

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 347

ÅRSBOK 21 (1927) N:o 2.

SVEA ÄLVS GEOLOGISKA  
TIDSSTÄLLNING

EN POLLENANALYTISK STUDIE I ANCYLUSTIDENS GEOGRAFI

AV

LENNART VON POST

MED 2 TAVLOR

EFTERSKRIFT:

ANCYLUSTIDENS GÖTA ÄLV

ENGLISH SUMMARY:

THE GEOLOGICAL AGE OF THE SVEA RIVER

*Pris 3.00 kr.*

STOCKHOLM 1928

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

272819

SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNING

SER. C.

Avhandlingar och uppsatser.

N:o 347

ÅRSBOK 21 (1927) N:o 2.

SVEA ÄLVS GEOLOGISKA  
TIDSSTÄLLNING

EN POLLENANALYTISK STUDIE I ANCYLUSTIDENS GEOGRAFI

AV

LENNART VON POST

MED 2 TAVLOR

EFTERSKRIFT:

ANCYLUSTIDENS GÖTA ÄLV

ENGLISH SUMMARY:

THE GEOLOGICAL AGE OF THE SVEA RIVER

—◆—  
STOCKHOLM 1928

KUNGL. BOKTRYCKERIET. P. A. NORSTEDT & SÖNER

272819

## INNEHÅLL.

	Sid.
Inledning . . . . .	3
De pollenanalytiska tidsbestämningarnas princip och planläggning . . . . .	6
Sveapassets trakt-diagram . . . . .	12
De pollenanalytiskt undersökta stationerna inom Svea älv . . . . .	17
Pollendiagrammens vittnesbörd rörande Svea älvs utvecklingshistoria . . . . .	31
Svea älv och den sydbaltiska Ancylustransgressionen . . . . .	36
Svea älv och Störvätern. — Ancylussjöns höjd över havet . . . . .	47
Svea älv och Västkustens nivåförändringar. — Anknäytning till den arkeologiska tidsföljden . . . . .	58
Sammanfattning. — Kåsebergastubbarna och Darssertröskeln . . . . .	68
Yoldiahav, »Ancylushav» och Ancylussjö . . . . .	73
Citerad litteratur . . . . .	83
Efterskrift: Ancylustidens Göta älv . . . . .	84
English Summary . . . . .	100
Anmärkning efter tryckningen . . . . .	130

### Inledning.

I föregående avhandling i denna årsbok (S. G. U. Ser. C, N:o 346) framlägger Henrik Munthe resultatet av de undersökningar i terrängen över »Svea älv» vid Degerfors,<sup>1</sup> vilka utförts av Munthe 1916, av mig 1923, av Munthe och mig gemensamt 1925,<sup>2</sup> samt av Munthe 1926. De topografiska och geomorfologiska förhållandena bevisa även enligt min mening ovedersägligen, att det storartade komplex av döda fall och strömbäddar, vi funnit övertvåra Sveapasset i trakten mellan Degerfors bruk och Fågelåsen i Nysunds socken (se kartan tavl. 1) bildat Ancylussjöns första avlopp.

Redan den geologiska rekognosceringen av Sveapasset och dess omgivningar gör det nämligen uppenbart, att Östersjön haft fri och öppen förbindelse med vattnet i väster och legat i nivå med detta ända till den tidpunkt, då de på 105—110 m ö. h. belägna pasströsklarna mellan Stora Björkens dalgång och Letälvsdalen började närma sig vattenytan, men att därefter dess strandnivå i denna trakt en tid framåt förblivit i det närmaste fix och så att säga följt med vid landhöjningen. I den norrut från sjön Ölen ledande dalen, med traktens närmast högre pass, vars av sand bestående, numera av en högmossa täckta vattendelare enligt min spegling 1923 ligger ungefär 120 à 122 m ö. h., finnas inga spår av kraftigare strömverkan. An-

<sup>1</sup> Namnet Svea älv är givet av Gerard De Geer (1922). De döda fallen o. s. v. vid Degerfors voro då icke kända. Visserligen framfördes namnet i ett sammanhang, som visat sig vara alldeles oriktigt. Men trots detta anser jag ingen annan benämning kunna komma ifråga å den fornälv, vars spår numera äro i sina huvuddrag upprekognoscerade. Därtill är namnet Svea älv för gott.

<sup>2</sup> En populariserad översikt har av mig lämnats i tidskriften Sveriges Natur (v. Post 1927 b).

nu då detta pass steg över havsytan, förmedlades förbindelsen mellan Östersjöbäckenet och världshavet av tydligen ganska rymliga sund. Men då stranden under den fortgående höjningen nådde den nivå, som f. n. i denna trakt ligger drygt 112 m ö. h., hade så intensiv ström uppstått i de smalnan- de sunden på Sveapasset S om Degerfors, att bergytan renspolades i alla för strömmen exponerade lägen. Förekomsten av moränkalotter med neder- kanten strax ovan denna nivå såväl inom Svea älvs östra uppströmsdelar i närheten av järnvägslinjen som västerut i närheten av Letälven ådaga- lägger likväl, att på detta utvecklingsstadium ingen nämnvärd höjdskillnad uppstått mellan vattenytorna öster och väster om passen.

Men från och med denna punkt i landhöjningen börjar Östersjöbäckens vattenyta att lyftas över Vänerfjärdens, och det skede inträder, under vilket forserosion allt kraftigare åverkar den redan under sundstadiet i stor ut- sträckning frispolade berggrunden. Nu uppkommer det utbredda system av strömrännor, som bildade den ursprungliga Svea älv, och av vilket kar- tan tavl. 1 ger en översiktsskild. Såväl den högst betydande skillnaden i strömerosionens styrka som de avvägningar av passpunkterna, Munthe som- maren 1926 låtit utföra, visa, att detta system endast till en början kan hava varit i sin helhet vattenförande. Småningom har flödet över de sydligare, högre belägna pasströsklarna sinat, och de norra rännorna hava ensamma lett vattnet från öster ned mot Letälvens dal. Till följd av denna koncen- tration av flödet till de nordliga älvrännorna och genom den nu betydliga fallhöjden är det, som dessa norra rännor erhållit sin praktfulla utbildning som döda fall med cañons, kolkbäcken, blockströmmar m. m.

Svea älvs läge på den lägsta och smalaste sträckan av vattendelaren mel- lan Östersjön och Västerhavet inom det forna Närkessundets område, även- som dess framväxande steg för steg ur det forna sundet äro förhållanden, vilka ensamma för sig utgöra bindande bevis för att Östersjöns bäcken i och med denna älvs uppkomst, men icke tidigare, blivit avsnört från världs- havet och ingått i Ancylostidens insjöstadium. Såsom redan de topografiskt- geologiska förhållandena kring Sveapasset ådagalägga, har denna insjö, me- dan ännu Svea älv var dess avlopp, upplyftats c:a 30 m över den dåtida Vänerns yta. Detta är nämligen höjdskillnaden mellan den antagliga vat- tenytan över de norra pasströsklarna och den punkt, där älvens mynning synes hava legat under de norra fallens glansperiod, nämligen nedströms- ändan av Letälvens sjölika, vid Billinge, 11 km S om Degerfors, slutande parti. Mellan denna punkt och Degerfors är Letälvens sprickdal uppensad i hela sin bredd, och de mestadels av berg, morän eller rullstensgrus be- stående dalsidorna bära mycket kraftiga spår av strömerosion även på punk- ter, som ligga utanför den nuvarande älvens räckvidd. Nedströms Billinge och uppströms Degerfors däremot rinner Letälven i en jämförelsevis smal fåra, nedskuren i de ler- och sandavlagringar, som täcka dalbotten. Dessa förhållanden ha synts mig ådagalägga, att det breda dalpartiet mellan Deger- fors och Billinge är Sveaälvens verk, sedan dess lopp stabiliserats.

På detta stadium hava de båda fallkomplex vid Degerfors, vilka bildades

av de fem nordligaste rännorna, tillsammans varit i funktion. Av dessa rännor utstråla de fyra norra åt olika håll från en redan på sundstadiet renspolad bergplatå, vilken fungerat som ett slags gemensamt dammbord till detta fallkomplex. De nämnda fyra fallen bilda de stundom (se profiler-na 1 och 3 å tavl. 1) mycket djupt i berget nedskurna mynningsstammarna till ett rikt förgrenat system av ravinliknande dalar, vilka genomdraga plattån, och som i dennas proximalkant på c:a 108 m ö. h. (enl. Munthes avvägning) skjuta sina endast meterbreda spetsar in i låga hållar med bibehållen glaciälskulptur och räfflor på krönen, men med jättegrytor längs kanterna.

Den genom två grenar i Letälvsdalen mynnande femte rännan från norr räknat, Bergtjärnsrännan, uppsamlar i sin övre del icke mindre än fyra tillflödesdalar, av vilka en, den egentliga Bergtjärnscañon, helt genombrutit bergtröskeln och f. n. har en endast svagt bearbetad pasströskel av morän på 105 m ö. h. Denna moräntröskel synes enligt Munthes meddelanden vara den lägsta inom Svea älv. Att densamma icke bortskurits, ehuru Bergtjärnsrännans vattenföring tidigare varit kraftig nog att avlagra ett sediment av grova block över åtskilliga hektar av strömbäddens nedre delar och att skära en cañon tvärs igenom berget, visar, att flödet varit högst avsevärt minskat under det allra sista skede av Svea älvs tillvaro, då endast denna pasströskel var överfluten.

Nedanför fallbottnarna ligga på sina håll i dalpartier, där bakvatten eller strömlä varit för handen, avlagringar från fallen. Den största av dessa depositioner, den halvö mellan Letälven och Agen, på vilken Strömsnäs herrgård ligger, ävensom andra grusplatåer vid fallmyningarna, nå med sina proximalpartier c:a 90 m ö. h. Å andra sidan gå spåren av tydlig fallerosion, t. ex. genom överfallande vatten på bergavsatser utsvarvade jättegrytor o. d., ned till 92 à 94 m ö. h. Vattenytan överst i Letälvsdalen bör alltså hava legat högst några meter över den nuvarande 90-m-nivån, då älven flödade för fullt. Själva fallens höjd har alltså då varit c:a 20 m, om ett vattendjup av c:a 5 m överst på fallhuvudena antages. Därav skulle ock följa, att den samlade avloppsälven i Letälvsdalen nedom de stora fallen haft ett totalfall av c:a 10 m ned till det antagna mynningsläget vid Billinge. På vissa håll äro mynningsavlagringarna genomskurna av senare erosion, påtagligen sedan vattenhöjden överst i samlingsälven minskat till följd av fallens avtagande vattenföring. Till allra sist hava i vissa av fallrännornas mynningar deltan av sand och lera avsatts.

Det utvecklingsförlopp, av vilket jag nu givit en summarisk översikt, är visserligen belagt med i de flesta fall fullt bevisande geologiska fakta. Och likaså kan på grund av den topografiska miljön intet tvivel råda därom, att en över världshavet upplyftad baltisk insjö varit det vatten, som haft utlopp genom Svea älv. Icke desto mindre har jag, sedan 1925 en någorlunda fullständig överblick vunnits av Sveapassetts geologi, inriktat mitt arbete på att insamla ett så fylligt material som möjligt i och för pollenanalytiska tidsbestämningar såväl av utvecklingens inbördes stadieföljd som av

Svea älvs ställning i förhållande till andra huvudmoment i vårt lands geografiska historia under ifrågavarande skede av senkvartär tid. Att dessa tidsbestämningar på så gott som alla punkter bekräfta de slutsatser, till vilka de geologiska förhållandena enligt min mening leda, synes mig knappast förringa deras värde, helst som bestämningarna i vissa avseenden bliva betydligt tillskärpta. I den följande framställningen bygga slutledningarna mestadels helt på de pollenstatistiska data, som undersökningen givit. Mitt syfte är bl. a. att med ett exempel, i vilket facit på viktiga punkter är på förhand givet, uppvisa den pollenanalytiska undersökningens brukbarhet och användningssätt även inför ett rent geologiskt problemläge. Det är också därför jag i de olika sammanhang, där så befinner lämpligt, någorlunda utförligt redogör för det använda tillvägagångssättet samt dess förutsättningar, princip och felmöjligheter.

Manuskriptet till denna avhandling förelåg i huvudsak utarbetat redan i januari 1927. Förhållanden, över vilka jag icke råder, fördröjde emellertid dels renritningen av illustrationsmaterialet, dels textens slutliga utformning till fullt tryckfärdigt skick. Under väntetiden offentliggjordes det i detta sammanhang synnerligen beaktansvärda fyndet av submarina stubbar utanför Kåseberga i Skåne, ävensom Thomassons försök att med pollenanalysens hjälp upprepa Baltikums äldre nivåförändringshistoria. Vidare nådde Assarssons undersökning av de baltiska transgressionslagerföljderna i Gusumtrakten sådant stadium, att resultaten här kunnat behandlas utan föregripande av Assarssons egen publikation. Dessa nya data hava visserligen icke på någon punkt föranlett väsentliga ändringar av resultaten, men däremot rätt betydliga tillägg till framställningen. I all synnerhet gäller detta Thomassons uppsats, vilken jag ansett nödvändigt att här i vissa delar kritiskt granska både till metodik och resultat.

Av resultaten av professor Munthes detaljundersökningar år 1926 har jag, då detta arbete går till tryckning, icke erhållit annan del än vissa upplysningar rörande avvägningssiffror o. d. Vidare har Munthes översiktskarta (tavl. 1 i hans beskrivning) delvis legat till grund för den här (tavl. 1) meddelade.

### De pollenanalytiska tidsbestämningarnas princip och planläggning.

Som tidsbestämningsmedel vid geologiska frågeställningar, t. ex. rörande de senkvartära nivåförändringarna, har den pollenanalytiska arbetsmetoden två slags material att röra sig med: dels de i direkt samband med det geologiska utvecklingsförloppet alstrade avlagringarna, dels de till dessa stratigrafiskt eller topografiskt anslutande bildningarna av annat ursprung, i främsta rummet insjöarnas och torvmarkernas lagerserier.

Tack vare den av Assarsson och Granlund (1924) utarbetade metoden att genom upplösning av kvartsen och silikaten i fluorvätesyra anrika även helt

obetydliga mängder av organisk substans, kunna numera även minerogena jordarter, såsom pollenfattiga leror och t. o. m. strandavlagringarna själva, underkastas pollenanalys. Man får dock icke påräkna, att försöken härvidlag alltid skola lyckas. Vissa jordslag hava tillkommit under sorteringsprocesser, vid vilka pollenkornen bortförts tillsammans med de finare kornstorleksfraktionerna av den minerogena substansen. Så är t. ex. nästan alltid förhållandet med flygsand. Men också vissa vattensediment kunna vara praktiskt taget pollenfria, nämligen sådana avlagringar, vid vilkas tillblivelse starkare strömning medverkat. Älvgrus och grövre älvsand gäcka sålunda nästan alltid pollenanalytikerns förhoppningar och likaså de sandrevlar, som utåtgående reaktionsströmmar eller längs med stranden framstrykande strandströmmar kunna byggt upp inom strandbältets yttre, vattentäckta delar. Någon gång kan man dock ur verkliga, i eller ovan medelvattenlinjen uppkastade strandvallar, t. o. m. om materialet är övervägande grovsand eller grus, åtminstone i vissa skikt erhålla pollenanalys. I sådana fall har tydligen jordarten infekterats med pollen, som regnat ned på skikt ytorna och av nedsipprande vatten slammats in i mellanrummen mellan de grövre partiklarna och vid nästa pålagring blivit inbäddat. Men säkrast är att, då det gäller strandbildningar eller strömvavlagringar, uppsöka distalpartier med fint material, mjåla eller lera, eller att koncentrera försöken på de inlagringar av sådana jordslag, som kunna finnas i de grövre sedimenten.

Det säger sig självt, att pollenanalyser från just de avlagringar, vilkas ålder man söker, måste giva de tillförlitligaste hållpunkterna för dateringen. Men mången gång är man hänvisad till indirekta vägar, d. v. s. till att innestånga tidsbestämningen mellan gränsvärden, hämtade från underlagrande eller överlagrande gyttje- eller torvbildningar, vilkas avsättning avbrutits av den mineraljordsbildande processen eller begynt, sedan denna upphört. Vid detta tillvägagångssätt måste man emellertid noga beakta åtskilliga felkällor.

Teoretiskt borde pollendiagrammet för en torvmarks eller en insjös lagerföljd angiva den tidpunkt, vid vilken platsen inträtt i supramarint stadium, eller då betingelser för organogen jordartsbildning över huvud inträtt. Men beträffande både fornsjöbildningar och försumpningslagerföljder kunna misstag härvidlag mycket lätt begås. Har fornsjön utvecklat sig ur en lagun till havet eller ett större vatten, är det, som Halden (1917) och Lundqvist (1925) påvisat, långt ifrån ovanligt, att insjösedimentationen föregås av ett erosionsstadium, som kan vara vanskligt nog att upptäcka enbart med ledning av lagerföljdens jordartsväxling. Likartade stratigrafiska diskontinuiteter kunna, såväl enligt Lundqvists studier över insjöarnas sedimentbildning som enligt de senare årens erfarenhet från en rad av torvmossundersökningar, mycket väl dölja sig även i lagerföljder, lär lagunströmmarnas erosion icke förekommit. Gyttejebildningen i en insjö kan av orsaker, som ofta äro mycket svåra att fastställa, under långa tider utebliva.

I ännu högre grad än vid fornsjöar är försiktighet av nöden, då man måste begagna försumpningslagerföljder för tidsbestämning av den allmänna

geologiska utvecklingen. En försumpningsmark, det må vara en högmosse eller en genom översilning bildad myravlagring, kan även i sina äldsta partier hava börjat avlagra torv, först sedan den mycket länge legat som sumpig, men icke torvbildande fastmark. Och den kan vidare hava transgredierat, så att kantpartiernas bottenkikt äro vida yngre än centraldelarnas.

Gäller det att tidfästa landhöjningens förlopp eller likartade företeelser, kan man emellertid komma ganska långt även med hjälp av de minimivärden, som kunna hämtas ur torvmarkernas pollendiagram. Men förutsättningen är att man skaffar sig ett så fylligt iakttagelsematerial, att effektiv kontroll av de enskilda fallen blir möjlig, och att man väljer sina stationer och tolkar analysresultaten med ögonen öppna för de förefintliga felkällorna.

Pollenanalysen är vidare ingalunda någon kronologisk passe-partout i den meningen, att en enstaka analys i regel skulle vara tillräcklig för att säga en avlagrings ålder. Gäller det endast grovbestämning av perioden, kan möjligen, åtminstone i trakter med väl differentierade pollenfloristiska tidszoner, ett enda pollenspektrum vara tillfyllest. Men vill man nå säkerhet och skärpa, måste icke blott det fullständiga traktdiagrammets normaltyp utan också dess variationsvidd fastställas. Man måste vidare utarbeta så detaljerade och omfattande diagram för de avlagringar, som skola dateras, att kurvförloppens svängningar av högre och lägre ordning komma till synes i för konnektionen behövlig utsträckning. Lokala tillfälligheter kunna emellertid alltid spela in i pollendiagrammens utbildning, och en viss grad av subjektivitet kan knappast undvikas vid jämförelsen dem emellan. Man bör därför så vitt möjligt söka erhålla flera, varandra kontrollerande parallellbestämningar.

Naturligtvis få icke heller de vid alla undersökningar medels pollenanalys lurande felkällorna förbises, då metoden begagnas i tidsbestämningssyfte. Man har icke då samma möjlighet som vid de skogshistoriska utredningarna att välja sina stationer och sina lagerföljder så, att rent lokala inflytelser på de fossila pollenflororna undvikas. Ofta tvingas man av de föreliggande förhållandena att arbeta med sådana jordarter som lövkärtrorv och andra, i vilka hela blommor av t. ex. björk eller al kunna hava inlagrats, och där pollenfrekvensernas proportioner följaktligen kunna hava förryckts genom s. k. makroskopisk pollentillförsel. Detta plägar emellertid visa sig genom förekomsten av sammanhängande pollenklumpar i jordarten. Vidare får man icke sällan att göra med avlagringar ur djupt vatten, och i sådana fall kan den av Malmström (1923) påvisade felkällan, att lövträdspollenet på grund av sin i jämförelse med barrträdspollenets svaga flytförmåga blir överrepresenterat i förhållande till detta, göra sig märkbart gällande. Denna teoretiska möjlighet saknar, såsom framgår av Lundqvists utredningar rörande polleninnehållet i recent bottenlam på olika djup i sjöarna (Lundqvist 1924), praktisk betydelse i torvmosselagerföljdernas vanligen på högst några få meters djup bildade limniska sediment. Men i leror o. d., som avsatts ur större, kanske flera 10-tal meter djupa vatten, kan en icke obehörlig frekvensförskjutning till lövträdspollenets förmån mycket väl tänkas.

Däremot är givetvis långflyktsfrågan i detta sammanhang av mindre betydelse. Ty pollenspektra och kurvornas faktiska gång i diagrammen bliva lika goda tidsindikatorer, antingen de träd, från vilka pollenregnet härstammar, vuxit i trakten eller tillhört avlägsna skogar. Men gäller det avlagringar, som bildats långt från land, måste man vara beredd på att de goda flygarna, särskilt barrträdspollenet, kunna vara överrepresenterade.

Vid pollenanalys av minerogena jordslag måste man emellertid se upp även för vissa andra felkällor, vilka, när det gäller torvmossornas jordarter, visat sig praktiskt taget kunna lämnas helt å sido. För det första kan, åtminstone teoretiskt sett, vid sorteringsprocessen under sedimentationen vissa pollenslag hava bortförts medan andra kvarlämnats. Det torde dock vara undantagsfall, att så skett. Ty såsom sedimentationsmaterial betraktat torde pollenet bilda en mycket snävt begränsad enhet i förhållande till sanden, mjälan, leret o. s. v. Och det kräves säkerligen alldeles speciella sedimentationsbetingelser för att en fraktioneringsgräns skall för det första bliva så skarp, att pollenslagen gå åtskilda, och för det andra falla just inom pollenkornens »kornstorleksklass».

Långt viktigare och försåtligare äro, enligt upprepade erfarenhet, de förändringar av den »äkta» pollenfloran, som vållas genom sekundär tillförsel av ungt pollen till äldre jordarter med markytevatten, som sipprar ned genom de periodiskt uttorkade kornmellanrummen eller andra håligheter. Denna företeelse har jag spårat i snart sagt alla slag av minerogena jordar, icke blott de grövre, mera storporiga, t. ex. grus och sand och i sönderspruckna styvleror, utan även i sådana, där de mellangrova kornstorlekarna, mo, mjäla och lättler äro de strukturbestämmande beståndsdelarna. Däremot saknar den, såsom både den praktiska erfarenheten och Malmströms experiment (Malmström 1923) visa, betydelse i kompakta torvjordarter. Huru denna sekundära pollentillförsel tillgår och i vilken omfattning den äger rum är ännu icke i detalj utrett. Men det är fastslaget, att pollenfloran genom densamma kan »förfalskas» ända till en meters djup eller mera. Ett visst samband synes, såsom f. ö. naturligt är, föreligga mellan pollenets nedträngande och markens podsolering. Sålunda hava de anrikningsslager jag pollenanalyserat utmärkt sig genom uppenbart falsk eller skäligen misstänkt pollenflora. Och likaså har det visat sig svårt att i jordlager med rikligare rotkanaler (med eller utan roströr) erhålla pålitliga pollenanalyser. Ett parallellfall är pollenhalten i den dopplerit som utfällts ur nedsipprande ytvatten i bronsåldersmanteln på Gerumsberget (v. Post 1925 c), ehuru den sekundära pollentillförseln i detta fall var begränsad till tiden allra närmast efter mantelns nedläggning. Manteln hade legat hopbyltad i en grop, och mellan de tre stenar, som lagts ovanpå densamma, hade tuvdstuvor vuxit. Längs dessas rötter hade vatten nedträngt, medförande pollen in i mantelbyltet. Men tillförseln upphörde, så snart gropen blivit helt övervuxen och torvtäckt.

Det är naturligtvis icke lätt att i varje fall avgöra, huruvida ett tämligen ytligt liggande lager innehåller den vid tillkomsten inbäddade pollenfloran

eller en med sekundära element uppblandad. Åtminstone innan saken blivit systematiskt och grundligt studerad, är enda möjligheten att vid pollenanalysens användning å minerogena lagerföljder hålla sig på säkra sidan, d. v. s. att vraka alla fall som på grund av oregelbundenhet och avvikelse från det normala kunna visa sig misstänkta. Vi skola i den följande framställningen vid ett par tillfällen möta förhållanden, som med all säkerhet bottna i sekundär pollentillförsel.

Den pollenanalytiska undersökningens gång blir i ett fall som detta följande:

Först fastställs genom analys av tillräckligt täta provserier från goda lagerföljder i trakten dennas normaldiagram. Härvid måste tillses, huruvida lokala variationer till följd av olika markkaraktär, skiftningar i lokalklimatet o. s. v. förekomma i sådan omfattning, att diagrammens karaktär påverkas.

Genom jämförelse mellan kurvförloppen i traktens pollenanalytiska grundschema och i diagrammen från de punkter, där tidsbestämningar önskas, samt mellan dessa diagram inbördes bringas de utvecklingshistoriska detaljerna från resp. stationer i tidsrelation till varandra.

I den mån traktediagrammet kan kronologiskt sammanknytas med normaldiagrammen från andra områden, inom vilka den allmänna utvecklingshistorien är inarbetad i diagramschemat, kan nu tidssambandet med denna fastställas. Säkerheten och skärpan härvidlag beror självfallet helt och hållet av den grad, i vilken överensstämmelse eller skiljaktighet råder mellan resp. områdets skogsutveckling.

Önskas absoluta dateringar till de relativa tidsföljder, som på dessa vägar erhållits, måste sådana sökas genom konnektion av normaldiagrammen med geokronologiskt eller arkeologiskt tidsbestämda pollendiagram.

Som alltid vid tolkningen av det pollenanalytiska primärmaterialet måste stor försiktighet och återhållsamhet i slutledningarna iakttagas. Det är en erfarenhet, som nog var och en gjort, som sysslat med detta slags undersökningar, att man titt och tätt ertappar sig själv i färd med en mer eller mindre äventyrlig balansgång på sannolikheter och möjligheter, som yppa sig i diagrammens och analysernas detaljer. Självkritiken bjuder en då att skyndsamligen rädsla sig tillbaka till de oemotsägliga faktas gebit och att icke låta sig lockas att pressa materialet.

H. Thomassons på värdefulla data rika arbete (Thomasson 1927) lider beklagligtvis av det grundfelet, att iakttagelsematerialet i vissa fall ansträngts intill och t. o. m. utöver möjligheternas yttersta gräns. Genom att söka inpassa intetsägande diagramstumpar, ja enstaka analyser, i normaldiagram ej blott från trakten utan t. o. m. från avlägsna stationer, har Thomasson i många fall kommit till föga tillförlitliga, ibland bevisligen oriktiga slutledningar. I den mån dessa beröra denna framställnings problemkrets skola de i det följande upptagas till närmare granskning.

Vid dateringen av Svea älv och dess utvecklingsförlopp hava såväl älvens egna avlagringar som de efter dess utsinande i kolkbäcken och strömrännor

uppkomna lugnvattensbildningarna och torvmosslagerföljderna utnyttjats. Min utredning har emellertid icke kunnat göras så omfattande, att ens alla större detaljer i utvecklingen kunnat tagas under behandling. Däremot har jag eftersträvat att få varje huvudstadium belagt med minst två fristående bestämningar, ehuru väl detta icke i samtliga fall lyckats.

Stationspunkternas läge i strömsystemet framgår av översiktskartan tavl. 1, och för att de undersökta lagerseriernas situation i förhållande till älvbildningarna skall tydligt klargöras, har jag för några av de viktigare stationerna uppmätt orienteringsprofiler, vilka likaledes återfinnas å tavl. 1.

Bland de insamlade provserierna finnas några, som icke uppfyllt sitt ändamål. Två av torvmarkslagerföljderna från de sydligare rännorna visade sig hava börjat bildas långt efter det strömmen sinat. De ha följaktligen måst helt uteslutas ur diskussionen. De återgivas dock i det följande såsom exempel på ett förhållande, som, om materialet behandlas okritiskt och utan den nödvändiga inre kontrollen, blir alldeles vilseledande. Vidare hava, såsom att vänta var, flera av de provserier, som för säkerhets skull togos från älvavlagringarna, visat sig vara pollenfria. Även för dessa fall lämnas dock på grund av deras metodologiska värde i det följande korta redogörelser. Trots misslyckandena, är det föreliggande diagrammaterialet från Svea älv fullt tillräckligt för att de åldersfrågor, som i första hand uppstålla sig, skola kunna tillfredsställande besvaras enbart på pollenstatistisk väg.

Traktens normaldiagram har fastställts å en rad stationer inom området mellan Laxå och Karlskoga. Varken av dessa diagram eller av det material från andra delar av landet, med hjälp av vilket Svea älvs historia kommer att sammanknytas med olika etapper i landets allmänna geografiska utveckling, kan här framläggas mer än några upplysande exempel. De senare äro mestadels utvalda ur tidigare utförda, delvis opublicerade undersökningar. Deras vittnesmål stödjas icke blott av andra parallellfall inom resp. trakter, utan av hela det omfattande system av pollendiagram från olika delar av södra Sverige, som numera föreligger. Det är endast tack vare den detaljerade överblick av skogsutvecklingens regionala variationer, detta material givit, som det varit möjligt att utsträcka jämförelsen mellan Sveapassets pollendiagram och andra traktens så långt som till Gotland, till Vänerbäckens västra och södra delar och längs Västkusten till Skåne.

Pollenanalyserna till de meddelade diagrammen äro, då intet annat angivits, utförda av min hustru eller av mig själv.

Såväl å stationerna inom Svea älv som i en del andra lagerföljder hava diatomacéanalyser verkställt för att säkrare fixera försvinnandet av Ancy-lussjöns (Sveaälvens) resp. Storvänerns vatten, eller, på Västkusten, havets transgression eller regression. Samtliga analyser från Svea älv och trakten där omkring samt från Vänerområdet hava utförts av dr Ragnar Sandegren. Härvid hava som *arenaria*-former räknats de av Sundelin (S. G. U. Ser. Ca, N:o 16, sid. 35) uppräknade arterna och som brackvattensformer de av Sandegren i beskr. till geol. kartbladet »Väse» (S. G. U. Ser. Aa, N:o 151) angivna. Lagerserien från Landskrona hamn har analyserats på dia-

tomacéer av dr Bertil E. Halden och fördelats på ekologiska grupper enligt de av honom framlagda principerna (Halden 1922). I diatomacétabeller och diagram betyda reservationsfria %-siffror, att minst 100 individ räknats, och %-siffror med »c:a» framför, att åtminstone några 10-tal exemplar erhållits. Då analysen givit endast ett fåtal individ, hava dessa redovisats som exemplar. På samma sätt har förfarits i pollentablerna från sandavlagringen N om Degerfors och från Strömsnäsplatån.

### Sveapassets traktdiagram.

Det fullständiga pollendiagrammet för traktens torvmosslagerföljder har en utbildning, som i vissa avseenden ger detsamma en mellanställning mellan de typer, jag i min översikt av den sydsvenska skogens regionala historia under postarktisk tid (v. Post 1924) kallade den sydsvenska inlandstypen och den nordliga typen. I likhet med diagrammen från en rad andra av Svealands och norra Götalands bergstrakter, ävensom från de norra Mälarelandskapen med undantag av kustzonen, visa Sveapassets och angränsande traktors grankurvor samma hastiga stigning till höga procenttal redan i subboreal tid som hos Sydsveriges »nordliga typ», vilken, enligt vad jag numera funnit, i själva verket har sitt huvudområde inom det egentliga Nordsverige. I de subatlantiska lagren blir grankurvans gång mera växlande. Såsom naturligt är inom övergångsbältet mellan Sydsverige och Nordsverige visar densamma ibland ett utpräglat minimum i mellansubatlantikum, liknande det i nordligare trakter normalt förekommande, ibland åter åtminstone en antydning till det maximum på samma nivå, som kännetecknar den sydsvenska inlandstypen. Redan vid min sammanställning 1924 skyntade dessa förhållanden i mitt material. Men jag ansåg icke deras regionala förekomst tillräckligt klarlagd för att uppställandet av en särskild diagramtyp då skulle vara motiverad. Numera måste emellertid även en »bergslags typ» utskiljas bland Sydsveriges pollendiagram.

Det fullständiga normaldiagrammet från Sveapasset och omgivande trakter exemplifieras av det i fig. 1 återgivna diagrammet från Mosjömossen vid Laxå samt av diagrammet från Gräsmossen strax NV om Strömtorp (fig. 2). Det förra representerar en utpräglad skogstrakt, det senare ett område med mera utbredda, numera mestadels uppodlade lermarker. Följande gemensamma, i hela diagramserien regelbundet återkommande pollenstatistiska huvudzoner kunna urskiljas:

#### I. Subatlantisk tid.

*Picea*: mestadels med tämligen hög frekvens hela zonen igenom, dock rikligast i undre delen.

*Pinus*: riklig, uppåt tilltagande, i zonen övre delar dominerande.

*Ekblandskogen*, *Alnus* och *Corylus*: hela zonen igenom underordnade, uppåt avtagande, överst ofta frånvarande.

*Betula*: tämligen riklig, vanligen i stort sett avtagande uppåt.

*Fagus* och *Carpinus*: då och då enstaka pollenkorn, framförallt i zonen undre delar.

Gränsen mot zon II är pollenstatistiskt flytande, men markeras stratigrafiskt av den subboreal-subatlantiska kontakten, där denna, såsom i de valda exemplen, finnes utbildad.

## II. Subboreal tid.

*Picea*: stigande zonen igenom med frekvenser i dess översta del ibland överträffande de inom zon I förekommande.

*Pinus*: tämligen riklig, men utan deciderad tendens inom zonen.

*Ekblandskogen*, *Alnus* och *Corylus*: något rikligare än i zon I, tydligt avtagande uppåt.

*Betula*: tämligen riklig med maximum i zonen undre del och avtagande uppåt motsvarande granpollenets frekvensökning.

*Fagus* och *Carpinus*: enstaka pollenkorn här och där inom zonen.

Gränsen mot zon III betecknas av den empiriska granpollengränsen, d. v. s. den nivå, på vilken den sammanhängande *Picea*-kurvan börjar.

## III. Mittlen och senare delen av atlantisk tid.

*Picea*: saknas eller uppträder med enstaka pollenkorn på en eller annan nivå i denna och följande zoner.

*Pinus*: växlande, men i de lägsta frekvenserna under tiden före granens invandring.

*Ekblandskogen*: kulminerande ett stycke ned i zonen. *Quercus* vanligen i övervikt över *Tilia* och *Ulmus*. På vissa stationer är dock *Tilia* dominerande hela zonen igenom.

*Alnus* och *Corylus*: tämligen rikliga.

*Betula*: kulminerar i zonen undre del, ofta med ett utpräglat, mot tallminimet svarande maximum vanligen något nedom ekblandskogens maximum.

*Fagus* och *Carpinus*: saknas, liksom också i följande zoner.

Gränsen mot zon IV betecknas av *Quercus*' frekvensökning samt mestadels begynnande övervikt inom ekblandskogen. I vissa fall behåller *Tilia* främsta platsen bland dennas konstituenten.

## IV. Ett tidigare skede av atlantisk tid.

*Pinus*: tämligen riklig med nedåt stigande frekvens.

*Ekblandskogen*: tilltagande uppåt. *Tilia* i svag övervikt eller likvärdig med *Quercus*.

*Alnus* och *Corylus*: tämligen rikliga, den förras kurva vanligen utanför, den senares innanför ekblandskogens.

Gränsen mot zon V betecknas av den sammanhängande *Tilia*-kurvans början samt mestadels dessutom av *Corylus*-kurvans korsande av ekblandskogskurvan på ungefär samma nivå.

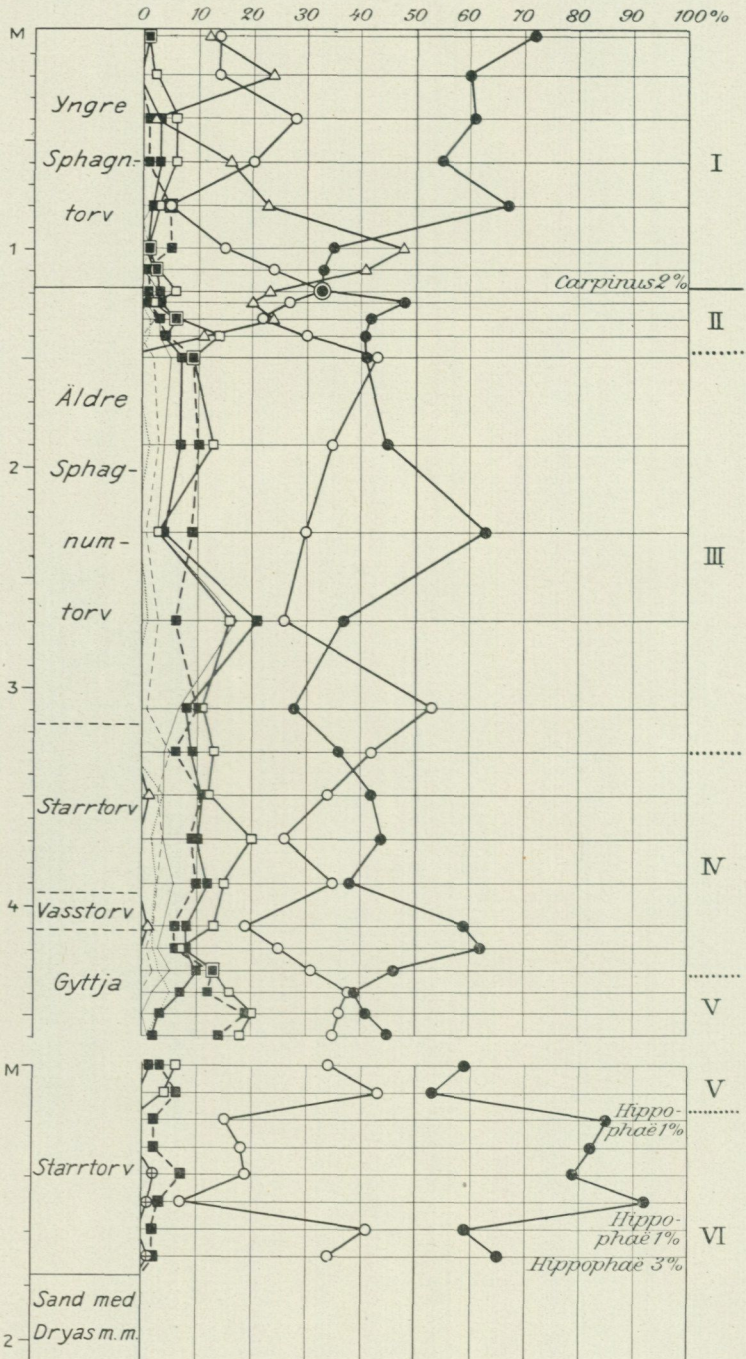


Fig. 1. Mosjö mossen vid Laxå. — Det övre diagrammet från mossens centraldel, det undre från ett kantparti.

