Gäsen) ligger inom ett större mjälområde. Principen i de växlingar som kunna spåras vid en närmare analys av vattensystemet visar ökning för större sjöar, men bli de i sin helhet djupare än normalt, sjunker mineralkornshalten i stället. Vi åter- komma därtill senare.

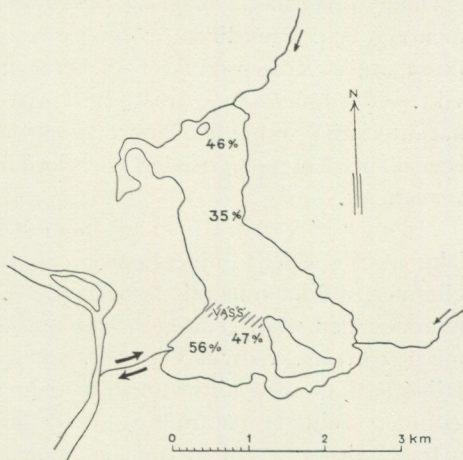


Fig. 6. Mineralkornshalten i Flinesjön, som är en lagunsjö, är högst närmast avloppet, beroende på att den slamrika Dalälven tidvis rinner in i sjön.

visar ökning för större sjöar, men bli de i sin helhet djupare än normalt, sjunker mineralkornshalten i stället. Vi åter- komma därtill senare.

Glaciärslammet möjliggör för oss genom sin massa, att på ett enkelt men ändå effektivt sätt följa sedimenttransporten och sedimentationen utan mikrosko- piska analyser. De principer vi därav kunde avläsa ha vid mikroskopiska ana- lyser visat sig väl tillämpliga även i de fall, då det i vattnet uppslammade mi- neralkornsmaterialet icke är direkt iakttagbart. Huvudregeln var den, att ma- terialet sjunker från tilloppet mot avloppet. Det finnes emellertid en annan typ sjöar, där förhållandena synas vara annorlunda. Det är de sjöar som ligga längs Dalälven, men ännu icke äro avsnörda därifrån, lagunsjöarna (enligt Samuelsson 1925). Dessa ligga i nivå med Dalälven och följa dess vattenstånds- gång. Vid stigande rinner älven alltså in i sjöarna och vid fallande tvärtom. Då älven är ganska rikt slamförande — det ser man bl. a. på den starka tillväxten av öarna i Hovran — tillföras sjöarna samtidigt ganska mycket material. I Flinesjön t. ex. är mineralkornshalten i S, alltså närmare avloppet till älven, 47—56 %, medan den i N är 35—46 % (fig. 6). I Amungen är mineralkorns- halten mitt i sjön på 10.5 m:s djup 40 % men på samma djup nära avloppet 45 %. I norrlandssjöarna konstaterades, att mineralkornshalten minskar mot

avloppet, men i lagunsjöarna är resultatet tvärtom. Det är i viss mån endast skenbart. Dessa avlopp tjänstgöra nämligen tidvis som tillopp. När de sedan fungera som avlopp har det införda materialet redan sedimenterat. Det finner man f. ö. efter vårfloden, då blocken äro överdragna av tjocka mjälkskorpor.

Berg- och jordarternas inverkan.

Omgivningarnas geologiska beskaffenhet är av största betydelse för sedimentens typ. Egentligen är det jordarterna, som äro utslagsgivande, men då dessa utgöra krossprodukter av berggrunden, är det denna som är av primär vikt. Inflytandet kan spåras på två sätt i sjöarna: genom förekomsten av vissa karakteristiska mineraler och genom utfällningar betingade av vissa kemiska egenskaper hos berggrunden eller jordarterna. Låt oss granska den första inverkan nu.

Mineralkornen äro av de mest skilda slag, men i sedimenten kan man icke utan speciella mineralogiska analyser urskilja fler än kvarts, fältspat, glimmer, mörka mineral (hornblände o. dyl.), granat samt kalk. Av dessa är kvartsen den utan gensägelse vanligaste. Därefter komma fältspaterna, även om de icke direkt sticka i ögonen. När några av de andra mineralkornen bli påfallande, kan man alltid återföra dem till något karakteristiskt drag i berggrunden. Sålunda må anföras, att i Stora Umevatten voro de mörka mineralen ytterst talrika (42 % av kornen) inom en viss del av sjön. Berggrundskartan utvisade ett grönstensområde i närheten. Inom Bergslagen må som exempel nämnas Orsen och Dammsjön vid Spjutsbo, vilka övertväras av relativt stora grönstensstråk. En stor del av fjällkedjans bergarter utgöras av glimmerskiffrar. Därför utgör glimmer ett synnerligen vanligt inslag i sjösedimenten inom dessa områden. På den minerogena bottnen, särskilt närmast stranden, blixtra och blänka dessa glimmerfjäll på långt håll.

Inom olika delar av fjällkedjan är granat ett karakteristiskt mineral. Det gäller bl. a. inom vissa delar av Kebnekaiseområdet, där granatrika lager lysa roströda, så att även andra än geologer observera dem. Bland sjöar där de iakttagits i större mängd må nämnas den nedanför Singitjåkko belägna samt Tarfalajaure och Kaskasajaure uppe i själva Kebnekaisemassivet.

Bland mineralen uppräknades även kalk. Därmed åsyftades egentligen splittror av kambrosiluriska kalkbergarter (ortocerkalk o. dyl.). Dylika borde väl vara »karaktärsmaterial» inom sådana extrema kalktrakter som Gotland. Men här möter oss en ny anomali i sedimentens konstituentier. Kalksplittror lysa praktiskt taget med sin frånvaro inom Gotlandssjöarnas sediment. Man konstaterar det lätt med saltsyrebehandling, även om det intensiva fräsandet av kalkslammet kanske försvårar iakttagelsen. Klart skönjbar för en var blir den emellertid i sedimenten utanför Gotlandskusten, där jag icke funnit några kalkkorn. En granskning av Gotlandsmoränens sammansättning har visat, att de grövre kornstorlekarna, grus, sand och grovmo till övervägande delen bestå av urbergsmaterial. I finmon ökar emellertid kalken hastigt. Moränen utgör ut-

gångsmaterialet för sjösedimentens minerogena beståndsdelar, varför man borde antäffa ganska mycket kalkbergssplittor i sjöarna. Då så icke är fallet, måste dessa relativt hastigt lösas upp i sjön. Till stor del torde detta förlopp betingas av växternas och djurens livsverksamhet, främst av den vid andningen avgivna kolsyran. Därmed äro vi inne på en annan företeelse i sjösedimentens uppbyggnad, utfällningen.

Utfällningarna i sjöarna äro huvudsakligen av två slag i vårt land: järnoxidhydrat och kalciumkarbonat. För korthetens skull kalla vi dem järn eller limonit och kalk. Deras förekomstätt inom sjön visar en stor överensstämmelse, medan de i regionalt hänseende kunna sägas vara varandras motsatser. Låt oss först granska den lokala förekomsten.

Järnsedimenten äro vanligtvis limonitrik findetritusgyttja, limonit eller sjömalms. Deras djupläge inom sjön växlar med sjötypen på så sätt, att i en sjö med mörkare vatten ligga de grundare. Närmast stranden är järnutfällningen obetydlig, på c:a 1 m ökar den och når vanligtvis maximum på 2 till 4 m, för att där utanför hastigt avtaga. C:a 2—4 m är den egentliga sjömalmszonen. Huru denna är fördelad i en vanlig smålandssjö framgår av kartan över Vidöstern (fig. 7). För att

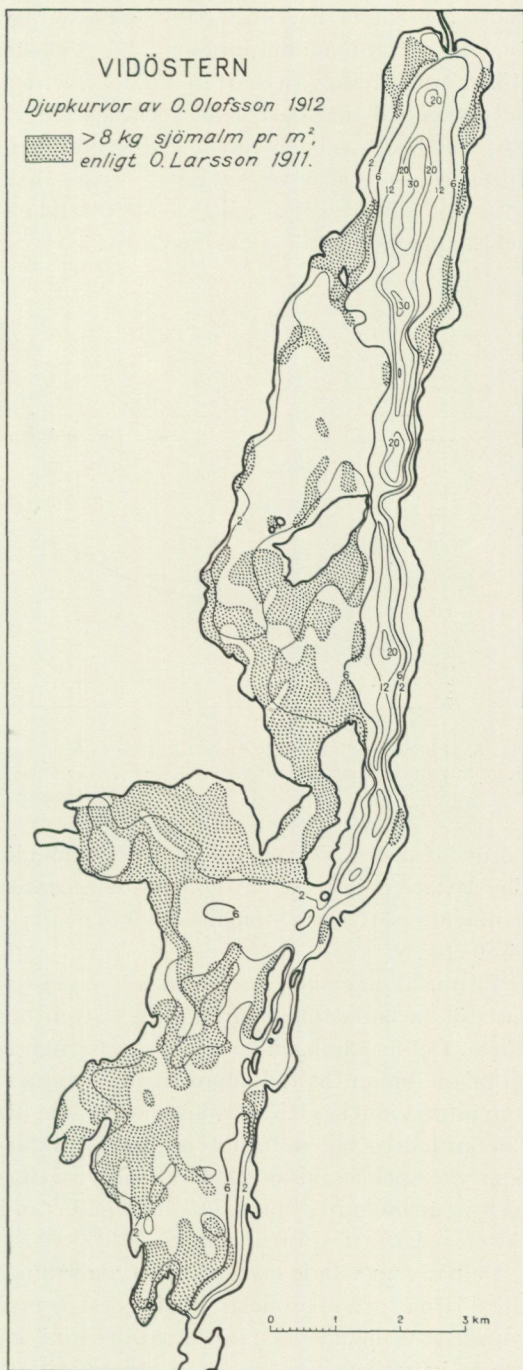


Fig. 7. Sjömalmen tillhör sjöns grundare områden. Vidöstern har gulbrunt vatten och transparensen 2.3 m (Thunmark 1937); i en sjö med ljusare vatten ligger järnet djupare. Efter Naumann 1922.

klara begreppen har dock på denna icke tagits hänsyn till lägre sjömalms halt än 8 kg/m^2 . Sjömalmsområdena på Vidösterns botten ha därför en något större utbredning än kartan visar. Av denna framgår, att sjömalmen vanligtvis saknas närmast land, och den når sällan större djup än 6 m. Vidare kan tilläggas, att sjömalmen endast sällan finns på lös botten. Orsaken kan visserligen — som även antagits — vara den, att järnutfällningen upphör om sediment, alltså gyttja, pålagras de utfällda kropparna. Troligare är dock, att det är en kombination av kemiska, ev. även biologiska, och mekaniska faktorer.