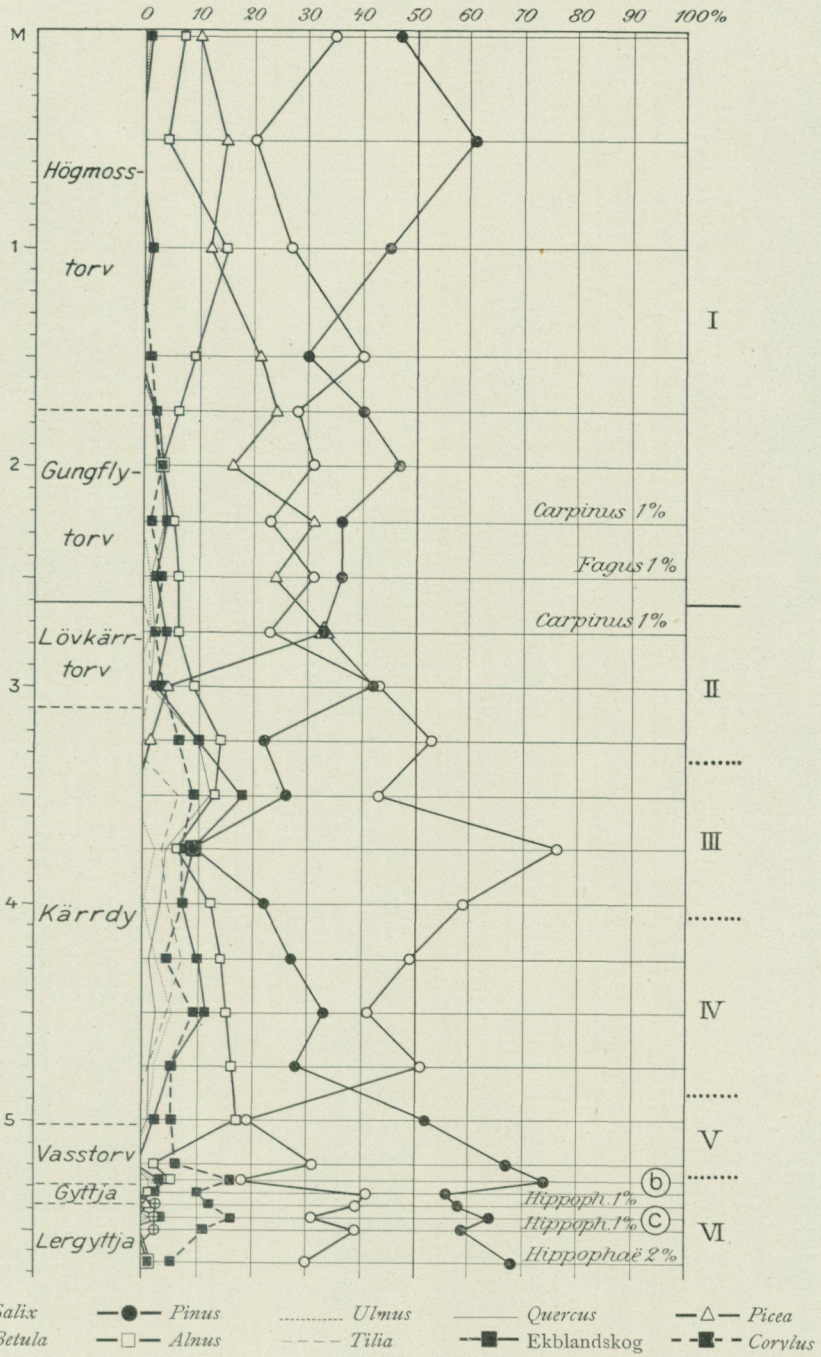


Fig. 2. Gräsmossen NV om Strömtorp.

V. Början av atlantisk tid samt övergångsskedet mellan detta skede och det boreala.

*Pinus*: nedåt allt rikligare, i regel hela zonen igenom avgjort dominerande.

*Ekblandskogen*: tämligen låg, uppåt sakta stigande frekvens. *Ulmus* vanligen i svag övervikt över *Quercus*. *Tilia* saknas eller uppträder stänkvvis i en eller annan procent.

*Alnus*: dominerar över ekblandskog och *Corylus*, utom i zonen understa del, där *Corylus*-kurvan vanligen ligger utanför den nedåt mot o fallande *Alnus*-kurvan.

*Corylus*: vanligen något mindre än *Alnus*, men zonen igenom överstigande ekblandskogens frekvenser.

*Betula*: oregelbundet fallande nedåt med frekvenser, som mestadels ligga mellan *Pinus*' och *Alnus*'.

Gränsen mot zon VI betecknas av den rationella alpogrenen, d. v. s. *Alnus*-kurvans börjande uppgång, samt vanligen av en därmed sammanfallande hastig nedgång av *Pinus* och en motsvarande stigning av *Betula*, ävensom ett mer eller mindre framträdande *Corylus*-maximum.

VI. Boreal och subarktisk tid.

*Pinus*: dominerande och mestadels i maximal frekvens.

*Ekblandskogen*: saknas eller företrädes stänkvvis av *Ulmus* och *Quercus* i helt små frekvenser.

*Alnus*: i regel alldeles frånvarande; någon gång likväl stänkvvis upp till c:a 5 %.

*Corylus*: nästan alltid tillstädes i växlande frekvenser, från en eller annan procent till c:a 15 %.

*Betula*: rätt starkt växlande, men sällan uppnående eller överstigande *Pinus*-pollenets frekvens.

*Hippophaë*: mer eller mindre regelbundet närvarande.

Gränserna mellan huvudzonerna i Sveapassets trakt-diagram hava med undantag av I/II förelagts icke med hänsyn till den gängse klimathistoriska periodindelningen utan så, att de motsvara vissa någorlunda lätt igenkännliga och regelbundet återkommande pollenstatistiska lednivåer. Dessa lednivåers tidsställning är ungefärligt känd redan på grundvalen av erfarenheten från det pollenanalytiska stationsnätet i södra Sverige. För Svea älvs kronologisering intresserar oss nästan uteslutande de båda understa zonerna, V och VI. Såsom i det följande skall dokumenteras, svarar gränsen IV/V ungerär mot tiden för den postglaciala landsänkningen slut (Litorinamaximet i Östersjöbäckenet) och gränsen V/VI ungefär mot den sydbaltiska *Ancylus*-gränsens tid.

Ännu andra lednivåer kunna vid närmare granskning av diagramsamlingen fastställas. Men detta är i nuvarande frågeläge icke behöfligt, annat än för zonerna V och VI. För dessa lednivåer komma definitioner att givas vid

sammanställningen av de undersökta stationernas pollenstatistiska utslag. Särskilt de 1923 tagna provserierna äro emellertid så glesa, att icke alla de för bestämningen av dessa lednivåer nödvändiga detaljerna kunna tydligt urskiljas. Av det material, som föreligger, synnerligast genom de på senare tagna, tätare provserier grundade diagrammen, är det emellertid uppenbart, att den relativa kronologiseringen av Svea älvs utvecklingshistoria, om så skulle befinnas önskligt, utan svårighet kan drivas vida längre i detalj än som i detta arbete kommer att ske. Men detta förutsätter en betydligt mera fullständig och ingående undersökning framför allt av älvsystemets egna avlagringar än den som hittills ansetts påkallad.

### De pollenanalytiskt undersökta stationerna inom Svea älv.

De förekomster, från vilka jag insamlat material för pollenanalytiska tidsbestämningar (kartan tavl. I), äro följande:

- 1) *Bakvattensavlagring av sand och mjåla i Letälvsdalen N om Degerfors.*
- 2) *Strömsnäsplatån.*
- 3) *Delta av svämsand mot Letälvsdalen vid Karlsäng framför mynningen av Grytfallet.*
- 4) *Mosse i norra mynningen av Svea älvs östra huvudfåra SV om Klippan.*
- 5) *Mosse i södra delen av samma dalfåra NV om Tomasbråten.*
- 6) *Mosse i älvfåran vid Porrtjärn.*
- 7) *Mosse i älvfåra vid Tjyvantjärn NV om Lövbofallet.*
- 8) *Kolkbäckenet vid Bergtjärn.*
- 9) *Kolkbäckenet i Domedagshålet.*

Av de från dessa lokaler hemförda provserierna visade sig de från Strömsnäsplatån icke innehålla primärt pollen i sådan mängd att datering kunde ernås. Torvmosslagerföljderna NV om Tomasbråten och vid Porrtjärn börja båda i zon III. Såsom en jämförelse med övriga diagram visar, lämna sålunda icke dessa lagerföljder något bidrag till Svea älvs kronologisering.

#### 1. Bakvattensavlagringen N om Degerfors.

Inom de östra, nedåt Letälven belägna delarna av Jannelund (Degerfors municipalsamhälle) är grunden 2 å 3 m sand och mjåla på varvig glaciallera. Denna sandavlagrings topografiska belägenhet gör sannolikt, att densamma avsatts i det relativt lugna bakvatten, som uppkom i Letälvsdalen upp emot Möckeln uppströms virvelsystemet nedanför de två nordligaste fallen. På östra sidan älven, 3,5 m över dennas yta, d. v. s. c:a 90 m ö. h., tog jag 1925 med skopborr en provserie genom den ifrågavarande sandavlagringen. Borrningen visade överst grov mjåla och nedåt tilltagande kornstorlek. Som sanden under den på 2 m djup belägna grundvattenytan började flyta sam-

man i borrhålet, måste borrhningen avbrytas på 3 m djup och tillförlitliga prov kunde ej fås längre ned än till 2.5 m.

Det skäligen magra resultatet av de med HFI utförda analysförsöken återgivas i nedanstående tabell. Endast från nivån 2.50 har ett pålitligt pollenspektrum erhållits. Detta tillhör emellertid otvivelaktigt normaldiagrammets zon VI. Huruvida så är fallet även med lagerseriens fortsättning uppåt framgår icke av det pollenanalytiska materialet. Som synes av tabellen,

**Svea älv, sandavlagring vid Letälven N om Degerfors.**

Djup m u. y.	Jordart	Salix	Betula	Pinus	Alnus	Ekblandskog				Picea	Corylus	Enhet
						Ulmus	Tilia	Quercus	S:a			
0.50	Mjäla . . . . .	1	2	20	—	—	10	—	10	3	2	pollenkorn
1.00	Finsand . . . . .	—	1	7	1	—	—	—	—	—	—	»
1.50	Sand . . . . .	—	—	2	—	—	—	—	—	—	—	»
2.00	Sand . . . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	»
2.25	Sand . . . . .	—	6	12	1	—	—	—	—	3	3	»
2.50	Sand . . . . .	1	18	76	1	2	—	1	3	1	4	%
	Svämtorv med <i>Potamogeton</i> . . . . .	—	46	21	18	—	1.5	1.5	3	12	2	%

minskar pollenhalten raskt uppåt till djupet 2.00 m, där intet pollen träffats, för att därefter åter något tilltaga mot ytan. På 0.50 m föreligger en pollenflora med en sammansättning, som saknar motstycke i traktens normaldiagram. Det är mer än sannolikt, att pollenhalten ovanför det pollenfria skiktet är framkallad av sekundär pollentillförsel genom nedsippande ytvatten. I varje fall lämnar pollenspektret till följd av sina inre motsättningar — t. ex. *Picea*-halten jämförd med *Tilia*-halten — ingen begriplig upplysning om skiktets ålder. Vi få alltså nöja oss med att konstatera, att på den undersökta punkten nivån 2.50 m under markytan i alla händelser tillhör det skede, vi skola finna vara Svea älvs glanstid. Det förefaller visserligen troligt, att hela lagerserien härrör från Svea älv. Men det kan icke utan vidare anses som säkert, att så är. Ty alldeles i närheten av min undersökningspunkt fann Munthe 1926 under sand och i kontakt med glacialera en limnisk svämtorv, vars pollenflora (se tabellen) visar tydligt subboreal ålder (zon II). I sandavlagringen N om Degerfors ingå alltså, jämte sediment från Svea älv, avlagringar från senare tider, sannolikt bildade i samband med smärre omläggningar av Letälvens lopp. Någon utredning häröver föreligger emellertid icke.

**2. Strömsnäsplatån.**

Den ungefär  $\frac{1}{4}$  kvkm stora, plåtåformade halvö, som nästan avskär Letälvsdalen omedelbart nedströms Agen och Hammarviken, uppbygges av en

mäktig avlagring av väl skiktat, ovanligt väl sorterat, ärtstort eller nötstort grus med enstaka småklapper, vilken stöder mot den breda bergklacken V om Domedagsfallet. Den mot Letälven vettande sluttningen av detta bergparti är ännu till största delen moränklädd. Den har legat i lä för strömmarna, och älverosionens verkningar äro här inskränkta till en ursvallning av moränens ytskikt, knappast kraftigare än vad vågsvallet å exponerade sluttningar plägar åstadkomma. Det är de jämförelsevis lugna förhållandena i huvudälven framför denna sluttning, som möjliggjort tillkomsten av Strömsnäsplatåns grusdeposition.

Profilen å tavl. 1 visar ett snitt genom Strömsnäsplatån från mittpartiet av dess rot mot väster, d. v. s. snett nedströmsåt från längdaxeln räknat. Det framgår av profilen, att grusterrassens proximalkant ansätter mot dal-sluttningen på nivån 94 m ö. h., men att huvudplanet ligger några meter lägre, eller på ungefär 89 å 90 m ö. h. Den förstnämnda sedimentationsnivån tillhör troligen ett tämligen tidigt skede i Svea älvs utvecklingsförlopp. Däremot synes huvudplanet vara bestämt av den vattenyta, som rådde, medan det norra fallkomplexet var i verksamhet och flödet i dess båda mellersta rännor (Domedagsfallet och rännan närmast S om detta) pågick med full styrka. Platåytan ger minimimåttet på vattenhöjden i den samlade Svea älvs översta del under detta utvecklingsskede. Något högre bör emellertid vattnet hava stått, möjligen vid proximalkantens nyssnämnda nivå. Huru som helst härmed: den grövre grusavlagringen täckes av ett lager finare, men något grusig sand, mot kanterna med inlagringar av mjäla. Detta täcks-kikt är enligt min mening avsatt, då strömmen från fallen börjat sakta av eller sedan vattenytan i samlingsälven nedanför dem sjunkit så mycket, att strömmen ej längre förmådde med samma styrka som förut överspola grusytan. Efter all sannolikhet bör Strömsnäsplatåns ytsand tillhöra utvecklingsskedet närmast före Svea älvs slutliga utsinande.

## Svea älv, Strömsnäsplatån.

Djup m u. y.	Jordart	Salix	Betula	Pinus	Alnus	Ekblandskog				Picea	Corylus	Enhet
						Ulmus	Tilia	Quercus	S:a			
<sup>1</sup> A: 0.50	Sand . . .	—	80	16	1	—	—	—	—	3	—	%
A: 0.75	Sand . . .	—	—	2	—	—	—	—	—	—	1	pollenkorn
A: 1.00	Sand . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
A: 1.25	Mjäla . . .	—	2	4	—	—	—	—	—	—	—	pollenkorn
A: 1.75	Sand . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. 121: 0.75	Sand . . .	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
L. 273: 0.25	Sand . . .	—	4	11	—	—	3	—	3	1	1	pollenkorn

<sup>1</sup> A = kantparti i grustagets södra del; L. 121, resp. L. 273 = punkter på profilen tavl. 1.

Pollenanalyser från Strömsnäsplatåns lagerföljd vore givetvis särskilt värdefulla, och flera provserier hava också insamlats och underkastats HFI-behandling.

Att försöka pollenanalytiskt tidfästa de i tämligen stark ström bildade grusavlagringarna har, såsom ju ock kunde väntas, visat sig lönlöst. I dessa har intet pollen alls erhållits. Även de finkornigare lagren hava emellertid trotsat försöken. I mjålan och ett par av sandproven hava visserligen valnötstora, HFI-behandlade stycken givit några få pollenkorn av *Betula*, *Pinus* och *Corylus* (jfr förestående tabell). Men för analys erforderlig pollenmängd har ingenstades varit möjlig att med rimligt arbete uppnå. Täcksandens ytskikt visar visserligen ibland (A:0.50 och L. 273:0.25) något större pollenhalt. Men denna är som synes mycket olikartad och med största sannolikhet av sekundärt ursprung.

Något bättre har ett försök slagit ut att finna diatomacéer i Strömsnäsplatåns lagerserie. I samma provserie från punkten A, vars polleninnehåll återgives i tabellen, träffades verkligen i det finkornigaste skiktet, men också endast där, diatomacéer (se nedanst. tabell). Dr Sandegren framhåller, att »endast relativt stora eller tunga former», bl. a. *Melosira arenaria*, ingå i den funna floran. Här äro utan tvivel de smärre formerna bortförda vid avsättningen, liksom i de angränsande grövre skikten allt diatomacémateriel gått sin kos. Den föreliggande resten anger emellertid, såsom av diatomacésuccessionen på övriga undersökta lokaler kommer att framgå, en avlagring ur Svea älvs och icke Letälvens vatten.

Svea älv, Strömsnäsplatån.

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A <sup>1</sup>	% S <sup>1</sup>	% B <sup>1</sup>
A: 1.25	Mjåla . . . . .	56 (48) <sup>2</sup>	44	—

### 3. Karlsängsdeltat.

Flera av Sveafallens rännor visa vid sina mynningar i den forna samlingsälven en ganska märklig utbildningsform. Längs kanterna äro strömvallar av block utbyggda, vilka icke sällan nedåt sluta med tydliga avlastningstippar. Dalbottnarna mellan dessa blockvallar bestå av utåt allt finare material, t. ex. uppströms kullersten eller klapper, nedströms grus eller sand. Det är knappast tänkbart att de laterala blockvallarna och de mellanliggande älvsedimenten med mindre kornstorlek kunna hava bildats samtidigt. Blockdepositionen längs sidorna tyder på så starkt flöde, att ingen sedimentation bör kunna hava försiggått samtidigt därmed i den centrala strömfåran. De

<sup>1</sup> A = *arenaria*-former; S = vanliga sötvattensformer; B = brackvattensformer.

<sup>2</sup> (*Melosira arenaria*).

avlagringar, som nu täcka dennas botten, bör vara tillkomna först sedan vattenföringen börjat avtaga eller sedan de ifrågavarande rännpartierna under den bakåtskridande fallerosionens fortgång kommit utanför det egentliga fallgebitet. Det är dock knappast troligt, att den senare möjligheten skapat sådant lugn i vattnet, att finare grus och sand kunnat avsättas ovanpå de tidigare stadiernas grovsediment. I vissa fall finner man t. o. m. mjäla som det översta ledet i de döda fallens icke sällan såsom verkliga deltan utbyggda mynningsavlagringar. Särskilt i dylika fall torde man hava framför sig avlagringar från slutstadierna av fallens sinande.

Ett exempel på dessa förhållanden ger den å tavl. 1 återgivna profilen genom Grytfallet. Vi se fallbädden nedskuren intill 22 m under bergytan vid sidan. I mittprofilens översta del finna vi ett sugningsområde å »dambordet», betäckt av en jämn stenläggning av klapper och kulstersten. Därnedom följer själva fallbranten, i vars krönparti ännu kvarstå bergklackar med glacialsulptur på toppen. En sådan med överytan på 112 m ö. h. överskäres av profilen. I fallet se vi en rad av småstup och tvärkammar, betingade av berggrundens förklyftning. Så kommer, nedanför själva fallet, en av uppstickande bergkammar avbruten strömvlagring av block, överst 1 à 2 m i genomskärning, nedåt mindre. Nedströms detta blockdelta vidtager grov klapper, som närmast Letälven överlagras av deltasand. Mittprofilen skär sanddeltat ungefär vid dettas största utbuktning, sidoprofilen på en punkt, där bredden är betydligt mindre. Å sidoprofilen, som framdragits över bergpartiet mellan Grytfallet och fallrännan närmast N därom genom boningshuset vid Karlsäng, finna vi ett stycke ovanför detta utgåendet av sidopartiernas deltsediment i form av en blockterrass på 92 m ö. h. Denna giver ännu ett mått på vattenhöjden i Letälvsdalen under det starka flödets tid.

Sandavlagringen utanför Grytfallsrännans mynning kulminerar närmast älven i en flack älvvall, som är högst utemot Letälven. Denna älvvall indämmer en liten torvmosse. Pollendiagrammen såväl för denna som för lagserien under älvvallens krön återfinnas å tavl. 2 (3 a, 3 b).

Mossens torvlagerserie (tavl. 2: 3 a) tillhör de pollenstatistiska zonerna I—II. Därunder följer dyg mjäla tillhörande zonerna II—V. Zongränsen IV/V återfinnes mellan 0.90 och 1.00 m under ytan. Mjälan torde vara sammansvämrad av vatten, som runnit till i svackan bakom den, såsom strax skall visas, äldre älvvallen. Utan tvivel tillhör mjälan värmetidens senare skeden efter Svea älvs tid. Dess pollenspektrum bär emellertid starkt lokal prägel genom *Alnus* höga procenttal. På vissa nivåer äro träffade pollenklumpar av *Alnus*, vilket visar att makroskopisk pollentillförsel förekommit. Möjligheten av dylik störing i en svämbildnings pollenflora har sedan länge varit mig bekant, t. ex. från den övre, utelämnade delen av det i fig. 12 sid. 55 återgivna pollendiagrammet från Hullsjön. Ett annat exempel på samma företeelse har Sandegren givit (1923 a). Det är en regel, att de abnormala pollenmaxima, vanligen just *Alnus*, uppträda företrädesvis i de på minerogen jordartssubstans rikare skikten, som få antagas markera starkare

flöden i vattendraget. Hängen av alen, som ju trives på sidlänt mark och längs vattendragens kanter, hava uppenbarligen fallit ned i det under alens blomningstid särskilt rikliga svämvattnet. Den dyiga mjälans ålder klargöres likväl genom ekblandskogens, framförallt lindens, samt hasselns kurv-förlopp. Under den dyiga mjälän kommer ett helt tunt skikt av ren, blå, fast mjäla. Pollendiagrammet säger oss, att detta skikt hör hemma ungefär vid zongränsen V/VI. Denna mjäla kan vara en bildning ur Svea älv, avsatt av det sista flödet genom Grytfallets ränna. Diatomacéfloran är emellertid icke undersökt. Under den rena mjälän följer den grova stenbeläggningen från det kraftiga flödets tid. På undersökningspunkten ligger det rena mjälenskiktet en obetydlighet över Letälvens vattenyta vid mätningstillsfället.

Avsikten med min undersökning av Karlsängsdeltat var bl. a. att söka få fastställt, när Letälvsdalens vattenhöjd blev ungefär den nuvarande. Pollendiagrammet genom mossen har i detta hänseende föga att säga. Däremot uppnåddes detta syftemål med den provserie, jag tog genom älvvallen utanför mossen (tavl. 2: 3 b).

Svea älv, Karlsängsdeltat. (Jfr diagr. 3 b, ta vl. 2.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
0.25	Rostig mjäla . . . . .	99 (99) <sup>1</sup>	1	—
0.50	Rostig finsand . . . . .	95 (95)	5	—
0.75	Sand . . . . .	65 (63)	35	—
1.00	Sand . . . . .	14 (13)	86	—
1.25	Sand . . . . .	55 (42)	45	—
1.50	Sand . . . . .	8 (1)	92	—
1.75	Sand . . . . .	5 (1)	95	—
2.00	Dyig sand med radiceller . .	11 (2)	89	—
2.25	Sand, något dyig . . . . .	13 (2)	87	—
2.50	Sand . . . . .	35 (4)	65	—
2.75	Sand . . . . .	51 (13)	49	—
3.00	Sand . . . . .	50 (10)	50	—

Vallen uppbygges heltigenom av sand, mestadels tämligen fin, ibland mjälartad. Ungefär 2 m under krönet, d. v. s. strax ovan Letälvens vattennivå vid mätningstillfället i augusti 1925, märkes emellertid en inlagring av dy, eller rättare en starkt dyhaltig sand. Dyhalten tilltager uppåt från c:a 2.20 m djup till c:a 1.90 m, där den plötsligt upphör. På detta djup föreligger nästan ren dy, rikt genomvävd av starr- och gräsrötter. Utan tvivel representerar detta skikt en sank markyta med helt obetydlig, möjligen blott

<sup>1</sup> Siffran inom parentes betecknar *Melosira arenaria's* %-tal.

periodisk vattenbetäckning. Sanden ovanför är nedtill ren och på grund av sitt läge under grundvattenytan (på c:a 1.5 m under krönet), blå. I sina översta 0.7 m visar den podsoloring med tämligen stark rostjordsbildning mellan 0.25 och c:a 0.6 m under ytan.

Lagerföljden är fullständigt genomanalyserad på diatomacéer och pollen. Diatomacéflorans sammansättning visas i motstående tabell. Sanden under dyskiktet innehåller den för Svea älv karakteristiska *arenaria*-floran, dock med tydligt tilltagande av de »vanliga» sötvattensformerna uppåt mot dyskiktet. Ovan detta möta vi en synnerligen egendomligt sammansatt diatomacéflora med uppåt tilltagande, allra överst nästan allenarådande *Melosira arenaria*. Jag kan icke annat än dela dr Sandegrens uppfattning, att detta procentuella överhandtagande av den grova och tunga *Melosira arenaria* även i detta fall är följden av en sortering av sedimentationsstoffet, vid vilken de lättare och mindre diatomacéerna bortförts. Diatomacéfloran ovan dyskiktet säger alltså ingenting annat om det vatten, i vilket sedimentationen försiggått, än att *Melosira arenaria* levat i detsamma. Men redan detta faktum ger en bestämd fingervisning om älvvallens tidsläge. Ty såsom det kommer att visa sig vid redogörelsen för station 4 (älvfåran SV om Klippan), avlöses *arenaria*-floran även i Letälven av den vanliga sötvattensfloran, mycket snabbt efter det vattentillförseln från Svea älv upphört. Diatomacéinnehållet i Karlsängsvallens övre sand förlägger alltså denna till själva övergången mellan Svea älvs och Letälvens skeden i dalens utvecklingshistoria.

Huru skall nu älvvallens byggnad och särskilt dyinlagringen tolkas? Enligt min mening återspeglar lagerföljden en kontinuerlig påbyggnad av älvstranden av en för situationer av denna art karakteristisk typ. Dyskiktet betecknar m. a. o. intet avbrott i sedimentationen till följd av förändrat vattenstånd utan utgör endast ett led i den helt normalt fortskridande tillandsningsprocessen.

Jag stöder denna uppfattning på jämförelse med halvrecenta älvvallar, bl. a. av diatomacéjord, vilka jag vid några tillfällen haft anledning studera vid andra sydsvenska vattendrag (jfr S. G. U. Ser. C, N:o 335, tabl. 12, profilerna 5 och 6). Är denna jämförelse berättigad, representerar sanden under dyskiktet utvecklingens limniska uppgrundningsskede; det om mer eller mindre sluten vegetation vittnande, rotrika dyskiktet är bildat, då pålagringen höjt den dittillsvarande älvbottenytan uppemot eller möjligen något över den årliga lågvattenlinjen; och slutligen är den ovan dyskiktet följande sanden en till högfloдера knuten, telmatisk ansvämmning, vilken erhållit vallform därigenom, att vegetationen, liksom på ett marskland eller på Gotlandsmyrarnas träskbackar (jfr S. G. U. Ser. C, N:o 331), fångat större delen av vattnets slam i den öppna strömfårans omedelbara närhet. Lagerföljden skulle under dessa förutsättningar säga oss, att vid den tid vallen tillhör Letälvens lågvattennivå varit ganska lika nutidens, men att högvattnet nått åtminstone 2 m högre. Svämavlagringens planform angiver ett delta, betingat av flöde från Grytfallets dal. Älvvallen är däremot tydligt orien-

terad till Letälven. Den antydning om vallens tidsställning, dess diatomacéflora gav, bekräftas genom pollendiagrammets åtminstone i huvudsak entydiga datering. Bortsett från den översta halvmeterns säkerligen sekundära pollenflora och frånvaron av pollen i närmast nedanför följande parti av lagerföljden, visa sig den undre sanden, dyskiktet och den övre sanden (åtminstone dess undre del) bilda en stratigrafiskt uttänjd ekvivalent till normaldiagrammets zongräns V/VI. Sannolikt faller hela älvvallsprofilen in i kontakten mellan den rena och den dyga mjälan i mossens lagerserie. Grytfallets flöde faller sålunda före denna zongräns; och Letälvens egen hydrografi behärskade sedimentutbildningen på denna punkt redan i allra första begynnelsen av zon V.

#### 4 och 5. Sidofåran i Letälvsdalen mellan Klippan och Tomasbråten.

Inom den dalsträcka, där Letälven är sjölikt utvidgad, och i vilken en gång Svea älvs samlade utloppsdel framströmmade, finnes i det nuvarande älvloppet på ett par ställen förträngningar, vid vilka den nutida älven bildar forsar, och som i ännu högre grad måste hava inverkat på Svea älvs strömförhållanden och fallprofil. Den övre av dessa förträngningar, Ö om Älgåsen, där hela dalgången krymper tillsamman till en för Svea älvs vattenmassor alldeles otillräcklig bredd, har åtminstone till en början kringgått genom en älvarm från Degerfors genom den dal, där Gullspångsbanan nu är framdragen. Då emellertid denna dals passnivå, enligt Munthes avvägning 1926, är 107 m ö. h., kan densamma icke hava fungerat mer än under Svea älvs tidigare utvecklingsstadier. Att under de fem norra falens tid »Älgås-trängslet» uppenbarligen givit Svea älv tillräcklig genomloppsarea kan möjligen antyda, att redan vid flödets koncentration till det norra fallkomplexet vattenföringen börjat minska. För den otillräckliga sektionsarean i det nuvarande älvloppet vid Lideforsen har ersättning funnits i den nu till större delen av mossar intagna sidodalen på andra sidan morän- och bergryggarna vid den nuvarande Letälvens östra strand.

Denna dalgång, vars östra sida bildar direkt fortsättning av den odelade dalsträckans ostsida uppströms Klippan, visar mycket tydliga spår av kraftig strömerosion. Sidorna äro starkt svallade och botten är, där den ligger obetäckt, på samma sätt som i andra sugningsområden inom älvsystemet, där morän bildar markytan, jämnt stenlagd med ett ytskikt av grov klapper och block, mellan vilka den obearbetade moränjorden här och där framskymtar. Dalens passnivå har icke avvägs vid Munthes nivåering 1926.

Den norra mynningen är till en del utfylld av grus- och sandavlagringar samt av gyttja och torv. Genom borrhningar (våren 1926) är utrett, att sanden vilar på varvig lera, samt att avlagringens ytformer och läge äro sådana, att densamma måste vara avsatt i ett genom dalen strömmande vatten. I dalens västra del når gruset upp till några decimeter under torvytan. Mot öster sänker sig grusytan, medan torven och gyttjan tilltaga

i mäktighet. Samtidigt övergår gruset i sand, som utkilar ett stycke från östra mosskanten, så att mellan denna och sandavlagringen bildas en osymmetriskt profilerad ränna, brant i öster, flack i väster. Att denna egen-

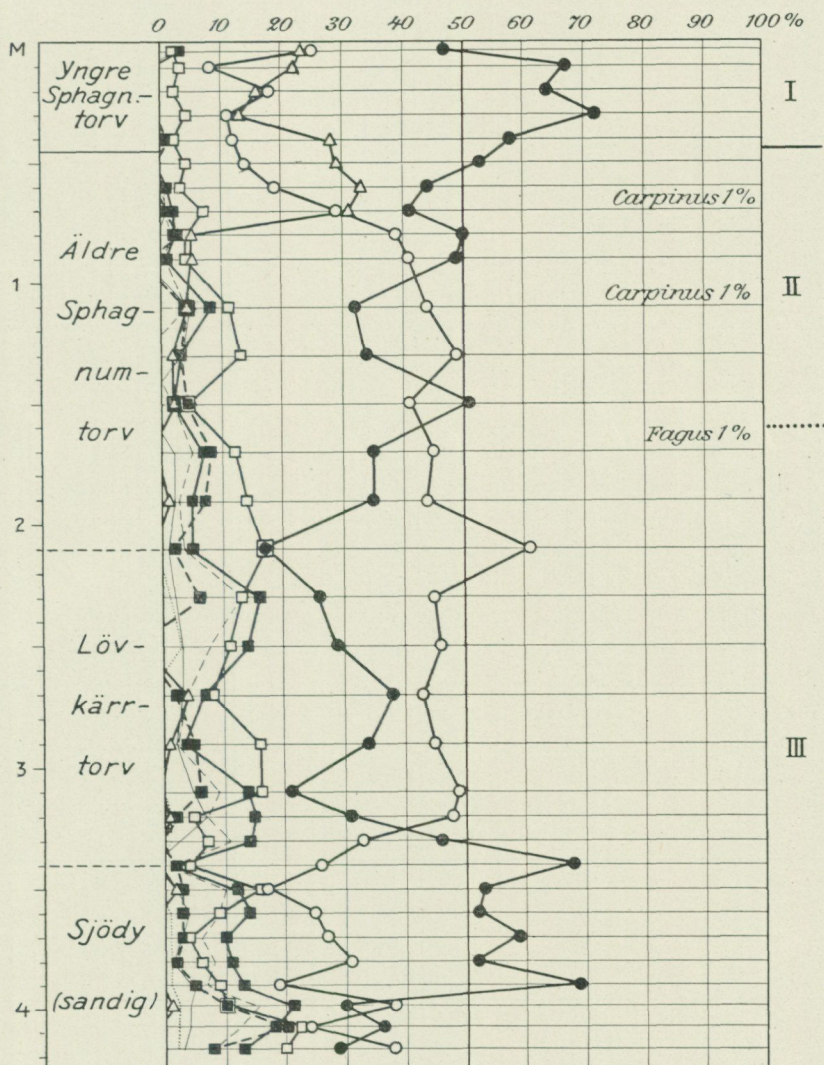


Fig. 3. Mossen i Letälvsdalens östra sidofåra NV om Tomasbråten.

domliga lagerbyggnad utgör ett led i meanderbildningen på botten av ett genom dalen framströmmande vatten bestyrkes genom förekomsten av en typisk krökbrink på det breda älvpartiets östra sida från dalens mynning förbi Klippan. Foten av denna brink ligger vid dalmynningen ungefär 4 m över Letälven, men stiger norrut ytterligare  $\frac{1}{2}$  à 1 m. Brinken pekar in mot den mossfyllda sidodalen, men fortsätter icke in i denna. I

stället finner man på dennas östra sida en mot brinkfoten ungefär svarande strandlinjeliknande blockzon. Hela detta komplex av strömfenomen är oförenligt med Letälvens nutida vattenföring och måste tillhöra en tid, då vattnet stod högre och även den östra dalen togs i anspråk för avbördningen.

För pollenanalys togs i maj 1926 en provserie i norra mynningen (station 4), sedan en 1925 i mossen i södra mynningen NV om Tomasbråten (station 5) tagen serie visat sig svika. Den sistnämnda stationen gav nämligen ett i detta sammanhang intetsägande pollendiagram (fig. 3), trots det ett djupparti uppletades, där botten låg c:a 1 m under Letälvens nuvarande yta, och ehuru den sjödy, som bildar lagerföljden nederst, var sandig. Emellertid var underlaget icke minerogena finsediment utan morän, på grund varav förhoppningarna om en god tidsbestämning av lugnvattnets inträdande icke kunde ställas så högt. Det visade sig också, att dysedimentationen av orsaker, som i detta sammanhang icke behöva efterforskas, kommit i gång först under zon III, d. v. s. under ett framskridet skede av yngre stenåldern.

Så mycket bättre lyckades provserien från norra dalmynningen (tavl. 2: 4). Denna togs på den punkt, där de organogena sedimenten befunnos nå djupast, nämligen 40 m från östra mosskanten och c:a 20 m V om den underlagrande sandens utkilande mot öster.

Det framgår av pollendiagrammet, att sanden tillhör zon VI, och att zongränsen V/VI faller i det tunna skikt av lera, som förmedlar övergången mellan sanden och gyttjan. Igenväxningen har inträffat i zon V och zongränsen IV/V uppnås först ett gott stycke upp i den telmatiska torven. Det synes sannolikt, att sanden betecknar en ännu tämligen stark vattenföring i den östra Letälvsfåran, lerskiktet däremot strömningens slutliga upphörande.

Svea älv, östra Letälvsfåran SV om Klippan. (Jfr diagr. 4, tavl. 2.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
3.05	Gyttja . . . . .	—	100	—
3.10	Lergyttja . . . . .	17	83	—
3.15	Lera . . . . .	20	80	—
3.20	Sandig lera . . . . .	27	73	—
3.30	Sand . . . . .	ca 20	ca 80	—

Diatomacétabellen visar också, att den för Svea älvs vatten utmärkande *arenaria*-floran definitivt försvinner i gyttjans allra understa, något leriga skikt, d. v. s. samtidigt med att lugnt vatten börjar råda. Om, såsom sannolikt är, lugnvattensperiodens början betecknar den samlade Sveaälvens

slutliga utsinande, har detta alltså ännu en gång befunnits till tiden mycket nära motsvara gränsen mellan de pollenanalytiska zonerna VI och V.

### 6. Porrtjärns mossen.

Lokalen undersöktes i hopp att erhålla datering av en av de mot söder utanför Letälvsdalen mynnande Svea älvs-rännorna. Redan innan Munthe 1926 funnit, att topografiska kartans höjdsiffra (104.6) är felaktig, och

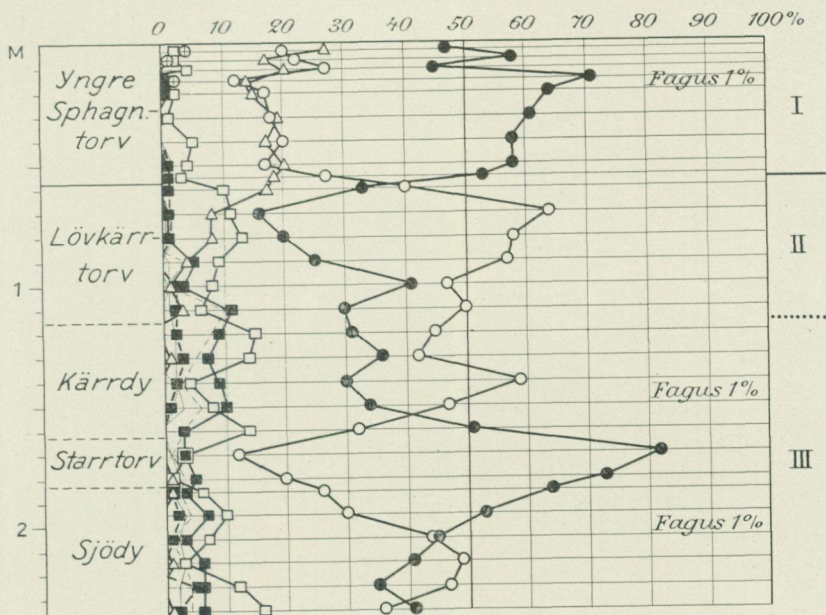


Fig. 4. Porrtjärns mossen.

att S. Porrtjärns verkliga nivå är 110.1 m ö. h., syntes det på grund av erosionens jämförelsevis svaga verkningar i denna ränna sannolikt, att vattnet tämligen snart letts en annan väg. Numera säger enbart passhöjden, att Porrtjärnsrännan, liksom de övriga söderut förande strömbäddarna, måste hava uttorkat tidigare än de norra huvudrännorna med de flesta pasströsklarna på 105 à 109 m ö. h.

Försöksborrningarna i mossen gävo emellertid nästan överallt försumpningslagerföljder utan limniska bildningar. Endast invid S. Porrtjärns västra ände träffades dylika, nämligen  $\frac{1}{2}$  m sjödy med vass och fräken på morän. Sjödyens beskaffenhet antydde grunt avlagringsvatten, och pollendiagrammet (fig. 4) gav ungefär samma ålder för lagerseriens botten-skikt, som på station 5. Försöket att tidfästa Porrtjärnsrännans sinande har sålunda t. v. icke lett till resultat.

## 7. Tjyvantjärn.

Tjyvantjärn ligger i den vida, till större delen mossfyllda sänka V om Lövbofallet, i vilken ett flertal av de södergående älvrännorna mynna ut, och från vilken flera avloppsvägar leda söderut mellan Runnebol och Tomasbråten samt åt väster, bl. a. en till den åt öster inskjutande Letälsviken mitt för gården Liden. Varken pasströsklarna i de mot tjärnen ledande älvrännorna eller tjärnen själv hava, enligt vad Munthe meddelat, avvägs. Tjärnens bäcken torde emellertid, redan av terrängförhållandena att döma, tillhöra ett rännsystem, som blivit övergivet på ett tämligen tidigt stadium.

Stationen undersöktes våren 1926 som ersättning för den misslyckade i Porrtjärnsmossen.

Efter en rad fruktlösa försök att ute i mossen finna en lovande lagerföljd träffades en sådan invid tjärnens södra strand. Där fastmarksbotten befanns ligga djupast, togs provserien i en lagerföljd, som återgives som n:r 7 å tabl. 2. Den organogena seriens underlag är morän, i vilken grus kändes mellan stenarna. Ytan kändes emellertid mestadels stenbelagd, och på ett ställe stannade borren på ett 2 m högt i lagerföljden uppstickande block, vilket direkt överlagrades av det på motsvarande djup (tabl. 2) liggande, sjödyartade bottenskiktet av den grova detritusgyttjan. Botten syns sålunda vara i viss mån av likartad beskaffenhet som i andra mot söder ledande rännor inom Svea älv, där de större moränblocken i stor utsträckning sticka upp genom det genom strömmens sugning förtunnade men ännu delvis kvarliggande lertäcket, ehuru väl bearbetningen i Tjyvantjärns bäcken tyckes vara så kraftig, att all äldre lera bortförts.