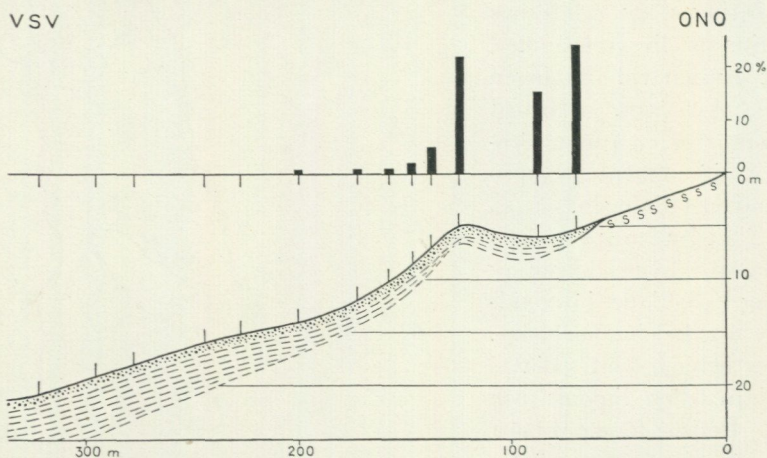


Fig. 8. Limoniten i Rasjöns ytsediment är bunden mest till djupzonen ovanför 5 m:s-kurvan. Utanför 10 m saknas limonit i denna profil. I sjöar av denna typ är limoniten alltså en litoral bildning.

Förutsättningen för järnutfällningen är nämligen riklig syretillförsel, och detta sker lättare i rörligare vatten. Just denna vattnets rörlighet hindrar emellertid sedimentavsättning. Sjömalmsbildningen är sålunda en mycket sammansatt företeelse.

Järnutfällning sker emellertid inte endast på hård botten, även om den når sin största omfattning där. På lös botten blir effekten emellertid helt annorlunda. Det är nämligen denna företeelse som tar sig uttryck i sedimentens förut omtalade limonithalt. Limoniten förekommer på sådan botten, som små korn, som infiltration i gyttjesubstansen eller som utfällning på ekskrementklumparna. Limonithalten blir naturligtvis ganska växlande, men den är alltid lagbunden. Som exempel hänvisas till förekomsten i Rasjön (fig. 8). Man ser därav, att på 5 m är limonithalten 22 %, men på 6.5 m har den sjunkit till 5 % och fortsätter sedan att sjunka mot djupet.

De båda nu visade exemplen antyda sålunda, att järnutfällningen är bunden till sjöarnas grundare delar, varför dess komplex av bildningsbetingelser måste vara bäst utbildade där. Detta gäller de mörkare vattnen. I de ljusa ligger järnzonen betydligt djupare, men systematiska undersökningar däröver saknas ännu. En sammanställning av materialet från flera sjöar, alltså icke från en enda som i det föregående, visar, att limonitzonen i dessa ofta ligger på 10—20

m eller djupare. Därigenom kompliceras frågan om limonitutfällningen, ty det visar, att man måste taga hänsyn även till sjöarnas ljushushållning. Därigenom har åsikten om de levande varelsernas betydelse för järnutfällningen fått ett kraftigt stöd.

I vilket fall som helst indicerar limonit i ett sediment, att det bildats relativt nära land, på ett icke alltför stort djup och i ett relativt upprört vatten.

En parallellföreteelse till järnet är, som redan sagts, kalken, alltså det utfällda kalciumkarbonatet. Det förekommer som slam, finkorniga aggregat eller flagor avlossnade från växter, på vilka det utfällts eller är ännu kvarsittande. Algernas grenverk kunna vara uppfyllda av kalkaggregat. Till sjöarnas kalksediment höra bleke och kalkgyttja, vilket sistnämnda är ett allmänare kollektivbegrepp för kalkhaltig och kalkrik findetritusgyttja och deras varianter. Kalksedimenten anträffas vanligtvis i mindre och grunda sjöar, t. ex. på Öland, Gotland, i Uppland, Jämtland, Abiskotrakten o. s. v. De synas då vara tämligen jämnt och regelbundet fördelade över hela sjön. Man kan därför icke avgöra, hur de förekomma inom ett sjöbäcken och får för frågans lösande uppsöka djupare sjöar. Som exempel hänvisas till kalkslamfördelningen i Broträsk på Gotland (fig. 9). På grundområdet är den 64 % men sjunker ut mot djupet, så att den på 10 m är 4 %. Fördelningsbilden är sålunda så gott som konform med limonitfördelningen i Rasjön.

I allmänhet är emellertid kalksedimentationen i vårt land avslutad för årtusenden sedan. Djupborrningar, i t. ex. Sommen, ha visat, att sedimentens kalkhalt är högst närmast land och avtager ut mot djupet (fig. 10). Konsekvensen blir sålunda, att det samtidigt bildas kalkrika sediment närmast land och kalkfattiga ute i sjön. Profilen visar även ett annat viktigt drag: de äldsta sedimenten äro kalkrikast, de yngsta däremot ytterst kalkfattiga. Dessa regler gälla i de flesta fall. Ett undantag därifrån är emellertid det förhållande man ofta finner i t. ex. Gotlands-sjöarna. Där går nämligen ofta en smal kalkfri zon omedelbart

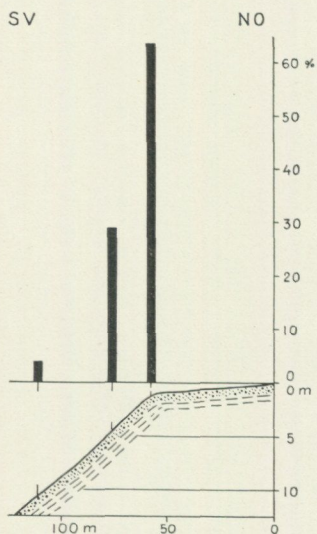


Fig. 9. Kalkutfällningen i Broträsk på Gotland är tydligt zonerad med avtagande intensitet mot profunden. Kalkens fördelning är alltså konform med järnets.

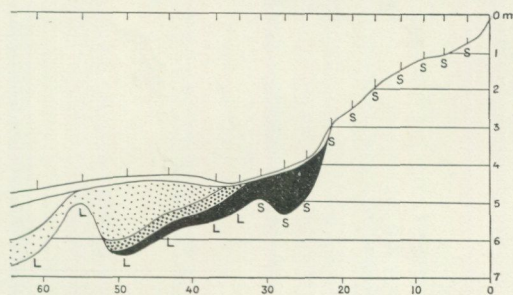


Fig. 10. Sjöarnas lagerföljder visa samma kalkfördelning som ytsedimenten. En profil från Sommen (svart betyder starkast, vitt svagast kalkhalt) visar även, att kalkhalten avtagit med tiden.

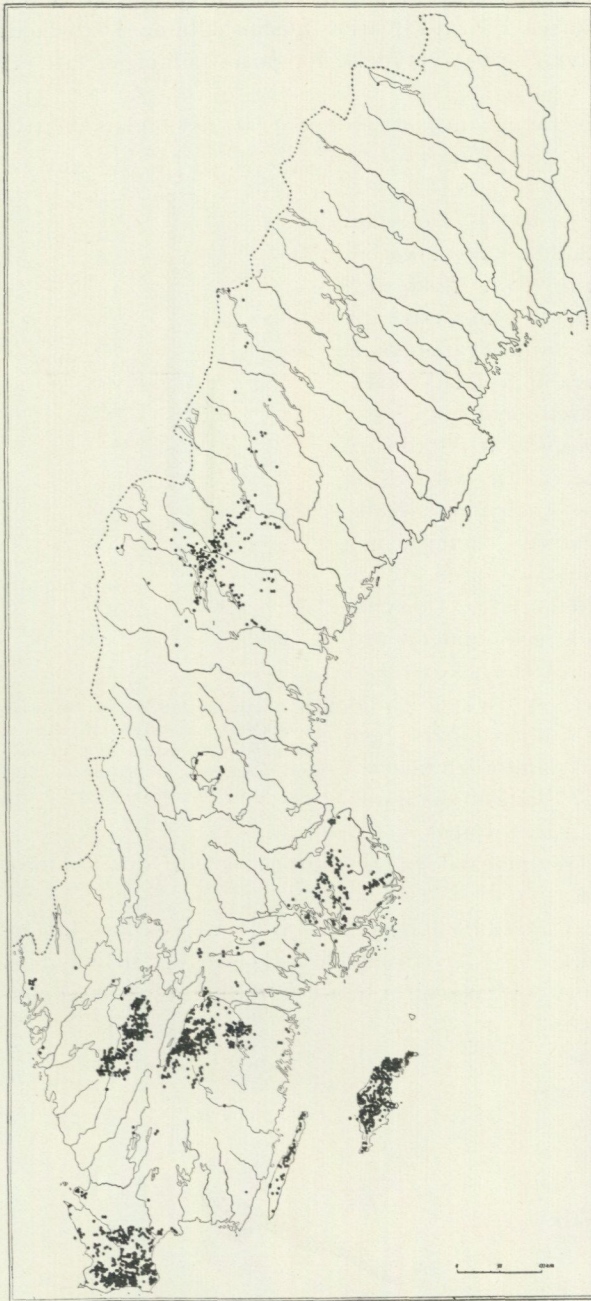


Fig. 11. Recenta och fossila kalkutfällningar. I Abiskotrakten och i Jämtland tillkomma några lokaler, vilka dock ej ändra spridningsbilden. Efter Lundqvist 1939 a.

utanför de sträckor, där myrstränder nå fram till träsket. Detta beror på, att humussyrorna från torvmarken lösa kalken eller förhindra dess utfällning. Denna zon är emellertid mycket smal, ofta 1 m eller något mera, och därför av föga praktisk betydelse.

Det föregående har sålunda visat en påfallande överensstämmelse i järn- och kalksedimentens lokala förekomst. Båda tillhöra sjöarnas grundare delar och mängden kalk och järn avtager alltså mot djupen. Man kan därför misstänka, att båda ha likartade bildningsbetingelser.

Även om dessa äro av komplex natur synes det mycket sannolikt, att de biologiska processerna utgöra en ganska viktig del därav.

En väsentlig skillnad mellan kalk- och järnsedimentens förekomst ligger i deras åldersförhållanden. De förra tillhöra sjöarnas äldsta lager, de senare de yngsta. Kalksedimentens bildning inom t. ex. södra Östergötland och norra Småland avslutades sålunda för 8—9,000 år sedan, medan järnsedimenten funnits endast under de 2,000 sista åren. Detta förhållande måste

sammanhånga med förändringar i omgivningarnas beskaffenhet. Genom inverkan av väder och vind, främst av nederbörden, undergå jordarterna urlakning på så sätt, att de lättlösligare ämnena lösas ut hastigare än de andra. De föras sedan med avrinningen ut i sjöarna och utfällas där. En sjös lagerföljd kommer sålunda att mer eller mindre tydligt åter spegla löslighetssuccesjonen hos de ämnen som ur kemisk synpunkt uppbygga omgivningarnas jordarter.

Förut nämndes, att jordarternas kemiska egenskaper bero av berggrunden. Man kan därför vänta sig ett orsakssammanhang mellan berggrunden och sjösedimentens regionala fördelning. Kalksedimenten kunna därför väntas inom områden med kalkrik berggrund och att så även är fallet framgår klart av fig. 11. Beträffande denna bör dock märkas, att den innehåller alla anträffade kalksediment, oavsett deras ålder. Numera finner man kalksediment nästan endast på Gotland, Öland, i Västergötland, Uppland, Jämtland och vid Abisko. Anmärkningsvärt är sålun-



Fig. 12. Järnutfällningar (sjö- och myrmalm och ockror). Dessutom ha förekomster av slagg från primitiv järnhantering (x) medtagits. I övre Norrland tillkomma ett antal lokaler; de andra dock icke spridningsbilden. Efter Lundqvist 1939 a.

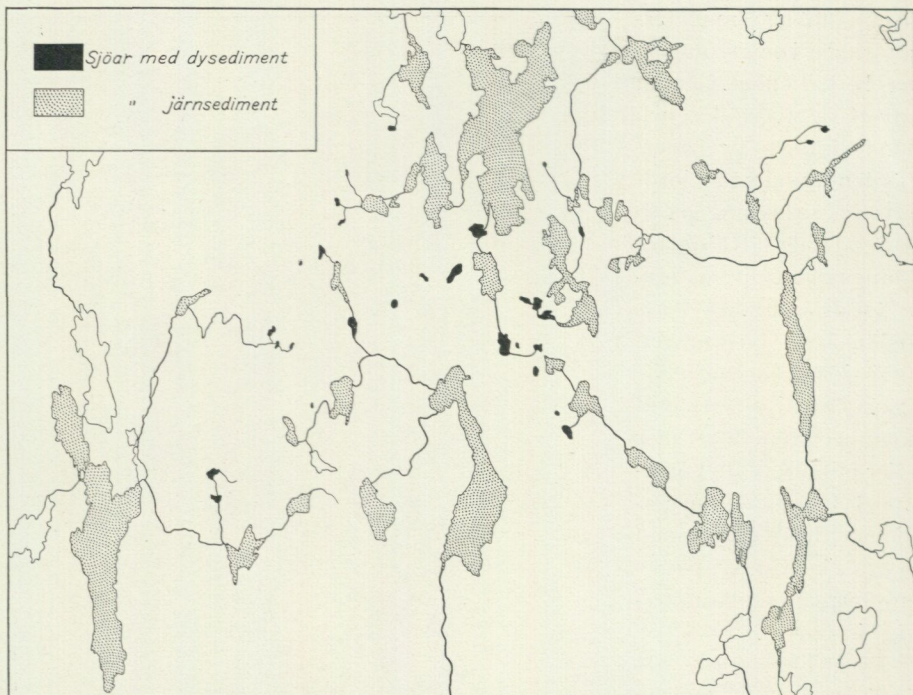


Fig. 13. Sjöar med sjöalm och med sjödy av olika typ i Anebodatrakten enligt uppgifter godhetsfullt lämnade av Sven Thunmark. Dysedimenten äro bundna till små sjöar i vissa vattenområden och anträffas huvudsakligen i dessas översta delar.

da, att bildningen av kalksediment synes upphörd i t. ex. södra Skåne och i Östergötlands kambrosilurområde. I Tåkern t. ex. bildas leriga findetritusgyttjor utan varje spår till kalkreaktion och detta oakttat vattnet företer en ganska hög kalkhalt ($\text{Ca} = 35\text{--}68$ mg/l enligt Lohammar 1939). Våmbssjön i Skåne har leriga findetritusgyttjor med 18—24 % mineralkorn och ingen kalk (Ringsjön däremot har t. o. m. limonithaltiga sediment). Orsaken till dessa märkliga förhållanden väntar ännu på sin förklaring.

Järnsedimenten äro, som av kartan fig. 12 framgår, utbredda över större delen av vårt land. En närmare granskning visar dock, att de nästan saknas inom kalksedimentens områden samt inom lerslätterna, men i övrigt är förekomsten ganska diffus. Den växlande intensitet som kartan onekligen visar behöver icke direkt motsvara verkligheten. Det kan nämligen ligga redan i primärmaterialets natur, att det råder skarp skillnad mellan t. ex. Värmland och Västmanland. I det förra landskapet ha inmutningarna på sjö- och myr-malm varit synnerligen omfattande. Ett mera likvärdigt material skulle säkerligen visa en större rikedom på fyndorter inom de järnrikare bergarternas områden. Så visade Thunmarks (1937) inventering i Sydsverige en helt annan spridningsbild än man tidigare kände.

Till sjöarnas utfällningar höra även dysedimenten, ehuru de till skillnad från

kalk- och järnsedimenten äro av organiskt ursprung. Man skiljer på grovdy och findy. Den förra utgöres av vävnadsfragment o. dyl. med utfällda humusämnen. I det följande avses findyn och hithörande sediment äro sjödy, dyrik findetritusgyttja o. a. I sin mera utpräglade form äro de bundna till mindre sjöar och vissa mossgölar. Deras bildning förutsätter en stark tillförsel av humusämnen till sjön. Detta sker genom humusförande vattendrag, alltså bäckar etc., som komma från områden med kärr eller mossar. Man tycker, att om torvmarkerna nå fram till sjön, borde utfällningen bli så mycket starkare, men så är icke alltid fallet. Detta beror på vattnets obetydliga rörelse i torvmassan (Malmström, 1923), ett förhållande som f. ö. belyses av svårigheten att effektivt dränera en mosse.

Det finnes emellertid, speciellt i Norrland, exempel på att väldiga myrar omgiva en sjö, men trots detta är dennas vatten gult eller grönt och klart och sedimenten helt fria från humusämnen, alltså dy. Förhållandet verkar högst överraskande och fullständigt motsatt erfarenheterna från södra Sverige. Orsaken är emellertid följande. Dessa stora myrar ha ett ganska ringa djup, 1 à 2 m i genomsnitt. Sjön når sålunda under torvlagrets botten, och det vatten som tillföres sjön är alltså icke det bruna myrvattnet utan det ljusa (gröna) grundvattnet. Till detta bidrager sålunda i icke ringa mån vattnets nyss omnämnda obetydliga cirkulation inom torvmassan. En kontroll, på att denna tolkning är riktig, ger vattnets vätejonkoncentration; pH är nämligen c:a 6 som hos grundvattnet och icke c:a 5 som hos myrvattnet. Av det nämnda framgår, att de dygiga sedimenten tillhöra landets torvrika områden, men inuti dessa kunna sjöar med dyfria sediment anträffas. Exempel på sådana sjöar finner man i trakten av Kiruna (Stora och Lilla Rakkurijärvi, Keinotakjärvi o. a.), Klotten o. s. v. I stort sett ha de ungefär samma regionala fördelning som järnsedimenten. Men det synes råda en ännu icke närmare utforskad skillnad i deras förekomster: dysedimenten äro visserligen talrikare inom vissa små vattenområden än i andra närliggande, men därjämte märkes, att de tillhöra småsjöarna (fig. 13). Det förefaller som om vattencirkulationen i sjöar större än 25—50 har blir för stor för att möjliggöra en mera påfallande dybildning. Materialet, som belyser det närmare uppträdandet, både lokalt och regionalt, är dock ännu för obetydligt för att tillåta en närmare diskussion.

Inverkan av sjöns vegetation.

Vegetationen har ur flera synpunkter en mycket stor betydelse för sedimentens utformning. I första hand är detta såsom leverantör av det organiska materialet, alltså den organiska detritusen, vilken utgör huvudparten i våra insjösediment. Inledningsvis må nämnas, att denna detritus tillhör två typer: grovdetritus och findetritus. Den förra består av hela celler eller vävnadsfragment, den har alltså kvar cellstrukturen. Findetritusen däremot är en nästan strukturlös, flockig massa. Delvis är den bildad genom stark destruktion av den förra, delvis är den planktogen. Det är därför klart, att gränsen mellan de båda de-

tritustyperna är flytande. I stort sett kan man emellertid vänta, att grovdetritus är rikligare i anslutning till den högre vegetationen, medan findetritustyperna höra hemma under de öppna vattnen.

En granskning av hela analysmaterialet visar, att grovdetritus ytterligt sällan utgör någon större del av sedimentet. Även inom flytbladsväxternas zon är grovdetritushalten sällan över 10 %. Som genomsnittsexempel, där mängden är något högre, må nämnas några Bergslagssjöar: Billsjön 13 % på 2.8 m i tät vegetation, Bångtjärn 16 % på 2 m, Orsen 19 % på 1.5 m och Yllingen 16 % på 2 m. I en del fall kan grovdetritushalten genomgående vara av någon viss växt: Långsjön (vid Mattsbo) 24 % mest *Nymphaeacérestes* på 2 m och Långsjötjärn 23 % mest *Myriophyllum* på 2.7 m. I vissa mindre mossgölar kan grovdetritus helt domineras av vitmossrester; så är fallet i L. Getingtjärn 33 % på 2 m, i Oxöga 14 % på 4 m, i Paskalampa 24 % på 7 m och i Loken (Härjedalsfjällen) 29 % på 2.5 m.

I Sävesbosjön fanns på 1.5 m det överraskande höga värdet 57 %, varav huvudparten var vedrester. I detta fall var det avfall från flottningen som sålunda kom till synes.