Svea älv, Tjyvantjärn. (Jfr diagr. 7, tabl. 2.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
5.25	Lergyttja . . . . .	—	100	—
5.45	Lergyttja . . . . .	—	100	—
5.65	Lergyttja . . . . .	1	99	—
5.85	Gyttjig lera . . . . .	13	87	—
5.95	Gyttjig lera . . . . .	27	73	—
6.05	Gyttjig lera . . . . .	29	71	—

De sjösediment, som bilda lagerföljdens huvuddel, visa den i gamla, under långsam uppgrundning uppkomna lagerserier vanliga, jämnt förlöpande övergången nedåt från dy och gyttja av övervägande grovdetritus till överhandtagande findetritus med minerogen uppblandning i ökande grad. Skiktet närmast på moränen består av svagt gyttjehaltig lera. Borrningarna

gåvo som nämnt tydligt vid handen, att moränytan var svallad. Men intet av de överlagrande sedimenten kan rimligen vara avsatt annat än i så gott som alldeles lugnt vatten; och som diatomacétabellen visar, avtager *arenaria*-floran redan i bottenskitken och är nästan helt försvunnen 0.4 m upp i lagerserien. Enligt pollendiagrammet tillhöra både den understa gyttjiga leran och den leriga findetritusgyttjan zon VI. Gränsen V/VI faller på övergången till en mindre lerig sådan och IV/V något under den rena detritusgyttjan.

Tjyvantjärns bäcken har alltså en gång utgjort en del av Svea älvs botten. Men lugnvatten började råda redan tidigt under den mot zon VI svarande tiden.

### 8. Bergtjärns kolkbäcken.

Bergtjärn utgör den ännu öppna resten av en långsträckt kolkjö, vilken i nedströmsänden indämmas av en genom forsbäddens blockmassor styckevis uppstickande bergtröskel. Bäckenets nedströmsdel utfylles av en torvmosse. Ett flertal försöksborrningar och sonderingar visade, att bergbotten under denna mosse mestadels täckes av blockanhopningar liknande dem, som känneteckna Bergtjärnsrännans fortsättning nedströmsåt. Provserien togs (1923) några meter från Bergtjärns nedre ände, invid södra cañonväggen. Bäckenets botten ligger här 5.5 m under bergtröskeln i nedströmsänden. Lagerföljd och pollendiagram återfinnas som n:o 8 å tabl. 2.

På berg eller block följa 0.2 m sand och lera, innehållande en diatomacéflora med *arenaria*-former i den mängd, som visat sig utmärka Svea älvs vatten. Dessa skikt representera efter all sannolikhet det allra sista, svaga flödet genom Bergtjärnscañon, sedan erosionen upphört och vattenföringen blivit mycket ringa. Den däröver följande sjödyn måste vara avsatt i lugnt vatten.

Svea älv, Bergtjärns kolkbäcken. (Jfr diagr. 8, tabl. 2.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
6.38	Lera . . . . .	26	74	—
6.45	Sand . . . . .	ca 7	ca 93	—

Pollendiagrammet visar, att sand- och lerskitken tillhöra allra översta delen av zon VI, och att gränsen V/VI faller nästan exakt i kontakten mot sjödyn. Det är vidare av kurvgången tydligt, att ingen stratigrafisk lucka finnes mellan de minerogena sedimenten och sjödyn. Zongränsen IV/V ligger c:a 1.2 m upp i denna.

Bergtjärnsfallet har följaktligen flödat ända fram till övergången mellan zonerna VI och V, om ock till allra sist med så ringa vattenföring, att erosionen i kolkbäckenet förbytts i minerogen sedimentation.

## 9. Domedagshålet.

Å tavl. 1 återgives en längdprofil, som 1925 uppmättes genom Domedagsfallets botten och över dess västra sidoberg. En del av det i denna ränna överallt ganska flacka fallstupet med dess blocktäckte, genom vilket en rad av tvärställda bergkammar sticka upp, ses i mittprofilens uppströmshälft. Denna är dragen genom en av de många större och mindre intagsrännor, i vilka huvuddalen åt söder grenar upp sig. Andra, smärre sådana ses i tvärsnitt i sidoprofilens uppströmsdel. Sidoprofilen visar vidare den renspolade, småvågiga bergytan med bibehållen glaciälskulptur och de högsta topparna på 111 å 112 m ö. h., samt N om denna ett snitt genom den moränklädda sluttning, mot vilken Strömsnäsplatån stöder. Mittprofilens nedströmshälft, genom det sedan gammalt s. k. Domedagshålet, visar ett längdsnitt genom fallets kolkbäcken. Detta indämnes av en bergkam, och dess botten ligger med lägsta punkten 2 m under Letälvens yta. Det utfylles av en intill  $8\frac{1}{2}$  m djup mosse, vars yta ligger i nivå med svackorna i den dämmande bergtröskeln. Längst nedströms döljas de naturliga terrängformerna av utfyllnader för Degerfors bruk. Såsom borringarna givit vid handen, täckes kolkmassens botten, liksom omgivningarna, av blockmassor, och över torvytan höja sig här och där topparna av jättestora rasblock från den närliggande, lodräta cañonväggen.

Provserien togs på ett gungflyt över det djupaste funna stället, så nära bergväggen som mossytan höll att arbeta på. Allra närmast stupet bar icke gungflyt. Möjligen är mossen här ännu något djupare. Lagerföljd och pollendiagram återges som n:r 9 å tavl. 2.

Under gungflyt kommer sjödy med sphagnumtorvskikt och sphagnumdetritus ända till stenbotten. Av denna sjödy tillhör den nedersta decimetern zon VI. Zongränsen V/VI faller på djupet 8.35 m, zongränsen IV/V på  $7\frac{1}{2}$  å  $7\frac{3}{4}$  m.

Svea älv, Domedagshålets kolkbäcken. (Jfr diagr. 9, tavl. 2.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
8.40	Sjödy . . . . .	—	100	—

Då sjödyn är alldeles sandfri och saknar *arenaria*-former (se tabellen), måste fallet hava helt torrlagts, innan sedimentationen började. Domedagshålets utsinande faller sålunda i översta delen av zon VI, dock tydligt före zongränsen V/VI.

## Pollendiagrammens vittnesbörd rörande Svea älvs utvecklingshistoria.

De pollenstatistiska data, vilka ovan framlagts, öppna ganska långt nående möjligheter att besvara de båda huvudfrågor, på vilka undersökningen inriktats, nämligen dels angående stadieföljden i stort inom den utveckling, Svea älvs eget vattensystem genomlupit, dels beträffande hela älvens plats i vårt lands geografiska utvecklingshistoria. Redan av detaljredogörelserna för de undersökta stationerna torde det framgå, att älvstadiet på olika punkter visserligen upphört vid skilda tidpunkter, men att å andra sidan dessa samla sig inom ett och samma ganska snävt begränsade parti av pollendiagrammens relativa tidsföljd. I all synnerhet gäller detta det sista utsinandet, och det är tydligt, att, i samma mån som dess pollenstatistiska nivå, zongränsen V/VI, kan geokronologiskt eller genom anknytning till den allmänna geografiska utvecklingen dateras, så blir också slutet av Sveaälvens tillvaro till tiden fixerat.

Däremot hava inga angreppspunkter yppat sig på spörsmålet, när Svea älv uppkommit. Det kunde visserligen tänkas, att man i anslutning till någon av älvens tidigast torrlagda strömbäddar kunde finna pollenförande älvavlagringar från älvens allra äldsta utvecklingsskeden och sålunda direkt inpassa även dessa traktens pollendiagram. Men några sådana avlagringar äro hittills icke påträffade.

En annan teoretiskt framkomlig väg är att undersöka de under torvmossarna V om vattendelaren bevarade lagunsedimenten från landhöjningsskedena närmast före och närmast efter det strandläge (drygt 112 m ö. h.), vid vilket den eroderande strömningen genom Sveasunden började, och att på detta sätt inestänga älvens uppkomst mellan maximi- och miniminivåer i traktendiagrammet. Men denna möjlighet visar sig i praktiken vara så begränsad, att ett försök knappast lönar sig.

Detta beror på två omständigheter. För det första hava nämligen de flesta av traktens mossar befunnits vara försumpningsmarker, vilkas utvecklingshistoria börjat på olika tidpunkter, ofta långt efter de mot höjdlägena svarande strandförskjutningsetapperna. Och de fornsjö- och lagunbildningar, jag här och där lyckats finna på deras botten äro i allmänhet för svagt utvecklade, för att goda pollendiagram skola kunna påräknas annat än i undantagsfall. Trots traktens rikedom på torvmossar bliva sålunda lämpliga undersökningslokaler mycket sällsynta eller åtminstone svåra att uppleta. Det bleve därför ganska vanskligt att sammanbringa ett så fylligt material av lagundiagram, att tillförlitliga slutsatser kunde på denna väg dragas.

För det andra är det tvivelaktigt, om pollendiagrammen i detta fall överhuvud taget skulle giva önskat utslag. Ty den understa av de i traktendiagrammet urskilda zonerna (VI) faller i tiden mycket nära efter den s. k. finiglaciala klimatförbättringen. Redan i trakten kring Sveapasset torde

zon VI, liksom dess motsvarighet längre norrut, gå tillbaka ända till landisens bortsmältande. Den regelbundna förekomsten av *Hippophaë* i densamma antyder, att dess pollenregn härstammar från traktens äldsta skogs-generationer. Den finglaciala klimatförbättringen medförde icke blott de sydliga skogselementens första uppträdande i Sydsverige, utan också den första organogena sedimentationen i större skala på sjöarnas bottenar. Visserligen finner man i sydliga områden, t. ex. i Skåne, även subarktiska gyttjor, t. o. m. av ganska betydlig mäktighet; men när man närmar sig Sveapasset, bestå de få insjöavlagringar från tiden före den finglaciala klimatförbättringen, som träffas, av så gott som enbart minerogent material. De fornsjöbildningar i olika höjdlägen, upp till c:a 130 m ö. h., vilka jag här undersökt, hava ingenstädes givit pollenfloror, som med säkerhet äro äldre än bottenskiten i Gräsmossen på 112 m ö. h. (fig. 2, sid. 15). Under sådana förhållanden skulle även dateringen av Sveaälven själv hava blivit föga tillförlitlig och i varje fall endast fått betraktas som en minimibestämning av älvens ålder, så vida icke, såsom nu lyckligtvis är fallet, de äldsta organogena lugnvattensedimentens vittnesbörd kunnat kompletteras och kontrolleras med hjälp av minerogena avsättningar från älvens sista tid. Svea älvs tillvaro faller just vid den tidsgräns, på andra sidan vilken i denna trakt förutsättningen för pollenanalysens användbarhet blir att dylika avlagringar stå till buds. När denna gräns nåtts, blir det material, med hjälp av vilket landhöjningsförloppet kan bringas i relation till de fossila pollenflorornas variationsgång, inskränkt till så jämförelsevis sällsynta bildningar som upplyftade bäckdeltan, finkorniga distala strandavlagringar o. d. Men de på lägre nivåer synnerligen givande organogena lagusedimenten slå här mer eller mindre fullständigt slint. Av denna orsak måste frågan om tidpunkten för Svea älvs uppkomst t. v. lämnas obesvarad. Av de avlagringar, vilka kunde antagas härröra från Svea älv själv under dess glanstid, har endast sanden N om Degerfors givit visserligen icke ett fullständigt pollendiagram, men dock ett godtagbart pollenpektrum. Såväl detta som analyserna från slutskedets älvsediment även som från de äldsta lugnvattensedimenten i resp. strömbanor förlägger emellertid enstämmigt Svea älv till traktens pollenstatistiska zon VI.

Låt oss så närmare granska pollendiagrammens vittnesbörd angående de undersökta strömbanornas inbördes tidsställning. Det är då nödvändigt att något närmare undersöka kurvförloppen inom diagrammens zoner V och VI för att tillse, huruvida därur kunna hämtas hållpunkter för en mera preciserad relativ kronologi än den zonindelningen själv erbjuder, d. v. s. att eftersöka lokala, åtminstone inom Svea älv och dess närmaste omgivningar igenkännliga lednivåer i diagramstyckena mellan zongränserna.

Det är en allmän erfarenhet från de pollenanalytiska undersökningarna, att proportionerna mellan de olika skogskonstituenternas frekvenser i genomsnitt diagrammen igenom eller i vissa samtida partier kunna vara rätt olika även på närbelägna lokaler, men att, det oaktat, kurvornas svängningar i förhållande till varandra kunna visa så påfallande överensstämmelse, att

ingen tvekan kan råda rörande samhörigheten mellan olika stationers nivåer (jfr t. ex. »Mantelprofilen» och »Gullringsmossen», v. Post 1925 c). De i hela diagrammen genomgående olikheterna i pollenslagens frekvens få tillskrivas växlingar i markbeskaffenhet och andra rent lokala inflytelser på skogstypen, medan de regelbundet över större områden återkommande kurvsvängningarna måste hava andra, i många fall otvivelaktigt klimathistoriska orsaker. Man måste vidare besinna, att de analysnivåer, av vilka ett pollen-diagram är konstruerat, ju endast äro godtyckligt lagda snitt genom kurvfiguren. På grund av de diskontinuiteter i smått, som nästan aldrig saknas ens i till synes fullt homogena sediment, är det praktiskt taget icke möjligt att ur serier av fristående prov erhålla alldeles fullständiga diagram, i vilka alla detaljer komma oklanderligt och utan stymplingar till synes. Man kan därför icke fordra att överallt återfinna sina lednivåer med samma utbildning i alla detaljer, utan måste ofta nöja sig med tydliga tendenser i samma riktning hos resp. kurvor. Den behöfliga kontrollen giver samstämmigheten mellan de olika kurvornas utslag. Eftersträvas möjligast absoluta fullständighet, måste man taga sammanhängande provpelare, ur vilka man kan i laboratoriet uttaga sina analysprov så tätt, som det under analyseringens gång visar sig behöfligt, och man måste vara beredd på att i vissa lagerföljdstyper gå ned till millimeterintervaller. Det kommer också att bliva nödvändigt att för mera tillskräpta pollenanalytiska undersökningar som regel taga profilprov i stället för de serieprov, man hittills sökt reda sig med. Men ännu är icke den borrhyp fullt utexperimenterad, med vilken man tillräckligt bekvämt och tillförlitligt kan upphämta föroreningsfria, sammanhängande provpelare från de med grävning icke åtkomliga djupen.

I de första, 1923 tagna provserierna valdes som normalavstånd mellan proven 25 cm. Dessa provserier visade sig emellertid i vissa delar för glesa, och i de senare insamlade togos proven med 5 à 10 cm mellanrum. Dessa avstånd hava i allmänhet befunnits i detta fall tillfredsställande. Men även i dessa tätare serier skulle på sina håll kompletteringsprov här och där hava varit önskvärda. Dock tillåter materialet, sådant det nu föreligger, ett tillräckligt säkert särskiljande av det väsentliga från det mera tillfälliga i kurvornas gång, ävensom uttagandet av så många lednivåer inom zonerna V och VI, som man behöver för att vid nuvarande, mera översiktliga frågeläge, erhålla tillräckligt fast grepp på de undersökta utsinandenas ordningsföljd.

Dessa lednivåer äro i diagrammen å tafl. 2 samt fig. 2 (sid. 15) och fig. 10 (sid. 49) betecknade (a), (b), (c). Deras kännetecken äro följande:

(a) (i undre delen av zonen V): *Corylus*-kurvan bildar, strax före sin börjande nedgång mot zongränsen IV/V ett maximum, så att den närmar sig, sammanfaller med eller överskär den uppåt stigande *Alnus*-kurvan. Ekblandskogens kurva visar ett minimum, eller är t. o. m. avbruten. *Betula*- och *Pinus*-kurvornas kastning mot zongränsen V/VI ligger strax nedanför, och omkring lednivån bildar *Betula*-kurvan ett mer eller mindre utpräglat, till-

fälligt maximum. — Nivån återfinnes tydligt å stationerna 3 a, 4, 7, 8 och 9. I diagrammen från 7 och 9 är den uttänjd, så att den representeras av flera analysnivåer.

(b) (i översta delen av zon VI): En vanligen rätt markerad *Corylus*-topp, åtföljd av en liten uppgång hos ekblandskogens frekvens och oftast även av *Alnus*-pollenets. Detta *Alnus*-maximum är än avsnört från den strax ovanför börjande, i oavbrutet sammanhang stigande kurvan, än förbundet med denna genom minimala frekvenser i zongränsen V/VI. — Nivån återfinnes i diagrammen från 4, 7, 8 och 9. I diagrammet 7 kan konstateras, att *Corylus*-toppen på denna nivå är en annan än den mot zongränsen V/VI svarande.

(c) (längre ned i zon VI): *Corylus* och ekblandskogen bilda maxima, vid vilka *Alnus* saknas eller förekommer helt enstaka. — Nivån finnes endast i diagrammet 7 (Tjyvantjärn) från Sveapasset, men återkommer i Gräsmossen (fig. 2, sid. 15) och den nedan behandlade Forsnäsmossen (fig. 10, sid. 49).

Inberäknat zongränsen V/VI, vilken vi erinra oss vara karakteriserad av den stigande *Alnus*-kurvans början, av ett *Corylus*-maximum, ofta svarande mot ett minimum eller en lucka i ekblandskogens kurva, samt av kastningen mellan *Betula* och *Pinus*, hava vi sålunda fyra lednivåer att hålla oss till för kronologiseringen av Svea älvs historia.

Vi finna då, att på samtliga de punkter, där det lugna vattnets inträdande kunnat pollenanalytiskt fixeras, denna nivå faller nedom lednivån (a). Vidare konstatera vi, att i flertalet diagram av zon VI endast den del finnes med, som representeras av lednivån (b). Blott i diagrammet från station 7 (Tjyvantjärn) är nivån (c) tillfinnandes, men den faller här i ett sediment, som hör lugnvattenstiden till. Men vi erinra oss slutligen också, att på stationerna 3 (Karlsängsdeltat), 4 (Letälvens östra sidodal) samt 8 (Bergtjärnscañon) avlagring av minerogena svämbildningar ur Svea älv kan spåras ända upp till zongränsen V/VI. I Domedagshålets kolkbäcken har emellertid redan vid en tidpunkt, som faller vid eller alldeles omedelbart över lednivån (b), lugnvattenssedimentation begynt. Skarpast bestämt är Svea älvs allra sista slutstadium i Karlsängsdeltat. I lagerföljden i älvvallen på detta (3 b) synes sanden under dyskiktet vara den lagerföljdsdel, som utbyggt avlagringen i deltats typiska planform; och denna ansluter sig otvetydigt till Grytfallsrännans mynning. Men vallen hör samman med Letälven. Den undre sandens pollendiagram visar tydlig känning med lednivån (b), zongränsen V/VI faller omedelbart under den nivå, där dyinblandningen börjar, men lednivån (a) synes icke uppnås i den del av lagerföljden, från vilken invändningsfria analyser erhållits. Vid eller alldeles omedelbart efter den tidpunkt, som motsvarar zongränsen V/VI måste alltså Svea älvs vattenföring hava varit så ringa, att den icke, annat än möjligtvis vid högvatten, märkbart påverkat Letälvsdalens vattenstånd på denna punkt. Men diagrammet från stationen 8 (Bergtjärns kolkbäcken) visar, att ännu vid denna tid något flöde måste hava förekommit genom Bergtjärnsrännan.

Tjyvantjärns bäcken bildar, såsom av kartan tavl. 1 framgår, en knutpunkt i de sydliga rännsystemen. I bästa överensstämmelse med vad rännornas gestaltning ger vid handen står pollendiagrammens utslag. Enligt detta måste de mot Tjyvantjärn ledande rännorna hava sinat före lednivån (c), d. v. s. väsentligt tidigare än de norra fallen, där de våldsammaste erosionsspåren finnas. Lugnvatten har rått i Tjyvantjärnsbäckenet, redan medan dessa fall ännu arbetade uteslutande erosivt.

Mellan de två norra fallens utsinande föreligger en visserligen obetydlig, men dock fullt påtaglig tidsskillnad. Bergtjärnsrännan har varit den sista funktionerande av Svea älvs tilloppsrännor. I den näst sista, Domedagsrännan, har lugnvattenssediment utan *arenaria*-flora bildats samtidigt med att på Bergtjärnskolken botten lera och sand med dylik avsattes. Vi erinra oss, att Bergtjärnscañon genomskurit bergtröskeln, så att dess pasströskel numera består av morän. Denna kan omöjligen hava uthärdat närmelsevis den våldsamma erosionskraft, varom hela rännans utbildning i övrigt vittnar. Domedagshålet är enligt Munthes avvägning 1926 den av det nordligaste, fyra-grenade huvudfallets stora utlopps-rännor, som har den lägsta pasströskeln, 107.2 m ö. h., d. v. s. ungefär 2 m högre än Bergtjärnsrännans moränpass. Under det slutskede av Svea älvs historia, då endast Bergtjärnsrännan var vattenförande, kan alltså vattendjupet över dess pasströskel icke hava ens vid flod överstigit 2 m. Medelvattenhöjden i Baltikum torde vid denna tidpunkt knappast kunna skattas högre än till 1 m ovan pasströskeln, d. v. s. ungefär till den nutida höjdnivån 106 m ö. h.

Nu återstår frågan rörande den geologiska åldern av Svea älv som helhet betraktad. Ungefärligt besvaras denna fråga redan av områdets pollen-diagram själva. Den kännedom, vi numera äga om den allmänna skogshistoriska utvecklingen och om pollendiagrammens regionala variation i Syd-sverige (v. Post 1924), säger oss, att zon VI, till vars tid Svea älv visat sig höra, representerar den postarktiska tidens begynnelse, vilken, inledd av den finiglaciala klimatförbättringen, avlöser den klimatiska istidens slutskede, den subarktiska perioden. Redan utan jämförelse med andra trakter förlägga alltså pollendiagrammen Svea älv till Ancylostid. Denna slutsats är likväl berättigad endast under den förutsättningen, att skogsutvecklingen under ifrågavarande tidsskede förlupit någorlunda likformigt och liktidigt inom så vitt skilda trakter som Sydbaltikum och Sveapasset.

Särskilt de skogshistoriska verkningarna av den finiglaciala klimatförbättringen utgöra, såsom jag vid flera tidigare tillfällen framhållit, mycket starka skäl för antagandet, att densamma bildar en över hela Sydsverige synkron lednivå. De mera värmekrävande skogselementen (hasseln, almen, eken och i vissa trakter även alen och linden) avlösa direkt den subarktiska floran, och det så oförmedlat, att särskilt hasseln och almens pollenkurvor skära de försvinnande subarktiska videnas. I viss mån belyser det i fig. 1 (sid. 14) nederst återgivna pollendiagrammet från Mosjömossen vid Laxå

detta förhållande. Där följer en starrtorv med sandinlagringar, vilken otvetydigt tillhör zon VI, omedelbart på den sen-glaciala svämsand, i vilken Gunnar Andersson på sin tid gjorde det fynd av arktiska växtrester, som ännu i dag är det nordligaste vi känna från Sydsverige. Men detta diagram i och för sig är dock icke fullt bevisande, då dess *Salix*-kurva är ovanligt svagt utbildad. Att sålunda hela det utvecklingsstadium, som borde motsvara den nordskandinaviska barrskogsregionen, överhoppas vid skogens invandring efter istidens slut innebär ett språng i utvecklingens gång, vilket knappast tillåter antagandet av den oliktidighet hos de äldre skogshistoriska invandringsepokerna, som borde förefinnas, om skogstyperna steg för steg följt den vikande isranden i spåren.

Den finiglaciala klimatförbättringens karaktär av ett simultant språng uppåt av den stigande värmekurvan bevisas emellertid, vad de sydligare delarna av Sverige beträffar, genom pollendiagrammen från lagerföljder i stratigrafiskt förband med förskjutningarna mellan hav och land. Och vi skola i det följande finna, att den på dessa förekomster grundade erfarenheten kan konsekvent utsträckas även till Sveapassetts trakt, och att, omvänt, just dessa förhållanden fast infoga Svea älv på dess väntade plats i vårt lands geografiska utveckling efter istiden, nämligen såsom Baltikums huvudavlopp under dess transgression mot de slutliga avloppströsklarna längst i söder och mot *Ancylus*gränsvallen på Gotland.

### **Svea älv och den sydbaltiska *Ancylustransgressionen*.**

Vid försöken att bringa Svea älv i tidsrelation till den geografiska utvecklingens huvudhändelser riktar sig intresset i främsta rummet mot de spår *Ancylus*sjön efterlämnat i Östersjöbäckens sydligare delar.

För en sådan jämförelse med pollendiagrammens hjälp ligga de skogsgeografiska förutsättningarna synnerligen väl till. Ännu i nutiden äga låglanden närmast omkring de stora mellansvenska sjöarna en viss klimatografisk frändskap med det av Östersjöns klimatiska inflytande behärskade östsvenska kustbältet samt, ehuru i väsentligt modifierad grad, med Gotland och Öland. Detta av den geografiska belägenheten betingade förhållande tager sig också uttryck i pollendiagrammens särkaraktärer.

På Gotland, i Kalmar sundsområdet samt i norra Götalands och Svealands kusttrakter uppträder en diagramtyp, å vilken jag framlagt flera exempel från Gotland (v. Post 1925 b, 1927 a), och som också återfinnes bland de av Sundelin från östra Småland och Östergötland publicerade pollendiagrammen (Sundelin 1917, 1919). Jag ansåg 1924 denna diagramform, liksom den förutnämnda bergslagstypen, icke tillräckligt känd för att kunna uppställas som egen huvudtyp. Nu är det emellertid tydligt, att den bör urskiljas som en sådan, den femte bland de sydsvenska pollendiagrammen. Jag kallar den *Östersjötypen*, eller, bättre, den *västbaltiska typen*.

Denna västbaltiska diagramtyp står i vissa hänseenden bergslagstypen rätt nära. Hålla vi oss till den sistnämnda typens speciella särmarke, grankurvans förlopp, finna vi däruti de bägge typernas både frändskap och skiljaktighet företrädda. I bägge fallen når *Picea*-frekvensen redan i subboreal tid den storleksordning, omkring vilken den i fortsättningen håller sig, ehuru med svängningar upp och ned, och, vad särskilt den västbaltiska typen angår, med en tydlig stegring närmast före nutiden. Men hos bergslagstypen ligger de subboreal-subatlantiska lagrens grankurva genomsnittligen vid 20 à 30 %, hos den västbaltiska däremot, fränsett den nämnda ökningen överst, sällan över 10 %, vanligen omkring 5 %. Om man så vill, är likheten de båda typerna emellan artbetingad, men olikheten en gradskillnad. Denna gradskillnad har utan tvivel sin grund i klimatets mera utpräglat maritima betoning inom de områden, där den västbaltiska typen råder. De jämförelsevis mildare vintrarna därstädes tillfredsställa i vida lägre grad granens köldkrav (Enquist 1924) än den mera kontinentala vintern i Mellansveriges bergsbygder. Det är av utomordentligt intresse, att, såsom Thomson (1926) påvisat, också i Estland, där Östeuropas kontinentalklimat skjuter fram mot Östersjöns kustområde, och där sålunda den maritima klimattendensen hastigt brytes av Österns kontinentaliserande faktorer, även helt nära havet en diagramtyp återfinnes, vilken i allt väsentligt är den svenska bergslagstypen lika.

Om sålunda huvudskillnaden mellan bergslagstypen och den västbaltiska diagramtypen framkallas av Östersjöns inverkan på klimatets genomsnittsart, är det på intet sätt överraskande att finna olikheten så gott som alldeles utplånad under de äldre skeden, då baltiskt vatten betäckte norra Götalands och Svealands lågländer ända fram till Vättern och Sveapasset, och Östersjöns strand låg högt uppe på Tivedens och Kilsbergens sluttningar. Man har helt enkelt rätt att för dessa dåtida kustområden postulera klimatförhållanden, föga olika dem, som utmärkte t. ex. Gotland. Också visa de delar av de gotländska pollendiagrammen, vilka motsvara zonerna V och VI kring Sveapasset, i hela sin habitus en slående överensstämmelse med diagrammen därifrån. Tack vare detta förhållande blir det möjligt att direkt sammanknyta Sveaälvens tid med bestämda stadier i den sydbaltiska nivåförändringshistorien, sådan vi känna den framför allt från Gotland.

Som exempel på gotländska pollendiagram, tidfästa genom anslutning till det baltiska bäckenets avlagringar, väljer jag av bekvämlighetsskäl samma serie, som redan reproducerats i min framställning av dessa förhållanden i »Gotlands geologi» (v. Post 1925 b).

Den valda serien (fig. 5) omfattar tre pollendiagram, nämligen:

1) från de suprabaltiska bleke- och torvskikten under *Ancylus*gränsvallen vid den klassiska *Dryas*-fyndorten Göstavs i Fröjel.

2) från ett lagunbleke i Sällmyr i Eksta, vilket ekvivalerar en dämmande, på geol. kartbladet »Hemse» såsom A.G.-vall betecknad strandvall, samt

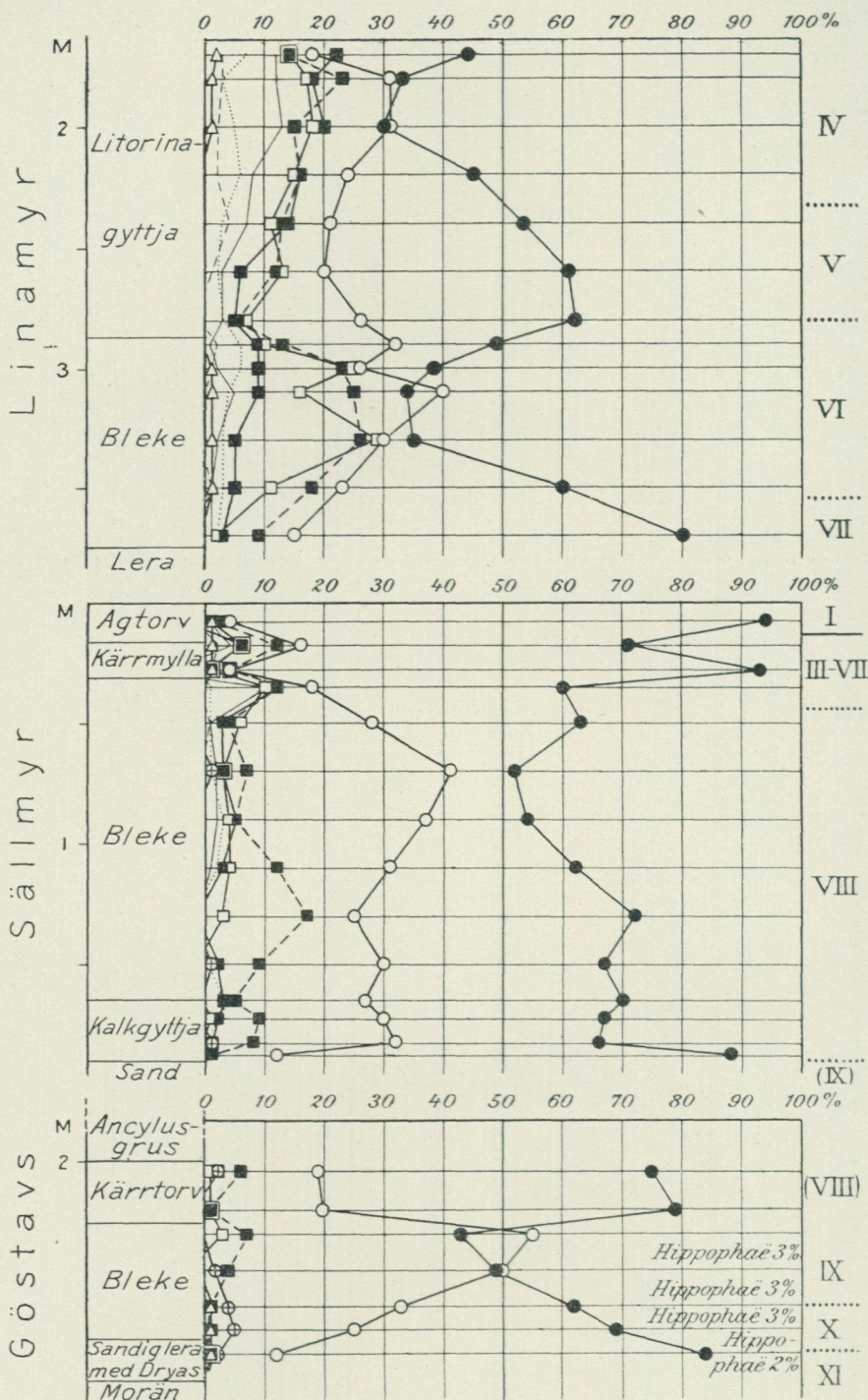


Fig. 5. Lagerföljder från Gotland, anknutna till Baltikums nivåförändringar. — Bleket i Sällmyr ekvivalerar en dämmande Ancyclusvall.

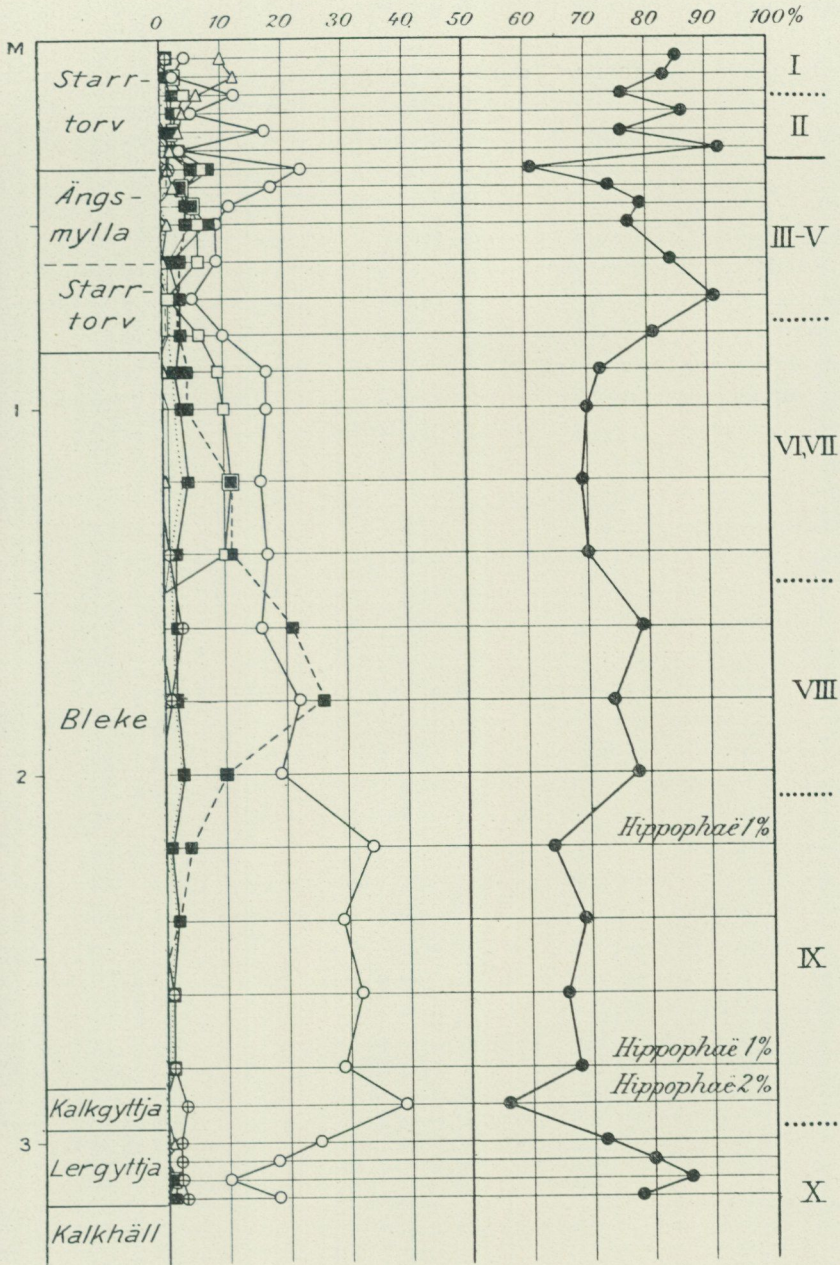


Fig. 6. Geistmyr på Gotland.

3) från en myrlagerföljd med inlagrade Litorinabildningar i Linamyr på mellersta Gotland.

Dessa diagram återgiva tillsammans den zonföljd, som konstant återkommer i de gotländska myrlagerföljdernas äldre delar (jfr fig. 6). Samman-

hanget framgår av de införda, för de gotländska pollendiagrammen gällande zonbeteckningarna.<sup>1</sup>

Vi finna nu i diagrammet från Linamyrdelen i undre delen av den marina inlagringen och bleket under denna (nedre partiet av zon V samt zon VI) en kurvgång, som i sin allmänna typ mycket erinrar om den för Sveapassetets zon V utmärkande. Vi återfinna *Tilia*-kurvans början i nedre delen av Litorinagyttjan samt därnedan tämligen låga ekblandskogsfrekvenser med riklig *Ulmus* och vidare de från Sveapasset bekanta *Corylus*- och *Alnus-maxima*. *Corylus*- och *Alnus*-kurvornas förhållande inbördes och till ekblandskogens kurva företer redan i Linamyrdiagrammet stora likheter med Sveapassetets zon V. I Gotlandsdiagrammet med andra genomsnittliga frekvensförhållanden, t. ex. det i fig. 6 återgivna från Geistmyr på Lojsta hed, är överensstämmelsen fullständig. Hasselns kurva skär just vid *Tilia*-gränsen in under ekblandskogens och löper därnedanför mellan denna och alkurvan, efter att strax ovan dennas början och tillsammans med denna hava bildat samma maximum som i Linamyrs lakustrina bottenlager och i nedre delen av Sveapassetets zon V.

Gotlandsdiagrammets fortsättning nedåt ger oss bleket i Sällmyr. Vi se där överst början av alkurvans uppgång samt vidare, huru *Alnus* därnedan i de övre trefjärdedelarna av den som VIII betecknade zonen uppträder i låga frekvenser, men saknas i zonen understa del. I blekets *Alnus*-fria parti se vi ett *Corylus*-maximum och allra nederst i diagrammet två kastningar av *Betula*- och *Pinus*-kurvorna. Det är en stratigrafiskt uttänjd motsvarighet till övergångspartiet mellan Sveapassetets zon V och VI, vi här återfinna. I diagrammet från Karlsängsdeltats älvvall (3 b på tavl. 2) är detta övergångsparti ungefär likartat utbildat.

Göstavsdiagrammet visar den för den finiglaciala klimatförbättringens nivå karakteristiska kurvbilden med *Hippophaë*, växlande proportioner mellan *Betula* och *Pinus*, små och växlande *Corylus*-frekvenser samt vidare helt obetydligt ekblandskog och *Alnus* på enstaka nivåer. Likheten med Sveapassetets zon VI är omiskännelig och även med motsvarande parti av Mosjömossens pollendiagram (fig. 1, sid. 14). Vid Göstavs och i Geistmyr se vi dessutom tydligt det i Mosjömossen endast antydda förbandet

<sup>1</sup> Det kan synas olämpligt att icke genomgående tillämpa samma zonföljd i pollendiagrammen. Detta är emellertid ett f. n. nödvändigt provisorium. Pollendiagram av olika typ kunna motivera olika zonindelningar, olika frågelägen likaså. Vore det möjligt att redan nu genomföra en allmängiltig zonindelning, borde detta givetvis ske. Men ännu så länge är vår kännedom om skogsutvecklingens detaljförlopp allt för fragmentarisk. Vi veta icke på långt när, vilka till synes obetydliga variationer i frekvensförhållandena och kurvgången, som kunna visa sig hava mer eller mindre djup betydelse och regional utbredning. Erfarenheten från de tolv år, den kvantitativa pollenanalysen varit i planmässigt bruk, lär oss, huru den ena variationsdetaljen efter den andra, som i förstona kunnat synas lokal och tillfällig, när materialet vuxit, fåt rycka upp i ledet av regionalt beaktansvärda drag i utvecklingshistorien, och sålunda visat sig avspegla förut obekanta, smärre men lagbundet återkommande växlingar i skogens sammansättning, vilka utan tvivel böttna i klimathistoriska orsaker. Skulle man nu försöka skapa ett generellt zonschema, finge detta utan tvivel ideligen kompletteras eller göras om. Den oreda, som därmed följde, bleve säkerligen vida svårare än den de nuvarande, lokala zonindelningarna vålla. I sinom tid böra givetvis dessa zonindelningar ersättas med ett allmängiltigt tidsschema. Men detta bör helst grunda sig på geokronologiska och från arkeologiska tideräkningen hämtade absoluta tidsmått.

mellan den invandrande värmetidsskogens och de utdöende videnas kurvor.