I de anförda exemplen fäste man sig vid, att djupsiffrorna voro ganska regelbundna. Proven voro nästan alla från flytbladsväxternas zon. Men även ute på djupet kan man någon gång finna högre grovdetritushalt. Exempel äro Lars Perstjärn 11 % på 15 m, Mellersta Långtjärn 12 % på 11 m, Hällsjön 18 % på 13 och 11 % på 26 m och Kaskasajaure 7 % på 11 m. De båda förstnämnda sjöarna äro åsgropssjöar från Bergslagen; Hällsjön ligger i norra Dalarna och Kaskasajaure på 1,470 m i Kebnekaise. I samtliga dessa fall bildas grovdetritus av brunmossor, vilka leva på dessa djup.¹

Vi ha nu sett exempel på det uttryck den högre vegetationen tar sig i sedimenten. Men ofta är motsatsen fallet: en riklig högre vegetation märkes icke alls. I Stora Umevatten t. ex. är värdet 3 % i ett prov taget under en tät bottenvegetation. I Hovran är värdet 4 % under tät *Nitella* och 8 % under tät *Batrachium*. Djupen voro 1 och 1.5 m.

De mest häpnadsväckande exemplen finner man emellertid i Gotlandsträsk. Grovdetritushalten når där ytterligt sällan över 10 %, även då vegetationen är yppig.

I gengäld kan man framdraga exempel på raka motsatsen: tämligen hög grovdetritushalt, då vegetation saknas eller är obetydlig. Här må nämnas Lossnen 3 %, Torneträsk 27 %, Strömarn 8 %, St. Mjölkvattnet 4 %, Övre Liddojaure 12 % och de mest överraskande: Korsvattnet 31 %, Skuolkenjaure 6 % och Resemejaure 8 %. De sista två äro relativt grunda småsjöar utan någon som helst vegetation. Förklaringen här gavs av en sjö S om Resemejaure, som var så liten, att den helt kunde överblickas. Den saknade all vegetation men grovdetritushalten var ändå 6 %. Grovdetritus måste i sådana fall som de nu nämnda vara allochton, d. v. s., den har förts till sjön av vind eller strömmar. Den visar således inget samband med ett modersamhälle i sjön. Man kan

¹ Enligt dr Herman Persson är mossan i Kaskasajaure *Drepanocladus exannulatum*.

sålunda icke utan vidare våga påståendet, att grovdetritus bevisar förekomsten av högre vegetation i en sjö.

Lika gåtfull förefaller frånvaron av grovdetritus, även om vegetationen är riklig. Flera orsaker därtill kunna tänkas. Den första, som man icke kan se bort ifrån, är den, att rörlodets öppning är för smal för grövre växtrester, t. ex. långa bladslidor o. dyl. Men i sådana fall måste väl ändå några delar därav vara så destruerade, att de kunna komma in i lodet. I många fall tager is och bränningar helt enkelt med sig vegetationen. Det gäller särskilt vassen, vars lämningar i överraskande ringa grad anträffas i sedimenten. Ytterligare en möjlighet finnes. I den yppiga vegetationen utvecklas ett rikt djur- och bakterielliv, varför sönderdelningsprocesserna av skilda slag måste gå ovanligt snabbt.

Vegetationen har emellertid betydelse även i annat hänseende än som detritusproducent vid sedimentbildningen. Några siffror på mineralkornshalten inom vegetationsområdet (första siffran) och djupområdet utanför må nämnas från Bergslagen: Bersen 1—11 %, Larsbosjön 5—17 %, Staren 19—27 %, Sävesbosjön 8—16 %, Tolvsen 15—21 %, från Hedemoratrakten Hyen 38—43 %, Hönsan 12—16 %, Rörsjön 10—14 % och från Jämtland Kallsjön 25—28 %, Näldsjön 33—42 % och Storsjön 24—48 %. Påfallande är, att samtliga dessa sjöar tillhöra sedimentområden (större eller mindre mjälsätter) av olika slag. Det är alltså områden, vilkas sjöar erhålla rikligt tillskott av mineralkorn. Dessutom äro de av relativt näringsrik typ. Normalt är ju mineralkornshalten högst inom områdena närmast land, men i de nu åsyftade fallen är det tvärtom. Orsaken måste vara den, att vegetationen stoppar mineralkornstillförseln eller åtminstone fångar upp en stor del av de korn som föras ut i sjön. Man tycker att i så fall bör väl mängden bli än lägre ute i sjön, men dit kommer tillskottet från andra vegetationsfria delar av sjön. Vegetationen är inom de sjöar, varom här är frågan, bunden till de skyddade vikarna. I de fall, då vegetationen förekommer runt sjön, är mineralkornshalten alltid minimal. Därmed i princip likartade fall äro mossgölarne, där det är torvmarken, som stoppar mineralkornstillförseln.

Sedimentens diagenes.

De föregående resonemangen avhandla i princip nutida sediment, alltså själva ytlagren. Men det framgick av kalk- och järnsedimentens förekomstsätt, att åtminstone i vissa hänseenden förändras betingelserna för sedimentens bildning och därmed bli också lagerföljderna, alltså sedimentpackarna, heterogena.

En viktig fråga är emellertid: äro sedimenten färdiga i och med sin bottenfällning eller undergå de även därefter en förändring? I praktiken blir detta: är det färdiga sedimentet till sammansättningen fullkomligt likt sitt ytsediment? För denna frågas besvarande måste man granska de ytligaste lagren. De taga sig ut på följande sätt. Överst ligger ett flytande nästan vällingartat lager, vars mäktighet sällan är mer än 1 à ett par cm, och vilande på det fastare sedimentet. I t. ex. fjällsjöar, där sedimentavsättningen går mycket långsamt, är det några mm. I sjöar med rik vegetation av bottenalger och förekomst av

vissa mygglarver kan ytlagret vara bortåt 1 dm mäktigt och uppbyggas av ett par cm långa rör, larvhus. Om dessa larver saknas, blir strukturen mera klimpig, beroende på att de mer eller mindre förstörda algernas form delvis bibehållits. Dessa alldeles speciella ytstrukturer äro emellertid endast delvis resistent. Visserligen kan man återställa en del av ytlagrens struktur, ekskrementstruktur, larvrör m. m., genom försiktig uppslamning och fixering, men detta är en sak för sig. Strukturanalyserna visa nästan genomgående en högre halt av oorganiskt material i de undre, konsoliderade lagren. Några exempel må anföras ur det mycket rika materialet. Vi taga först mineralkornshalten i ett antal sjöar, första siffran hänför sig till ytprovet, den sista till det konsoliderade sedimentet. Tilläggas bör endast, att det — bortsett från Torneträsk — är djupområdena som avses. I Torneträsk på 7 m 31—57 %, på 52 m 37—45 % och på 140 m 30—33 %, Vassijaure 35—48 %, Nedre Kårsajaure 32—44 %, Abiskojaure 36—57 %, Tarfalajaure 60—71 % men på 43 m 68—60 %, Paittasjärvi 27—62 %, Övre Uman 32—33 %, Björkvattnet 31—33 %, Malgomaj 14—28 %, Tåsjön 10—14 %, Landösjön 3—10 %, Väsman 13—22 %, N. Barken 13—15 %, Mälaren 13—21 %, 19—32 % m. m., Tåkern 19—22 %, och Vättern 27—29 %. Ett ganska vanligt drag är, att skillnaden är störst mot stranden, utåt djupet utjämnas den eller rent av slår om, så att ytprovet kan ha högst mineralkornshalt.

Från kalksjöarna kunna följande exempel tagas, men där avses i stället kalkslamhalten (även här är första siffran ytprovet): Mjölhatte träsk 18—21 %, Hemträsk 38—48 %, Ramträsk 69—74 %, Paviken 48—59 %, Tingstäde träsk 32—68 %, Fardume träsk 33—61 %, Norrsunds träsk 35—59 %, kalkgölar i Abiskotrakten: 65—80 %, 24—54 % och 0—31 % o. s. v. Även här är tendensen densamma: normalt högre kalkslamhalt i de konsoliderade sedimenten men utjämnade förhållanden i de fall då djupet blir något mera markerat.

I de nu anförda exemplen är det oorganiska materialet rikligare i de konsoliderade sedimenten än i de nutida. Omvänt är alltså det organiska sparsammare nedåt i lagerföljden. Flera förklaringar därtill kunna tänkas. Siffrorna avse volymsförhållandena, därför är det tänkbart, att det helt enkelt är frågan om en sammanpressning av det organiska materialet. I någon mån måste denna orsak bidraga, ty findetritus, som utgör sedimentens huvuddel, är flockig och nästan gelatinös. Däremot kan dock invändas, att vikten av 1 à ett par cm sedimentpelare är väl obetydlig för att åstadkomma en starkare kompression.

Man kan också tänka sig, att företeelsen sammanhänger med det utvecklingsförlopp sjön undergått, åtminstone ligger detta nära till hands i fråga om kalken (jfr Sommenprofilen, fig. 10). Än mera rimligt förefaller detta av orsaks-sammanhanget: minskande kalkhalt förutsätter svagare urlakning betingad av minskande nederbörd medförande lägre avrinning och svagare erosion och alltså lägre mineralkornshalt. Den primära förutsättningen blir sålunda en lägre nederbörd under den tid som förflutit mellan de båda provens bildning. Denna tid är växlande inom olika områden: i en näringsrik sjö kanske 1 år, i en fjällsjö möjligen 10 år. Men enligt uppgift av dr R. Melin kan icke någon utpräglad nederbördsminskning påvisas under denna tid. Dessutom tillkommer, att fuk-

tiga år i en landsdel kunna motsvaras av torra i en annan. I sedimentmaterialet däremot var tendensen densamma inom hela landet. Man blir då nödsakad att söka en ny orsak, och denna torde vara det organiska materialets fortsatta destruktion. För detta talar det förhållandet, att vissa organismer, främst alger, kunna förekomma ganska talrikt i ytproven, men omedelbart därunder äro de nästan borta. Några exempel må nämnas (första siffran avser fortfarande ytprovet): kalkgölar vid Abisko 80—9 %, 66—18 %, 59—18 % och 64—18 %, Singijaure 5—1 %, Keinotakjärvi 28—7 %, L. Rakkurijärvi 57—6 %, St. Tannsjön, 23—2 %, Tolvsen 8—0 %, Larsbosjön 64—0 %, Rörsjön 36—1 %, Viggen 28—0 %, Inre Stockviken 18—<1 %, Bogeviden 22—7 %, Tingstäde träsk 53—6 %, Fardume träsk 24—6 %, Hau träsk 55—1 %, Stux träsk 74—6 %, Alnäs träsk 70—11 % m. fl. Denna uppräknig tarvar först en förklaring. I vissa områden, särskilt i norra Sverige, synas de trådformiga slemalgerna snarare öka nedåt, siffrorna gälla därför där liksom i övriga fall de kulformiga typerna. Inom Bergslagens sedimentområden gälla värdena *Aphanothece* och *Aphanocapsa*, alltså en mera begränsad del av de kulformiga algerna, medan de gotländska typerna närmast motsvara de norrländska. En närmare granskning av materialet än dessa siffror möjliggöra visar, att de största skillnaderna möta inom Bergslagens nämnda sjöar. I dessa förekomma starka reduktionsprocesser, botten är nämligen blåsvart av svaveljärn (FeS). Algkulorna äro i ytan klart blågröna, nedåt bli de smutsgröna, sedan svartgröna och anfrätta för att c:a 5 cm under bottenytan alldeles försvinna. Granskningen visar således en nedåt allt tydligare upplösning.