Överensstämmelsen mellan de undre delarna av pollendiagrammen från Gotland och från Sveapasset är för stor för att vara ett slumpens verk. Men innebär densamma samtidighet mellan de på enahanda sätt utbildade zonerna? Eller betyder den endast, att skogens utveckling inom bägge områdena visserligen följt samma linjer, men att dess stadier kunnat vara oliktidiga, och i så fall böra hava inträtt senare i det nordligare belägna gebitet? Enligt min mening bevisas samtidigheten redan genom den omständigheten, att det utvecklingsförlopp diagrammen återgiva, icke motsvarar någon från nutiden känd, mot olika temperaturzoner svarande växtgeografisk regionföljd, utan otvivelaktigt är betingad av förhållandena i och närmast omkring Östersjön under ifrågavarande tidsskeden.

Jag har tidigare (v. Post 1924) påvisat en synnerligen påfallande olikhet i pollenspektras genomsnittstyp under tiden före Litorinamaximet inom Gotland—Kalmarsundsområdet och i vissa delar av Skåne. De mera värmekrävande skogselementen (ekblandskogen, hasseln och alen) hava inom det sistnämnda området redan under sagda tid nått sina under värmetiden maximala frekvenser. Men på Östersjöns öar och vid dess västra kuster spela dessa skogselement, framför allt ekblandskogen, under hela detta skede en ganska underordnad roll. Värmetidsskogen har här uppenbarligen varit betydligt hämmad i sin spridning. Först vid Litorinamaximet börjar ekblandskogens raska uppblomstring, och först då inkommer också den särskilt värmekrävande och för kyligare havsklimat främmande linden. Detta måste betyda, att Östersjön ända framemot denna tidpunkt förhållandevis mera än senare verkat avkylande på sitt kustland, säkerligen på grund av tillflödet av kallt smältvatten från nordskandinaviska landisrester. Är denna uppfattning riktig, bör skogsutvecklingen hava förlupit likformigt och simultant längs hela den dåtida Östersjöstranden, eller i varje fall inom sådana jämförelsevis sydligt belägna kustland som Gotland—Kalmarsundsområdet och trakten kring Sveapasset, vilka båda beströkos av de i den äldre värmetidens Sydsverige förhärskande, från anticyklonen över isresterna och det kallare vattnet i norr utgående, kylande sommarvindarna från öster och nordost.

Den gotländska zonen V, lindens invandringstid, är Litorinamaximets skede; och om, såsom jag på Munthes auktoritet hittills antagit, Sällmyrvallen vore den högsta Ancyclusgränsvallen, bleve zonen VIII (Gotland), under vilken alens spridning på allvar begynner, den pollenstatistiska horisont, som svarar mot den sydbaltiska Ancyclustransgressionens maximum. Överfört på Sveapasset enligt de pollenstatistiska analogiernas fingervisning, skulle detta betyda, att zongränsen IV/V vid Sveapasset betecknar Litorinamaximets tid, zongränsen V/VI Ancyclusmaximets.

Nu har emellertid Thomasson (1927) på grundvalen av pollendiagram från Kalmarsund med styrka hävdad, att Sällmyrdiagrammets zon VIII faller efter det verkliga Ancyclusmaximets tid. Och såväl Assarssons pollen-

statistiska undersökningar av transgressionslagerföljder på geol. kartbl. »Gusum» (se nedan) som vissa data jag på senaste tid erhållit från Gotland tala för att Thomasson på denna punkt har rätt. Pollendiagram från Mästermyr (v. Post 1927 a) och andra mellan A.G.-vallen och L.G.-vallen belägna myrar på södra Gotland visa nämligen, att den sammanhängande alkurvan börjar i skikt, som måste tillhöra de första stadierna av regressionen från A.G.; och i Assarssons diagram faller likaledes den rationella *Alnus*-pollen-gränsen något ovan den nivå, där enligt diatomacéflorornas vittnesbörd *Ancylustransgressionens maximum* ligger. Men å andra sidan kan jag omöjligt medgiva, att Sällmyrprofilens bleke och den indämmande grusbarriären skulle vara oliktidiga. Profilen är uppmätt i Sällmyrs avloppsgrav, av vilken vallen genomskäres. Vertikalerna på profiltäckningen (v. Post 1925 b, sid. 120) angiva icke, såsom möjligen någon kan tro, borrhingspunkter utan de protokollförda mätningarna i den upprensade skärningen. Den fingerformiga växellagringen mellan å ena sidan bleket och svämtorven och å den andra svämtorven och strandgruset är sålunda icke konstruerad efter fristående borrhingsobservationer utan iakttagen sådan den tecknats å profilen, i vilken den dock på grund av förhållandet mellan höjd- och längdskala framträder förgrovad i jämförelse med verkligheten. Under sådana förhållanden gives endast den möjligheten, att Sällmyrvallen tillhör ett strandlinjesystem, något yngre än den verkliga, högsta A.G.-vallen.

Så länge Sällmyrvallen ansågs vara en oomtvistlig A.G.-vall, måste jämförelsen mellan Sveapassets och Gotlands pollendiagram leda till den slutsatsen, att Svea älvs slutliga utsinande inträffat så gott som exakt samtidigt med den gotländska A.G.-vallens tillkomst. Om, såsom numera sannolikt synes, Sällmyrvallen måste skjutas något framåt i tiden, kvarstår visserligen liktidigheten i stort mellan Svea älvs livstid och *Ancylustransgressionen* orubbad. Men det sista Sveafallet synes hava torrlagts först någon tid efter det regressionen från Gotlands högsta A.G. börjat. Stor kan dock icke tidsskillnaden vara; och det faktum, att Svea älv flödade med full kraft just under den period, då vattnet inom södra Baltikum befann sig i stigning mot *Ancylusgränsvallen*, gör det allt fortfarande oomtvistligt, att denna transgression åtminstone huvudsakligen berott på överstjälplning av Östersjöns vatten S om Sveapassets isobas.

Icke heller finnes anledning till annan förklaring av Svea älvs utsinande än att *Ancylussjöns* avlopp flyttat sig till de tysk-dansk-skånska sunden, när vattenytan nådde dessas passnivåer. Och därav, att Sveafallen icke sinat i ett slag, utan det ena efter det andra, måste den slutsatsen dragas, att *Ancylussjöns* första avlopp — Svea älv — under ett tämligen långt övergångsskede fungerat tillsammans med det till sist uppkomna sydliga avloppet, ända till dess detta helt övertog avbördningen av *Ancylussjöns* avloppsvatten. Har *Ancylussjön* under överstjälplningens fortgång flutit över andra pass-trösklar t. ex. den av Munthe vid Tåtorp i Karlsborgstrakten avvägda, synes dessa, av nu relaterade förhållanden att döma, icke hava erbjudit sådana avrinningsmöjligheter, att Svea älv torrlagts, eller ock hava de, innan

de hunnit komma i full funktion, avlösts av Ancylussjöns slutliga avlopp längst i söder.

Men, om ingen annan faktor än den olikformiga landhöjningen inverkat på södra Östersjöns strandförskjutning under Ancylussjöns tid, borde på grund av den betydliga intensitet hos landhöjningen, med vilken man för denna tid måste räkna vid Sveapasset, Svea älvs fullständiga sinande hava följt så gott som i samma ögonblick regressionen i söder inträdde. När nu Svea älv synes hava funnits till ännu något efter det vattnet börjat vika från Gotlands högsta A.G., måste detta betyda, att stigningen upp till denna vändpunkt icke framkallats av överstjälpningen ensam utan av någon annan, samtidigt med denna och i samma riktning verkande faktor. Ehuru på helt annat håll (i Vänerområdet) förhållanden föreligga, som möjligen antyda denna faktors art, är det ännu för tidigt att upptaga frågan till närmare diskussion. Men saken bör beaktas såsom en utgångspunkt för den skärpta revision våra äldre nivåförändringar förr eller senare måste underkastas.

Den bevisföring, som ovan förebragts för liktidighet mellan Svea älv och den sydbaltiska Ancylustransgressionen, samlade sig i antagandet, att de lika utbildade pollenstatistiska zonerna även till tiden ekvivalerade varandra inom resp. områden. Visserligen grundade sig detta antagande på, såsom det synes mig, starka sannolikhetsskäl. Men bevisningen är enbart teoretisk och kan sålunda aldrig bliva fullt bindande och invändningsfri. Dess bättre föreligga emellertid empiriska belägg på att åtminstone vissa av de likartade pollenzonernas gränser äro samtidiga på Gotland och andra delar av det fornbaltiska området, även betydligt nordligare belägna.

Det bör då i förbigående bemärkas, att Thomson (1926) i Estland funnit A.G. och L.G. ligga i samma relation till pollendiagrammens kurvförlopp som den för Gotland fastslagna, och att, enligt Thomasson (1927) och enligt vad G. Lundqvist meddelat mig, detsamma gäller för Öland.

Den första länken i den direkta förbindelsekedjan mellan Gotland och Sveapasset har emellertid Gunnar Assarsson bragt till stånd under revisionsarbetena på geol. kartbl. »Gusum» (Assarsson 1927). Från fornsjöar, belägna såväl i närheten av den antagliga A.G:s väl utbildade strandlinje som inom höjdzonen för den förmodade L.G., beskrivas baltiska inlagringar i de lakustrina sedimenten. Ett exempel på den å samtliga undersökta lokaler enahanda relationen mellan A.G.-transgressionen och pollendiagrammet återgives här i fig. 7. Ancylustransgressionens inlagring av lergyttja med *arenaria*-flora (lager D) ligger i ett diagramparti, som motsvarar undre delen av zonen VIII och zonen IX på Gotland samt zonen VI vid Sveapasset. Först ett stycke ovanför i fornsjölagerserien börjar alkurvan, d. v. s. uppåns Sveapasset's zongräns V/VI.

I de likartade inlagringarna av Litorinalergyttja, om vars art en riklig flora av brackvattensdiatomacéer vittnar, faller *Tilia*-pollengränsen, och i vissa fall återfinnes t. o. m. *Corylus*-kurvans sneddnung in under ekbland-

skogens, vilken jämte den sammanhängande lindkurvans början hörde till kännetecknen för Sveapassetts zongräns IV/V och den gotländska zonen V. Gusumtraktens skogsutveckling har alltså på de stadier, som f. n. intressera oss, förlupit icke blott likformigt utan också liktidigt med Gotlands.

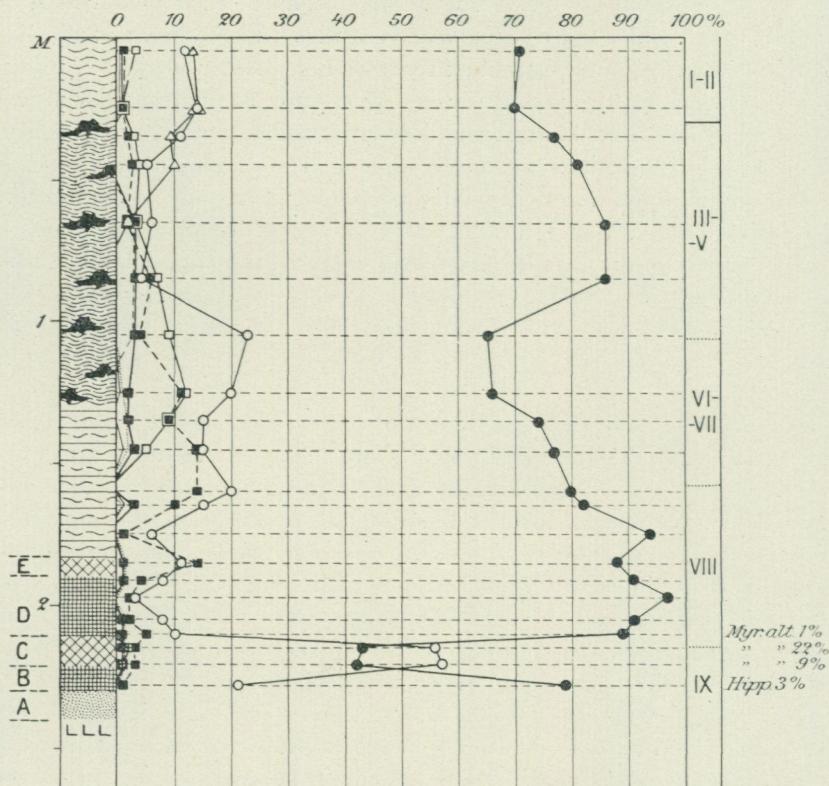


Fig. 7. V. Örnviksmossen på geol. kartbl. »Gusum». — Zonbeteckningarna äro i huvudsak de för Gotland gällande. Efter Assarsson 1927.

Kring Östgötaslätten och runt norra Vättern ha vidare som bekant på en mängd lokaler träffats strandvallar på torv, vilka Munthe på grund av deras höjdläge uppfattat såsom gränsvallar för Ancylussjöns transgression.<sup>1</sup> Provserier från dessa lagerföljder, insamlade 1909 av Einar Tejling, hörde

<sup>1</sup> Helt nyligen har Erik Nilsson (G. F. F. Bd 48, 1926, h. 4) gjort gällande, att detta strandlinjesystem, av Gerard De Geer benämmt Sandölinjen, icke skulle sammanhöra med Ancylusgränsen. Jag kan emellertid icke finna den av Nilsson förebragta bevisningen fullt övertygande. Den genom extrapolation från båda hållen funna höjddifferensen av 2,3 m vid Tibon säger enligt min mening i ett brottlinjelandskap som det ifrågavarande intet. Nilssons A.G.-bestämning vid Borenhult (82 m ö. h., eller 10 m under Sandölinjen i Motalatrakten) skulle onekligen vara avgörande, såvida icke, enligt vad jag tyckt mig finna, detta värde svårligen läte sig infogas i det isobassystem Nilsson följt med täta, samstämmade observationer österifrån fram till Boren. Om emellertid en ålderskillnad verkligen föreligger mellan Sandölinjen och A.G., kan denna knappast vara stor, och man måste med Nilsson antaga den förra vara den äldre. I så fall skulle pollenfloran i torvbildningarna under Sandölinjens strandvallar ännu kraftigare bestyrka den här förda slutledningens huvudpunkt, nämligen att de västbaltiska diagrammens äldre zongräns i varje fall icke bliva yngre mot norr.

till det material, på vilket jag först prövade pollenanalysen, och redan då metoden första gången framlades (i Kristiania 1916), kunde jag bl. a. på detta stödja min tidsbestämning av den finiglaciala klimatförbättringen. Senare har Erik Granlund vid sina systematiska undersökningar av Vätterns nivåförändringar pollenanalytiskt genomarbetat ytterligare ett antal dylika lagerföljder.

Diagrammet fig. 8 från Hanken i Karlsborgstrakten ger ett exempel på förhållandena å dessa förekomster. Pollenfloran i torven under Ancyclusgruset är otvivelaktigt identisk med den vi finna under Ancyclusvallen i Göstavs och i övre delen av Sveapassets zon VI.

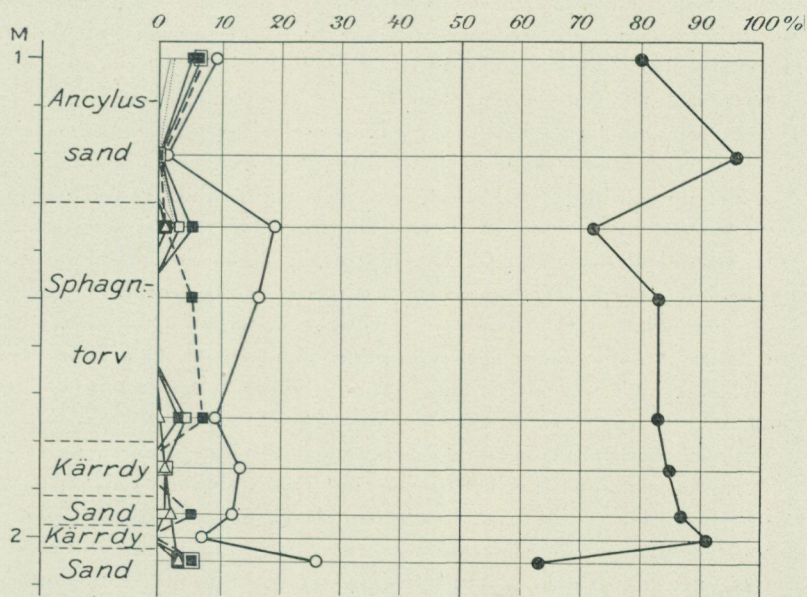


Fig. 8. Hanken i Karlsborgstrakten. — Lagerföljd och pollendiagram av Erik Granlund.

Den pollenanalytiska nivå, som vi f. n. framför andra hava att beakta, den rationella *Alnus*-pollengränsen, har sålunda befunnits behålla i det allra närmaste samma relation till Ancyclus-transgressionen ännu så långt från Gotland som vid Vättern, d. v. s. mer än halvvägs till Sveapasset. Det måste då synas orimligt att antaga en annan tidsställning för motsvarande pollen-zon därstädes.

Litorinagränsens nivå i pollendiagrammet (Gotlandszonen V) är visserligen icke följd längre än till Gusum. Men i följande kapitel skola belägg givas på dess alldeles enahanda utbildning även inom Vänerområdet. Under sådana förhållanden måste även Sveapassets på samma sätt karakteriserade zongräns IV/V anses fullt säkert tidfäst.

Ehuru denna zongräns överallt visat sig falla betydligt ovanom de allra sista spår, Svea älv satt i de undersökta lagerföljderna, saknar det icke all-

deles betydelse, att dess tidssamhörighet med det postglaciala sänkingsmaximet är fastställt. Ty som bekant har Gerard De Geer vid upprepade tillfällen hävdad, att »neolithavet» nått eller t. o. m. överskridit Sveapasset. Visserligen har De Geer (enligt Erik Nilsson G.F.F. Bd 48, 1926, sid. 595) numera kommit till den uppfattningen, att de strandlinjer på Kolmården, han hänfört till »neolithavet», i stället, såsom Munthe antagit, tillhöra A.G. Och en nödvändig konsekvens av denna omvärdering blir att även Sveapasset måste avföras ur det av De Geer antagna sammanhanget. Men ehuru De Geers hypoteser om en Svea älv som ett avlopp för Störvätern österut, vilket senare avlösts av Göta älv, eller Sveasunden som förbindelsen mellan »neolithavets» baltiska del och dess Vänerfjärd sålunda båda redan nu tillhöra geologiens historia, förtjänar det understrykas, att pollendiagrammen absolut förbjuda varje tanke på att havet berört Sveapasset under »neolithavets» tid.

Även Thomasson har sökt infoga Sveapasset i den nya konturskiss, han velat teckna av de äldre skedena i Östersjöns historia. Thomasson har tagit fasta på det obestriddiga förhållandet, att de ovannämnda Östgötastrandlinjernas isobassystem visar en gradient i riktning mot Sveapasset, vilken, om inga oregelbundenheter möta på vägen, förlägger den mot nämnda strandlinjer svarande vattenytan strax ovan Sveapasset lägre trösklar, enligt Thomassons extrapolation vid nivån 107 m ö. h. Så långt är nog allt gott och väl. Men när Thomasson i detta strandlinjeplan ser »Echineishavets» vattenyta och låter det saltvatten, han spårar i detta skedes Östersjösediment, strömma in genom Sveasunden, är det mig icke längre möjligt att följa honom. Östgötastrandlinjernas samhörighet med »Echineishavet» anser Thomasson framgå av pollenfloran i torven under strandvallen vid Kärna. Men att ur den enda analys, som här föreligger, draga någon längre gående slutsats, än att denna torv måste tillhöra allra första början av postarktisk tid (Gotlandszonen IX, zonen VI vid Sveapasset), är enligt min mening icke möjligt. Ja, jag skulle vilja beteckna det som ett skolexempel på huru pollenanalysen icke får brukas att, såsom Thomasson, resolut inpassa Kärnatorvens ensamma analys på en viss nivå inom Gotlandszonen IX. Med hänsyn till de upprepade svängningar fram och tillbaka kurvorna inom denna pollenzon visa, vore detta djärvt, även om det gällde en närbelägen replistation. Men nu äro de pollendiagram, på vilka Thomasson stöder sig, från Kalmarsundsområdet. Att Kärnavallen är en Echineisvall kan med den underlagrande torvens pollenspektrum som utgångspunkt på sin höjd betecknas som en möjlighet bland många andra. Men, såsom i slutkapitlet av detta arbete kommer att visas, blir detta alternativ utslaget därigenom, att saltvatten bevisligen slutade förekomma omkring Sveapasset under ett väsentligt tidigare landhöjningsstadium än det, då Baltikums vattenyta stod vid den nämnda nivån, och mot vilket även jag anser strandvallen vid Kärna svara.

### Svea älv och Storvänern. — Ancylussjöns höjd över havet.

Vilket var det vatten, i vilket Svea älv mynnade? Var det en fjärd av Västerhavet, som över Vänerbäckenet samt genom Skagerns vida sänka sträckte sig uppåt Letälvens dalgång och vid Billinge mottog Ancylussjöns vattenmassor? Eller hade Vänern redan då avsnörts från havet och »Storvänern» uppstått ur den marina Vänerfjärden? Detta är frågor, som icke kunna lämnas obehandlade vid en utredning av Svea älvs tidsställning och plats i vårt lands geografiska historia, så mycket mindre som, innan dessa frågor besvarats, endast ett minimimått kan fastställas för Ancylussjöns höjd över havet. Även härvidlag föreligga rätt så utslagsgivande pollen-analytiska data.

Utanför den antagna mynningen av Svea älvs samlade nedre lopp, d. v. s. där Letälvsdalens breda del avlöses av den smala fåra, den moderna älven själv nedskurit i leran, finnas inga mera framträdande deltaavlagringar till Svea älv. Överhuvudtaget har dennas avsättning av finare sediment åtminstone under de senare utvecklingsstadierna varit påfallande ringa. Orsaken är säkerligen, att älverosionen övervägande arbetat i fast berg, vars förklyftningsstycken lösbrutits och avrundats till huvudsakligen större block, kullersten och klapper. Och huvudmassan av detta material har icke transporterats längre än till fallens nedre delar eller till läpartier i samlingsälven mellan fallrännornas mynningar. På platser av sistnämnda art har, såsom Strömsnäsplatån visar oss, grus avsatts. Men icke ens de grusavlagringar, som påträffats, svara tillnärmelsevis mot den väldiga erosionen i fallrännorna, såvida denna skulle antagas hava försiggått huvudsakligen genom nötning av bergytan. Produktionen av finmaterial har uppenbarligen vid detta erosionsarbete varit förhållandevis obetydlig.

Ehuru sålunda terrängbyggnaden vid den förmodade älvmyningen icke lämnat några upplysningar angående vattnets höjd och beskaffenhet utanför denna, kunna dock dessa förhållanden på annan väg tämligen noga fixeras. Och på samma gång fastställles också relationen mellan Svea älv och Vänerområdets utvecklingshistoria.

Den s. k. Vänergränsen (V.G.), d. v. s. den strandlinje, som uppåt begränsar utbredningen av de diskordant ovanpå glacialeran vilande postglaciala svämbildningar, vilka blivit kallade Väneravlagringar (v. Post 1915 b, 1925 a), har av Sandegren (1916) påvisats i praktfull utbildning på förkastningsbranten ned mot Vänern i trakten Gullspång—Otterbäcken. Ett led i den rekognoscering, jag under årens lopp utfört av Vänerens upplyftade strandlinjer, har varit, att jag med Sandegrens Otterbäckslinje som utgångspunkt sökt följa Vänergränsen åt öster in över Skagerns bäcken. Det har därvid tyckts visa sig, att detta bildar ett lokalt sänkningsområde, inom vilket V. G. på sina håll sjunker icke obetydligt under de av Sandegren utefter Vänerstranden funna nivåerna, 68—82 m ö. h., så att den t. o. m. i Skagerns södra och sydöstra del synes dyka under sjöns yta. Den starka

gradient mot öster, som Sandegrens strandlinje visar, synes alltså vara en till berggrundsribban mellan Skagern och Vänern bunden företeelse, vilken icke fortsätter österut från denna.

En av de vackraste bland de strandlinjeförekomster vid Skagern, jag antagit visa V.G., är belägen i Letälvsdalen Ö om älvens nedersta fall vid Nedre Munkfors invid den mosse, jag efter gården i dess södra ände kallar *Forsnäsmossen* (se kartan tavl. 1). Här finnes dels omkring södra änden av drumlinryggen mellan mossens norra del och Letälven en av klapper och grovt grus utbyggd strandterrass, som med sin proximaldel stöder mot ett präktigt svallningsbälte i moränen, dels en i den av sand och mo bestående terrängen Ö om mossen utskuren, på sina ställen flera meter hög strandbrink. Såväl foten av denna brink som knäet mellan ackumulationsvallen och svallningsbältet å moränryggen ligger 77.9 m ö. h. Lokalens beskaffenhet inbjöd till närmare undersökning av mossen, vars lagerföljd kunde förmodas på ett eller annat sätt ansluta sig till strandbildningarna.

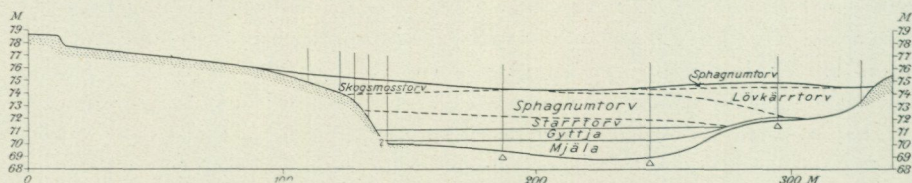


Fig. 9. Profil genom Forsnäsmossen. — Höjdskalets siffror angiva höjd över havet.

Profilen, fig. 9 visar ett snitt genom den på denna punkt endast meterhöga strandbrinken och mossen närmast utanför denna. Vi se det långsamt sluttande, av sand uppbyggda strandplanet nedom brinken under mossens torvlager sluta i en typisk avlagringsbrant, och utanför denna finna vi under mosslagerföljdens gyttja en överst gyttjig, nedåt sandig mjåla på stenigt grus, troligen morän. Över mjålan följa grovdetrusgyttja och starrtorv, och kontakten mellan dessa bildningar (på c:a 71 m ö. h.) anger den genomsnittliga lågvattenytans nivå, då det öppna vattnet på denna plats växte igen.

Provserien för pollenanalys är icke tagen i profillinjen utan ett stycke N om denna, ungefär vid mittpunkten av den över mossen till Nedre Munkfors bro ledande vägen, där mjålavlagringen är något mäktigare än i profilen. Pollendiagrammet (fig. 10) visar, att zongränsen IV/V i traktens normaldiagram faller ungefär på djupet  $2\frac{1}{2}$  m eller ungefär  $1\frac{1}{2}$  m ovan torvens undre gräns, att torvens undre del och gyttjan tillhöra zon V, att övergången mellan gyttjan och mjålan motsvarar zongränsen V/VI, ävensom slutligen att mjålan i sin helhet tillhör zon VI. Vi återfinna vidare i diagrammet lednivåerna (a) och (c) i Sveapasets traktdiagram. Mjålan i Forsnäsmossen motsvarar således Sveaälvens tid. Den begynnande gyttjebildningen i Forsnäs' fornsjö är i det allra närmaste samtidig med älvens slutliga utsinande, igenväxningen en obetydlig yngre.

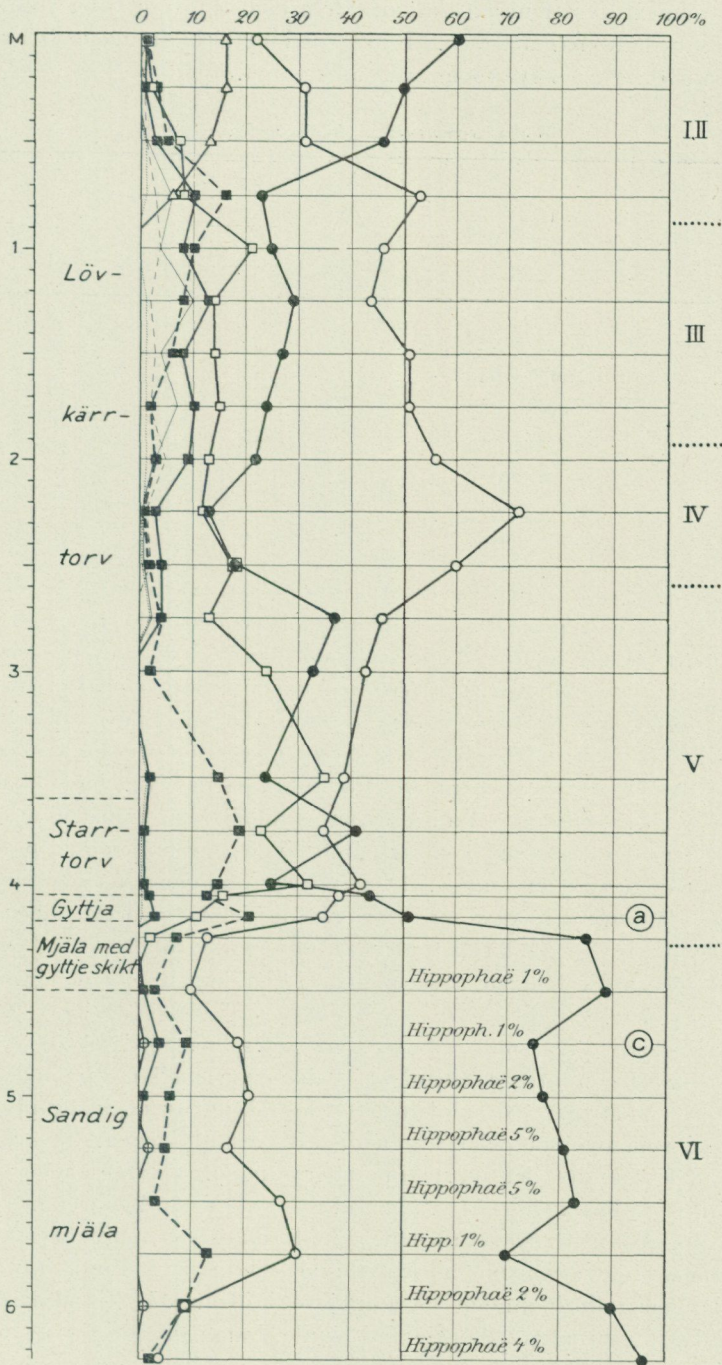


Fig. 10. Forsnåsmossen.

Att mjälän är avsatt ur ett vatten, där *arenaria*-floran varit rikligt företrädd, visar diatomacéanalysen. I och med gyttjebildningens början försvinna emellertid *arenaria*-formerna fullständigt.

Forsnäs mossen. (Jfr diag., fig. 10.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
4.15	Gyttja . . . . .	—	100	—
4.25	Gyttjig mjäla . . . . .	33	67	—
4.75	Sandig mjäla . . . . .	29	71	—
5.25	Sandig mjäla . . . . .	26	74	—
5.75	Sandig mjäla . . . . .	22	63	15
6.00	Sandig mjäla . . . . .	11	54	35
6.25	Sandig mjäla . . . . .	(2 ex.)	(1 ex.)	(—)

Det tämligen rikliga uppträdandet av brackvattensdiatomacéer i mjäläns undre del är något gåtfullt. Att denna del av den säkerligen på ganska grunt vatten bildade mjälän skulle vara avsatt ur bräckt vatten vore ett antagande, som strede mot alla från såväl denna trakt som från Vänerområdet i övrigt kända förhållanden. Såsom längre fram skall visas, har strandnivån, när det bräckta vattnet försvann från denna del av den forna Vänerfjärden, legat mer än 50 m över Forsnäs mossens nivå. Sannolikast förefaller att brackvattensformerna i mjäläns basaldel förekomma sekundärt och att de följt med slam, som Svea älv på ett tidigt stadium rivit upp från lerbotten i någon av sina rännor. Den rikliga förekomsten av *arenaria*-former även i lagren med saltvattensformer synes bekräfta detta, liksom också läget av lednivån (c), vilket antyder, att den del av mjälän, i vilken brackvattensformerna förekomma, avsatts innan strömningen genom Tjyvantjärns bäcken upphörde.

Tyvär lyckades det mig icke att med den medförda borrhypen (den mindre torvborren) utreda lagringsförhållandena mellan mjälän och den sand, som uppbygger strandplanet. Otvivelaktigt är dock att mjälän åtminstone i sina översta delar är en distalfacies till denna. Möjligen kan emellertid dess undre del skjuta in under sanden. I varje fall är gyttjan yngre än strandbrinken och avsatt vid ett vattenstånd lägre än det, vid vilket denna utskurits. Knäet mellan strandbrink och strandplan torde såsom vanligt angiva högvattenståndet, och den med detta samhörande lågvattennivån torde hava fallit inom den 2 à 4 m lägre höjdzon, där strandplanet böjer över i avlagringsbranten. I varje fall skulle, innan grovdetrusgyttjan avsatts och igenväxningen till kärr på nivån 71 m vidtog, lågvattenhöjden på platsen hava sjunkit minst 4 à 5 m. Detta måste hava berott på att vattenståndet sjunkit i det större vatten, av vilket Forsnäs mossens bäcken, när

strandlinjen utskars, var en vik, så att den fornsjö isolerats, ur vilken mossen uppstått. Då nu övergången från mjälavsättning till gyttjebildning befunnits falla just vid tiden för Svea älvs slutliga sinande, är det fastslaget, att vattenhöjden i Letälvens nutida mynningsvik vid denna tidpunkt icke kan hava överstigit det av strandbrinken angivna, men sannolikt befunnit sig i fallande ned mot den nivå, på vilken Forsnäs mossens limnotelmatiska kontakt ligger (71 m ö. h.). Även om någon del av mjälan skulle fortsätta in under strandens sandavlagring, och sålunda möjligen tillhöra ett skede med högre vattenstånd, måste strandlinjen på 78 m ö. h. vara samtidig med åtminstone någon del av Sveafallens sista tid. Med denna höjdbestämming låter icke antagandet att Svea älvs mynning låg vid Billinge förena sig. Ty detta förutsätter en höjd av vattenytan utanför mynningen av c:a 80 m ö. h. Det torde därför vara antagligt, att Billingemynningen motsvarar tiden för det ännu oförminskade flödet, men att landet under Sveaälvens allra sista tid, då vattenföringen blev allt mindre, höjt sig så mycket, att mynningen flyttats ned till närheten av Munkfors. Har Skagernbäckenets vatten vid Forsnäs ännu stått på 78 m-nivån, när Bergtjärnsrännan var den enda ännu flödande delen av Svea älv, blir dennas totala fallhöjd under slutstadiet 28 m. Denna siffra anger i varje fall minimivärdet för Svea älvs fallhöjd vid detta stadium.

Så långt kan slutledningen näppeligen föras på mer än en linje. Men när det gäller att avgöra till vilket vatten ifrågavarande strandlinje hört, kunna a priori flera möjligheter synas öppna sig.

Först och främst kunde det förefalla tänkbart, att strandlinjen utskurits av Sveaälven själv. Ty Forsnäs mossens sänka är öppen mot norr. Men denna möjlighet uteslutes därav, att även den i lä för norrifrån strömmande vatten, men i fri exposition mot Skagernbäckenet i söder, liggande sydänden av den förutnämnda drumlinryggen V om mossen är mycket kraftigt åverkad av vågsvall och bränningar. Vattenståndet i Skagernbäckenet måste följaktligen hava varit det, som strandlinjen anger, eller c:a 10 m högre än nutidens.

Nu kunna tvenne alternativ tänkas för en förklaring av denna vattenhöjd i Skagern. Antingen har Skagern vid detta utvecklingsstadium bildat en fjärd till Vänern, i vilket fall vår strandlinje, såsom från början förmodats, skulle vara V.G. Eller ock kunde dess höga vattenstånd hava förorsakats av självdämning av de kolossala vattenmassor, som skulle fram genom den trånga avloppsvalen vid Gullspång. Förutsättningen är dock en betydande, senare nedskärning av dennas pasströskel. Jag har icke tillräckligt noga studerat förhållandena vid Gullspång och vid andra tänkbara avloppsvägar för Skagern, t. ex. dalgången mot NNV från Bjurvik vid Skagerns nordvästra vik mot Udderud NO om Kolstrandsviken av Vänern, för att våga på denna grund bestämt uttala mig om möjligheten för en sådan självdämning. Den synes emellertid, rent allmänt sett, mycket osannolik. Och på andra grunder kan också detta alternativ bortelimineras.

Det kan nämligen med pollenanalysens hjälp fastslås, att strandlinjen på

78 m ö. h. vid Forsnäs mossen verkligen är V. G. Och Sandegrens V.G.-bestämningar på branten mot Väneren visa, att Skagern och Storväneren vid Vänergränsens tid varit förbundna genom tämligen djupa sund, dels vid Gullspång, dels sannolikt också i den nyssnämnda dalen.

Förutsättningarna för pollenanalytisk konnektion av lagerföljder och utvecklingsförlopp inom Storvänerens olika delar äro för de äldre skedena av postarktisk tid lika gynnsamma som längs den forntida västra Östersjö-kusten. Vi återfinna inom så gott som hela Vänerbäckenet alldeles samma huvudförlopp för den skogshistoriska utvecklingen som kring Sveapasset och på Gotland: underst en hasselzon med underordnad alm och något ek, därpå en al-hassel-zon med uppåt minskande hassel samt med oförändrad sammansättning men något högre frekvens av ekblandskogen och slutligen därovan ekblandskogskurvans hastiga uppgång och lindens samtidigt härmed inträffande invandring på allvar.

Med all sannolikhet har denna överensstämmelse i skogens utvecklingsföljd mellan det fornbaltiska området och Vänerområdet sin grund i likartade klimatbestämmande förhållanden. Under den tid, då Ancylussjön avbördade sitt vatten till Vänerbäckenet, höllos givetvis även dettas omgivning, liksom Östersjöns egna, jämförelsevis kyliga av landisrestens smältvatten. Men dessutom är det mycket antagligt, att dalstråken Glommen—Byälven och Trysilälven—Klarälven var på sitt håll lett landisvatten från Norge direkt ut i den marina Vänerfjärden och, senare, i den avsnörda Storväneren. För tiden före Storvänerens uppkomst är detta bevisat genom de mäktiga tappningsvarv av finmo och mjåla, jag funnit i den årsvarviga leran i nedre delen av Byälvens dal, och som knappast kunna härröra från annat än Glomissjöns avtappning genom Glomdalen (jfr Holmsen 1915). Att landisrester skulle hava legat kvar ännu ett stycke fram i det postglaciala avsmältningsskedet även i sydöstra Norge och sänt kallt vatten till Väneren är visserligen icke bevisat. Men antagandet är sannolikt och synes nödvändigt, om man vill söka förklara den egendomliga och på samma sätt som kring Baltikum likformigt hämmade spridningen av de mera värmekrävande skogsträden även kring Storväneren.

Tolkningen av detta förhållande må nu vara vilken som helst. Ett faktum är att vi, utan annan åtskillnad mellan sydligare och nordligare trakter än att »sydelementen» i söder nå något högre genomsnittsfrekvenser än i norr, den nutida Väneren runt finna identiskt samma utbildning av pollendiagrammens äldre zoner; och det synes icke för djärvt, att även i detta fall a priori antaga samma liktidighet i utvecklingsgången, som vi för Baltikums vidkommande funnit bevisad. På en av våra stationer (Hullsjön) skola vi också finna detta antagande empiriskt bekräftat.

Väl vetande, huru lätt man vid strandlinjestudier kan råka in på subjektivitetens irrvägar, så länge man håller sig enbart till strandmärkena själva, har jag för mina ännu icke fullt slutbearbetade undersökningar över Vänerområdets nivåförändringshistoria dels personligen, dels genom mina kolleger, sammanbragt ett omfattande material för pollenanalytisk kontroll och

precisering av strandlinjernas vittnesbörd. Bl. a. har dr Assarsson, vilken utfört torvmarksrekognosceringen på geol. kartbladet »Säffle», däri- från hemfört ett 20-tal provserier från fornsjöar i olika höjdlägen i förhål- lande till områdets skilda strandlinjesystem. Detta material är redan ge- nomanalyserat i sådan utsträckning, att utslagen kunna med full säkerhet avläsas.

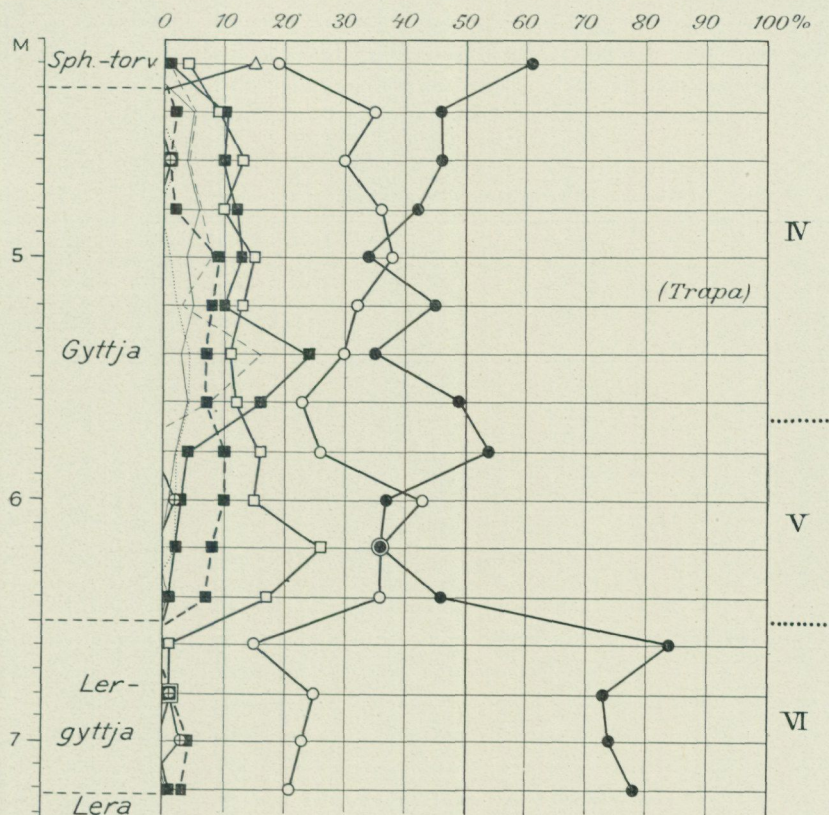


Fig. 11. Mosse vid Gränsjön i Svanskog.

I fig. 11 återgives ett diagram från en strandmosse till Gränsjön i Svanskogs socken, ett par m nedom den högsta Storvänergränsens nivå. Lagerföljden bottenar i en på varvig lera vilande lergyttja, avsatt i den vik av Storvänern, Gränsjöns bäcken vid Vänergränsens tid bildade. Vi återfinna utan svårighet den från Sveapasset, Gotland och Fornäsmissen välbe- kanta zonföljden. Zongränsen IV/V, enligt Sveapasset's zonbeteckningar och med alla dess ovan angivna kännetecken, ligger i detritusgyttjan på dju- pet  $5\frac{2}{3}$  m och zongränsen V/VI, igenkännlig icke blott på alkurvans här börjande uppgång utan t. o. m. på kastningen i *Betula*- och *Pinus*-frekven- serna, vid kontakten mellan gyttjan och lergyttjan på djupet  $6\frac{1}{2}$  m. Lergytt- jan tillhör i sin helhet zon VI, Sveaälvens tid. Övergången från Storväner- vik

till instängd sjö betecknas av den begynnande gyttjeavsättningen samt av försvinnandet av de, såsom naturligt är i denna avskilda fjärd av Störvänern, även i de undre skikten jämförelsevis sparsamt förekommande *arenaria*-formerna (se tab.). Isoleringnivån ligger pollenanalytiskt exakt lika som i Forsnässmossens bäcken. Att också strandlinjen invid detta på 78 m ö. h. är V.G. torde härmed vara ådagalagt. Detta är också beviset för att V.G. icke, såsom jag först antog, i de nu berörda trakterna, och icke heller inom andra delar av Vänerområdet, där saken blivit undersökt, motsvarar det baltiska områdets Litorinagräns utan i stället till tiden sammanfaller med den sydbaltiska Ancylostansgressionens slutstadium (v. Post 1925 a).

Mosse vid Gränsjön i Svanskog. (Jfr diagr., fig. 11.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
6.20	Grovdetrusgyttja . . . . .	—	100	—
6.60	Lergyttja . . . . .	1	99	—
6.80	Lergyttja . . . . .	4	96	—
7.00	Lergyttja . . . . .	12	88	—
7.20	Gyttjig lera . . . . .	ca 22	ca 78	—

Nu är sålunda tidsförhållandet mellan Svea älv och Vänerområdets vattenståndsförändringar fastställt, men ännu återstår huvudfrågan att besvara: var Vänern på detta stadium avsnörd från Västerhavet eller bildade dess bäcken en fjärd av detta? Svaret antydes redan därav, att V.G. är följd nästan fram till Göta älvs utflöde ur Vänern, och att den där ligger endast ett par meter ovan den nutida vattenytan. Men ett bekräftande utslag ger en pollenanalytisk station i översta delen av Göta älvs dal, å vilken tidpunkten för dennas uppstigande ur havet kan tämligen noga fastställas.

Pollendiagrammet fig. 12 är hämtat från deltat till den bäck, som från söder rinner ut i den på lerslätten mellan Trollhättan och Hunneberg, 10 km S om Göta älvs utflöde ur Vänern belägna Hullsjön. Denna fyller en sänka i innersta delen av en mot norr öppen dalslätt, som i söder inramas av hög terräng. Sjön själv ligger mycket nära i nivå med Göta älvs yta mellan Vargöfallen och Trollhättan, eller 39 m ö. h. Vänerens medelvattenyta är 44.4 m och vattendjupet i Göta älvs utflöde är vid medelvatten enligt utredningarna för Vänerens reglering ungefär 5 m. Hullsjöns nivå faller alltså ungefär i nivå med Vänerens pasströskel. Vid tidpunkten för Vänerens isolering från Västerhavets Götaälvsfjärd och närmast därefter stod Hullsjösänkan under direkt inflytande av det från Vänern utströmmande vattnet. Men redan långt tidigare hade densamma avstängts från förbindelsen med havet i söder. Sedimentföljden i Hullsjön kan följaktligen vän-

tas giva oss den för den nu föreliggande frågans besvarande behövlige kännedomen om tidpunkten, då Vänerns pasströskel dök upp över havsytan och Västerhavets Vänerfjärd förvandlades till insjön Storvänern. Tack vare

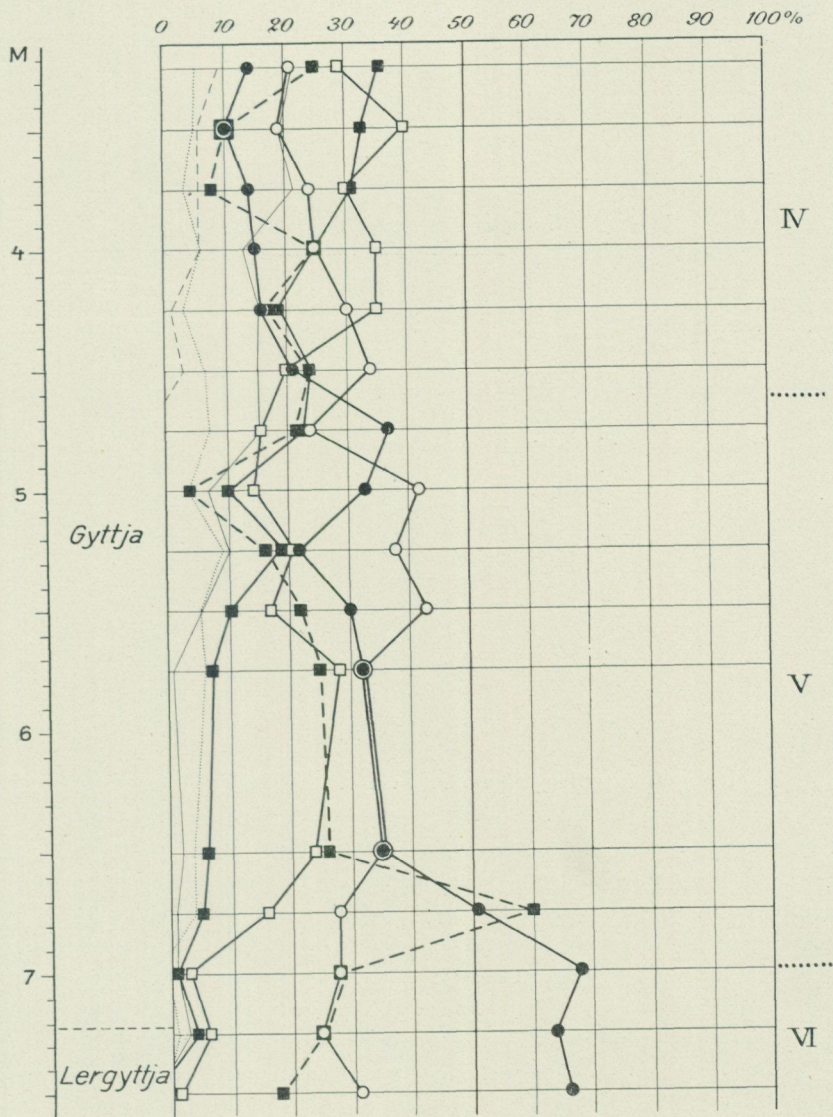


Fig. 12. Hullsjön i Göta älvs dal ovan Trollhättan.

sitt läge bör nämligen Hullsjön vara en ganska effektiv registreringsbassäng för hydrografiska förändringar inom Götaälvsdalens översta del, medan slätten kring den nuvarande älvfåran stod under vatten.

Hullsjöbäckens lagerserie börjar med lera, och över denna följer en lergyttja, som på c:a  $7\frac{1}{4}$  m under ytan övergår i renare gyttja. Diatomacé-

floran i lergyttjan och understa delen av gyttjan (se tabellen) är en typisk *arenaria*-flora, dock med insprängda, men helt underordnade brackvattensformer (*Campylodiscus Echineis*). Inom djupzonen närmast ovan  $5\frac{3}{4}$  försvinna *arenaria*-formerna, och herraväldet toges helt av den för instängda småbäcken av Hullsjöns typ utmärkande diatomacéfloran med endast ett relikartat inslag av *arenaria*-former. Denna övergång bör motsvara Hullsjöns isolering ur den forna Götaälvsfjorden. Men denna måste i sin tur, såsom framgår av höjrelationen till Vänern, hava inträffat efter det Vänern avsnördes från havet.

Hullsjön. (Jfr diagr., fig. 12.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
4.25	Gyttja . . . . .	—	100	—
4.50	Gyttja . . . . .	1	96	3
4.75	Gyttja . . . . .	1	97	2
5.00	Gyttja . . . . .	2	98	—
5.25	Gyttja . . . . .	1	99	—
5.50	Gyttja . . . . .	4	96	—
5.75	Gyttja . . . . .	18	81	1
6.50	Gyttja . . . . .	34	66	—
7.00	Gyttja . . . . .	30	68	2
7.50	Lergyttja . . . . .	c:a 6	c:a 94	—

De genomsnittliga pollenfrekvenserna hava i Hullsjödiagrammet annan storleksordning än den vi vant oss finna i t. ex. Sveapassets diagramtyp, i det sydelementen, särskilt hasseln, spela en väsentligt mera framträdande roll. Men det oaktat återfinna vi utan svårighet den välbekanta zonföljden. Zongränsen IV/V ligger vid  $4\frac{1}{2}$ — $4\frac{3}{4}$  m, gränsen V/VI vid 7 m. Hullsjöns isolering faller sålunda ett stycke upp i zon V, d. v. s. något ovan den mot Vänergränsens tid och Svea älvs sinande svarande pollenstatistiska nivå. Därmed är fastslaget, att Göta älvs dal närmast ovan Trollhättan vid denna tidpunkt låg under havsytan och ett absolut minimivärde, c:a 40 m ö. h., erhållet för den mot Sveaälvens sista tid svarande marina strandnivån i denna trakt. Mycket högre kan stranden icke hava legat, då, såsom förut visats, Bergtjärnsfallets slutliga torrläggning snarast inträffat, sedan Storvänerens vattenyta fallit något under V.G., och sålunda havsytan vid passpunkten icke kan hava stått högre än Vänerns nuvarande yta. Det synes sannolikt, att någon del av Vargöfallen vid ifrågavarande tidpunkt legat över havet, men också att Vänerbäckenet under Svea älvs tidigare skeden ännu varit en havsfjärd.

De kvantitativt underordnade, men likväl otvetydiga inslagen av brack-

vattensdiatomacéer i Hullsjöns lagerserie äro värda att beaktas. De förekomma, som tabellen visar, inom två av rena sötvattensförhållanden åtskilda djupzoner, dels  $5\frac{3}{4}$ —7 m, dels  $4\frac{1}{2}$ — $4\frac{3}{4}$  m under ytan.

Det förnyade uppträdande av salt vatten, som den övre förekomsten registrerar är utan tvivel att sammanställa med den postglaciala landsänkningen, vilken enligt Johan Alins P.G.-bestämningar längs Göta älvs dalgång ånyo bör hava bragt havsytan till eller möjligen över Vänerens pasströskel. För frågan om de pollenanalytiska zonernas liktidighet inom Östersjö—Vänergebitet är saken av alldeles särskild betydelse. Ty, såsom vi finna, sammanfaller den ifrågavarande nivån exakt med zongränsen IV/V. Denna är, förut på Gotland och vid Gusum visad motsvara Litorinamaximets tid; och nu blir även dess samtidighet med Västkustområdets postglaciala sänkingsmaximum fastslagen. Upphörandet av det hämmande inflytande, Östersjön och Väneren utövat på de sydliga skogselementens spridning är sålunda befunnet samtidigt inom nästan motsatta ändar av den region, där detta inflytande spåras. Detta ger oss ett nytt, starkt stöd för det antagande, med vilket denna utrednings resultat står eller faller, nämligen att även zonföljden i de äldre delarna av Östersjö—Väner-landens pollendiagram avspegla icke blott en till ordningsföljden ensartad, utan jämväl en i sina stadier liktidig skogsutveckling.

Möjligen beror den begynnande gyttebildningen och brackvattensdiatomacéernas första uppträdande i Hullsjön ungefär vid zongränsen V/VI, men före *arenaria*-florans försvinnande, på att lugnare vatten uppkom i Götaälvsdalens havsarm, när Sveaälvens vattenmassor icke längre flödade genom densamma. Den ringa förekomsten av marina diatomacéer i fjordens innersta del är en naturlig följd av den stora tillförseln av sött vatten, även sedan Storvänerens eget nederbördsområde börjat ensamt mata den nybildade Göta älv.

Sättes havsytan vid Hullsjön strax före dennas isolering till c:a 40 m ö. h., och tages, såsom i denna trakt är nödvändigt, gradienten med i beräkningen (jfr diagrammet fig. 19, sid. 69), få vi för havsstrandens nivå närmast Vargön vid ifrågavarande tidpunkt 42 à 44 m. Storväneren, vars nivå vid Göta älvs utlopp som nämnt är 47 à 48 m ö. h., låg alltså vid samma tid högst c:a 4 à 5 m ö. h.. Vi erinra oss, att då Bergtjärnsrännan torr-lades, var Sveaälvens totala fallhöjd minst 28 m. För Ancylussjöns egen höjd över havet erhålles sålunda vid denna tidpunkt måttet 32 à 33 m.

Detta mått innehåller emellertid tre osäkerhetsmoment, av vilka tvenne möjligen kunna något minska denna höjdsiffra, medan det tredje däremot skulle höja densamma. Det ena av de båda sänkande är att havsytans nivå vid Vargön kunnat vara något högre än den uppskattade, dock knappast mer än ett par meter. Det andra skulle ligga däri, att höjdförskjutningen genom olikformig landhöjning lämnats utanför beräkningen av Svea älvs fallhöjd. Såsom senare skall visas, kan emellertid den reduktion av den nutida höjdskillnaden mellan fallhuvud och mynningsnivå, som lutningsändringen

längs Letälvsdalen möjligen skulle göra behövlig, icke överstiga  $1\frac{1}{2}$  meter. Antagas båda dessa möjliga felen vara maximala, erhålla vi som minimimått för Ancylussjöns höjd över havet vid Svea älvs sinande 28 à 29 meter. Har, såsom möjligt är, Störväterns vatten sjunkit nedom V.G.-nivån, blir visserligen Sveaälvens fallhöjd något större än som beräknats, men å andra sidan sänkes då höjdskillnaden mellan Störvätern och havet med motsvarande belopp. Denna möjlighet inverkar sålunda icke på Ancylussjöns höjdsiffra. Det höjande, men med största sannolikhet uteslutna momentet är att Ancylussjöns vatten, när strandlinjen vid Forsnäs torrlagts, stod ovan den nutida 106-m-nivån. I så fall kan Ancylussjöns höjd över havet givetvis bliva en eller annan meter större än den beräkningen givit, sannolikt dock högst 35 m.

### **Svea älv och Västkustens nivåförändringar. — Anknytning till den arkeologiska tidsföljden.**

När vi nu gå vidare för att med förefintligt material undersöka, huru den ungefärliga havsnivå vi vid Hullsjön funnit motsvara Svea älvs utsinande, fortsätter längs vår västkust, kunna vi icke påräkna samma skärpa i utslagen, som när det gällde Sveaälvens förhållande till Baltikum och till Störvätern.

Ty för det första är intet försök gjort att i naturen uppsöka den ifrågasvarande marina strandnivån, utan upplysningar rörande dess läge kunna f. n. endast hämtas från de transgressionslagerföljder och submarina torvförekomster, som hittills av olika anledningar blivit pollenanalytiskt undersökta. Dessa äro icke många, och de flesta av dem tillhöra andra utvecklingskedan.

Och för det andra komma vi nu över till regioner, inom vilka skogens postarktiska historia varit en annan än den vi hittills haft att göra med, och där på grund härav zonföljden i de hittills behandlade områdenas pollen-diagram icke igenfinnes med samma tydlighet som vid de slutförda delarna av vår utredning.

Men just denna regionala skiljaktighet i skogsutvecklingens förlopp är ännu en sak att taga fasta på i samband med den föregående diskussionen om de äldre pollenzonernas liktidighet över Östersjö—Väner-området. Längs Västkusten kunna vi konstatera en tämligen utpräglad, med den stigande temperaturen fortskridande regionförskjutning, eller kanske rättare en mot temperaturzoneringen svarande geografisk regionföljd i skogarnas sammansättning. En dylik utvecklingsgång är givetvis den normala, och, fränsett den finiglaciala klimatförbättringens städse återkommande språng, avspeglas också ett sådant förlopp av pollendiagrammen inom alla de delar av södra Sverige, där de kalla vattnens hämmande inflytande icke kunnat göra sig omedelbart gällande. Västkustlandets och inlandets tidigare skogs-

utveckling står sålunda i ett slags antitesförhållande till Östersjö—Vänerområdets, vilket ytterligare framhäver, att förändringarna i skogens sammansättning här måste hava reglerats icke av den allmänna klimatförbättringen, utan av en lokalt verkande faktor.

Ett första steg mot de på Väst kustlandet rådande förhållandena togs redan i diagrammet från Hullsjön. Här, vid Vänerens smala sydspets, liksom f. ö. också på vissa delar av Gotland och ännu mera i östra Skåne, alltså i trakter, där den avkylande vattenmassan varit jämförelsevis ringa, eller som legat mera avsidet från det kalla vattnets sannolika huvudströmsbanor, få de sydliga skogselementen, särskilt hasseln, redan nedom den nivå, som motsvarar zongränsen IV/V vid Sveapasset, förhållandevis stor riklighet. Zonen V i Sveapassets diagramtyp, al-hassel-zonen, övergår längs Västkusten i en alltmera utpräglad, ren hassel-zon med söderut allt större *Corylus*-frekvens. I vissa delar av Skåne har hasseln under de tidigare skedena av denna tid uppenbarligen varit den regionalt viktigaste beståndsbildaren (v. Post 1924). Här har det boreala klimatskedets hassellundar direkt, utan Östersjö—Väner-trakternas alrika mellanstadium, avlösts av den fullbildade mellan-europeiska ekblandskogen med även linden som en regelbundet och tämligen rikligt förekommande konstituent. Lindens pollenfrekvenser nå redan före den postglaciala landsänkningens maximum samma storleksordning som vid den generella postarktiska temperaturkulminationen längre fram i atlantisk tid (zon III vid Sveapasset). Alen avtager söderut längs Västkusten i genomsnittlig frekvens inom de äldre diagramdelarna. Men i Skåne blir den under den mera framskridna värmetiden en skogbildare av dominerande betydelse vid sidan av de ädla lövträden, ehuru mera lokalt såsom en tydlig av markförhållandena betingad ersättare för dessa så gott som hela värmetiden igenom.

Det från södra Sverige utarbetade pollenanalytiska stationsnätet gör det möjligt för oss att tämligen noga från trakt till trakt följa dessa förändringar, och tack vare detta kan också Östersjöområdet och Vänertrakternas zonföljd åtminstone ungefärligt identifieras i Väst kustlandets och Skånes pollendiagram. Lyckligtvis återger också den kedja av observationspunkter, som vi i detta sammanhang hava anledning att skärskåda, så pass fullständigt typförskjutningens skilda grader, att sannolikhetsgraden hos korrelationen redan därav kan någorlunda väl bedömas.

Från Göteborg föreligga två för skogsutvecklingens anknytning till västra Sveriges nivåförändringar mycket viktiga pollendiagram: ett från *K u n g s l a d u g å r d*, utarbetat av mig, och ett från *Ä n g g å r d e n* upprättat av Sandegren. Båda dessa stationer, som utförligt behandlats av Sandegren (1923 a), giva samstämmiga resultat. Jag återger här (fig. 13) Änggårdsdiagrammet såsom det både pollenfloristiskt och stratigrafiskt mest upplysande. Profilen visar en inom vissa delar av det område, där dess lagerföljd råder, i ytan vittrad ishavslera, ovanpå vilken följer en supramarin torvmylla, på sina håll med skogsrester. Denna landhorisont täckes av marin sand och denna i sin tur av marin, överst gytjtig lera. Lokalen ligger

17.6 m ö. h. och torvmyllans yta 16.0 m ö. h., d. v. s. 9.5 m nedom den postglaciala landsänkningen i närheten utskurna strandlinje (25.5 m ö. h. enligt Johan Alins bestämning, 1923). Lagerföljden fr. o. m. sanden uppåt är bildad under den pågående landsänkningen. Pollendiagrammet visar i sanden och större delen av leran Västkustens hasselzon med starkt dominerande *Corylus*-kurva. Uppåt i leran tilltager *Alnus*-frekvensen, samtidigt med att *Corylus* minskar. Allra överst se vi lindkurvan börja och hasselns kurva löpa ned mot ekblandskogens, så att hela kurv bilden blir mycket lika zon-

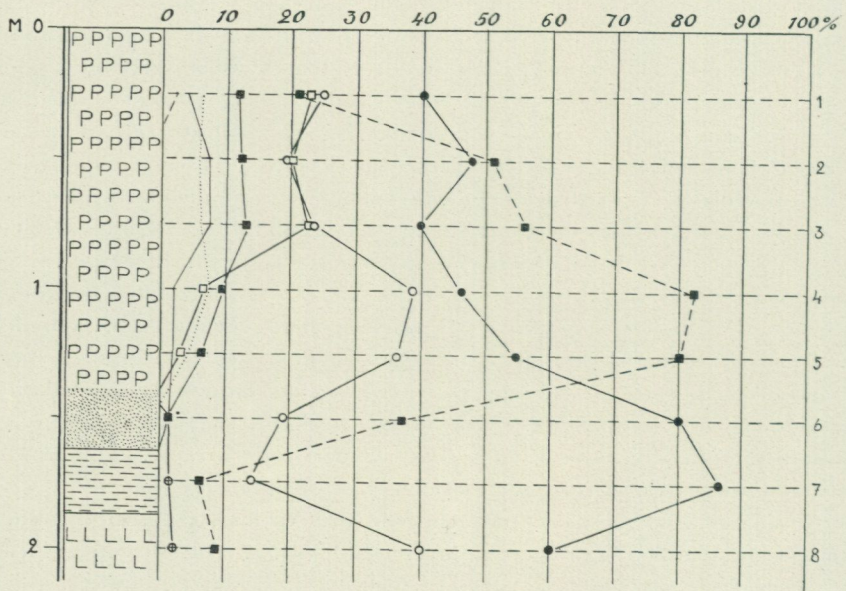


Fig. 13. Änggården i Göteborg. — Efter Sandegren 1923.

L = ishavslera. Streckat = torvmylla. Prickat = sand. P = postglacial marin lera.

gränsen IV/V vid Sveapasset. Huvuddelen av leran visar, trots den höga *Corylus*-frekvensen en omisskännlig antydning till den kombinerade al-hasselzon, som även vid Hullsjön var utpräglad, och som längre inåt Vänerområdet övergår i Sveapasset's zon V. Dennes bas faller i Änggårdsprofilens sand och torvmylla. Där, just vid *Alnus*-kurvans början, se vi också Sveapasset's *Betula-Pinus*-kastning, ehuru i något försvagad form. Skogsmyllans bildning bör alltså ungefär motsvara Sveaälvens sista tid och sanden dess utsinande. Följaktligen låg då landet vid Göteborg 9 à 10 meter högre, än då den postglaciala landsänkningen därstädes fullbordats. Lokalens verkliga höjd över havet vid skogsmyllans tid säger oss visserligen icke denna profil med visshet. Men den marina strandsandens läge i pollendiagrammet antyder, att transgressionen nått punkten mycket nära zongränsen V/VI. Den mot Svea älvs utsinande svarande strandnivån synes alltså vid Göteborg ligga ungefär 16 m över den nutida.

Från Onsalalandet i nordligaste Halland har Halden (1922) pollenanalytiskt undersökt den sedan gammalt kända förekomsten av sötvattensgyttja och torv under marin gyttja i Lunna mosse, nära Onsala kyrka (fig. 14). Genom sin ingående analys av associationsväxlingen i lagerföljdens diatomacéflora (fig. 15) har Halden kunnat fixera det postglaciala sänkingsmaximets nivå till *Paralia*-gyttjan omkring 1.4 m ned i profilen. Vi se nu, att pollendiagrammets kurvbild redan blivit en annan. Lindens kurva och ekblandskogens raska frekvensökning börja ett stycke under sänkingsmaximets nivå, men fortfarande faller där *Corylus*-kurvens skärning med ekblandskogens kurva. *Alnus*-kurvan har trätt tillbaka, men dess början i *Thelypteris*-torven synes, att döma av dess förhållande till de ädla lövträden (*Ulmus* och *Quercus*) samt till hasseln, fortfarande ligga vid samma tid som i Änggårdsdiagrammet. Längre söderut, där den rena hasselzonen uppträder, förskjutes alpöllen gränsen i regel uppåt och sammanfaller med ekblandskogens hastiga uppgång vid hasseltidens slut. Alkurvens början i Lunna mosse kan fördenskill icke gärna vara äldre i Sveapassetts diagram. Sveapassetts zongräns V/VI faller med största sannolikhet i *Thelypteris*-torven, och av allt att döma har havets inbrytande över mossens i igenväxning stadda bäcken, inträffat mycket snart efter Sveaälvens sinande. *Thelypteris*-torven ligger nu 9.5 m ö. h. Då de forna passpunktsförhållandena emellertid, såsom Halden framhåller, äro oklara, kan den nivå, som motsvarar havets inbrytande över Lunna mosses bäcken icke fullt exakt fixeras, men Halden finner sannolikt, att landsänkningen från *Cardium*-gyttjans första bildningstid till den postglaciala sänkingsgränsen på Onsalalandet (20 m ö. h. enligt Alin) varit ungefär 10 m. Havets med Svea älv sinande sammanhörande strandnivå ligger nu på denna punkt högst 10 m ö. h., sannolikt endast en obetydligt lägre.

Från trakten Varberg—Falkenberg hava Erdtman (1921) och Halden (1922) framlagt pollendiagram för flera intramarina gyttje- och torvlagerserier. Men intet av dessa ger i detta sammanhang klarläggande data. Den sinande Svea älv marina strandnivå bör emellertid just i denna trakt skära nutidens. Längre söderut giva också de submarina torvförekomster, jag varit i tillfälle att pollenanalytiskt undersöka endast minimivärden för landets upplyftning.

Det nordligaste fyndet är en torvavlagring 6.5 m under havsytan, som påträffats vid muddring i H a l m s t a d s h a m n, och av vilken jag genom hammyndigheterna därstädes erhållit prov. Jordarten är en lakustrin svämtorv, och dess pollenflora är följande:

	<i>Salix</i>	<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	<i>Alnus</i>	Ekblandskog				<i>Picea</i>	<i>Larix</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Corylus</i>
					<i>Ulmus</i>	<i>Tilia</i>	<i>Quercus</i>	<i>Sax.</i>				
%	1	54	43	1	—	—	1	1	—	—	—	56

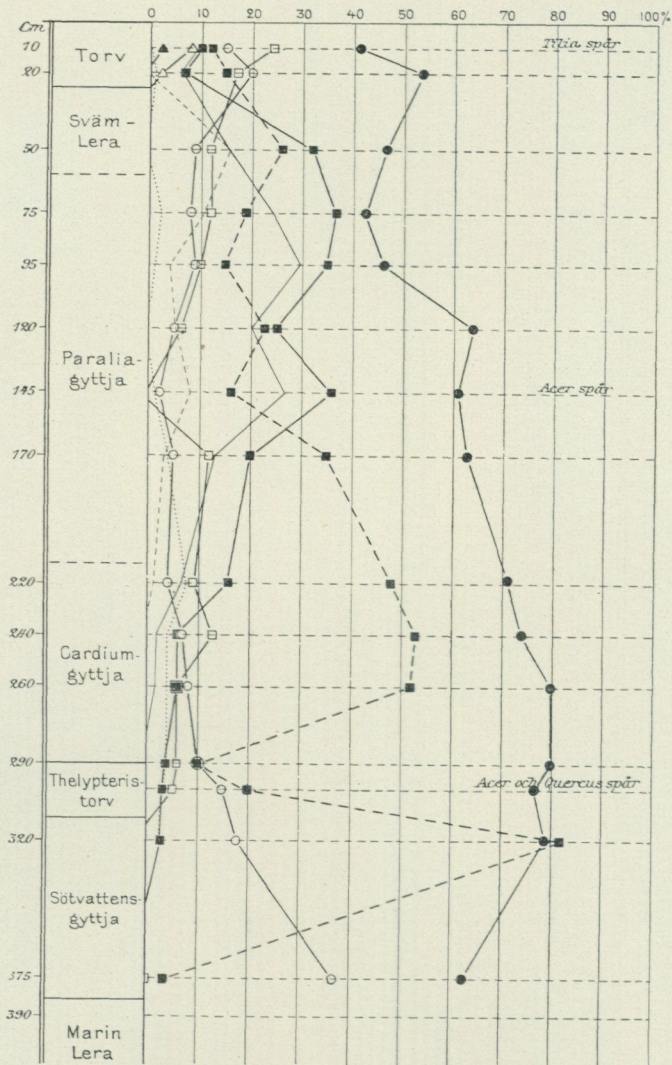


Fig. 14. Lunnas mosse på Onsalalandet. — Efter Halden 1922.

Enligt zonföljden i Sydhallands pollendiagram anger denna pollenflora ett sent skede av de rena hassellundarnas tid och skulle motsvara övre delen av zon VI vid Sveapasset, alltså Sveaälvens slutskede. Men var stranden låg säger fyndet icke. Endast så mycket är klart, att landet vid Halmstad då måste hava legat mer än 6,5 m högre än nu. Minst c:a 20 m av landsänkningen återstodo, innan stranden nådde traktens P.G. (14 m ö. h.).

Även från Höga näs hamn har jag, genom överingenjören E. Sieurin, erhållit prov av en vid muddring funnen submarin torv. Denna är en

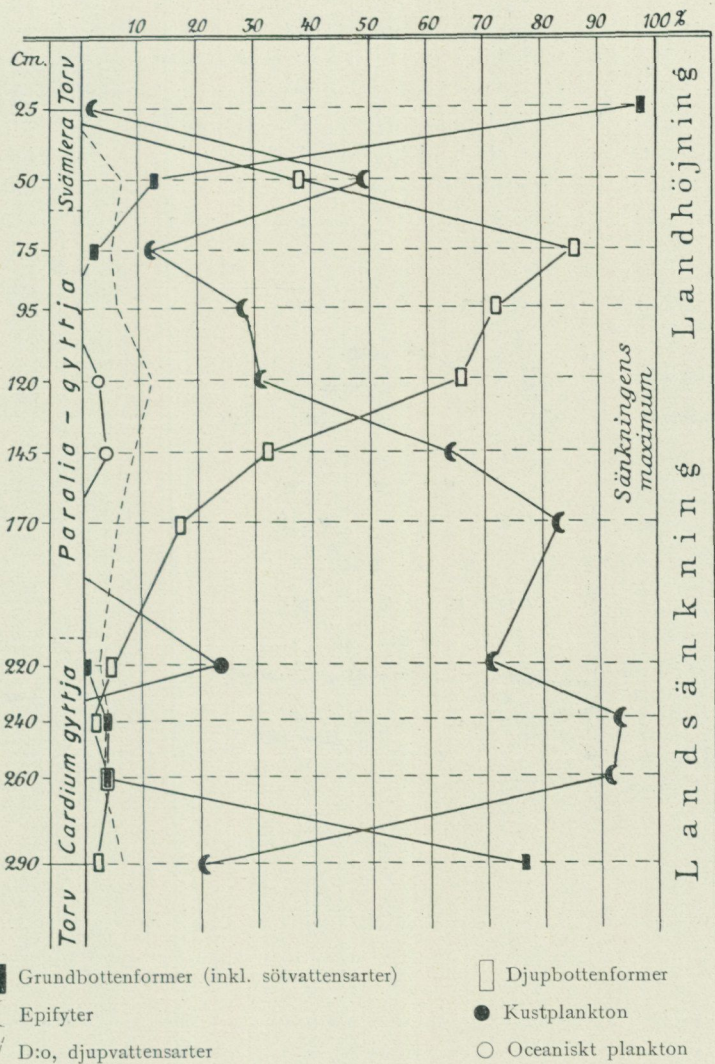


Fig. 15. Lunnna mosse, diatomacédiagram. — Efter Halden 1922.

lövkärrtorv med hasselnötter och furustubbar. Fynddjupet är c:a 6 m under havsytan. Pollenanalysen gav:

	Salix	Betula	Pinus	Alnus	Ekblandskog				Picea	Fagus	Carpinus	Corylus
					Ulmus	Tilia	Quercus	S:a				
%	—	2	33	59	3	2	1	6	—	—	—	17

Att i en trakts pollendiagram inpassa ett enstaka pollenspektrum sådant som detta är alltid vanskligt. Jordartens beskaffenhet gör makroskopisk pollentillförsel tänkbar. Den höga *Alnus*-frekvensen behöver dock icke bero därpå, utan det är i denna trakt ingalunda omöjligt, att alen uppträtt som ställföreträdare för ekblandskogen. I alla händelser faller dock Höganäsprovets pollenflora efter de rena hassellundarnas tid, och fyndet visar, att landet vid Höganäs ännu efter denna måste hava legat mer än 6 m

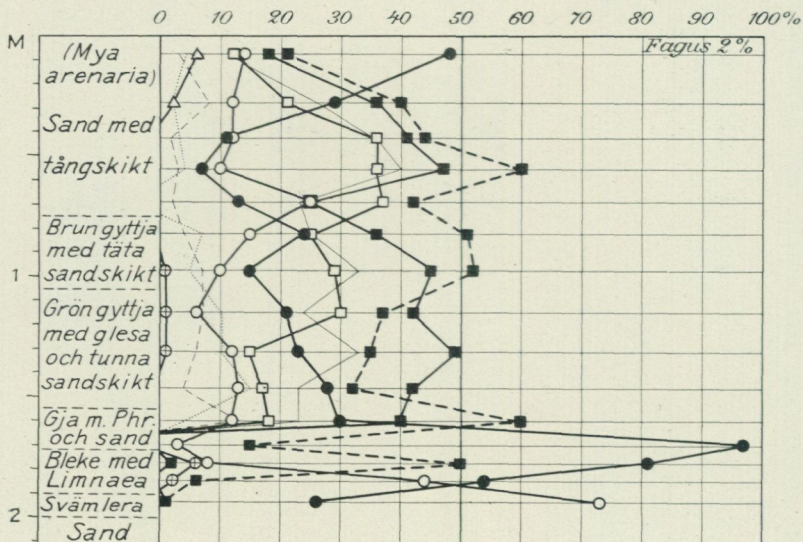


Fig. 16. Landskrona hamn.

högre än nu och att den postglaciala landsänkningens återstående del var minst 18 m (P.G. i trakten 12 m). Strandnivån kan emellertid icke fixeras vare sig för den submarina torvens tid eller för Sveaälvens.

Under arbeten i Landskrona hamn 1918 hade präktiga skärningar öppnats genom en under havsytan belägen lagerserie, vilken jag kom i tillfälle att undersöka. I den s. k. norra hamnbassängen täcktes lakustrint bleke av marin gyttja och sand (fig. 16). Kontakten mellan bleket och havsgyttjan ligger enligt dåvarande byggnadschefen, kapten G. Edlunds uppgift 1.85 m under havets medelnivå. Såsom det efter dr Haldens diatomacébestämningar av mig sammanställda diatomacédiagrammet (fig. 17) tämligen tydligt visar, ligger nivån för det största vattendjupet 0.4—0.9 m ned i den marina lagerserien. Här kulminerar förekomsten av de ekologiska diatomacégrupper, Halden betecknat som djupbottenformer, djupvattensepifyter och planktonter, medan grundbottenformer och sötvattensformer från i närheten mynnande bäckar hava sina maxima ovanför och nedanför.

Pollendiagrammet är av äkta skånsk typ både genom sin rena hasselzon och med hänsyn till ekblandskogens betydliga pollenfrekvens samt genom såväl

dess som lindens uppträdande i maximal riklighet redan långt före det post-glaciala sänkningsmaximet. Vid ekblandskogens och alens början nederst i den marina serien visar emellertid kurvgången ett häftigt språng, som icke förekommer i jämnt vuxna skånska lagerföljder från motsvarande tid, utan som antyder en stratigrafisk diskontinuitet. Att en sådan föreligger bekräftas av pollendiagrammet från den ungefär 20 km ONO om Landskrona belägna Baremossen (fig. 18), bekant genom sitt av Sernander beskrivna kulturlager

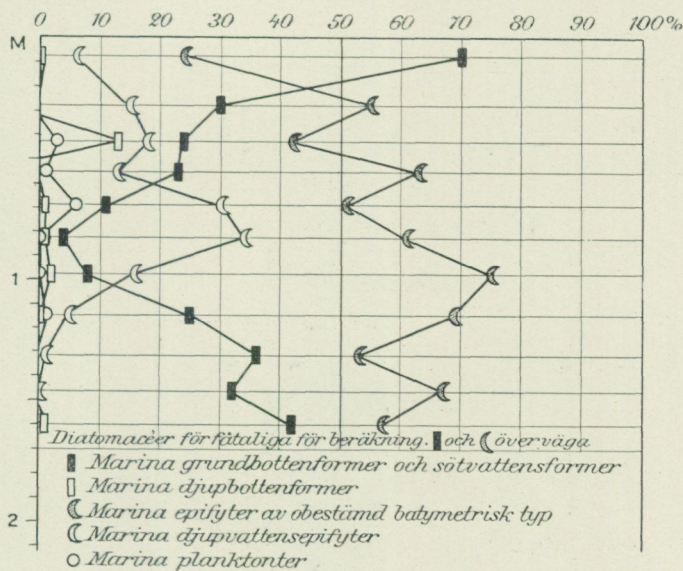


Fig. 17. Landskrona hamn, diatomacédiagram.

från stenåldern. Här återfinna vi visserligen icke samma plötsliga stegring av alens och ekblandskogens pollenkurvor som vid Landskrona. Men kurvfiguren mellan 0.5 och 0.9 m:s djup är dock även i Baremossen betydligt sammanträngd i jämförelse med andra lagerföljders. I Baremossen beror detta på att den ifrågavarande lagerföljdsdelen är utbildad med terrestriska jordarter, vilka vuxit långsamt. På nivån 0.9 föreligger t. o. m. ett myllskikt, för tunt för att utsättas i profilen, med så gott som alldeles förstört pollen, vilket visar, att ett avbrott i torvpålagringen inträffat, innan lövkärtrorven började bildas. I Landskronaprofilen kan ett motsvarande avbrott icke stratigrafiskt påvisas. Men tydligt är att övergångslagret mellan den blekebildande insjöns och det gyttjeavsättande havets skeden, den *Phragmites*-förande gyttjan med sandskikt på 1.6—1.7 m, representerar en tid med mycket svag sedimentation, kanske t. o. m. med skeden av erosion.