Inom Gotlandsträskan är profilen i princip densamma men icke lika klart iakttagbar. Till stor del beror det endast på, att algerna där tillhöra mindre typer.

Denna granskning har således givit till resultat, att det ytliga sedimentet befinner sig in statu nascendi för att tala med Naumann; det är således Sernanders ävja. Det underliggande fastare sedimentet har undergått de kemiska och biologiska processer, till stor del genom bakterielivets inverkan, vilka äro speciella för varje sjötyp. Först detta är sålunda det färdiga sedimentet, som undergått en första diagenes.

Kulturmarkernas inverkan.

I det föregående skymtade en speciell bottenyp: den FeS-rika botten. Utmärkande för densamma är, att lagerföljdens översta del är gråblå, blåsvart eller svart. Det är vad man sammanfattar under benämningen sapropel. Måktigheten av detta lager beror av, huru lång tidrymd de sapropelbildande jäsningsprocesserna ägt rum samt av deras intensitet. Egentligen är det icke ett lager utan en serie mörka och ljusa skikt. Ett av vardera sorten utgör tillsammans ett årsskikt, vilket konstaterats i t. ex. Vättern, Drevviken, Mälaren, Brunnsviken o. s. v. Utan en minutiös granskning, ter sig emellertid hela sedimentet alldeles svart, ytterst finkornigt, strukturlöst och vällingartat. Knappast annat

än diatomacéer, huvudsakligen planktonformer, äro igenkännliga. I sådana fall är bottenvattnet syrefritt och svavelväterikt, och bottenvegetationen så gott som enbart svavelbakterier. Detta är bottenens högsta grad av förorening, dess intensivaste saproelstadium. Det är således i vårt land icke en naturprodukt utan beroende av kraftigt näringstillskott från omgivningarna. Viktigast i detta hänseende äro kloakernas tillförsel, gödselvatten från ladugårdar, åkrar etc. Därför uppvisa sjöarna invid städerna en ytterst stark förorening; exempel äro Mälaren och Saltsjön omkring Stockholm, Munksjön, Växjösjön, Tisken, o. a. Där kan man se det ständiga bubblandet förorsakat av gasutvecklingen från bottenens jäsningsprocesser. Däremot motverkas eller upphäves föroreningen genom starkt vattenutbyte, alltså främst om sjön genomrinnes av ett kraftigt vattendrag.

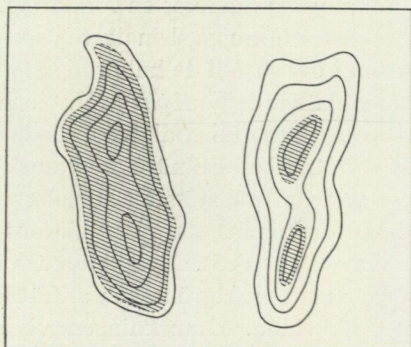


Fig. 14. Saproelbildningen tillhör de näringsrikare sjöarna (till vänster), men allt efter som eutrofieringsgraden minskar, begränsas den till djuphålornas botten.

Exempel därpå utgör Hovran vid Hedemora, som tack vare denna omständighet verkar rent näringsfattig. Däremot är vattnets omsättning i Faluån, för att taga ett annat exempel, icke tillräckligt kraftig för att influera nämnvärt på den intensiva föroreningen i Tisken.

Det nu antydda föroreningsstadiet medför, som redan nämnts, kraftig saproelbildning. Denna är utbredd över så gott som hela den organogena botten. Från detta stadium finnas alla övergångar till den av kulturen helt opåverkade sjön. Dessa övergångar karakteriseras därav, att ju mindre föroreningen är,

dess mindre har den inverkat på botten. Och detta tar sig det uttrycket, att saproelbildningen blir allt mera lokaliserad till sjöns djuphålor (fig. 14). Man kan därför säga, att ju mindre föroreningen är, dess djupare ligger den nivå, till vilken saproelbildningen når upp.

Saproelbildning av snarlik typ kan emellertid ske, även om föroreningen genom artificiell påverkan icke är så stark. Detta inträffar om sjöns ekologiska miljö befinnes i exakt sådant tillstånd som medför luxuriering av en viss växt. Då massor av denna bottenfällas, kommer ett täckande ytlager att bildas på botten, varigenom luftutbytet mellan det underliggande sedimentet och vattnet förhindras. Livliga jäsningsprocesser, svavelvätebildning m. m. komma igång, och bottenprofilen får sin saproeltyp. Sådana förlopp inträffa lätt, när t. ex. vattenpesten (*Elodea*) går i högproduktion. Sjön kan bli nästan fylld av vattenpest under några år, men sedan avtager den i mängd. Om detta är en följd av bottenens nya kemiska processer eller orsaken är någon annan må vara osagt. Nu kan invändas, att vattenpesten är ett illa valt exempel, emedan den tillhör de mera näringsrika sjöarna, men även dessa kunna uppvisa olika grader. Den sjö jag speciellt tänker på i sammanhanget är Fatburn (N om Hedemora) och denna jämförd med de närliggande.

Ibland kan högproduktion av en växt medföra helt andra händelseförlopp.

Sålunda ha vissa alger, vilka bilda täta mattor över botten en så stark kol-syreassimilation, att deras syreavgivning förorsakar att de flyta upp till ytan. I stor utsträckning bli de förstörda där. Konsekvensen blir sålunda, att istället för en täckande anhopning på botten, alltså stark sedimentbildning, inga sediment alls erhållas här. I lagerföljdshänseende kommer sålunda att uppstå en lucka och någon sapropelbildning kommer icke till stånd. Det mest slående exemplet därpå utgör den ofta citerade Säbysjön i Uppland, där *Chroococcus minor* förr luxurierade. Nu finnas knappast nämnvärda spår därav.

Jämförelse mellan sedimenttyper.

Det föregående har bl. a. visat, att det är många faktorer som inverka på sedimentbildningen och sätta sin prägel på de olika sedimenttyperna. Ibland kan man av miljön förutsäga, hur effekten av en viss faktor bör bli, men mången gång kan det visa sig, att man profeterat fullständigt fel. Faktorn ifråga har kanske upphävts av någon annan; i varje fall blev ej resultatet det väntade. Belysande i ett sådant hänseende är grovdetritusens nyckfulla uppträdande.

Annorlunda ställer sig saken, när man får ett stort material av en viss sedimenttyp eller från ett visst område. Då finner man lätt, vad som är utmärkande för just det sedimentet eller det området. Svårigheten är emellertid att uttrycka detta på ett överskådligt sätt, att belysa växlingarna, då strukturelementen äro så många. En möjlighet är då att i diagram kombinera dem tre och tre. De tre faktorer som kombineras i utgångsdiagrammen sammanfatta samtliga strukturelementen sålunda: oorganiskt material (krossprodukter, alltså mineralkorn, och utfällningar = limonit, kalkslam, findy m. m.), organisk detritus (grovdetritus, findetritus och grovdy) och fossil (diatomacéer, myxofycéer m. m.). Med sådana diagram kan man lätt belysa de olika sedimentens beskaffenhet. Några exempel skola belysa detta.

Vi välja en mineralkornsfattig grupp, alltså renare findetritusgyttjor, en mineralkornsrik t. ex. »mjälgyttjor», en grupp med utfällningar, kalksediment, och slutligen fossilsediment t. ex. myxofycégyttjor (fig. 15). Findetritusgyttjorna ligga med den här använda uppställningen nära triangelns övre hörn. Det betyder, att ett sediment inom detta fält är tämligen fattigt på både oorganiskt material och fossil. En helt annan spridningsbild visa mjälgyttjorna, alltså sediment med högre mineralkornshalt, där kornen domineras av storlekarna 2—20 μ . Huvudmassan av materialet innehåller mellan 10 och 40 % mineralkorn, fossilhalten är låg. Detta diagram enbart visar emellertid icke, att det oorganiska materialet verkligen är mineralkorn, det kunde vara t. ex. limonit. Man måste därför sönderdela diagrammet för att sålunda undersöka det oorganiska materialets art, något som dock utrymmet här icke möjliggör. I vilket fall som helst är diagrammet belysande för sediment avsatta inom ganska upprörda vatten, i detta fall i mjälrika områden.

Kalksedimentens diagram är av ett helt annat utseende. Punktsvärmen ligger spridd över nästan hela triangeln. Detta innebär, att dessa sediment äro

rika på både oorganiskt material och fossil. En uppdelning av de olika grupperna skulle visa, att det oorganiska materialet till största delen består av kalkslam, medan mineralkornen i regel förekomma mycket underordnat här. Fossilerna domineras f. ö. av myxofycéer. Som exempel på fossilrika sediment må myxofycégyttjorna visas. Bilden visar omedelbart en så specifik punktfördelning, att någon uppdelning icke behöves: det oorganiska materialet förekommer högst i några procent. Man inser av denna diagrambild omedelbart, att myxofycégyttjorna avsätts i lugna vatten, därför troligen i små sjöar.

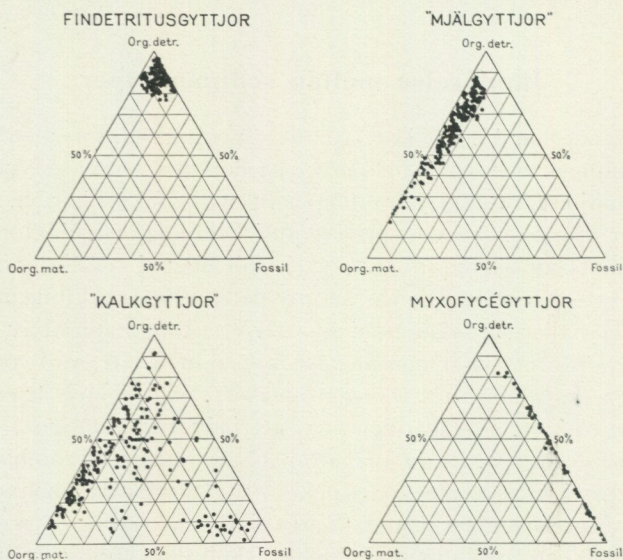


Fig. 15. Exempel på olika sedimentgruppers »spridningsbild». Man har med detta uttrycksätt en möjlighet, att bestämma både variationerna hos gruppen, och hur ett visst sediment förhåller sig till normaltypen.