Landskronaprofilens bleke tillhör den postarktiska tidens allra första del och är med säkerhet äldre än Svea älvs uppkomst. Övergångslagret till den marina sedimentserien torde däremot vara tillkommet efter Svea älvs sinande. Ty de sydvästsvenska hassellundarnas försvinnande och den full-

bildade ekblandskogens inträngande i deras ställe, mot vilket detta lager svarar, faller som det vill synas ett stycke upp i Sveapassets zon V eller möjligen i översta delen av zon VI. Allt efter som diagramnätet tätat, har det blivit allt sannolikare, att det extrema skånska hasselmaximum, varpå Baremosses pollendiagram ger ett fullgott exempel, motsvarar någon av våra lednivåer (a) eller (b) i Svea älvs pollendiagram. I Hullsjödiagrammet och vid Änggården finnas på det ställe, som påtagligen motsvarar (a), rätt så kraftiga hasselmaxima, vilka dock stå de skånska långt efter i

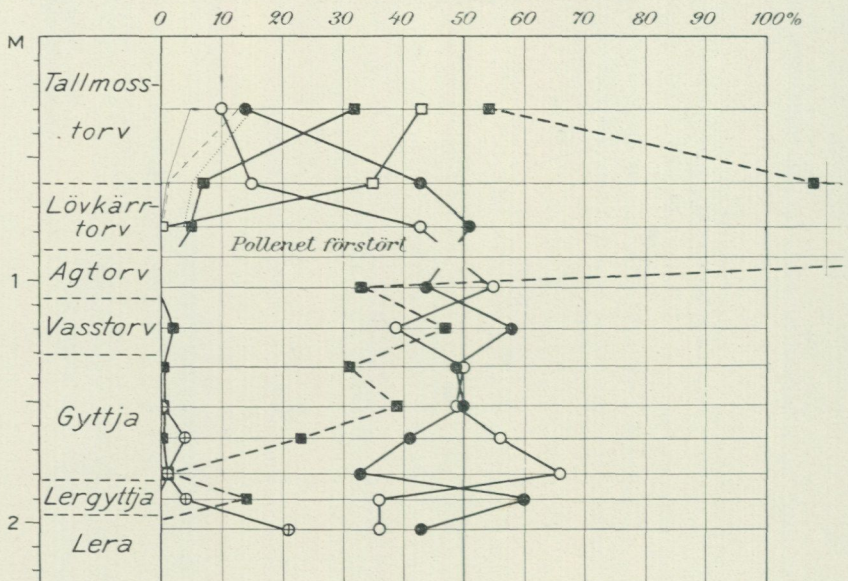


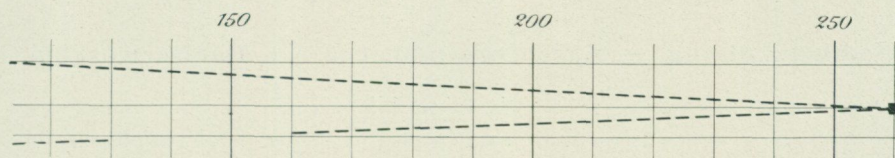
Fig. 18. Baremosse.

styrka. I den nedan (sid. 80) omnämnda Djäknessen är alkurvan redan vid hasselkurvans kulmination upplöst, vilket möjligen kan betyda, att hasselmaximet här motsvarar någon av de hasselrika nivåerna i övre delen av Sveapassets zon VI. I alla händelser kan det skånska hasselmaximet icke sammanföras med de undre delarna av denna zon.

Nu är det just det extrema hasselmaximets nivå och de närmast under denna i normala fall följande horisonterna, som saknas i Landskronaprofilen, säkerligen på grund av lagerseriens ofullständighet. Sveaälvens tid är alltså icke representerad i denna. Följaktligen kan ingen annan slutsats dragas av Landskronastationens förhållanden, än att landet vid Svea älvs sinande därstädes legat mer än c:a 2 m högre än nu. Men detta mått är naturligtvis ett alldeles för lågt minimivärde, och likaså den siffra, c:a 10 m, fyndet giver för den ytterligare strandförskjutningen upp till traktens P.G.

Baremossediagrammet har medtagits i denna utredning icke allenast som hjälpdigram för Landskronaprofilens tolkning. Genom detsamma kan

nämligen en första, låt vara helt approximativ, tidsanknytning erhållas direkt mellan Svea älv och Sydskandinaviens äldsta kulturhistoria. Den sjöboplatz av typen Mullerup Maglemose, av vilken lagerföljden mellan 0.9 och 1.3 m u. y. innehåller rester, har visserligen av Sernander (1908) ansetts härstamma från äldre delen av den yngre nordiska stenåldern. Men en jämförelse mellan Baremosses och Landskronaprofilens pollendiagram torde utan vidare klargöra, att kulturlagret är avsevärt äldre än den postglaciala sänkningens maximum. I själva verket synes detsamma, att döma av de från Danmarks epipaleolitiska sjöboplatser av Knud Jessen (i Aarb. f. Nord. Oldkyndighed og Historie, 1924, sid. 23) meddelade pollendiagrammen, vara nära samtidigt med, kanske t. o. m. något äldre än huvuddelarna av dessas kulturlager. Att Baremossesboplatzen tillhör Mulleruptid



och icke Ertebølleperioden eller något ännu yngre skede är i varje fall enligt diagrammens klara vittnesmål otvivelaktigt. Då nu efter all sannolikhet Sveaälvens tid i Baremossens lagerföljd motsvaras av partierna närmast nedom hasselmaximets nivå, 0.8 m u. y., d. v. s. just de nivåer, på vilka kulturresterna träffats, är det enbart av pollenstatistiska skäl tydligt, att Svea älvs plats i den arkeologiska tidsföljden är det epipaleolitiska Mullerupskedet. Någon närmare fixering av åldersrelationen tillåter emellertid varken vår nuvarande kännedom om den eventuella kulturutvecklingen under Mulleruptiden eller den nu föreliggande förbindelsekedjan mellan de skånsk-danska pollendiagrammen och Sveapassetts.

Det kunde givetvis synas lockande att undersöka Svea älvs tidsrelation till förekomsterna av submarin torv även längs Danmarks kuster. Från åtskilliga av dessa har Knud Jessen offentliggjort tidsbestämmande pollenanalyser. Men ingen av dessa förekomster kommer Sveaälvens tid närmare än de skånska stationer, för vilka nu redogjorts. Den med Svea älvs sinande ungefär samtida strandnivå, som kunnat följas till Nordhalland, men med vilken vi efter stationen Lunna mosse förlorat den direkta kännningen, bleve icke säkrare fixerad genom en diskussion av de pollenanalytiskt undersökta danska fynden, än vad de skånska gjort det möjligt. Lika litet finnes det anledning att dryfta det av Edvard Erdmann (G. F. F. Bd 30, 1908) beskrivna torvfyndet på 35—47 m:s djup i norra Kattegatt, vilket pollenanalytiskt undersökts av mig, eller de pollenstatistiska data Gunnar Erdtman framlagt från Nordsjöns och Engelska kanalens submarina torvförekomster. Beträffande Kattegattfyndet kan dess pollenpektrum f. n. icke tidfästas med svenska utgångspunkter, och vidare kan möjligheten icke bestridas, att denna torv, såsom Gunnar Andersson fram-

kastat (G. F. F. Bd 37, 1915), kan vara »martørv» från Skagen, som av havsströmmarna förts till fyndstället. De engelska förekomsternas pollen-spektra förlägga dem visserligen i värmetidens begynnelsekedje, alltså till »Ancylustiden» i vidsträcktaste mening. Men någon närmare tidsrelation till Svea älv kan f. n. omöjligen fastställas. Kanske blir detta en gång möjligt, när man via Holland, Nordvästtyskland och Jylland kan steg för steg i detalj följa diagramtypens förändringar och sålunda klarlägga dess förhållande till den på Själland och i Sydvästsverige rådande.

Varken de skånska eller de västeuropeiska torvfynden från nutidens havsbotten säger oss f. n. mer än att Svea älvs tid motsvarar en del av dessa områdets »fastlandsperiod».

### Sammanfattning. — Kåsebergastubbarna och Darssertröskeln.

Genom den anknytning mellan Svea älvs historia och olika moment i södra Sveriges geografiska utveckling, som i det föregående med pollenanalysens hjälp vunnits, har följande fastslagits:

1:o) Svea älv var Ancylussjöns första utlopp.

2:o) Älven har existerat under den tid, transgressionen inom Ancylussjöns södra delar pågick, och slutgiltigt sinat, först sedan denna transgression nått sin fullbordan vid den sydbaltiska Ancylusgränsvallen och regressionen från denna börjat.

3:o) Utsinandet har skett så småningom, i det först det nordligare av de båda sist verkamma huvudfallen torrlagts, medan det södra ännu någon tid varit vattenförande, ehuru med högst avsevärt försvagat flöde.

4:o) Utsinandet har inträffat kort efter det Vänerbäckenet avsnörts från havet och Storvänern uppkommit.

5:o) Västerhavet har då nått upp till innersta delen av Göta älvs dalgång mellan Trollhättan och Vargöfallen, och dess dåtida strand ligger nu vid dessa c:a 43 m ö. h., eller möjligen något högre. Samtidigt var Storvänerns höjd över havet ungefär 4 à 5 och Svea älvs totala fallhöjd ungefär 28 m. Ancylussjön låg vid detta tillfälle minst 28 m, sannolikt 32 à 33 m, högst, men mindre troligt, c:a 35 m över havet.

6:o) Den mot Svea älvs slutliga torrläggning svarande havsstranden på Västkusten är fastställd vid Göteborg och på Onsalalandet och där befunnen ligga ungefär 16, resp. knappa 10 m ö. h. Transgressionen upp mot den postglaciala havsgränsen pågick.

7:o) Längre söderut dyker denna strandnivå under den nutida havsytan, och de undersökta stationerna giva endast minimivärden för dess nuvarande djupläge. Dessa stationer visa emellertid, att ännu vid tidpunkter betydligt senare än Svea älvs utsinande nutidens strandnivå icke uppnåtts.

Flera av dessa slutsatser innebära endast ett bestyrkande av sedan länge kända eller efter upptäckten av Svea älv sannolika förhållanden. Men på åtskilliga punkter, där plats funnits för stridande uppfattningar, har viss-



Man kan emellertid icke vänta sig, att ett nivå-diagram av detta slag för närvarande skall förmå giva något ens närmelsevis uttömmande och slutgiltigt svar på de frågor, som framställa sig rörande förhållandet mellan land och vatten inom Ancylustidens Sydsverige. Även om den allmänna isobasgången och övriga förutsättningar vore tillräckligt kända för att diagrammet skulle kunna konstrueras på ett i detaljerna fullt invändningsfritt sätt, äro de säkra hållpunkterna från det utvecklingsstadium som avses f. n. så fåtaliga, att flera alternativ stå öppna för rekonstruktionen av resp. strandnivåer. Dessa hava nu i diagrammet dragits som räta linjer. Och visserligen synas de föreliggande data både på sträckan Vänern—Nordhalland och inom Östersjön tala för att detta konstruktionssätt i detta fall är det riktiga. Men å andra sidan kan den obetydliga avvikelser från den räta linjen för stationerna Göteborg och Lunna mosse innebära en börjande uppåtböjning av nivåkurvan. Denna avvikelse är likväl icke större än att den lika väl kan bero på de båda bestämningarnas visserligen icke betydande, men dock ofrånkomliga oskärpa. För att man säkert skall kunna fastlägga kurvgången, måste redan å denna sträcka väsentligt flera bestämmande eller inestängande punkter uppletas.

Som nästan alldeles obekant måste Västerhavets mot Svea älvs sinande svarande strandkurva betecknas, när man kommer till dess fortsättning på den nuvarande havsbotten. Halmstadsstationen begränsar visserligen möjligheten att böja kurvan uppåt på denna punkt till högst 5 à 6 meter över dess rätliniga fortsättning. Men längre söderut blir spelrummet större. Det enda, som nu kan sägas är, att, då en generell nedåtböjning av kurvan söderut ju synes orimlig, den ursprungliga mynningen av Ancylussjöns södra och slutliga avloppsålv sannolikt icke är att söka på större djup än 60 à 70 meter under Kattegatts nuvarande yta.

Även Ancylussjöns strandkurva kan enligt de fakta, som f. n. föreligga, dragas rätlinigt. Men icke heller beträffande denna kan det bevisas, att så bör ske. Tvärtom kommer detta konstruktionssätt i uppenbar konflikt med höjdläget av Darssertröskeln, d. v. s. den passpunkt, på vilken Ancylussjöns sydliga avlopp, av Östersjöns nutida bottenkonfiguration att döma, måste hava börjat. Som diagrammet visar, löper den rätliniga fortsättningen av Ancylussjöns strandkurva icke mindre än c:a 17 m nedom Darssertröskelns dammnivå, som är 18 m u. h. Förutsatt, att inga unga differentialrörelser väsentligt förändrat höjrelationen mellan olika partier av södra Östersjöns nuvarande botten, borde detta föranleda en successiv uppböjning av strandkurvan S om Öland till Darssertröskelns nivå, och detta i sin tur, under enahanda förutsättning, uppflyttning också av Västerhavets motsvarande strandnivå utanför de skånsk-danska sundens västra mynningar till c:a 45 à 50 m u. h.

På så sätt skulle också kurvorna givetvis hava dragits, såvida icke Orvar Isbergs pollenanalyser från den nyfunna submarina stubbförekomsten på c:a 35 m djup utanför Kåseberga i sydöstra Skåne talade i en helt annan riktning (Isberg 1927, Grönwall 1927). Såvida pollenspektret är

invändningsfritt, förlägges nämligen Kåsebergafyndet av sin pollenflora (se vidstående tabell) till senboreal tid (Isberg), eller närmare bestämt till tiden efter Ancylostansgressionens maximum.

	<i>Salix</i>	<i>Betula</i>	<i>Pinus</i>	<i>Alnus</i>	Ekblandskog				<i>Fagus</i>	<i>Carpinus</i>	<i>Picea</i>	<i>Corylus</i>	<i>Corylus-inkax</i>
					<i>Ulmus</i>	<i>Tilia</i>	<i>Quercus</i>	<i>Sax</i>					
% . . . . .	2	10	68	11	4.5	1	1.5	7	—	—	2	16	0.9

Visserligen kan Kåsebergastubbarnas pollenspektrum icke utan vidare inpassas vare sig i Gotlands eller Skånes pollendiagram. Ty platsen faller inom gränzonen mellan de västbaltiska och skånska typerna. Jämförelse-diagram till Kåsebergaanalysen böra sökas längs Skånes östra kust och på »Österslätt». Men för detta ändamål fullgoda pollendiagram härifrån saknas ännu. Det oaktat känna vi dock tillräckligt om förhållandena inom detta övergångsområde och om sammanhanget mellan de båda nämnda diagramtyperna för att i Kåsebergaspektrets habitus kunna avläsa vissa, beträffande dess allmänna tidsställning utslagsgivande drag. Dess höga *Pinus*-frekvens, ävensom *Ulmus* övervikt inom ekblandskogen visa oförtydligt på ett tidigt skede av postarktisk tid. Men närvaron av *Alnus* och *Tilia* och likaså *Corylus'* frekvensförhållande till summan av övriga värmetsformer (ekblandskog och *Alnus*) rycka fyndet framåt i tiden, till perioden mellan Ancylostansmaximet och det postglaciala sänkingsmaximet. Med de gotländska pollendiagrammen som utgångspunkt får man Kåsebergafyndet yngre än Gotlandszonen VIII, och enligt de skånska faller den närmast i det stadium i den postglaciala havstransgressionen, som representeras av t. ex. bottenskiktet i den marina delen av lagerserien i Landskrona hamn, eller snarare den därunder felande zonen. Härav skulle följa, att Kåsebergaskogen tillhör det tidsskede, under vilket visserligen Östersjöns (Ancylostansjöns) vattenhöjd bestämdes av avloppströsklarna i söder, men då dessas pågående sänkning steg för steg avtappade Baltikum vatten. Fyndet skulle alltså härstamma från den regressionsperiod, som avlöste Ancylostansgressionen, och som måste bilda Ancylostansstadiets senaste del, innan ännu landsänkningen bragt de södra pasströsklarna under havsytan och Litorinastransgressionen inom Baltikum tog sin början.

Men är detta riktigt, tvingas Ancylostansjöns strandkurva i diagrammet fig. 19 ytterligare nedåt på ett sätt, som låter den peka ännu mera under Darsströskelns nivå. Då enligt både Isbergs och Grönwalls beskrivningar stubbar med vida, rikt förgrenade rotkronor i mängd uppfiskats vid Kåseberga, kan någon transport från annan växtplats än fyndplatsen på havsbotten knappast tänkas. Ut ur motsägelsen mellan Darsströskelns djupläge och Kåsebergafyndet (samt de troligen med detta sammanhörande stubbförekomsterna på ungefär lika djup S om Bornholm, Grönwall 1927)

synas då endast två vägar leda. Antingen måste den pollenanalytiska åldersbestämningen av Kåsebergafyndet underkännas och stubbförekomsten antagas härröra från en skog, äldre än Ancylostansgressionens maximum. Eller ock måste man, i likhet med flera tyska forskare, för nivåförändringarna inom det sydligaste Baltikum förutsätta regionalt mycket och hastigt växlande belopp. Men ingendera av dessa utvägar bör gärna begagnas utan positiva skäl.

Kåsebergafyndets pollenanalys kan icke utan vidare avfärdas såsom missvisande. Skälet härför skulle vara, att analysmaterialet icke skulle härröra från den jordart, vari stubbarna varit rotade eller omedelbart inbäddats. Och kategoriskt kan en sådan invändning icke avvisas, då undersökningsmaterialet icke varit stycken av ren torv. Men Isbergs mikrobiologiska analys talar bestämt för att analysmaterialet huvudsakligen bestått av torvsmulor av supramarint ursprung. Otvivelaktigt yngre inslag bilda ju de båda fiskskeletten; och även gruset och sanden måste hava tillkommit senare, dock sannolikast medan ännu skogsresterna befunno sig inom strandzonen. Frånsett fiskarna, vilka ju båda äro bottenformer (rötsimpa och torsk) och när som helst kunna hava krupit in och dött i den hållighet, där deras skelett träffades, innehåller materialet enligt Isbergs beskrivning ingenting, som tyder på inblandningar av väsentligt yngre ursprung än stubbarna själva. Detta gäller även pollenfloran. Varken från den egentliga värmetiden — med riklig och dominerande *Quercus* — eller än mindre från de ännu yngre skeden, vilka kännetecknas av *Fagus* och *Carpinus*, kunna några inslag i pollenfloran spåras.<sup>1</sup> Då så ej är fallet, måste man antaga, att någon tillförsel av i vattnet uppslammat stoff till den djupa rötgång, där Isberg tagit sitt analysmaterial, icke förekommit, sedan strandzonen passerats och stocken kommit på djupare vatten. Visserligen äro förnyade undersökningar, helst av den torv som väl bör finnas bevarad någonstädes inom de stubbförande områdena utanför Kåseberga och vid Bornholm, behövlige för att fynden skola hava full och preciserad beviskraft. Men f. n. kan de Isbergiska pollenanalysernas tidsutslag icke jävas, hur omöjligt det än kan synas att bringa detsamma i samklang med det man hittills ansett sig kunna räkna med beträffande nivåförskjutningarnas storlek och regionala förlopp inom Ancylostidens Sydbaltikum.

Då återstår den andra möjligheten, nämligen att Darssertröskeln efter Ancylostiden avsevärt höjts i förhållande till bältet Sydostskåne—Bornholm, eller att möjligen någon annan passpunkt, som numera ligger högre än Darssertröskeln, varit den bestämmande för Baltikums vattenstånd under Ancylostsjöns senare tid. Detta kan emellertid i närvarande stund knappast diskuteras med empiriska utgångspunkter. Men möjligheten låter sig icke bestridas. Därtill äro de antydningar, som under årens lopp framkommit rörande verkliga dislokationsrörelser i samband med de senkvartära nivåförändringarna inom det sönderbrutna sydbaltiska kritområdet, alltför

<sup>1</sup> *Picea*-halten är i denna trakt intet kriterium på låg ålder, snarare motsatsen.

starka och talrika. Och att brottlinjesystem kunnat vålla betydande störningar i landhöjningens detaljförlopp är ett numera från olika delar av vårt land till fullo konstaterat faktum (v. Post, G. F. F. Bd 41, 1919, sid. 532—533; G. De Geer 1925).

Såsom frågan om Sydbaltikums nivåförändringar f. n. ligger, bjuder försiktigheten att ställa saken på framtiden. Genom extrapolation norrifrån lösas dessa problem i varje fall icke. Endast genom att sorgfälligt tillvarataga varje tillfälle att införa pålitliga tidsbestämningar i det kaos av data, de många fynden på södra Östersjöns botten av supramarina avlagringar och landyteformer, f. n. bilda, torde det bliva möjligt att omsätta det hittillsvarande, mer eller mindre subjektiva hypotesmakeriet i verklig, empirisk utredning.

Att den pollenanalytiska arbetsmetoden härvidlag öppnar en av huvudvägarna torde knappast behöva framhållas. Men dess operationsbas måste i detta fall vara icke det svenska systemet av pollendiagram, utan ett nordtyskt-danskt diagramnät, tillräckligt detaljerat för att de regionala växlingarna skola kunna bedömas, och i vilket Bornholm naturligtvis måste bilda en av knutpunkterna. Men från Bornholm föreligger f. n. intet pollendiagram, och det nordtyska låglandet är kanske det pollenstatistiskt mest okända av norra och mellersta Europas huvudområden. Det lider emellertid intet tvivel, att icke, om systematiska undersökningar av antytt slag igångsätts, såväl nivåförändringshistorien inom Sydbaltikum skall kunna säkert klarläggas, som att sammanknytningen med de vida lättare, men långtifrån slutgiltigt utredda förhållandena inom det skandinaviska höjningsområdet i sinom tid skall falla som en mogen frukt.

### **Yoldiahav, »Ancylushav» och Ancylussjö.**

Det återstår nu att tillse, i vilken mån föreliggande data belysa förhållandena närmast före det skede i vårt lands geografiska utvecklingshistoria, detta arbete avsett att analysera, och i första hand att söka fastställa beskaffenheten av det vatten, ur vilket Ancylussjön utsöndrade sig. Var detta vatten det senglaciala ishavet, Yoldiahavet i verklig mening? Eller hade det salta vattnet redan före Östersjöbäckens avstängning från världshavet fördrivits till följd av utstötning genom smältvattnet från landisen? Har m. a. o. Ancylussjöns skede föregåtts av en tid, för vilken man med De Geer kan tala om ett »Ancylushav» över mellersta Sverige och Baltikum?

Ehuru man numera icke kan biträda den uppfattning, som framförts av Antevs, De Geer och andra opponenter gentemot teorien om en från världshavet avsnörd och över detsamma upplyftad baltisk Ancylussjö, vidgår jag villigt, att jag själv stod i tvivlarnas led ända till den dag år 1923, då jag för första gången vandrade uppför Bergtjärnsrännans blocktäckta bot-

ten och cañondal. Icke heller nu kan jag finna, att det, innan Svea älvs norra fallkomplex blev känt, förelåg någon bindande bevisning i detta avseende. Liksom De Geer och Antevs, ansåg jag tillförseln av smältvatten från den nordskandinaviska landisen giva en tillräcklig förklaring på det baltiska sötvattensstadium, varom de baltiska avlagringarna med *Ancylus fluviatilis* och *arenaria*-flora vittnade. Dessa syntes även mig mycket väl kunna höra samman med ett utsötat, men i öppen förbindelse med världshavet stående inhav, ett »Ancylushav».

Mina huvudskäl för denna ståndpunkt voro, att i Vänerbäckenets utsötningen, såsom jag funnit, inträffat redan under havsfjärdsstadiet, samt att V om den baltisk-atlantiska vattendelaren ovan Storvänerens gräns finnes bl. a. ett strandlinjesystem, vilket syntes flyta över i och ekvivalera den baltiska *Ancylus*gränsen. Detta gjorde sannolikt, att denna gräns icke betecknade slutet av en överstjälpning av Östersjöbäckenets vatten mot söder, utan att densamma registrerade en generell diskontinuitet i höjdförskjutningen mellan hav och land (Antevs 1917, v. Post 1918).

Sedan Sveafallen upptäckts, ligger emellertid spörsmålet annorlunda, och det torde vara på sin plats att här söka insätta de antydda förhållandena i det förändrade frågeläge som uppstått, sedan nu tillvaron av en verklig *Ancylus*sjö slutgiltigt fastslagits.

Inom Vänerbäckenet finnas både ovanför och nedanför V.G. markerade och ihållande strandlinjer, vilkas utbildningsform och förekomstätt visa, att de icke äro mera tillfälligt utskurna stormstrandlinjer, utan att de måste härröra från verkliga stagnationer i strandnivåns förskjutning eller från små transgressioner.<sup>1</sup> De nedom V.G. belägna systemen kunna denna gång lämnas å sido.

Inom skilda delar av Vänerområdet har mellan M.G. och V.G. träffats två tydliga strandlinjesystem. I trakten där V.G. ligger c:a 80 m ö. h. eller något mera, t. ex. i trakten av Svanskog i sydvästra Värmland, där A. Hj. Olsson och jag under jordartsrevisionen på geol. kartbl. »Säffle» på ett flertal punkter avvägt de förefintliga strandlinjerna, ligga de nyssnämnda strandnivåerna 125 à 130, resp. 110 à 115 m ö. h. Båda äro i mera exponerade lägen synnerligen starkt utvecklade med bl. a. ackumulationsterrasser med en bredd och en mäktighet, som ofta obetydligt överträffar de till V.G. hörande. Men de skilja sig från denna nivå's strandavlag-

<sup>1</sup> Det må vara osagt, huruvida dessa diskontinuiteter i strandens förskjutning böra tillskrivas ojämnheter i landhöjningen eller förändringar av vattenytans nivå. Det tids samband, som konstaterats mellan Svea älv och V. G. fogar till den rad av teoretiska möjligheter, som förut förelagat för en förklaring av utbildandet av en strandlinje i samband med passpunktens uppdykande, ännu en sådan. Ty det är självklart, att tillrinningen från ett vattenområde om c:a 2,000,000 kvkm, d. v. s. mer än 40 gånger Vänerens nutida, ävensom upphörandet av denna tillrinning, måste hava en högst betydande inverkan på vattenståndet i ett bäcken, vars avloppsförhållanden äro sådana, att vattenytan vid extremt lågvatten i nutiden står nära 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m över pasströskeln, och där högvattnet kan drivas upp till 6<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m över denna. Jag låter emellertid dessa frågor vila, till dess min Vänerundersökning blivit helt slutförd. Tydligt är dock redan nu, att eustatiska nivåförändringar av den art, på vilken senast Daly och Ramsay (1926) fäst uppmärksamheten, måste tillmätas väsentligt större teoretiskt utrymme vid tolkningen av strandförskjutningarna vid vårt lands hav och insjöar, än vad svenska forskare i allmänhet hittills varit benägna att göra.

ringar däruti, att de, åtminstone inom de jämförelsevis starkt upplyftade områden, där de hittills undersökts, i allmänhet icke liksom Störvänerens vila diskordant på de äldre sedimenten utan, åtminstone i distalpartierna genom kontinuerligt tilltagande materialgrovlek växa fram ur dessa.

Innan resultaten av mina undersökningar av Vänerbäckens ganska invecklade nivåförändringshistoria tagit slutgiltig form, vill jag icke uttala någon bestämd mening om dessa strandlinjers ålder och tillkomstsätt. Men en av de frågor, som givetvis först framställa sig till prövning, är, huruvida de kunna sammanhålla med de upprepade diskontinuiteter i vattendjupets avtagande, som t. ex. Antevs (1921) anser sig kunna avläsa ur faunaväxlingen i Väst kustens skalbankar.

Mot den undre av de nämnda nivåerna svarar sannolikt den likartat, men ännu mäktigare utbildade strandavlagring, jag funnit ungefär vid nivån 112 m ö. h. vid Fryksta, ävensom här och där annorstädes inom Vänerområdet i samma höjrelation till V.G. Denna sammanställde jag (v. Post 1918) med De Geers »finiglaciala sänkning», och det är denna nivå jag antog motsvara den sydbaltiska Ancyclusgränsen.

Nu är det också ett faktum, att detta strandlinjeplan skär Degerforslandet ganska nära den nivå, vid vars uppdykande ur havet Svea älv uppkom. Redan Vänergränsens höjdläge i trakten säger oss, att så bör vara fallet. Huruvida den strandlinje på 112 m, De Geer fann vid sitt besök i Sveapassetts omgivning (De Geer 1925), och som jag senare (1923) avvågde vid Jannelund med samma resultat, helt hör hit, kan möjligen diskuteras. Denna kan nämligen, som Munthe anser, mycket väl i Letälvsdalen vara utskuren av strömmen genom Sveapassetts smalande sund. Däremot är det av det föregående tydligt, att den icke, såsom De Geer antog, har med V.G. att göra. Jag har följt »Degerforslinjen» längs Letälvsdalens västra sida ned till Gärdsbol (nära Billinge och c:a 3 km från Forsnäs mossen). Den ligger där 110.5 m ö. h. och kan således redan av detta skäl icke sammanhålla med en V.G. på 78 m ö. h. vid Nedre Munkfors. Höjrelationen mellan de båda strandlinjerna är emellertid så gott som exakt den mellan V.G. och den närmast ovan denna på andra håll funna. Vidare fortsätter den ifrågasvarande strandlinjen norrut från Degerfors och återfinnes på de nordligaste lokaler jag undersökt, nämligen runt sjön Alkvättern (c:a 20 km N om Degerfors) på 114 à 115 m ö. h. Och slutligen finnas strandbildningar, som sannolikt höra till detta system, V om Skagern på ostslutningen av det höga landet S om Gullspångsviken i höjdläget 105—109 m ö. h., vilket väl stämmer överens med den i närheten påvisade V.G. med genomsnittshöjden 75 m ö. h. Naturligtvis kan på ingendera av dessa lokaler stranderosionen vara framkallad av strömmingen genom Sveasunden. Sannolikast synes, att Letälvslinjen på 110.5—112 m ö. h. verkligen tillhör eller ligger mycket nära det ifrågasvarande systemet, men att dess vackra utbildning i den trånga dalgången får skrivas på den just då i sin tillblivelse varande Sveaälvens konto. Dess samhörighet med 112-meternivån vid Fryksta och 110—115-meternivån i Svanskog bestyrkes

ytterligare därav, att längs Möckelns östra strandsluttning träffats en ihållande och mestadels praktfullt utbildad strandlinje, som i söder ligger 129 à 130 m, i norr 132 à 133 m ö. h., d. v. s. i mycket nära samma höjrelation till en V.G. på drygt 80 m och en »Fryksta—Degerfors-linje» på 112 m som den övre linjen i Svanskog till dessa strandnivåer därstädes.

Jag har av två skäl tämligen utförligt redogjort för dessa strandlinjer. För det första har jag därigenom motiverat, varför jag vid bestämmandet av Svea älvs fallhöjd och i diagrammet fig. 19 lämnat den eventuella landdeformationen på den c:a 15 km långa älvsträckan utan avseende. De anförda strandlinjesiffrorna visa, att höjdförskjutningen mellan dess översta och nedersta lopp sedan Svea älvs tillkomst belupit sig till  $1\frac{1}{2}$  m och sålunda för tiden efter det sista fallets utsinande måste understiga detta belopp. Isobasernas huvudriktning böjer uppenbarligen i denna trakt, på samma sätt som Sandegren funnit för V.G. på Otterbäcksbranten, av till ungefär riktningen SSV—NNO, d. v. s. parallellt med traktens dominerande sprickriktning, efter vilken också Letälvsdalen är orienterad. Tack vare detta motsvarar den nuvarande höjdskillnaden mellan Svea älvs fallhuvuden och slutliga mynning också älvens verkliga fallhöjd vid utsinandet på en eller annan meter när.

Men vidare äga de framlagda iakttagelserna betydelse för tolkningen av vissa förhållanden inom Östersjöbäckenet, vilka sammanhånga med problemet Ancylussjö-Ancylushav.

Det är utan vidare att antaga, att de stagnations- eller transgressionsstrandlinjer, som utbildats kring den marina Vänerfjärden skola fortsätta in i Östersjöbäckenet, såvitt de tillhöra tiden före Svea älvs tillkomst. Så bör under alla förhållanden vara fallet med den övre Svanskogslinjen och möjligen också med Fryksta—Degerfors-linjen. Visserligen kan det tänkas att dylika strandlinjer kunna uppträda blott inom vissa delar av landhöjningsområdet, och att de t. ex. förtona mot trakter med mycket intensiv allmän landhöjning. Men förhållandena i Degerforstrakten visa, att så ej sker inom östra Vänerområdet vare sig med den övre Svanskogslinjen eller med Fryksta—Degerfors-linjen. Vad den senare beträffar bör den på den baltiska sidan av Sveapasset närmast detta i det närmaste sammanfalla med Ancylussjöns vid Svea älv utgående transgressionsgräns. S om Sveapasset isobas bör Fryksta—Degerfors-linjens baltiska fortsättning mestadels vara förstörd genom den högre nående sydbaltiska överstjälpningen. Norrut bör den bilda en slags falsk fortsättning av den vid överstjälpningens slut i söder uppkomna transgressionsgränsen. Man kan t. o. m. säga att, om det N om Sveapasset och de närmast dess isobas belägna områdena finnes en Östersjö-strandlinje, som synes motsvara den sydbaltiska A.G., så måste en sådan strandlinje höra samman icke med denna, utan med Vänerområdets Fryksta—Degerfors-linje. Ty övergången från inhav till insjö bör, med undantag för trakten allra närmast avloppsstället i och för sig lika litet inom Baltikum som i Väneren (v. Post 1925 a) hava givit upphov till en utbyggd strandlinje, utan endast hava inlett en mot den lång-

sammare strandförskjutningen svarande, intensivare bearbetning av den uppstigande landytan.

Nu är emellertid även så långt N om Sveapassets isobas, att stagnationen i strandförskjutningen närmast denna kan lämnas ur räkningen, en präktigt utbildad Östersjö-strandlinje iakttagen, t. ex. vid Skinnskatteberg på 121 m ö. h. (v. Post 1915 a). Denna strandlinje antog jag, då jag fann den, motsvara den sydbaltiska A.G., och De Geer (1925) sammanställer den med sin Degerforslinje. Det senare synes mycket antagligt, men kan knappast bevisas, så länge endast denna fristående iakttagelse föreligger. Skinnskattebergslinjens distala strandsediment innehålla emellertid en typisk *arenaria*-flora. Är kombinationen riktig, skulle detta visa, att Östersjön hade sött vatten, redan innan Svea älv var fullt utbildad och en Ancylussjö uppkommit.

Detta vore emellertid endast vad man med full säkerhet kan vänta i betraktande av Sveasundens ringa bredd på detta landhöjningsstadium.

Emellertid har även Vänern vid och t. o. m. före denna tidpunkt, åtminstone i de ytligare vattenskikten, varit utsötad, ehuru dess förbindelse med havet först längre fram avbröts. Detta visar diatomacéinnehållet i lagunerna ovan den ifrågavarande höjdzonen. I Degerforstraktens laguner går *arenaria*-floran upp till åtminstone 128 m ö. h., såsom diatomacétabellen från Damstjärns mossen ungefär 10 km N om Degerfors visar. Här finnas dock ännu vid sidan av de dominerande *arenaria*-formerna representanter för Vänerfjärdens äldre, om bräckt vatten vittnande diatomacéflora (jfr Sandegren 1923). Damstjärns mossens nivå skulle alltså tillhöra nedersta delen av den höjdzon, inom vilken övergången från saltvatten till sötvatten i de östra delarna av Vänerfjärden faller.

#### Damstjärns mossen.

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
6.50	Lergyttja . . . . .	(—)	(1 ex.)	(—)
6.60	Lergyttja . . . . .	ca 60	ca 25	ca 15

Nu finnas emellertid i Vänerbäckenet *Portlandia (Yoldia) arctica* så långt in som vid Lidköping, där jag funnit den på flera lokaler, och Sandegren har t. o. m. i östra Värmland i gamla leror träffat en rent marin diatomacéflora.

För att i någon mån belysa förhållandet mellan Vänerns av *Portlandia* och en marin diatomacéflora samt dess av *arenaria*-floran kännetecknande utvecklingsstadier, återger jag i fig. 20 pollendiagrammet för en i samband med Vänerundersökningarna studerad lagerföljd i Lidans nipbrant vid Annelund strax S om Lidköping, i vilken bägge stadierna finnas repre-

senterade. *Portlandia* finnes rikligt i leran 2 m över Lidan. Enligt dr Astrid Cleve-Eulers tyvärr icke kvantitativt utförda diatomacéundersökning är diatomacéfloras succession följande: Den *Portlandia*-förande nivån innehåller en rent marin diatomacéflora. Däröver vidtager den *arenaria*-flora, som ännu lever i Väneren, dock med uppåt avtagande inblandning av brackvattensformer. I *Portlandia*-leran har pollen förgäves eftersökts. Därövan återfinna vi ett diagramstycke, som, frånsett *Picea*-pollenet, till hela sin habitus otvety-

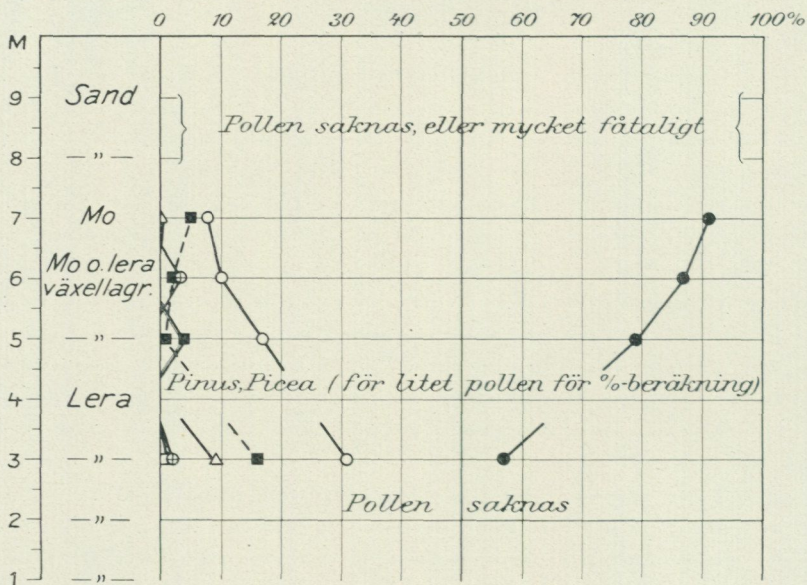


Fig. 20. Annelund nära Lidköping.  
Siffrorna angiva höjden över Lidans (= Vänerens) nivå.

digt motsvarar Sveapassetts zon VI. Den rikliga förekomsten av *Picea* i det understa pollenförande provet kan synas överraskande, men ger i själva verket en god hållpunkt för ett ungefärligt sammanknytande av Annelunds lagerföljden med strandförskjutningen kring Vänerbäckenet. Den hör nämligen otvivelaktigt samman med den av mig (v. Post 1918) beskrivna förekomsten av icke blott granpollen utan även granved i övre delen av isälvsanden och i den varviga leran i grustaget vid Fryksta i Värmland. Denna sand tillhör det väldiga isälvsdelta, som i söder täpper Frykendalen, och måste, liksom den ovanpå sanden anstående varviga leran, vara avsatt, medan ännu iskanten stod någonstades längre upp i Frykendalen och smältvattnet strömmade vidare genom denna. Sanden täckes av klapper och grus, som bildar en mäktig ackumulationsterrass, tillhörande den ovannämnda Fryksta—Degerfors-strandlinjen. På sina håll, där strandbearbetningen varit svagare och sand avlagraats, ligga partier av den granpollenförande varviga leran kvar under strandbildningarna. Men mestadels är den bortorderad, och i grustaget ser man underst i strandgruset block av densamma. Den finiglaciala Frykstaganrens tid ligger alltså före Fryksta—Degerfors-

linjens; och dess uppträdande i de glacigena bildningarna tillsammans med tall och björk, vilkas pollen också finnas i den varviga leran, visar, att den levat i trakten mycket kort efter dennas friläggande från landisen, d. v. s. på landhöjningsstadiet närmast efter utbildandet av M.G. (enligt De Geer på 180 m ö. h.). Överförs dessa data på Annelundsprofilen med hjälp av den *Picea*-förande lednivån, blir slutsatsen, att Lidköpingstraktens *Portlandia*-lera med sin marina diatomacéflora icke kan hava bildats senare än medan avsättningen av glacifluvial sand vid Fryksta pågick, d. v. s. innan iskan- ten lämnat Vänerfjärdens norra delar, men väl tidigare, och att *Picea*-nivån motsvarar ett så tidigt skede av den isfria tiden vid Fryksta, att varvig lera ännu avsattes därstädes. *Arenaria*-florans och det söta vattnets omedelbart därefter inträdande herravälde var alltså enligt Annelundsprofilens vittnesbörd även i Vänerfjärdens yttre delar färdigbildat redan under ett mycket tidigt landhöjningsstadium, i varje fall innan Fryksta—Degerfors- strandlinjen utskars.