I det föregående gällde det att i diagramform belysa några sedimentgrupper och deras växlingar. Materialet kunde därför hämtas från de mest skilda delar av landet, från fjällen till Sydsverige. Vi skola nu gå till motsatt ytterlighet och jämföra endast två sjöar med snarlika sedimenttyper och välja därför Torneträsk och Mälaren (fig. 16). Båda äro stora sjöar med sedimentområden eller liknande i anslutning till sjön. Punktgrupperna ha ungefär samma spridning, men tyngdpunkterna ligga olika. I båda fallen betingas detta av det oorganiska materialet; i Torneträsk 30—40 %, i Mälaren c:a 20 %. Delvis beror denna skillnad på mineralkornens storlek: i Torneträsk äro de vanligtvis 2—20 μ , alltså mjåla, och i Mälaren <2 μ , ler. Mineralkornsmaterialet är i Mälaren alltså betydligt mera fördelat i sedimentets hela massa, ty det går ett stort antal lerkorn på ett mjålkorn. Sambandet med omgivningarnas jordarter belyses väl av dessa båda diagram. De visa även en annan sak, nämligen den förut nämnda skillnaden mellan ytlagren (prickar) och de konsoliderade sedimenten (kors). De förra ligga längre mot övre hörnet. Detta betyder alltså, att de äro rikare på organisk detritus än de äldre, alltså ett uttryck för diagenesen.

Bilderna visa även, att i Torneträskdiagrammet ligga prickar och kors närmare varandra än i Mälarendiagrammet. Detta betyder sålunda, att likheten mellan yt sedimenten och de underliggande är större i Torneträsk än i Mälaren. Med andra ord: i en sjö med hastig bottenfällning av sedimenten sker även diagenesen snabbare.

Sammanfattar man flera sjöar av varandra snarlik typ, kunna olikheter i deras naturförhållanden ganska klart belysas. Som exempel hänvisas till de små grunda Gotlandsträsken (fig. 17). De äro varandra mycket lika i alla hän-

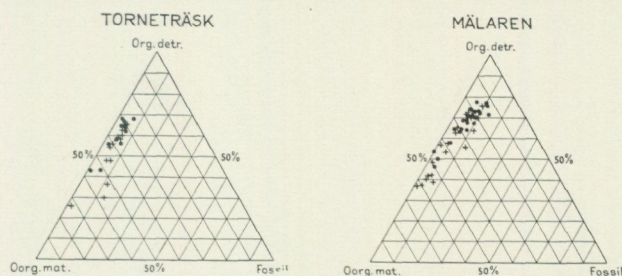


Fig. 16. Torneträsk och Mälaren tillhöra vitt skilda typer, men båda ha mineralkornsrika sediment, den förra har mjäliga och den senare leriga. Mälarens äro därför icke fullt så mineralkornsrika som Torneträsks.

GRUNDA GOTLANDSSJÖAR

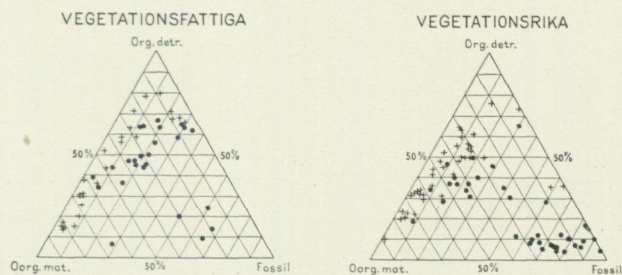


Fig. 17. De grunda Gotlandsträsken äro varandra mycket lika, men sedimenttyperna bli ganska olika allt efter som den högre vegetationen är rikare eller fattigare. Till stor del beror detta på erosionsintensiteten och den därmed sammanhängande myxofycéfrekvensen.

senden utom det, att vissa av dem ha en rikare, högre vegetation. Även sedimenten i de olika sjöarna äro vid första påseendet varandra mycket lika. Mikroskoperingen visar några som det förefaller obetydliga skillnader. Men in delar man sjöarna i vegetationsfattiga och vegetationsrika — en gruppering, vars omfattning måste bli ganska subjektiv — framträda ganska stora differenser. I stort sett bestå dessa däri, att de vegetationsfattiga sjöarnas sediment äro något rikare på mineralkorn och de vegetationsrikas på myxofycéer. Vad som betingar detta inses av det föregående. Då vegetation saknas eller är klen utbildad, blir erosionen på stränderna kraftigare och mineralkornstillförseln ökad, även om den aldrig blir av samma omfattning som i fastlandssjöarna. Orsaken torde vara den, att i kalksjöarna bindes bottenens ytlager av algmattor

på ett sätt, vartill andra sjöar sakna motstycke. I de vegetationsrika sjöarna finnas även sådana algmattor, men dels äro de kraftigare utbildade här — miljön är ju lugnare — dels finnas de även på vegetationen. Den så att säga effektiva algbärande ytan blir därför mycket större. Allt detta bidrager till en sänkning av erosionen och sålunda minskad mineral Kornstransport.

Dessa båda diagram belysa även diagenesens förlopp. Särskilt de vegetationsrika sjöarnas diagram visar, hur väsentligt olika ytsedimenten och de äldre fördela sig i diagrammen. Det kan icke bero på annat än, att myxofy-

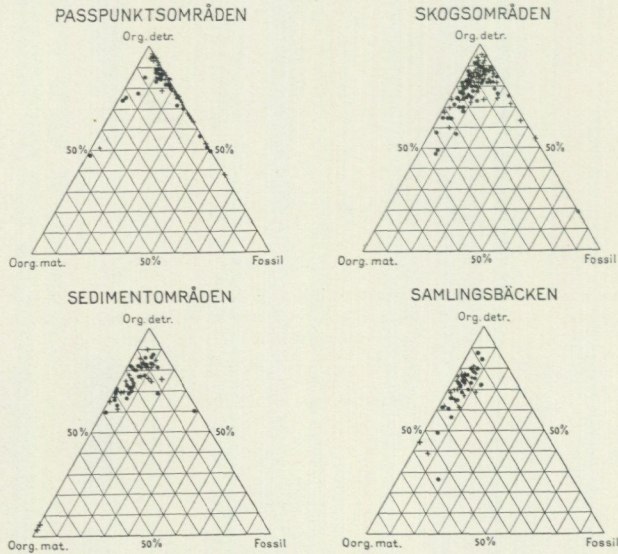


Fig. 18. Sedimenttyperna äro relativt enhetliga inom geografiskt och geologiskt likartade områden, vilket framgår av dessa exempel från Bergslagen. En närmare undersökning visar, att Skogsområdena ha de flesta sedimenttyperna, medan Sedimentområdena endast ha ett fåtal. Det sammanhänger bl. a. med järnutfällningens förlopp inom ett vattenområdes olika delar.

céerna till stor del upplösas mycket hastigt. Förhållandet tillskärper sålunda, vad diagrammen från Torneträsk och Mälaren visade.

Granskar man ett större område med geologiskt olika miljöförhållanden, kan man redan vid en första mikroskopering konstatera sedimentens olika utbildning parallellt med dessa. Ett område från Bergslagen må belysa saken (fig. 18). Överst i vattendragen ligga Passpunktssjöarna. De äro små och ha klart och grönt, någon gång t. o. m. blågrönt vatten. Sedimenten äro därför ljusa, vanligtvis gröna, och rika på fossil, särskilt myxofycéer. Tillrinningen till dessa sjöar är obetydlig och uppblåsningytan liten, varför mineral kornshalten alltid är låg. Redan sjöarna nedanför dessa, Skogssjöarna i vidsträckt mening, te sig helt annorlunda. Deras vatten är ofta mer eller mindre brunt och sedimenten avvika betydligt från Passpunktssjöarnas. Här äro nämligen utfällningar av olika slag, främst limonit, i vissa fall findy, mycket vanliga. Mineral kornshalten har stigit något. Punktgruppens spridning mot det oorganiska hörnet i diagrammet betingas således av både utfällningar och mineral korn.

området höra sjöarna inom mjällslätterna, här endast dess högre delar. Stränderna äro därför relativt lätteroderade, vilket omedelbart sätter sin prägel på sedimenten: de äro alltid mineralkornsrika och kornstorleken är vanligtvis grovmjåla. Punktgruppen är visserligen snarlik Skogsområdets men förskjutet mot det oorganiska hörnet. Här bör dock understrykas, att det betingas nästan helt av mineralkornen, utfällningar äro nämligen sällsynta. Denna företeelse blir nedströms allt mera utpräglad och kulminerar i Samlingsbäckenen på huvuddalens botten, alltså i detta fall kring Kolbäckån. Dessa sjöar äro ganska

FJÄLLSJÖAR

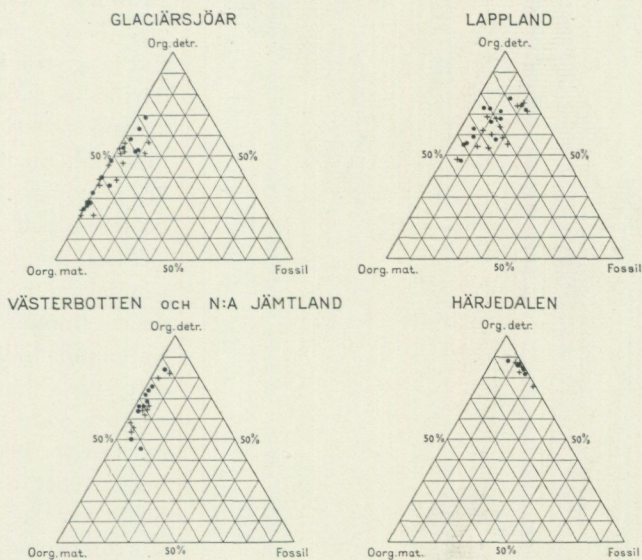
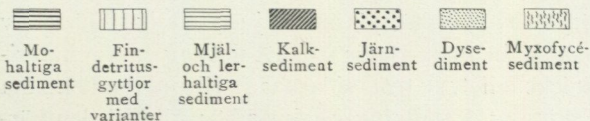
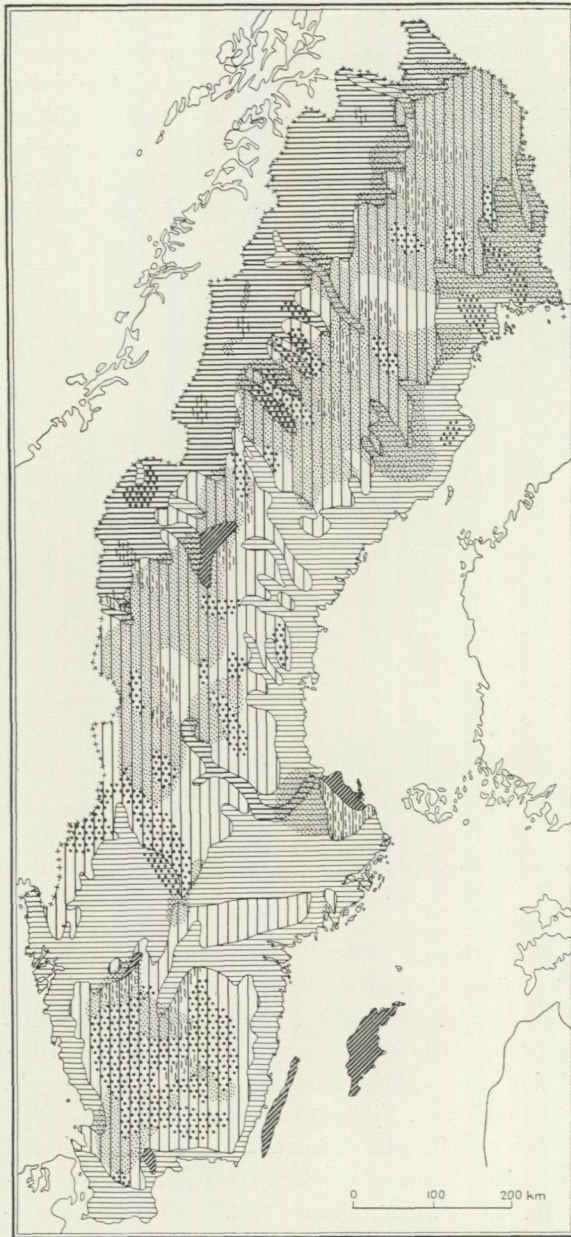


Fig. 19. Utbildningen av sedimenten inom olika fjälltrakter beror både på de kemiska förhållandena, som betingas av berg- och jordarterna, och på ytformerna, främst höjdernas branthet.

stora, uppblåsningssytan blir alltså större, varför det ej är övrigare, att mineralkornen här äro större än högre upp. Utfällningarna, mest limonit, äro här visserligen mycket sparsamma men dock något rikligare än högre upp.

Vid granskningen av sedimenten inom dessa vattenområden följdes vattendragen nedströms. Låt oss till slut granska några områden än mera regionalt, alltså så att säga tvärs över vattendragen. Fjällområdena förete ganska olika utbildning från N till S. I N äro de ofta starkt brutna, mot S bli de jämnt rundade eller flacka. Inom det förra finnas glaciärer flerstädes, inom det senare endast på ett par obetydliga ställen. Diagrammen (fig. 19) äro från Lappland (sjöar med glaciärslem och vanliga småsjöar på fjällheden), Västerbotten med norra Jämtland och Härjedalen. Glaciärsjöarna ha ju en riklig tillförsel av mineralkorn: när man ser dem skulle man därför tro, att det organiska materialet skulle saknas. Så är dock icke fallet, ty trots sjöarnas sterila utseende kunna de hysa ett relativt rikt planktonliv. Utfällningar saknas här. Utå på den närstående fjällslätten ha sedimenten en helt annan typ. De äro visserligen fort-



farande mineralkornsrika, men därjämte finnes relativt mycket fossil (diatomacéer och myxofycéer). Anmärkningsvärt är, att kornstorleken är större här. Skillnaden beror på, att kornen här ha transporterats endast ut från stranden, medan de i glaciärsjöarna förts en relativt lång sträcka. Man kan därför säga, att det sistnämnda betyder distalmaterial, medan det förra är proximalt. I Västerbottens- och Jämtlandsjöarna är principen densamma; där äro kornen mest finmo liksom på Lapplands fjällhed. I stort sett synas Jämtlandssedimenten vara fossilfattigare. Det torde dock endast bero på, att detta material förskriver sig från något större sjöar.

En helt annan spridningsbild förete Härjedalsjöarna, vilkas sediment äro fossilrikare och mineralkornsfattigare. Detta kan icke förklaras enbart därmed att de äro ganska små, ty dels är sedimentavsättningen här överras-

Fig. 20. Utbredningen av sedimenttyperna karakteriserade av materialets art. Beteckningen för t. ex. dysement anger endast, att inom dessa områden finnas sådana sediment mer än inom andra. Kartan visar bl. a., att skogsområdena rymma de flesta varianterna, sedimentområdena däremot äro mycket monotona.

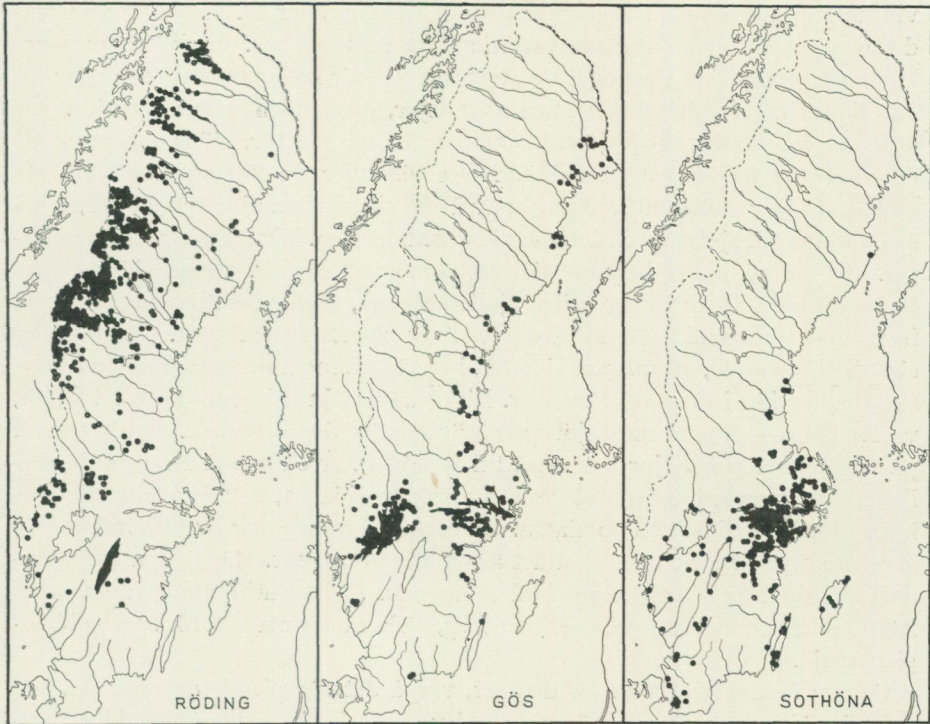


Fig. 21. Sedimenten äro en produkt av sjöarnas livsverksamhet och angiva sålunda sjötypen. Dessa tre kartor jämförda med fig. 20 utvisa, att ett samband även mellan sjötyp och högre djurliv råder. Sammanställningarna av professor Sven Ekman; för kartan över sothönans utbredning, som förut icke är publicerad, stannar jag i tacksamhetsskuld till honom.

kande stor, dels är vegetationen rikare än man väntar sig. En mycket viktig orsak till den låga mineralkornshalten torde, utom sjöarnas areal, vara omgivningarnas flackhet. Tillrinningen blir därför svagare; blir fallkurvan brantare ökas erosionen och samtidigt även det till sjöarna medförda mineralkornsmaterialet. Det måste sålunda råda ett visst samband mellan sedimentens mineralkornshalt och omgivningarnas icke endast jordarter utan även ytformer. I detta sammanhang må f. ö. påpekas en sak, som dock är svårare att objektivt bevisa: när fallkurvan ökar och sålunda transportvägen minskar, äro kornen ofta mera skarpkantiga. Detta får naturligtvis icke förväxlas med den skarp-splitttrighet som vissa mineral, t. ex. hornblende, predestinera till.

I det föregående ha vi konstaterat, att sedimentens art och beskaffenhet har många orsaker och att de därför kunna förete ett stort antal varianter. Men i det stora sammanhanget kan man skönja en viss lagbundenhet av sådan art, att det är möjligt att ge en relativt tillförlitlig bild av utbredningen av de svenska insjöarnas sedimenttyper (fig. 20). På grund av deras stora variation allt efter sammansättning m. m. är det bättre att på en sådan karta lägga huvudvikten

vid de karakteristiska strukturelementen. Kartan visar bl. a., att skogsområdena uppvisa de rikhaltigaste variationerna på bred bas. Därjämte är norra Uppland genom sina växlingar av stort intresse för kommande utredningar, ty där finnas både kalksediment och alggyttjor, dysediment och lergyttjor.

Vi ha nu funnit, att insjösedimenten äro en produkt av sjöns natur och att de förete en lagbunden utbredning. Det förefaller då icke orimligt, att ett samband råder mellan utbredningen av å ena sidan vissa djur och växter, vilka äro bundna till sjöarna och å andra sidan sedimenten. Fig. 21 visar några exempel. Genom rödingen belyses »fjällvattnens» utbredning. Dessa sjöar finnas huvudsakligen inom de egentliga fjällområdena, men dessutom anträffas de inom vissa passpunktsområden, där vattnet blir klart och kallt. Gösen håller sig till de varmare, grumligare sjöarna, i stort sett inom det område som intogs av Ancylussjön i inskränkt mening. Fiskarna äro ju helt bundna till vattnet, varför deras samband med sjötyperna är mindre överraskande. Som exempel på ett mera »rörligt» djur, hänvisas till sothönan. Även denna är trots sin rörlighet i huvudsak bunden till de näringsrikare sjöarna, där de mera mineralkornsförande sedimenten dominera. En närmare granskning av hithörande frågor vore mycket lockande, men det är en annan uppgift. Här har avsikten endast varit att ge några exempel på sambandet mellan utbredningen av några kända djur och motsvarande sedimenttyp, båda såsom uttryck för en viss biologisk miljö.