Men icke nog med att sålunda Vänerbäckenet måste hava varit i sin helhet utsötat, medan det ännu så att säga bildade en förgård till Baltikum, vilken genom breda sund stod i förbindelse med Västerhavet. Även i dessa sund spåras de utströmmande sötvattensmassornas verkningar. Helt nyligen har Nils Hj. Odhner (G.F.F. Bd 49, 1927, h. 1) ansett sig kunna avläsa sådant inflytande i Uddevallatraktens senglaciala skalbankar. Och sedan flera år har jag bland mina pollenanalysstationer en lokal, vars diatomacéflora talar ett otvetydigt språk angående förhållandena i det forna Göta älvsundet.

**Djäknemossen.** (Jfr diagr., fig. 21.)

Djup meter under ytan	Jordart	Diatomacéflora		
		% A	% S	% B
7.75	Grovdetritusgyttja . . . . .	spår	100	spår
8.00	Gyttja . . . . .	c:a 10	c:a 10	c:a 80
8.50	Lergyttja . . . . .	c:a 10	c:a 50	c:a 40

Det är den SO om Trollhättan, c:a 90 m ö. h., d. v. s. endast ungefär 20 m under traktens M.G., men mer än 40 m ovan Vänerns isoleringsnivå belägna Djäkne mossen. De undre delarna av det gyttjelager, med vilket denna mosses lagerföljd börjar (fig. 21), äro delvis avsatta i den lagun, bäckenet bildade omedelbart innan det steg över havsytan. I diatomacéfloran i dessa lagunlager (se ovanstående tabell) ingå *arenaria*-former och de i havets strandzoner och laguner alltid uppträdande »vanliga» sötvattensformerna. Men det dominerande elementet är brackvattensformer med *Campylodiscus echineis* i spetsen. Det är emellertid ett märkligt faktum, att verkligt marina arter saknas. Redan på det tidiga landhöjningsstadium, Djäkne mossens lagun måste tillhöra, och som enligt pollendiagrammet mot-

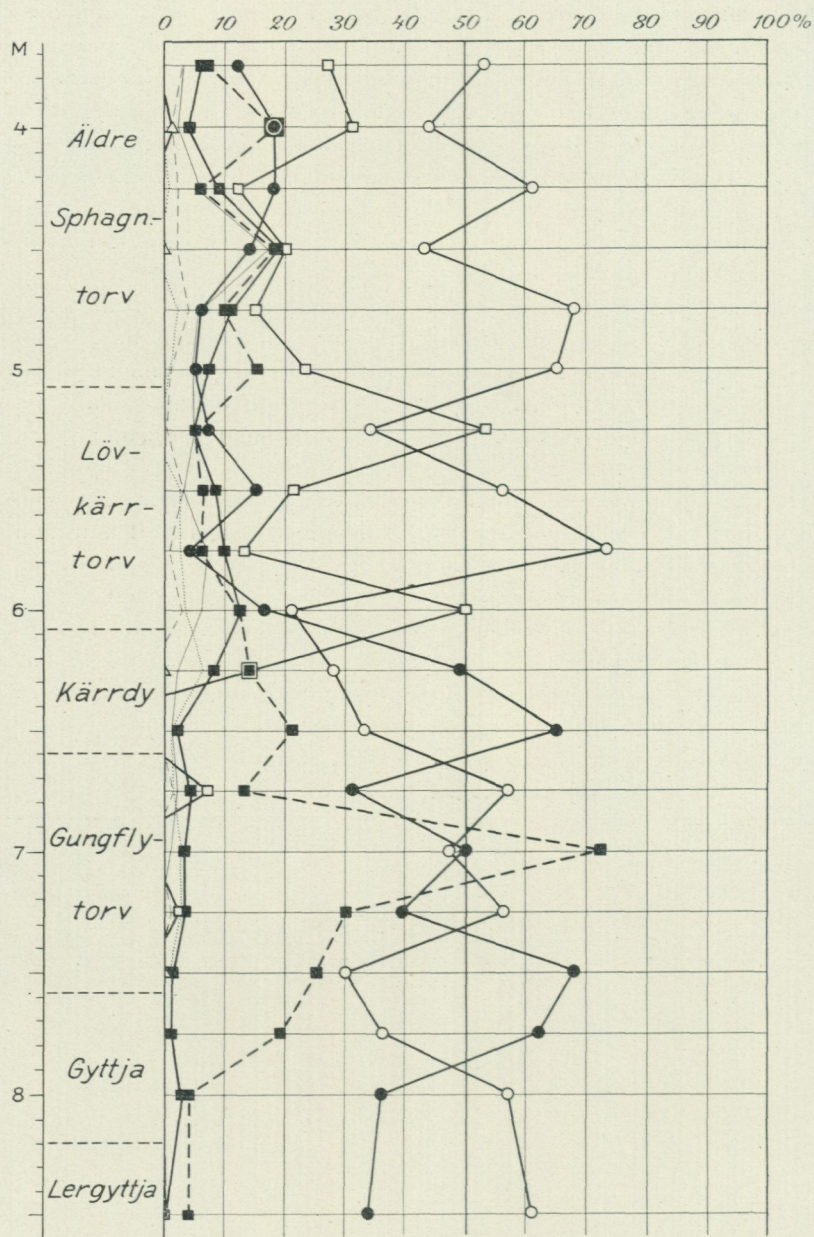


Fig. 21. Djäknessen S om Trollhättan.

svarar den allra understa delen av Sveapassetts zon VI, har Vänerfjärden varit så starkt utsötad, att *arenaria*-former förekommo ända ute i det c:a 30 km breda och flera 10-tal meter djupa sund Göta älvs dalgång då bildade, och att, så vitt stickprovet från Djäknessen visar, verkligt marint

inslag saknas i det grundare vattnets diatomacéflora. Redan nu har t. o. m. detta sund förlorat sin karaktär av havsarm med utpräglat saltvatten.

Låt nu vara, att de nu anförda fallen endast äro strödda iakttagelser. De visa dock enstämigt, att det marina skede i Vänerbäckens historia, som kännetecknas av *Portlandia arctica* i de yttre delarna och en över större delen av bäckenet utbredd rent halin diatomacéflora, slutat medan Vänerbäcknet ännu genom breda sund stod i förbindelse med världshavet.

Det var alltså icke direkt ur det salta Yoldiahavet, utan ur ett inhav med sött vatten åtminstone i de ytligare skikten, som först Ancylussjön och senare den hydrografiskt likartade Storvänern framgingo. För detta inhav kunde möjligtvis De Geers benämning »Ancylushavet» komma i fråga.

Huruvida termen Ancylushav är den lämpliga för det inhav med sött vatten, vilket sålunda bildade övergångsledet mellan det senglaciala Yoldiahavet och den avsnörda Ancylussjön, kan dock spörjas. En förutsättning är naturligtvis, att *Ancylus fluviatilis* verkligen förekommer i »Ancylushavets» avlagringar. Men då givetvis detta utsötade inhavs tidsskede i Baltikums historia bör hållas skilt från det närmast efterföljande, verkliga insjöstadiet — Ancylostiden i hävdvunnen och inskränkt bemärkelse — blir en mot termen »Ancylushav» svarande periodbeteckning språkligt obrukbar.

Nu har Thomasson i sitt ovan flera gånger berörda arbete framfört en på de varandra avlösande diatomacéflororna grundad serie av benämningar för de perioder, på vilka Östersjöns äldre utvecklingshistoria enligt hans uppfattning uppdelar sig. Emellertid råder det ännu rörande den faktiska innebörden och tidsställningen av de förändringar i Östersjöns hydrografi, denna diatomacésuccession registrerar, och ännu mera om deras paleogeografiska förutsättningar så stor ovisshet, att denna terminologi åtminstone tillsvidare knappast kan tillämpas.

Den huvudsakligaste betydelsen av Thomassons undersökning synes mig vara, att ännu ett antal nya fakta fogats till de många dylika, som redan förut visade, att vår kunskap om nivåförändringarnas förlopp, särskilt under de äldre skedena av senkvartär tid, är i hög grad ofullständig, och att vårt lands geografiska utveckling efter istiden följt väsentligt mera komplicerade linjer än de, som nu under mer än tre årtionden ansetts fastställda. Och en stor del av de iakttagelser, Thomasson framlagt, komma utan tvivel att bli av största värde vid den framtida utredningen av dessa frågor. Men, såsom jag förut antytt, kunna vägande invändningar göras mot vissa av Thomassons slutledningar.

Hans antagande om »Echineishavets» samhörighet med den av Munthe och andra följda Ancylusgränsen i Östergötland och med Sveasundens sista tid har jag redan framhållit vara synnerligen löst grundat. Och det torde, efter vad nu visats om utsötningens tidiga inträdande i Baltikum och Vänerfjärden, vara tydligt, att hans uppfattning på denna punkt t. o. m. är direkt felaktig. Likaså måste Thomasson, för att nu taga ännu ett exempel, hava sammanblandat olika saker vid sin behandling av nivåerna LI och LII. Thomasson synes vilja sammanställa dessa båda transgressionsmaxima med

de två toppar, i vilka enligt snart 25-åriga iakttagelser Litorinatransgressionen både på Gotland och i Skåne kulminerat. Men i vissa av diagrammen faller Thomassons LII vid en tidpunkt, som otvivelaktigt tillhör övergångsskedet mellan atlantisk och subboreal tid. Och han betonar, att ekblandskogens frekvenskulmination ligger mellan hans LI och LII. Emellertid hava skärpta undersökningar av Litorinamaximets dubbling delvis i Mästermyr på Gotland (v. Post 1927), delvis i en av prof. Otto Rydbeck med anledning av ett yxfynd från äldre stenåldern insänd provserie från en marin lagerföljd vid Höganäs, tydligt visat, delvis att den andra av de båda Litorinatransgressionerna på båda ställena varit den högst nående, alltså den egentliga L.G., delvis att de sydliga skogselementens kulmination infaller efter denna. Det förefaller sannolikt, att vad Thomasson kallat LII i somliga fall varit den betydligt efter Litorinamaximet inträffade stigning av stranden, som Ramsay (1926) kallat den andra stenålderstransgressionen. Även dennas strandlinje är numera av mig återfunnen väl utbildad på ett tiotal stationer längs Gotlands västkust och på Skånes östra och södra kuster i ungefär den av Ramsay angivna höjrelationen till L.G.

I de två nu berörda fallen har Thomassons pollenanalytiska material icke svarat mot hans frågeställnings fordringar på skärpa och detaljering, utan uppenbart fört honom på villospår. Och även på andra punkter torde hans periodföljd tarva säkrare grund, än han hittills förmått giva den.

Ehuru man sålunda måste ställa sig tveksam eller avvisande gentemot åtskilliga av de positiva resultat, Thomasson ansett sig hava uppnått, understryker hans arbete ytterligare nödvändigheten av den grundliga och planmässiga revision av nivåförändringarnas historia, som numera hör till de mest aktuella uppgifterna inom Skandinavien kvartärgeologi, och med vilken också flera forskare redan gripit sig an. Intill dess denna revision hunnit giva någorlunda fasta resultat böra givetvis frågorna om periodindelning och tidsnomenklatur hållas vilande. Det är icke osannolikt, att den skärpta bild vi hava att emotse av nivåförändringarnas förlopp och karaktär kommer att innebära så väsentliga modifikationer av den hittills rådande schematiska åskådningen, att en delvis ny, på väsentligt ändrade synpunkter grundad nomenklatur måste införas.

När jag i det föregående upptagit De Geers term »Ancylushav», har alltså detta skett endast för att på ett bekvämt och expressivt sätt karakterisera det geografiska utvecklingsskede, som för Baltikums vidkommande måste inskjutas mellan Yoldiahavet och Ancylussjön. Av allt att döma ligger Thomassons »Echineishav» före »Ancylushavet». Men om det samma är identiskt med Yoldiahavet, eller om också Thomassons »Gyrosigmatasjön», såsom Thomasson själv synes antaga, ligger efter detta i tiden, tillhör det framtiden att klarlägga. Något stöd för det sistnämnda alternativet synas dock förhållandena inom Vänerbäckenet f. n. icke giva.

Juli 1927.

## Citerad litteratur.

- Alin, Johan (1923). — Hos R. Sandegren i »Göteborgstraktens Natur» sid. 248—249. — Skrifter utg. till Göteborgs Stads 300-årsjubileum. II.
- Antevs, Ernst (1917). — Postglacial marine shellbanks in Bohuslän. — G. F. F. Bd 39.
- , (1921). — Senkvartära nivåförändringar i Norden. — G. F. F. Bd 43.
- Assarsson, G. och Granlund, E. (1924). — En metod för pollenanalys av minerogena jordarter — G. F. F. Bd 46.
- , (1927). — Ancyclus- och Litorinagränser inom geologiska kartbladet Gusum. — S. G. U. Ser. C, N:o 344.
- De Geer, Gerard (1922). — Om isokrona strandnivåer. — G. F. F. Bd 44.
- , (1925). — Förhistoriska tidsbestämningar. — Ymer Årg. 45.
- Enquist, Fredrik (1924). — Sambandet mellan klimat och växtgränser. — G. F. F. Bd 46.
- Erdtman, O. Gunnar E. (1921). — Pollenanalytische Untersuchungen von Torfmooren und marinen Sedimenten in Südwest-Schweden. — K. V. A. Ark. f. Botanik. Bd 7, N:o 10.
- Grönwall, K. A. (1927). — Till frågan om senglaciala och postglaciala nivåförändringar i södra Östersjöområdet. — Promotionsinbjudan, Lund.
- Halden, Bertil E. (1917). — Om torvmossar och marina sediment inom norra Hälsinglands litorinaområde. — S. G. U. Ser. C, N:o 280.
- , (1922). — Tvänne intramarina torvbildningar i norra Halland. — S. G. U. Ser. C, N:o 310.
- Holmsen, Gunnar (1915). — Brædæmte sjøer i nordre Østerdalen. — N. G. U. Nr 73.
- Isberg, Orvar (1927). — Beitrag zur Kenntnis der postarktischen Landbrücke. — Geogr. Ann. Årg. IX.
- Lundqvist, G. och Thomasson, H. (1924). — Sjön Lekvattnet i Värmland. — S. G. U. Ser. C, N:o 323.
- , (1925). — Utvecklingshistoriska insjöstudier i Sydsverige. — S. G. U. Ser. C, N:o 330.
- Malmström, Carl (1923). — Degerö Stormyr. — Medd. från Statens Skogsförsöksanstalt, Häft. 20.
- von Post, Lennart (1915 a). — En bestämning af Ancyclusgränsen i norra Västmanland. — G. F. F. Bd 37.
- , (1915 b). — Översikt av Vänerns postglaciala nivåförskjutningar. — Hos K. E. Sahlström: »Om Västergötlands stenåldersbebyggelse». Akad. avh. Uppsala.
- , (1918). — Ett finiglacialt granfynd i södra Värmland. — G. F. F. Bd 40.
- , (1924). — Ur de sydsvenska skogarnas regionala historia under postarktisk tid. — G. F. F. Bd 46.
- , (1925 a). — Vänerfrågans nuvarande läge. — G. F. F. Bd 47.
- , (1925 b). — Träsk, myrar och våtar. — I »Gotlands geologi», S. G. U. Ser. C, N:o 331.
- , (1925 c). — Kap. II; »Bronsåldersmanteln från Gerumsberget i Västergötland. — K. Vitt.-, Hist.- och Ant. Ak. Monografiserien 15.
- , (1927 a). — Kap. Myrmarker. — I »Beskr. till geol. kartbl. Hemse», S. G. U. Ser. Aa, N:o 164.
- , (1927 b). — Svea älv. Ett geologiskt naturminne. — Sveriges Natur, Årg. 18.
- Ramsay, Wilhelm (1926). — Nivåförändringar och stenåldersbosättning i det baltiska området Fennia 47.
- Sandegren, Ragnar (1916). — En postglacial strandlinje vid östra sidan av Väneren. — S. G. U. Ser. C, N:o 270.
- , (1923 a). — Kap. Postglaciala avlagringar i »Göteborgstraktens geologi». — Skr. utg. till Göteborgs Stads 300-årsjubileum II.
- , (1923 b). — Beskrivning till geol. kartbl. Väse. — S. G. U. Ser. Aa, N:o 151.

- Sernander, Rutger (1908). — Om Ancylustidens människa och tallperioden i södra Skandinavien. — G. F. F. Bd 30.
- Sundelin, Uno (1917). — Fornsjöstudier inom Stångåns och Svartåns vattenområden. — S. G. U Ser. Ca, N:o 16.
- , (1919). — Über die spätquartäre Geschichte der Küstengegenden Östergötlands och Smålands. — Bull. Geol. Inst. Ups. Vol. XVI.
- Thomasson, H. (1927). — Baltiska tidsbestämningar och baltisk tidsindelning vid Kalmarsund. — G. F. F. Bd 49.
- Thomson, Paul (1926). — Pollenanalytische Untersuchungen von Mooren und lacustrinen Ablagerungen in Estland. — G. F. F. Bd 48.

### Efterskrift: Ancylustidens Göta älv.

I september 1927, när ovanstående förelåg i korrektur, erhöj jag i samband med undersökningar för Vänerens reglering tillfälle att under några dagar tämligen grundligt genomströva terrängen omkring Vargöfallen i Göta älv samt att, ehuru helt flyktigt, studera Trollhättefallen och deras närmaste omgivning. De iakttagelser, som härunder gjordes, icke blott bekräfta de slutsatser angående förhållandet mellan Svea och Göta älvar, till vilka den pollenanalytiska utredningen fört, utan göra det dessutom möjligt att skissera upp de stora grunddragen av Göta älvs äldsta utvecklingshistoria. Då denna visat sig på det allra närmaste sammanhånga med de paleogeografiska förhållanden, som ovan dryftats, torde det vara på sin plats att redan i detta sammanhang lämna en preliminär redogörelse för vad som framkommit. Mer än en allra första skumning av det rika stoff, trakten kring övre Göta älv erbjuder till belysning av en rad huvudpunkter i vårt lands utvecklingshistoria efter istiden, kunde naturligtvis icke medhinnas på den korta tid, jag disponerade för min rekognoscering. Att överhuvudtaget nu uppnå någorlunda preciserade resultat var möjligt endast tack vare de förträffliga nivåkartor i stora skalor och med 1-m-kurvor över stora delar av området, vilka ställdes till mitt förfogande dels av K. Vattenfallsstyrelsen, dels av Vargöns Aktiebolag.

Med Vänergränsen som landhöjningshistorisk lednivå finner man, att havsstranden i Vänersborgstrakten vid tiden för den avstängda Ancylussjöns uppkomst bör hava legat ungefär vid nutidens 60-m-nivå. Vid detta strandläge blir passagen mellan Dalbobergen (den höga Vänerstranden V om Vänersborg och Vassbotten) samt Halle- och Hunneberg — »Vänersborgsundet» — den bredaste förbindelsen mellan Vänersänkan och havet och kort därefter den enda. De övriga sunden — »Uddevallasundet», »Munkestensundet» mellan Halle- och Hunneberg samt »Björkesundet» vid Hunnebergs södra fot — äro antingen redan höjda över havsytan eller ock helt smala och grunda och avstängas snart nog fullständigt. Alltså har ungefär

från tidpunkten för Svea älvs tillkomst hela avflödet från Baltikums nederbördsområde gått fram genom Göta älvs dalgång.

Ancylussjöns tillrinningsområde var, såsom förut nämnts, c:a 40 gånger större än den nutida Vänerens. Sättes nederbördsfrekvensen inom Baltikums och Vänerens vattenområden lika, vilket i denna grova kalkyl kan vara försvarligt, och antages årsnederbörd, avdunstning o. s. v. vara desamma som i nutiden, vilket däremot i betraktande av det boreala skedets karaktär av torr tid kanske är mindre berättigat, erhåller man mot den nutida Göta älvs genomsnittliga vattenföring, 540 kbm pr sekund, för Ancylustidens c:a 20,000 kbm pr sekund. Trots utgångspunkternas godtycklighet och ehuru möjligen under det ifrågavarande skedet Weichsel och Oder icke mynnade i Östersjöbäckenet, torde denna siffra snarast giva ett för lågt minimivärde å storleksordningen av Ancylussjöns avloppsmängd. Ty i beräkningen har ingen hänsyn tagits till det betydande vattentillskottet från den hastigt smältande finiglaciala landisresten.

Nu är bredden mellan Halleberg och Dalbostranden ungefär 6 km och medelhöjden av det forna Vänersborgssundets botten c:a 48 m ö. h. När havsstranden föll vid 60-m-nivån, var alltså sundets sektionens area c:a 72,000 kvm. Den genomsnittliga strömhastigheten blir sålunda redan på detta stadium c:a  $\frac{1}{3}$  m pr sekund. För att en strömhastighet av 1 m pr sekund skall erhållas, fordras under samma förutsättningar en minskning av vattendjupet till c:a 4 m, d. v. s. ett strandläge å c:a 52 m ö. h., eller möjligen litet högre, om hänsyn tages till sundets något minskade bredd.

Ehuru de hittills gjorda iakttagelserna i terrängen icke på långt när äro tillräckliga för några beräkningar av strömmens faktiska styrka på olika stadier av sundets uppgrundning, synas de otvetydiga spår, flödet efterlämnat, dock väl svara emot de fordringar, som efter den nu gjorda överslagskalkylen måste ställas på dem.

Som bekant består landet mellan Halleberg och Dalbobergen av en i förhållande till dessa sänkt järngnejs-platta, vilken genomskäres av två större, ungefär i N—S löpande spricklinjer: den ena med en topografiskt framträdande förkastning i fortsättningen åt SSO av ostsidan av Skräckleudde vid Vänersborg, den andra bildande Göta älvs nuvarande huvudfåra närmast N om Vargön och fortsättande åt N till Masdragsudde Ö intill mynningen av älvens utflödesvik (jfr fig. 24, sid. 94). Berggrundens ytform växlar från den nästan alldeles jämna subkambriska abrasionsytan, t. ex. vid Vänerstranden V om Halleberg (jfr Munthe, G. F. F. Bd 37, 1915), till bruten glacigen topografi med ofta långsträckta, höga och smala, i NO—SV löpande rundhällar, åtskilda av smala och djupa sänkor. Den skarpt utmejslade ytgestaltningen i dessa delar är betingad därav, att isrörelsens riktning sammanfallit med en av berggrundens mera utpräglade sprickriktningar. På betydande sträckor ligger berget bart, framför allt å så gott som alla högre partier. Men mellan höjderna intager varvig lera flerstädes betydande arealer. På de punkter, där saken undersökts — även vid tämligen flack ytform hos berget och i öppna lägen — vilar sådan lera direkt på berget, utan spår

av mellanlagrande morän. Detta visar, att en avsevärd glacifluvial strömning gått fram över terrängen. Överhuvud taget spelar moränen en mycket underordnad roll inom området. Den förekommer egentligen endast närmast nedanför Hallebergs och Hunnebergs västra branter, d. v. s. i lä för is och smältvatten.

Bergytan, till vilken vi i det följande huvudsakligen skola hålla oss, har i allt väsentligt den form landisen givit den. Men den glacigena skulpturen är i betydande omfattning så att säga retuscherad genom strömmande vatten. Den otvetydiga förhandenvaron av allmän glacifluvial aktivitet utgör givetvis en komplicerande omständighet, när det gäller att identifiera de eventuella verkningarna av ett postglaciale vattenflöde; och jag vill icke f. n. åta mig att i varje enskilt fall avgöra, till vilketdera de förefintliga strömspåren skola hänföras. Men trots allt föreligga mängdvis sådana formdetaljer, som bevisligen icke kunna härröra vare sig från landisens egen erosiva verksamhet eller från det glaciala smältvattnets.

En grupp av sådana formdetaljer, vilken i första hand drager uppmärksamheten till sig, bildar flertalet av de redan på geologiska kartbl. »Vänersborg» angivna jättegyrtorna längs kanten av det upplyftade västra sidoberget till den nyssnämnda bröttlinjen mellan Göta älv och Vänersborg. Ätminstone en av dessa är djupt nedborrad i en plan, högt liggande hällyta och kan mycket väl vara glacifluvial. Men alla övriga, som jag hann uppsöka, ligga nedanför sydsidorna av höga rundhällryggar. Även de vackraste äro helt grunda, somliga med flack distalkant, utbildad som ett slags bräddavlopp för vattnet. Jämte de fullbildade gyrtorna finnas halvgångna anlag till dylika i form av flackt rännformiga ursvarvningar, orienterade tvärs över hällfoten och utan fördjupad botten. Såväl dessa ursvarvningar som de verkliga gyrtorna inordna sig organiskt i ett komplex av formdetaljer, vilka både genom sin karaktär och sitt uppträdande i terrängen visa sig svårigen kunna vara tillkomna genom glacifluvial bearbetning. Hällarna äro nämligen i stor utsträckning på tvären genomdragna av ända till 3 à 4 dm breda, på kanterna avrundade och ofta nedtill vidgade kanaler, vilka uppkommit genom uppnötning av tvärs över isrörelseriktningen löpande, vertikala förklyftningsprickor. Denna uppnötning kan hava drivits ända därhän, att smalare hällryggar blivit liksom krenelerade och sönderskurna i en rad fristående, avrundade bergplintar. Ofta nog är det just vid sprickkanalernas mynningar åt S som ursvarvningarna och jättegyrtorna ligga. Även flackt liggande sprickor kunna vara på detta sätt upprepade, så att vissa bergpartier blivit rätt så kraftigt underminerade. I extrema fall hava förklyftningsstyckena lösgjorts och hopats till »blockdeltan» nedanför hällryggarnas sydsidor. Särskilt i sådana fall kan rundhällformen vara till en del utplånad, i det hällarnas södra långsidor blivit trappformiga med rundnötta trappstegskanter.

Denna formbild synes mig icke kunna vara utskulpterad genom något annat än ett från N, tvärs över isrörelseriktningen strömmande vatten med fri yta. Med isens egen erosion är den alldeles oförenlig. Glacifluvial kan den

heller icke vara. Ty jag har ingenstädes i de många fördjupningar och sprickkanaler, jag uppressat, funnit något spår av varvig lera. Sådan kvarligger emellertid, som nämnt, i skyddade sänkor mellan hållryggarna och skulle givetvis också finnas bevarad i många av skrymslena uppe på dessa, om hållskulpturen vore äldre än den varviga lerans avsättning. I stället äro sprickor och fördjupningar ofta fyllda av en moränliknande jordart, bestående av sand och grov mo som grundmassa och med enstaka rundnötta stenar i denna, tillhörande grusets, singelns och klapperns kornstorleksgrupper, samt kantiga bergartsstycken, tydligen direkt nedfallna från sprickkanalernas väggar. Enahanda jordart träffas också som ett vanligen tämligen tunt täcke på vissa flackare bergpartier. En del av de på geol. kartbl. »Vänersborg» som morän betecknade områdena har denna karaktär. Såsom dr Simon Johansson, vilken deltog i mina första exkursioner inom området, påpekade för mig, erinrar denna jordart högeligen om vissa osorterade strömsediment, avsatta i samband med den baltiska issjöns tapping vid Billings nordspets, liksom f. ö. hela detaljskulpturen inom Vargöområdet har stort släktttycke med den av honom från Klyftamon beskrivna (jfr Simon Johansson, G. F. F. Bd 48, 1926). Jag skall senare i annat sammanhang återkomma till den förklaring jag tänkt mig av fyllningen i sprickkanalerna och det moränliknande täcklagret på hållarna.

En annan sak, som ovillkorligen slår en, när man studerar berggrundens gestaltning inom det forna Vänersborgssundet, är själva bergytans beskaffenhet. Den dominerande bergarten är en ögongnejs med plommon- till äggstora mikrolinperthitindivider i en finkornig till medelkornig grundmassa av kvarts, plagioklas, biotit och hornblände. Nu äro på liknande sätt som vid vittring i humussyrerikt vatten plagioklasen och de mörka mineralen angripna och nedvittrade, så att kvartskornen och fältspatögonen ligga upphöjda över grundytan, de förra med bibehållen kristallform, de senare vanligen med ytorna avspaltade efter genomgångsytorna, men det oaktat ofta stående i mer än centimeterhög relief. Å de sliriga varianter av gnejsen, som också förekomma, ligga de surare banden på motsvarande sätt upphöjda och därjämte glättade. Den starka ytvittring, berggrunden sålunda undergått, har visserligen alltid lämnat rundhällformen oförstörd men däremot i regel fullständigt utplånat räfflorna. Jämnslipad, räfflad bergyta finner man på några få undantag när blottad endast i sänkorna närmast omkring de kvarliggande partierna av den varviga leran. Och även under denna är den glacigena ytan bevarad. Vidare tyckte jag mig märka, att reliefen var avsevärt lägre, så att t. o. m. då och då alldeles jämn bergyta förelåg, på bergytpartier som legat i effektivt lä för ström norrifrån.

Utän systematisk jämförelse med de ifrågavarande bergartstypernas vittingssätt i andra miljöer, vågar jag emellertid icke bilda mig någon bestämd mening om tillkomsten och innebörden av den blottade bergytans egendomliga utbildningssätt inom Vargöområdet. Men frågan, huruvida icke även detta måste skrivas på det framströmmande vattnets kemiska eller mekaniska inverkan, kan icke återhållas. Möjligen skulle man kunna tänka sig, att vid

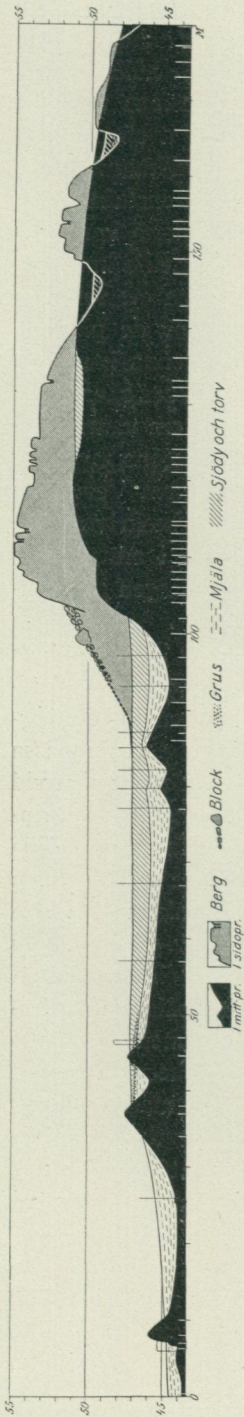


Fig. 22. Profilpar genom bergshöjd på Önaforslandet i översta Göta älv. De vita vertikaler på baslinjen beteckna mätpunkterna, de kortare i mittprofilen, de längre i sidoprofilen; svarta vertikaler bormingar eller grävningar. Höjdskalans siffror angiva h. ö. h. Nivålinjerna äro inlagda efter höjddkartan (fig. 24) och hava en osäkerhet av  $\pm 1/2$  m. Under sidoprofilens blockkägla har bergbeteckningen utsträckt för långt.

vattnets framströmmande bergytan oupphörligt bombarderats med sandkorn, och att därigenom bergartsmassans mindre motståndskraftiga beståndsdelar urgrävts. En sådan inverkan av strömmande vatten har jag en gång iakttagit på en nutida forsboten i Silverån vid Rosenfors i östra Småland. Även där förelåg en ögongranit, och å dess yta var den huvudsakligen av glimmer bestående grundmassan urgrävd mellan de stora fältspatögonen. Dessa lågo dock i detta fall endast några millimeter upphöjda, och deras ytor voro blankpolerade. Att vid Vargön »ögonen» äro grovskrovliga på ytan kan ju mycket bero på senare avvittring genom frostsprängning o. d. Det är emellertid, såsom av det följande kommer att framgå, bevisligt, att bergytans karaktär varit utbildad redan under Ancylostid och innan området i sin helhet steg över vattenytan. Att den är tillkommen efter den varviga lerans avsättning visar den bevarade glacigena ytan under denna.

Vid mitt försök att rekonstruera det hydrografiska utvecklingsloppet lämnar jag emellertid tills vidare öppet, huruvida även bergets ytbeskaffenhet tillhör det strömmande vattnets erosionsspår, och likaså, huruvida en viss obestridlig skålighet hos bergytan, som Simon Johansson under våra resonemang lade särskild vikt vid, hör hemma i detta sammanhang. Att utreda detta tillhör den detaljundersökning, som hela övre delen av Göta älvs dalgång väl förtjänar att underkastas. Inför den nuvarande, mera schematiska frågeställningen giva de enligt min mening otvetydiga strömspåren — de uppensade sprickrännorna, de lösbrutna förklyftningsblocken, jättegrytorna och de efter erosionens upphörande avsatta sedimenten — samt dessa företeلسers topografiska uppträdande tillräckligt preciserade vittnesmål, för att utvecklingens allmänna gång skall kunna fastställas.

Det är ett genomgående och påfallande drag, att de kraftigaste spåren av vattnets erosiva verksamhet förekomma icke i sänkorna och

rännorna mellan bergryggarna utan uppe på dessa med tydligt tilltagande mot högre nivåer och kulmination på de högsta krönen. Detta innebär att åverkan på berget måste hava varit starkast i eller i närheten av vattenytan. Då låte det sig visserligen sägas, att hela företeelsen helt enkelt kunde vara resultatet av vågsvallets och bränningarnas arbete på de isolerade grund och skär, de högsta bergtopparna en gång bildat. Men denna förklaringsmöjlighet elimineras redan därav, att samma ytformer regelbundet återfinnas även i tydliga läglagen för vågbrotten, t. ex. på lägre ryggar mellan högre o. s. v. Och på vissa punkter, där förhållandena erhållit en mera mognad utformning, ter sig saken så, att endast antagandet av norrifrån framströmmande vatten förmår giva en tillfredsställande förklaring.

Över ett sådant särskilt upplysande parti har jag företagit en detaljundersökning. Fig. 22 återger ett detaljmätt profilpar genom ett högre, c:a 250 m långt bergparti å »Önaforslandet» mellan Göta älvs båda nutida fåror strax N om landsvägen mot Vänersborg (se fig. 24, sid. 94). Både detta bergparti i sin helhet och dess enskilda hållryggar äro som vanligt orienterade i isrörelsens och de dominerande klovens riktning, d. v. s. i NO—SV. Dess nordöstra och sydvästra ändpartier bilda markerade höjder, åtskilda av det lägre och flackare mittpartiet. Sidoprofilen går genom toppen av den västra ändhöjden, mittprofilen över lägsta punkten på svackans tröskel. Avståndet mellan profilerna är ungefär 50 m, och deras riktning N 35° V—S 35° O.

Å det höga sidopartiet se vi hålltopparnas vidgade, än öppna, än delvis sandfyllda sprickor, vilka skäras snett av profilen, samt sydfrontens trappform och ansatser till jättegrytbildning på trappstegen. Nedanför ligger en mäktig, halvkägelformig anhopning av huvudsakligen väl rundade gnejsblock, högst upp med medeldiametern c:a 1/2 m, nedåt allt mindre. Det å profilteckningen angivna större blocket är ett av de diabasblock, som här och där sticka upp ur massan av de övriga, även de i påfallande grad kantavrundade. Huru bergytan förlöper under sidoprofilens blockanhopning är icke utrett. Alldeles likartad är den östra ändhöjden, och även nedanför denna ligger en blockkägla.

Nedanför mittpartiets svacka, där rundhällformen, såsom profilen visar, är mera obeskuren, saknas nästan fullständigt blockanhopning. Bergets genom borrhningar fastställda ytform synes antyda att detsamma blivit något urgrävt. I alla händelser bildar det ett verkligt klippbäcken, nu intaget av en blöt mosse. På bergytan under denna följer icke, såsom i åtskilliga andra sänkor, varvig lera utan en från den glaciala leran tydligt artskild, svämleartad mjåla av »Vänerlerans» typ. Mjålan är i vissa skikt, synnerligast nedåt, svagt sandig och innehåller enstaka rundnötta småstenar. Vid m 46—47 i profilen, där ungefär 1/4 kvm av bergytan under mjålan framgrävdes och rentvättades, visade berget, som här består av sur, slirig gnejs, intet spår av glacialen skulptur, men däremot den ovannämnda, för denna bergartsvariant i ytvittrat tillstånd typiska glatta och valkiga ytformen. Ehuru väl postglacial erosion i själva berget icke är oemotsägligt bevisad vare sig härigenom eller genom »skålens» form, ådagalägger dock den totala

frånvaron av varvig lera inom den inestängda sänkan, att denna en gång, innan mjälan avsattes, varit utsatt för kraftig urspolning.

Totalbilden av det parti av Vänersborgssundets botten, som fig. 22 avser att åskådliggöra, är i sina huvuddrag densamma som t. ex. den vi ovan funnit känneteckna några bland Svea älvs fallrännor: ett mittparti, nu intaget av linsediment, men tidigare eroderat, och vid sidorna härav tippar av grovt material. I detta fall föreligger emellertid ingen strömränna i egentlig bemärkelse, utan komplexet ligger mitt ute i en öppen terräng. Att vi hava en strömbildning framför oss torde likvisst vara ofrånkomligt. Likaså synes det uppenbart, att djuperosionen nedanför bergryggens mittsvacka och blockanhopningen framför sidopucklarna tillsammans representera ett första stadium i platsens utdaning, mjälans avsättning ett senare. Bergtopparna ligga visserligen öppet exponerade för vågbrott, särskilt från söder. En verkan av vågorna är också utan tvivel det lokala grusskikt, som finnes mellan mjälan och torven närmast innanför de dämmande bergbarriärerna (se fig. 22). Men den åverkan berget visar inordnar sig i hela formkomplexet på ett sätt, som även i detta enskilda fall blir oförklarligt, om endast sådan bearbetning antages. Däremot är ytgestaltningen i stort just den, som normalt uppkommer nedanför holmar och grund i strömmande vatten: rakt nedströms dessa ingen bottenerosion eller ock ackumulation, nedanför de öppna passagera urgrävning av strömbotten. Det närmast tillhands ligande jämförelseexemplet erbjuder bottenkonfigurationen i den nutida Göta älv vid de båda småholmarna i älvens allra översta parti (jfr kartan fig. 24, sid. 94). Liksom övriga erosionsverkningar å Vargöterrängens högre partier registrerar den detaljundersökta platsen uppenbarligen en ström från norr tvärs över terrängens i NO—SV orienterade detaljtopografi.