Genom fortsatta arbeten av den art, varpå det föregående grundar sig, bör det bli möjligt att göra en närmare analys av de fossila sedimentens bildningsbetingelser och alltså av hela sedimentförande lagerföljder. Man bör då ha ökade utsikter att avsevärt vidga kunskapen om deras bildningsmiljö och deras stora komplex av såväl biologiska som kemiska och fysikaliska företeelser.

Litteratur.

- Ekman, Sven. 1914. Sedimentering, omsedimentering och vattenströmningar i Vättern. Ymer. Årg. 1914.
- 1922. Djurvärldens utbredningshistoria på Skandinaviska halvön. Stockholm.
- Hellström, Bo. 1941. Wind Effects on Lakes and Rivers. Ing.Vet.Akad. Handl. Nr 158.
- Lohammar, Gunnar. 1938. Wasserchemie und höhere Vegetation schwedischer Seen. Symb. Bot. Ups. III: 1.
- 1939, i Zur Kenntnis der Vegetation des Sees Tåkern von G. Einar Du Rietz, Alf G. Hannerz, Gunnar Lohammar, Rolf Santesson und Matz Waern. Acta Phytogeogr. Suecica. XII.
- Lundqvist, G. 1922. Principerna för rörlodens arbetssätt. Geol. Fören. Förhandl. Bd 44.
- 1925. Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsverige. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 330.
- 1926. Sjöarna Trummen, Växjösjön och Södra Bergundasjön. Ur de förorenade sjöarnas historia. Skr. utg. av S. Sveriges Fiskerifören. 1926.
- 1930. Drag ur Stockholmstraktens hydrografi. Ymer. Årg. 1930.
- 1936. Sjösediment från mellersta Norrland, Indalsälvens, Ångermanälvens och Umeälvens vattenområden. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 405.
- 1937. Sjösediment från Rogenområdet i Härjedalen. Ibid. N:o 408.
- 1938. Klotentjärnarnas sediment. Ibid. N:o 414.
- 1938 a. Sjösediment från Bergslagen. Kolbäcksåns vattenområde. Ibid. N:o 420.
- 1939. Sjösediment från området Abisko-Kebnekaise. Ibid. N:o 423.
- 1939 a. Die regionale Limnologie Schwedens. Eine Übersicht. IX. Intern. Limnol. kongr. Schwedens. 1939. Allgem. Führer.
- 1940. Sjösediment från Gotland. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 434.
- 1940 a. Zur Mikroskopie der Binnenseesedimente. Verhandl. d. Intern. Vereinig. f. theor. u. angew. Limnologie. Bd IX.
- 1940 b i Beskrivning till kartbladen Visby och Lummelunda av G. Lundqvist, J. Ernhold Hede och N. Sundius. Sv. Geol. Unders. Ser. Aa. N:o 183.
- 1941, i Beskrivning till kartbladet Hedemora av G. Lundqvist och S. Hjelmqvist. Ibid. N:o 184.
- Malmström, Carl. 1923. Degerö Stormyr. En botanisk, hydrologisk och utvecklingshistorisk undersökning över ett nordsvenskt myrkomplex. Medd. fr. Statens Skogsförs. Anst.
- Naumann, Einar. 1920. Några synpunkter angående de limniska avlagringarnas terminologi. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 300.
- 1922. Södra och mellersta Sveriges sjö- och myrmalmer. Deras bildningshistoria, utbredning och praktiska betydelse. Ibid. N:o 297.
- Samuelsson, Gunnar. 1925. Untersuchungen über die höhere Wasserflora von Dalarna. Sv. Växtsoc. Sällsk. Handl. IX.
- Sernander, R. 1918. Förna och Äfja. Geol. Fören. Förhandl. Bd 40.
- Ståhlberg, Nils. 1923. Några undersökningar av Vätteryttjans beskaffenhet. En preliminär översikt. Skr. utg. av S. Sveriges Fiskerifören. 1923.
- Thunmark, Sven. 1937. Über die regionale Limnologie von Südschweden. Sv. Geol. Unders. Ser. C. N:o 410.

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST
UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

Ser. Aa. Geologiska kartblad i skalan 1 : 50 000 med beskrivningar.

	Pris kr
N:o 175 <i>Nya Kopparberget</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1932	4,00
» 176 <i>Storvik</i> av B. ASKLUND och R. SANDEGREN 1934	4,00
» 177 <i>Grängesberg</i> av N. H. MAGNUSSON och G. LUNDQVIST 1933	4,00
» 178 <i>Gävle</i> av R. SANDEGREN, B. ASKLUND och A. H. WESTERGÅRD 1939	4,00
» 179 <i>Forshaga</i> av R. SANDEGREN och N. H. MAGNUSSON 1937	4,00
» 180 <i>Färö</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1936	4,00
» 181 <i>Smedjebacken</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1937	4,00
» 183 <i>Visby och Lummelunda</i> av G. LUNDQVIST, J. E. HEDE och N. SUNDIUS 1940	4,00
» 184 <i>Hedemora</i> av G. LUNDQVIST och S. HJELMQVIST 1941	4,00

Ser. C. Årsbok 33 (1939)

N:o 421 WESTERGÅRD, A. H., On Swedish Cambrian Asaphidæ. With 3 Plates. 1939.	1,00
» 422 SANDEGREN, R., Nedre Klarälvsdalens postglaciala utvecklingshistoria. Med 2 tavlor. Zusammenfassung: Die postglaciale Entwicklungsgeschichte des unteren Klarälvtals. 1939	1,00
» 423 LUNDQVIST, G., Sjösediment från området Abisko—Kebnekaise. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus dem Abisko—Kebnekaise-Gebiet in Schwedisch-Lappland. 1939	2,00
» 424 GAVELIN, SVEN, Geology and ores of the Malänäs district, Västerbotten, Sweden. With 38 plates. Resumé: Malänäsområdets geologi och malmförekomster. 1939	5,00
» 425 COLLINI, B., Hydrogeographische Beobachtungen an einigen Seen in Südwestschweden. 1939	1,00
» 426 ÖDMAN, O. H., Urbergsgelogiska undersökningar inom Norrbottens län. Med en karta. Summary: On the pre-Cambrian geology of Swedish Lappland. 1939	3,00
» 427 WICKMAN, F. E., Some graphs on the calculation of geological age. With one plate. 1939	0,50
» 428 LOOSTRÖM, R., Lönnfallet. Southernmost part of the Export Field at Grängesberg. With 3 plates. 1939	2,00
» 429 THORSLUND, PER, Kvartärgeologiska iakttagelser inom östra Storsjöområdet i Jämtland. 1939	0,50
» 430 HJELMQVIST, SVEN, Some post-silurian dykes in Scania and problems suggested by them. 1939	1,00

Årsbok 34 (1940)

N:o 431 MAGNUSSON, N. H., Herrängsfältet och dess järnmalmer. Med en tavla. Summary: The Herräng field and its iron ores. 1940	3,00
» 432 ARRHENIUS, O., Fosfathalten hos svenska torvslag. 1940	0,50
» 433 LUNDQVIST, G., Berslagens minerogena jordarter. 1940	2,00
» 434 LUNDQVIST, G., Sjösediment från Gotland. Zusammenfassung: Binnenseesedimente aus Gotland. 1940	2,50
» 435 BROTZEN, F., Flinlrännans och Trindelrännans geologi (Öresund). Med en tavla. Zusammenfassung: Die Geologie der Flint- und Trindelrinne (Öresund) 1940	1,00
» 436 THORSLUND, PER, On the Chasmops series of Jemtland and Södermanland (Tvären). With 15 Plates. 1940	5,00
» 437 WESTERGÅRD, A. H., Nya djupborringar genom äldsta ordovicium och kambrium i Östergötland och Närke. Med kemiska analyser av GUNNAR ASSARSSON. Summary: New Deep Borings through the Lowest Ordovician and Cambrian of Östergötland and Närke (Sweden) 1940	2,00

Årsbok 35 (1941)

N:o 438	ÖDMAN, OLOF H., Geology and ores of the Boliden deposit, Sweden. With 48 plates. 1941	8,00
» 439	DU RIETZ, T., Nyare undersökningar inom Remdalens malmtrakt och dess omgivningar. Med 4 tavlor. 1941	3,00
» 440	SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1936—40. Med en karta. Resume: Erdbeben in Schweden 1936—40. 1941	0,50
» 441	SUNDIUS, N., Oljeskiffrar och skifferoljeindustri. 1941	3,00
» 442	WESTERGÅRD A. H., Skifferborrningarna i Yxhultstrakten i Närke 1940. Med 3 tavlor. Kemiska analyser av G. ASSARSSON. Summary: Borings through the Alum shale in the neighbourhood of Yxhult in Närke made in 1940. 1941	2,00
» 443	GAVELIN, SVEN, Relations between ore deposition and structure in the Skellefte district 1941	0.50

Årsbok 36 (1942)

N:o 444	ÖDMAN, OLOF, H., Copper ores of the «Red beds» type from Visingsö, Sweden. 1942	1,00
» 445	KULLING, O., Grunddragen av fjällkedjerandens bergbyggnad inom Västerbottens län. Med 1 karta. 1942	6,00
» 446	LUNDQVIST, G., Sjösediment och deras bildningsmiljö. 1942	1,00
» 447	GRIPS, E. and ÖDMAN, O. H., The telluride-bearing andalusite-sericite rocks of Mångfallberget at Boliden, N. Sweden. 1942	1,00
» 450	JOHANSSON, S., Soil consolidation. Soil setting process. 1942	1,00
» 451	BROTZEN, F., Die Foraminiferengattung Gavelinella nov. gen. und die Systematik der Rotalliiformes. Mit 1 Tafel. 1942	2.00

Ser. Ca.

N:o 24	GELJER, PER, Norbergs berggrund och malmfyndigheter. Med 6 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Norberg. 1936	8,00
» 25	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 1. Declination. With 4 plates. 1936	10,00
» 28	GELJER, PER, Stripa odalfälts geologi. Med 3 tavlor. Summary: Geology of the Stripa mining field. 1938	6,00
» 29	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 2. Inclination. With 4 plates. 1939	10,00
» 30	MAGNUSSON, N. H., Ljusnarsbergs malmtrakt. Berggrund och malmfyndigheter. Med 2 tavlor. Summary: Geology and ore deposits of Ljusnarsberg. 1940	7,00
» 33	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 3. Horizontal intensity. With 4 plates. 1941	10,00
» 34	MOLIN, K., A general earth magnetic investigation of Sweden carried out during the period 1928—1934 by the Geological survey of Sweden. Part 4. Vertical intensity. With 5 plates. 1942	10,00

Distribueras genom Generalstabens Litografiska Anstalt. Stockholm 1.