För att om möjligt tidfästa företeelsen utöver den maximigräns, bortförandet av den varviga leran sätter för dess ålder, tog jag ett par provserier genom mjälan och avlagringarna ovanpå denna. Pollendiagrammet för punkt m 77 i profilen återfinnes i fig. 23. Vi se utan vidare, att mjälan tillhör en tid, motsvarande förra delen av zon VI i Sveapassetts pollendiagram, sådan denna är utbildad i fullständigare lagerföljder, t. ex. vid Tjyvantjärn (tavl. 2:7) och under Forsnäs mossen (fig. 10, sid. 49). Pollendiagrammet i och för sig utesluter icke möjligheten att mjälsedimentationen går tillbaka till tiden före Svea älvs uppkomst. I varje fall har emellertid avsättningen pågått in i Svea älvens tid men upphört, innan Svea älv sinade. Därmed är en fast kronologisk hållpunkt vunnen för infogandet av platsens utformning i dess utvecklingshistoriska sammanhang.

Vi konstatera vidare, att bergryggens ändpucklar, vilkas krön ligga c:a 55 m ö. h., av detta höjdläge att döma böra hava kommit till närheten av havsytan något efter den tidpunkt, vid vilken allt det baltiska avloppsvattnet på sin väg mot världshavet måst börja gå fram genom Vänersborgssundet. Dettas medeldjup har på detta stadium varit 7 à 8 m och den genomsnittliga strömhastigheten minst  $\frac{1}{2}$  m pr sekund, d. v. s. ungefär som i Norrström mittför Helgeandsholmen vid medelvattenföring. Sannolikt

har den varit större, i all synnerhet under sommarmånaderna, då den nord-skandinaviska landisrestens avsmältning pågick. Det blir då rimligt, att just en sådan effekt som den på sundets botten avläsbara erhålles: Erosionsverkan i fast berg blir på öppna, jämna partier minimal, och i skyddade sänkor blir vattnets sugkraft icke större än att lera blir kvarliggande. Men kring de betydligare strömhindren, såsom större höjdparter, vilka bildade fritt liggande grund och sedermera skär i strömmen, ökas strömhastigheten.

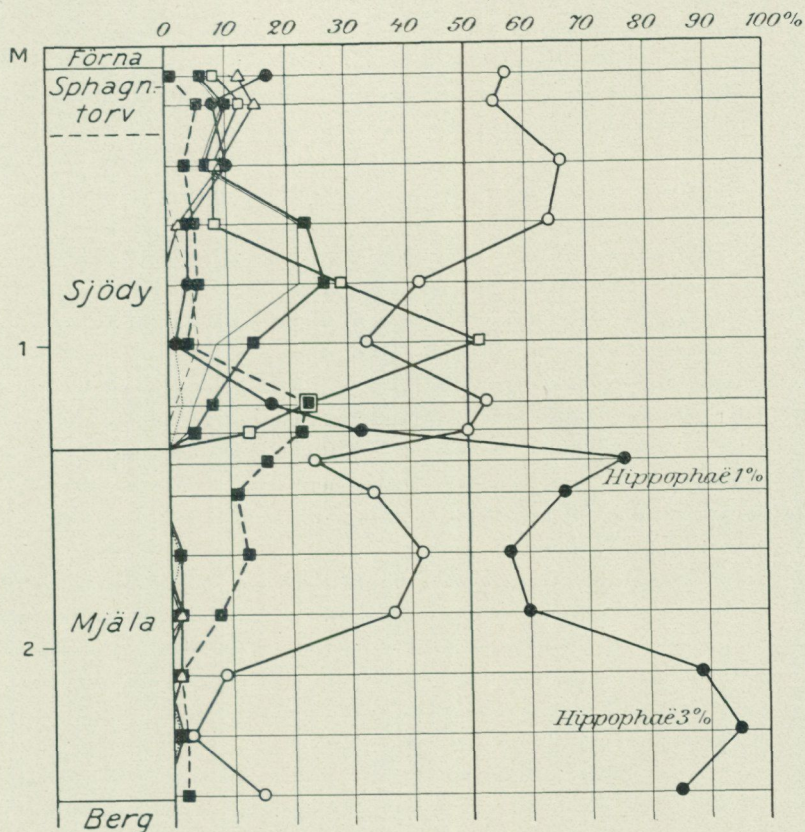


Fig. 23. Önaforslandet, pollendiagram för punkt m 77 i mittprofilen fig. 22 (sid. 88).

Brott i vattenytan, som driva vattnet mot botten nedströms hindren, stående virvlar o. d. uppkomma, och erosionskraften stegras lokalt, så att på sådana punkter berget börjar angripas. Effekten blir den upprensning av i strömriktningen orienterande sprickor, som kännetecknar de forna grundens högre partier. Vid så breda spärryggar som den detaljundersökta skärpas dessa verkningar till den grad, att erosionseffekten tager former, som utmärka forsande vatten.

Profilerna i fig. 22 åskådliggöra det förut som generellt omnämnda förhållandet, att erosionsverkan på flack bergyta varit kraftigast uppe på de forna grunden. Ännu tydligare, än profilteckningarna förmå visa, är detta

därigenom att sprickkanalernas genomsnittsbredd gradvis ökas med tilltagande höjd, från högst  $\frac{1}{2}$  dm hos de lägsta till c:a 4 dm överst. Detta bestyrker antagandet, att denna erosionsform tillhör det skede då topparna lågo i vattenytan eller i dess omedelbara närhet. Det detaljundersökta höjdpartiet är det högsta av mig granskade och ger ett minimimått på det vattendjup i sundet, vid vilket märkbar strömerosion började. Men i princip alldeles samma utbildning hava alla de något lägre, till 50—52 m ö. h. nående bergkullar jag undersökt på öarna mellan Göta älvs båda nutida fåror och i den flacka terrängen V om älven, bl. a. på bergstråket längs brottlinjen mellan Vänersborg och älven. Här tillkomma de verkliga jättegyrtorna, av vilka flera ligga på höjden c:a 49 m, såsom ett vittnesbörd om allmänt ökad strömstyrka i samband med sektionens areans minskning.

Att steg för steg följa utvecklingen från Vänersborgssundets initialstadium i Göta älvs utveckling till den nutida älvens slutliga gestaltning har givetvis icke varit möjligt vid den hittills utförda, första rekognosceringen. Vissa hållpunkter givas dock redan nu.

Jag har förut nämnt, att i många fall hällarnas sprickkanaler äro helt eller delvis fyllda av stenförande sand, och att här och där hälltyterna hava en tunn betäckning av dylik. Denna sand synes vara tillkommen på ett i viss mån liknande sätt som mjälfyllningen i klippbäckenet å profilen fig. 22, d. v. s. när lugnare, endast översköljande vatten börjat avlösa det eroderande flödet över grunden. Där mera avstängda bassänger uppstått under vattnets regression, har en facies av finsediment av den typ profilen fig. 22 exemplifierar kommit till avsättning, antingen såsom i detta fall direkt på berget eller ovanpå kvarliggande varvig lera.

Ofta sluta dessa avlagringar mot omgivande berg med horisontellt löpande terrassplan, vilka synas beteckna den lokala vattenhöjden vid sedimentationstidens slut. En systematisk undersökning av strömsedimenten på olika nivåer kommer utan tvivel att giva ett fast grepp på regressionens detaljförlopp. Redan det nu undersökta stickprovet fastslår ett par rätt så betydelsefulla fakta.

Diatomacéfloran i den mjäla, som fyller kolken nedanför det detaljundersökta skärets låga mittparti, tillskärper nämligen än ytterligare de på terränggestaltning och lagringsförhållanden grundade slutsatserna angående Vänersborgssundets hydrografiska beskaffenhet. Såsom vidstående tabell visar, innehåller mjälan en blandning av *arenaria*-former, »vanliga» söt-vattensformer och arter, som utmärka bräckt eller salt vatten, alltså av indikatorer för Ancylussjöns, Sveaälvens eller Vänerns vatten, för lokalt grundvatten och för havet. Men proportionerna mellan dessa klasser förskjutas betydligt och på ett lagbundet sätt lagerserien igenom. Det halina inslaget i samtliga proven fastslår, att saltvatten funnits i Göta älvs dal under hela den tid, mjälavsättningen i kolken pågick. Allra underst, där mjälan är något sandig, dominera emellertid *arenaria*-formerna, och tillförseln av havsvatten har uppenbarligen varit helt obetydlig. Strömstråket genom kolkbäckenet har, då mjälavsättningen begynte avlösa erosionen, ännu någon tid

Vänernborgssundet, strömbäcken på Önaforslandet. (Jfr pollendiagram fig. 23, sid. 91).

Djup under markytan meter	Jordart	Diatomacéer			Relation	
		% A	% S	% B	S:A	B:(A+S)
1.3	Sjödyns bottenskikt . . . . .	2	97	1	48.5	0.01
1.4	Ren mjäla . . . . .	30	38	32	1.27	0.47
1.5	» » . . . . .	19	20	61	1.05	1.56
1.7	» » . . . . .	19	14	67	0.74	2.03
1.9	» » . . . . .	25	13	62	0.52	1.67
2.1	» » . . . . .	28	17	55	0.61	1.22
2.3	Sandig mjäla . . . . .	58	39	3	0.67	0.03
2.5	» » . . . . .	56	43	1	0.77	0.01

varit stark nog att från denna punkt utestänga den salta reaktionsströmmen nedifrån fjorden. Men högre upp tilltaga de halina formerna till den grad i frekvens, att riklig tillförsel av saltvatten måste antagas hava börjat. Utan tvivel står detta i samband med den allt fullständigare torrläggningen av skärets på 51 m ö. h. belägna mittröskel. Ty, eftersom mjälans avsättning enligt pollendiagrammet i sin helhet faller långt före den postglaciala landsänkningen, måste ökningen av vattnets sätta hava berott på att ett kraftigt, från reaktionsströmmen matat bakvatten avlöst forsen över skäret, sedan detta helt och hållet kommit över vattenytan och i hela sin bredd börjat bilda en läande avskärmning i strömmen. När så det allmänna vattendjupet fortsätter att minska och även skärets omgivning börja torrläggas, avlägsnas åter reaktionsströmmen och havsformerna träda tillbaka. Men nu är det icke den öppna Storvänerens *arenaria*-flora, som återtager överhanden, utan diatomacéfloras karakteriserande element blir strandzonens artsällskap, de »vanliga» sötvattensformerna.

Med diatomacéfloras hjälp kan alltså strömmens avlänkning från partiet närmast nedströms vårt skär följas steg för steg; och ett direkt bevis har erhållits för att den havsfjord, i vilken Vänernborgssundet mynnade, varit helt öppen, och att dess bredd och djup varit sådana, att den salta reaktionsströmmen på dess botten kunnat nå upp i sundet, ännu sedan vattenytan i detta passerat den nutida 51-m-nivån. Trollhättans blivande fallhuvuden måste m. a. o. ännu vid denna punkt i utvecklingen hava legat tämligen djupt under havsytan.

Men pollendiagrammet fig. 23 säger oss vidare, att mjälavsättningen i kolken icke spänner över Svea älvs hela tid utan upphört tämligen tidigt i Sveapassetts pollenzon VI. Såsom en jämförelse med diagrammet från den endast c:a 9 km avlägsna Hullsjön (fig. 12, sid. 55) gör tydligt, representerar kontakten mellan mjälans och den överlagrande sjödyn en tidslucka, som sträcker sig ett stycke in i zon V. Under denna tid har ingen jordartsbildning ägt rum på platsen. Visserligen finnes på denna punkt ingen sedi-



Fig. 24. Vänerns utlopp. Skala 1 : 25,000.

mentationsgräns, som exakt anger vattenytans läge under det mjälan avsattes. Men det är bevisligt, att mjälan under skedet närmast efter avsättningens slut legat i det närmaste torr. Den är nämligen i sina övre delar, särskilt å de högst liggande partierna, icke blå och lös, såsom längre ned, utan grå, halvfast och seg samt i de översta centimeterna humusblandad. Innan sjödyn började avsättas, kan med andra ord en börjande torrskorpebildning på mjälytan konstateras. Den halvtorra markytan har först senare, ett stycke fram i Sveapassets pollenzon V, försumpats och ställts under ett grunt, dyavsättande vatten. Orsaken till denna försumpning kan här lämnas å sido. Ty det är i alla händelser uppenbart, att på denna punkt i Vargöfallens nedre del å mjälytans nivå, c:a 46 å 47 m ö. h., icke blott strömmen upphört utan t. o. m. torr mark bildats å dess forna botten, redan vid en tidpunkt, då Vänerens vatten stod vid eller ovan den högsta V. G. och Svea älv flödade rikligt. Ur Vänerborgssundet hade sålunda redan då till följd av den fortskridande landhöjningen en äldsta Göta älv framgått.

Men denna ursprungliga Göta älv var den nutida lik endast såtillvida, att dess flöde till en del följde de nuvarande strömbanorna. Till storlek och vattenföring var den en helt annan. Därom vittnar tydligt nog terrängen omkring den nutida älvens fåror.

Förhållandena närmast efter övergången från sundets stadium till den med strömbädden lutande älvens åskådliggöras rätt väl av den i fig. 24 återgivna kartan, vilken är ett förminskat extrakt av min genom K. Vattenfallsstyrelsen erhållna arbetskarta i skalan 1 : 10,000 med 1-m-kurvor upp till 48 m ö. h. Originalen är mätt i skalan 1 : 4,000. Det översta brottet i vattenytan, alltså gränslinjen mellan Väneren och Göta älv, ligger vid Källshagen—Sjöboda på det smalaste stället i den tämligen breda utloppsviken. Från denna rinner älven i två fåror, en östlig längs den raka spricklinjen från NNV mot Vargön och en västlig, Lillån, som slingrar sig fram genom bruten terräng ned mot Önafors gård. Landen mellan dessa fåror kallas Huvudnäsön (i norr) och Önaforslandet (i söder). Huvudflödet går genom den östra fåran, där älven bildar två forsar, en övre, Huvudnäs-fallet, vid järnvägsbron och en nedre, Nyebrofallet, vid landsvägsbron. Älvens vattenyta nedanför Vargön hålles numera i det närmaste konstant på 39.5 m ö. h. men växlade före den i samband med Trollhättefallens utbyggnad företagna profilregleringen omkring medelhöjden 39 m ö. h. Genom Lillån går vid extremt lågvattenstånd i Väneren intet vatten. Den å kartan markerade förbindelserännan mellan de båda fårorna, Tvärån, ligger vid lågvatten torr. Vid extremt högvatten, t. ex. det 1927 rådande, då Väneren i juli steg till 45.59 m ö. h. och i september stod endast 15 cm lägre, rinner emellertid vatten med stark ström såväl genom Tvärån som genom rännorna mellan de å kartan framträdande, i SV—NO strykande bergryggarna på Lillåns högerrida rakt V om Tvärån. De övriga av de på kartan i 45-m-kurvans förlopp framträdande låga stråken synes älven däremot numera aldrig begagna.

Så har emellertid i hög grad varit fallet under tidigare utvecklingskedan. Såväl på fastlanden på ömse sidor om älven som på Huvudnäsön och Öna-

forslandet är den lägre terrängen nämligen genomdragen av ett vitt utgrenat system av strömrännor, vilka visa, att älvens vatten en gång haft väsentligt större utbredning än nu. Svackor mellan bergryggarna äro helt uppenrade i lägen, vilka under sundstadiet böra hava varit skyddade för erosionen. Berggrunden är visserligen i allmänhet icke åverkad på annat sätt än att kantigheten avnötts, sprickor blivit uppenrade och förklyftningsblock här och där isärskjutits. Men alla äldre lösa avlagringar äro bortförda. I sitt detaljförlopp äro dessa strömbanor helt orienterade efter berggrundens ytformer. I systemet ingå de nyssnämnda, endast vid extrema högvattenstånd vattenförande rännorna. Men frånsatt dessa, ligger systemet ovan de nivåer, till vilka älvens vatten numera stiger. Rikast utgrenade och tydligast utbildade äro de delar av rännätet, som ansluta till Lillån, antingen inom dennas dal, eller såsom gamla »tvärråar» vilka, att döma av mynningarnas beskaffenhet, på Huvudnäsön lett från huvudälven till Lillån, på Önaforlandet tvärtom. Såväl utanför nutidens Tvärrå som utanför de två äldre, vilka genomdraga Önaforlandet, äro mynningsvikarna i huvudfåran synnerligen kraftigt utbildade och den sydligaste, mot Vargön vettande, det s. k. Minutvattnet, har t. o. m. cañonkaraktär. Om Lillåns tidigare större vattenföring vittnar också den å geol. kartbl. »Vänersborg» Ö intill Kassaretorpets utsatta jättegrytan, vilken visserligen är helt liten, men som ligger på botten av numera torr biränna till Lillån, ungefär 47 m ö. h. Det är tydligt, att Lillån en gång tagit en väsentligt större del av Göta älvs vatten än nu, kanske huvudparten.

Av alldeles särskilt intresse äro de båda dalar, vilka genomdraga Sjöbodalandet Ö om älvens nuvarande mynningsvik och mynna i Göta älvs översta, breda parti. Den västra av dessa följer den förutnämnda spricklinjen och begränsas mestadels av tämligen höga bergsidor. Dalen är på de smalaste ställena ungefär 30 m bred; och frånsatt vissa sidovikar är den i så gott som hela sin längd rensad från varvig lera. Men på dess botten ligger ovanpå de kvarliggande restpartierna av denna eller direkt på berget en dyblandad svämsand, styckevis täckt av torvbildningar. Den nedströms sprickdalen mynnande dalen är som en c:a 100 m bred, grund och flack ränna, nedskuren i varvig lera, som emellertid även här mestadels täckes av svämbildningar. Dalen börjar ungefär  $\frac{1}{2}$  km från älven förtona i den allt öppnare och flackare terrängen. I båda dalarnas mynningsvikar inskjuta smala, av kärrmarker omgivna och fortsatta vikar från älven, och i deras gemensamma mynningsbukt visar kartan ett utdraget kolkbäcken, vilket i sin form röjer känning med bl. a. sprickdalens mynning. Att dessa båda dalar fört vatten direkt från Väneren till huvudälven är uppenbart. Men viktigare är att genom dem den högsta Storvänergränsen direkt sammanknytes med ett visst stadium i Göta älvs tidigaste utveckling.

Längs hela södra sidan av den sydligare dalens nedersta parti finnes nämligen vattenhöjden registrerad av ett brett sedimentplan, styckevis med blockgördlar i proximalkanten. Denna förlöper på hela den ungefär 300 m långa sträckan sammanhängande och horisontalt på nivån 48 m ö. h., d. v. s. nära

3 m ovan älvens nutida högvattennivå utanför dalens mynning. Såväl det med all sannolikhet av de forna tillflödena utanför deras mynningar urholkade kolkbäckens orientering som de båda dalarnas olika utbildning får nu sin förklaring därigenom, att sprickdalens passhöjd faller mellan 45 och 46 m ö. h. medan den sydligare dalen kommer från en terräng, i vilken de lägsta punkterna ligga ovan 46-m-nivån och största delarna uppemot 47-m-höjden. Vid den nu konstaterade vattenhöjden har sålunda sprickdalen varit nära dubbelt så djup som den andra.

Med allra största sannolikhet hör den i den södra dalen funna strandnivån samman med den högsta Vänergränsen, vilken vid Hallebergs nordvästra hörn, 3 km mot NO, enligt reviderad bestämning ligger 49 m ö. h. V. G. fortsätter m. a. o. in i Göta älvs flodlopp. Vänerns vattenyta har alltså vid sjöns tillblivelse icke sjunkit till en mot de nutida förhållandena svarande nivå, utan inställt sig efter det högre vattenstånd i älven, vi förut konstaterat.

Till detta förhållande givas två förklaringsmöjligheter: Antingen har älven uppströms Vargön efter detta skede skurit sin bädd djupare. Eller ock beror det ursprungliga höga vattenståndet på en väsentligt större vattenföring än den nutida.

Fördjupning av Vargöfallen kan visserligen a priori synas vara den sannolika orsaken till Vänerns och den översta Göta älvs sänkta vattenhöjd. Men vid närmare granskning av förhållandena befinnes denna förklaring otillräcklig. Vänerns vattenhöjd bestämmes f. n. dels av pasströskeln vid Källshagen—Sjöboda, dels av de nedre strömrännornas förmåga att släppa fram det avrinnande vattnet. Särskilt bidrager den begränsade avbördningskapaciteten hos den smala klipprännan ovanför Huvudnäsfallet till den betydande »självdämning» av Vänerns utloppsvatten, som även vid lågvatten är förhanden (jfr sid. 74, noten). En minskning av Vänerns vattenhöjd genom erosion i avloppet skulle alltså åstadkommas dels genom att Källshagströskeln sänkts, dels genom vidgning av Huvudnäsrännan. På båda ställena är det tydligt, att någon erosion i fast berg av kvantitativ betydelse icke förekommit. Strömhastigheten över Källshagströskeln är av samma storleksordning som den vi ovan funnit oss kunna räkna med i det forna Vänersborgssundet och alldeles otillräcklig för allmän nedskärning av älvens bergbotten. I Huvudnäsfallet är det visserligen sannolikt, att en långsam, bakåtskridande erosion försiggår i själva forsen i rännans mynning. Men uppströms denna finnas ända till 1 à 2 m under högvattenytan rundhällar, vilka visa, att rännan icke kan hava avsevärt förstörats i postglacial tid. Och icke heller här är strömhastigheten ens vid högvatten sådan, att någon avnötning av botten gärna kan tänkas. Överhuvudtaget saknar bergytan i Vargöfallens hela område spår av kraftigare strömverkan. Endast under speciella, lokala förutsättningar, såsom vid de ovan beskrivna grunden i Vänersborgssundet och i rännmynningarna och kolkarna inom älven (fig. 24) har bergytans ursprungliga ytform sannolikt eller påvisbart förändrats.

Då återstår den möjligheten, att lösa avlagringar kvarlegat och verkat dämmande under tiden närmast efter älvens uppkomst ur Vänersborgssundet. Men även denna möjlighet måste betecknas som högeligen osannolik. Ty det är i det närmaste otänkbart, att strömmen i sundet icke skulle hava rensat bort allt löst material i de för älven lämpligaste fårorna, så snart flödet började koncentrera sig till dessa. Framför allt vore det orimligt, att lera o. d. skulle kunna kvarligga i den trånga Huvudnäsrännan, samtidigt som strömmen omedelbart ovanför och i rännans raka fortsättning är stark nog att utgräva ett kolkbäcken på älvbotten. Och det måste dock vara Huvudnäsrännans otillräckliga sektionsarea, som tvingat vattnet genom Lillåns nu torrlagda birännor.

Såvitt jag kan finna, står ingen annan möjlighet öppen för en tillfredsställande förklaring av Storväners och den äldsta Göta älvs höga vattenstånd uppströms Vargön än antagandet av en väsentligt större vattenrikedom.

Även i nutiden fungerar Lillådalen som en kompensator för Huvudnäsrännans bristande avbördningsförmåga. Göta älvs uppmätta vattenföring växlar mellan c:a 290 och 820 kbm pr sekund, och genomsnittet är som förut nämnts c:a 540 kbm, motsvarande vattenståndet 44.4 m i Vänern. Ju större vattenföringen blir, desto mera går proportionsvis genom Lillån. Vid de högsta högvattnen är de båda älvfårornas sammanlagda avbördning endast drygt 50 % större än vid medelvatten; men Lillåns vattenmängd är enligt av byrådirektör Ragnar Lindquist lämnade siffror ungefär 9-dubblad. Det är ett dylikt förhållande, endast längre drivet, som jag anser måste utläsas ur Vargöområdet topografi.

Enligt en av byrådirektör Lindquist utförd, mycket approximativ överslagsberäkning fordras för att Väners yta skall stiga till c:a 48 m, d. v. s. ungefär 2 m över det högsta från de två senaste århundradena kända vattenståndet, 45.9 m, ett vattenflöde i avloppet av 2,000 à 3,000 kbm pr sekund. En sådan vattenmängd kan Väners nutida tillrinningsområde svårigen prestera. Men å andra sidan skulle, om Baltikums hela avrinning (lågt räknat 20,000 kbm pr sekund) måste fram genom den översta Göta älvs strömfåror, Vänern knappast hava stannat vid 48-m-nivån, såvida icke denna nivå just sammanföle med det f. d. sundets allmänna bottenplan och avbördningskurvan sålunda där började löpa asymptotiskt mot oändligheten. Möjligheten finnes också, att Svea älv redan börjat sina, när Storvänern avsnördes från havet. Vi erinra oss, att den med pollenanalysens hjälp funna tidsrelationen mellan Svea älvs utveckling och Vänerbäckens historia snarast ledde till denna slutsats. Men att en Svea älv existerat, ännu sedan en Göta älv uppkommit, bekräfta förhållandena kring Vargöfallen.

Den pollenanalytiska utredningen gav också till resultat, att havsytans läge nedanför Vargöfallen under Svea älvs sista skede uppskattningsvis kunde förläggas till den nutida nivån 42 à 44 m ö. h., d. v. s. någon meter ovan Hullsjöns nivå med ett tillägg motsvarande landhöjningens olikformighet. Också denna slutledning synes bliva bestyrkt av förhållandena i Vargö-

terrängen. På östra sidan av älven finnes nämligen mitt för Vargön en grupp av tolv tätt liggande små jättegrytor, angivna å geol. kartbl. »Vänersborg» med ett gemensamt tecken. Dessa grytor hava utpräglad överfalls-karaktär med tilloppsrännor och utemot älven riktade bräddavlopp, och ett par av dem äro knappt mer än rännformiga ursvarvningar. De ligga på en liten rundnött avsats å den tämligen höga, snett mot älven vettande läsidan av en rundhäll. Älvrännan Ö om Vargön är en helt smal sidofåra av älven, vars huvudflöde går i bred ström på andra sidan ön. Hela miljön utesluter möjligheten av ung nedskärning av bergbotten på denna plats. Grytornas belägenhet visar, att de utsvarvats av vatten, som fyllt rännan till betydlig höjd och till en del från sidan strömmat ned i älvbädden. Deras nivå faller 5 å 6 m över älvens naturliga medelvatten nedanför Vargöfallen, d. v. s. 44 å 45 m ö. h. I eller under, men knappast avsevärt över denna höjdzon måste vattenytan hava stått i den breda, öppna Götaälvsdalen, som vidtager omedelbart nedom Vargön, när älvens rikligare vattenföring upphörde. Till det från Hullsjön hämtade minimimåttet för strandläget innerst i Götaälvsfjorden, då Svea älv slutligt sinade, c:a 43 m ö. h., foga alltså dessa jättegrytor det ungefärliga maximimåttet c:a 45 m ö. h.

Om utvecklingsförloppet i Göta älvs dal nedom Vargön vågar jag f. n. icke uttala mig. Omkring Trollhättefallen finnas visserligen även på höga nivåer, särskilt Ö om den nuvarande fåran, otvetydiga spår av erosion genom strömmande vatten. Men här måste man räkna med glacifluvial åverkan i sådan grad, att det blir omöjligt att utan mera i detalj driven undersökning av området i dess helhet avgöra, vad som möjligen kan förskrivna sig från det sund med strömmande vatten, som även här måste hava existerat under den tid, då Baltikum avbördades till Västerhavet via Vänerbäckenet och Vänersborgssundet.

En systematisk och uttömmande undersökning av erosionsformer och sedimentation inom hela Göta älvs dalföre från Vänern och förbi Trollhättan är en lockande och utan tvivel mycket givande arbetsuppgift. Det förefaller icke uteslutet, att ett närmare studium av de olika formerna och graderna av fluvial åverkan på berggrunden och de glacigena avlagringarna samt av materialtransportens olika styrka och omfattning under de skiftande topografiska förutsättningarna här och inom Svea älv kunde öppna rätt långt nående möjligheter att rent dynamiskt beräkna vattnets strömstyrka och mängd under de skilda utvecklingsskedena. I de yngre depositioner av finsediment, som rikligt förekomma i Vänersborgssundet och i anslutning till de äldre Vargöfallen, böra vidare vattenföringens successiva förändringar kunna ganska noga avläsas och tidfästas. Av alldeles särskilt intresse äro givetvis de svämbildningar, som bl. a. i stor utsträckning täcka bottenarna av Lillådalen samt Sjöbodalandets båda strömfåror. I dessa kan man vänta sig avgörande upplysningar icke blott rörande det äldsta älvsystemets slutskede utan också om de senare sekulära ökningar av Göta älvs vattenföring, vilkas tillvaro Väners strandlinjesystem nedom den högsta V. G. göra trolig. I båda dessa sammanhang äro givetvis även de lägre,

nästan plana partierna av Tunhemsslätten omkring älven mellan Vargön och Trollhättan värda all uppmärksamhet. Tyvärr nödgade mig bristande tid och, beträffande de lågt liggande sedimentationsområdena inom Vargöområdet, det höga vattenståndet att för denna gång avstå från den preliminära granskning, som redan nu varit önskvärd.

November 1927.

### Summary<sup>1</sup>.

#### The Geological Age of the Svea River. A Pollen-Analytical Study in Ancylus Time Geography. Appendix: The Göta River in the Ancylus Time.

##### Introduction. (p. 3.)

In a previous paper in this Year Book (S. G. U. Ser. C, N:o 346) Henrik Munthe presents the result of the investigations on the »Svea Älv» (Svea River) at Degerfors, which had been carried out by Munthe in 1916, by myself in 1923, by Munthe and myself jointly in 1925, and by Munthe in 1926. The very topographical and geo-morphological conditions prove that the complex of dead falls and river beds which cross the Svea Pass in the district between Degerfors and Fågelåsen, in the parish of Nysund (see map, pl. 1), formed the first outlet of the Ancylus Lake.

Up to the time when the thresholds of the Svea Pass, now located 105—110 m above sea-level, approached water surface during the progressing land elevation, the Baltic retained free and open communication with the sea. But when the regressing shore reached the level which, at present in this district, lies quite 112 m above sea-level, such an intense stream resulted in the narrowing Svea Sounds south of Degerfors, that the rock surface was denuded in all the places that were exposed to the current. The occurrence of moraine caps, with the lower edges immediately above this level, both within the eastern up-river portions of the Svea River area in the neighbourhood of the railway line, and westwards in the neighbourhood of the Letälven River, proves that at this stage no very appreciable difference yet existed between the water height east and west of the watershed.

But from this stage in the land elevation the water-level of the Baltic commences to be raised above that of the Vänern Basin, and a phase begins, during which fall erosion more and more strongly affects the rock which, during the sound-stage, had already to a great extent been washed bare. Now arises the extensive system of river beds which formed the original Svea River, and of which the map (pl. 1) gives a survey. Gradually the flow over the more southerly, higher-lying passes dwindled, and the northern channels alone conducted the water from the east down towards the Letälven River valley. The lake-like stretch of this valley, between Degerfors and Billinge Mansion, formed the bed of the united Svea River, and the mouth of the river was for some time probably situated where the narrow bed of the Letälven River commences below Billinge. At this stage the main flow passed through the five northern channels of the falls. The height of the fall itself was then about 20 m and the water-level in the valley of the Letälven River

<sup>1</sup> Translated by Mr. Sydney J. Charleston.

stood approximately at what is now 90 m above sea-level, i. e., about 10 m above the level of the mouth of the river at Billinge. Consequently, the total fall of the Svea River at this stage was about 30 m.

This course of development is certainly supported by perfectly evident geological facts. And likewise, by reason of the topographical milieu, there can be no doubt that a Baltic Lake, raised above the level of the Ocean, supplied the water that discharged through the Svea River. Nevertheless, since a fairly complete insight was gained by Munthe and myself into the geology of the Svea Pass in 1925, I concentrated upon the special task of collecting a material comprehensive enough for investigating, pollen-analytically, both the course of development of the Svea River itself and its relation, as a whole, to other main features of our country's geographical history. The fact that the datings obtained in that way practically at all points confirm the conclusions to which the geological conditions, in my opinion, lead, appears to me hardly to depreciate the value of their results, especially as in certain respects the determinations are considerably more definite. My conclusions are mostly based entirely upon the pollen-statistical data secured. One purpose is to demonstrate with an example, to which the answer as regards important points is given in advance, the applicability and the system of pollen-analytical investigation, also in the case of a purely geological problem.

#### **Principles and System of Pollen-Analytical Datings.** (p. 6.)

As a means of determining the time in geological questions, e. g., in respect of the late Quaternary changes of level, pollen analysis has two kinds of material at its disposal: First, the deposits directly due to the geological development itself; secondly, the formations of other origin stratigraphically or topographically connected with it, in the first instance deposits of inland lakes and bogs.

Thanks to the method elaborated by Assarsson and Granlund (1924) of concentrating even quite insignificant quantities of organic matter by dissolving the quartz and silicate in hydrofluoric acid, minerogene species of soil, such as clays containing but little pollen and even littoral deposits, can nowadays be subjected to pollen analysis. But we must not expect that attempts in this direction will always succeed. Certain kinds of soil have been formed in the course of classifying processes, in which the grains of pollen have been carried off together with the finer fractions of the minerogene substance. Such is, for example, nearly always the case with eolian sand. But aquatic sediments also may be practically without pollen, i. e., such deposits to whose formation fairly strong currents have been conducting. River gravel and coarse river sand thus nearly always disappoint the hopes of the pollen analyst, and likewise the sandbanks which out-going counter-currents, or shore currents passing along the beach, may have built up within the outer, water-covered belts of the beach. Now and then it is nevertheless possible to obtain pollen analyses from banks thrown up at or above the mean-water line, even if the material is preponderatingly coarse sand or gravel. But it is suitable, when examining littoral formations or current deposits, to search out distal portions containing fine material, loam or clay, or to concentrate one's attempts upon the beds of such finer soils as may be found among the coarser sediments.

Obviously, pollen analyses of just those deposits whose age is sought must supply the most reliable criteria for dating. But many a time one is reduced to indirect ways, i. e. to enclose the definition of time between limits taken from underlying and overlying organogene strata, whose deposition has been interrupted by the mineral soil-forming process, or commenced after the latter had ceased. In employing this method of procedure one must, however, carefully observe various sources of error.

Theoretically, a pollen diagram for the sequence of strata of a bog or a lake should indicate the period at which the place entered upon a supra-marine stage, or when conditions for any formation of organogene soil set in. But with regard to both the deposits of ancient lakes and the land-bog formations, mistakes in this respect may easily be made. If an ancient lake develops from a lagoon of the sea or a large sheet of water, it is, as Halden (1917) and Lundqvist (1925) have shown, very common that the lake sedimentation was preceded by an erosion stage which may be difficult enough to discover merely from the stratigraphy. But similar stratigraphical discontinuities are sometimes concealed also in such sequences of strata where any erosion from lagoon currents has not occurred. The formation of ooze in a lake may, owing to causes which are frequently very difficult to detect, not take place for long periods.

In a still higher degree than in the case of ancient lakes circumspection is necessary when one has to make use of the stratification of land bogs for dating of the general geological development. A land bog may, even in its oldest portions, have commenced to deposit peat only after it has been lying as marshy, but not peat-forming, ground for a very long time. And it may, furthermore, have transgressed so that the bottom stratum of the marginal zones are far younger than those of the centre.

If trying to date the course of the land elevation or such geo-historical phenomena, one can nevertheless make a good deal of progress even with the aid of the minimum values that may be gathered from the pollen diagrams of the peat strata. But the premises are that one procures observation material plentiful enough to secure efficient checking of the individual cases, and that one chooses the stations and interprets the analyses with one's eyes open for the existing sources of error.

The pollen analysis is, furthermore, by no means a chronological *passe-partout* in the sense that an isolated analysis, as a rule, is sufficient to give the age of a deposit. If merely a rough determination of the period is required, a single pollen spectrum may possibly suffice, at least in districts with well-defined pollen-floristic period-zones. But if one wishes to attain certainty and clearness, not only the general type diagram of the district but also the amplitude of its variation must be determined. One must further elaborate such detailed diagrams for the deposits which are to be dated that the major and minor turns in the curves reveal themselves to the extent necessary for correlation. Local features may nevertheless always influence the details of a pollen diagram, and a certain degree of subjectivity can hardly be avoided when drawing a comparison between them. One should therefore as far as possible try to obtain several parallel determinations checking one another.

Nor must we overlook the general sources of error when making pollen-analytical investigations for the purpose of pure time determination. One has then not the same possibility as in the silvo-historical investigations to choose one's stations and one's sequences of strata in such a manner that purely local influences upon the fossil pollen floras are avoided. One is frequently forced by the circumstances to work with soils in which whole flowers of e. g. birch or alder may have been embedded, and where the proportions of the pollen frequencies consequently may have been disturbed or completely dislocated by "macroscopic supply" of pollen. This, however, is usually indicated by the occurrence of cohesive clusters of pollen in the soil. Moreover one has fairly often to do with deposits from deep water, and in such cases the source of error pointed out by Malmström (1923) — that the pollen from deciduous trees, on account of its slight capacity to float in comparison with that of the conifers, is over-represented relatively to the latter — may make itself noticeably felt. As will be seen from Lundqvist's researches into the pollen-content in recent bottom sludge at different depths in the lakes (Lundqvist 1924), this theoretical possibility lacks

practical importance in the limnic sediments of the bogs which are generally deposited at merely a few metres' depth. But in clays and similar soils, which may have been deposited from larger waters, maybe several tens of metres deep, a not inconsiderable dislocation of the pollen frequencies in favour of the deciduous trees may very easily be imagined.

On the other hand the pollen transport from great distances is naturally of minor importance in this connection. For the pollen spectra and the actual courses of the curves in the diagrams are equally good indicators of time, no matter whether the trees from which the fossil pollen is derived have grown in the neighbourhood or belonged to distant forests. But when we are concerned with deposits formed far from land we must be prepared to find that the good fliers, especially the pollen from conifers, may be over-represented.

In pollen analyses of minerogene soils one must also be on the alert for other sources of error which, in the case of bogs, may be practically ignored.

The most important, and most treacherous, of these are, according to repeated experiences, the changes of the primary pollen flora caused by secondary supply of young pollen to older soils with the surface water, which percolates down through the periodically dried interstices between the grains or other cavities. I have traced this phenomenon in practically all minerogene soils, not only in the coarser and more porous ones, e. g. gravel and sand, and in cracked stiff clays, but also in such where the medium sizes of grain — loam and silt — determine the structure. As both practical experience and Malmström's experiments (Malmström 1923) show, it lacks, however, importance in the compact peat-soils. How this secondary supply of pollen comes about and to what extent it occurs, have not yet been ascertained in detail. But it has been proved that the pollen flora can be "adulterated" by it to a depth of as much as 1 metre or more. A certain relation seems to exist between this penetration of pollen and the podsolizing of the ground. Thus, all accumulation strata, examined by me, have distinguished themselves by obviously false or reasonably suspicious pollen floras. And likewise it has been difficult to obtain reliable pollen analyses from mineral soils with plenty of root-channels (with or without limonitic pipes).

The system of pollen-analytical age determination is as follows: The normal diagram of the district is established by analysing a number of sufficiently close sample-series from good sequences of strata. It must be settled whether local variations resulting from different conditions of soil, from variations in local climate etc, occur to such an extent that the character of the individual diagrams is affected.

By comparison between the courses of the curves in the pollen-analytical type scheme of the district and in the individual diagrams from those points, where time determinations are desired, as well as between these diagrams mutually, the silvo-historical details from the respective stations are brought into time-relation with each other.

As far as the diagram of the district can be correlated with the normal diagrams from regions within which the general history of geographical development is incorporated in the diagram, time-connection with the phases of that development can be obtained. In the same way absolute data may be obtained by correlation with geo-chronologically or archeologically dated diagrams. The certainty of the correlation naturally depends entirely upon the degree of coincidence or difference between the forest development at the different stations or, when the correlation is to be extended across vaster areas, upon the number of intermediate stations by means of which the regional differences in diagram type may be obviated.

In the dating of the Svea River and its history I have utilized both the deposits of the river itself and such calm-water formations and sequences of bog strata, as were formed in its ancient fall basins and current channels after its drying up.

My examination could not, however, be made so comprehensive that even all the leading details in the development could be considered. On the other hand, I have endeavoured to get every main stage dated by two independent determinations. This, however, did not succeed in all instances.

The position of the stations within the river system will be seen from the map, pl. 1. In order to illustrate the situation of the sediments investigated in relation to the river formations, I have measured orientating profiles for some of the chief stations. These profiles are also given on pl. 1.

The normal diagram of the district has been fixed by a series of pollen-analytical stations within the area between Laxå and Karlskoga. Here I can only present a few illustrative examples both of these diagrams and of the material from other parts of the country with whose aid the history of the Svea River will be brought into relation to the general geographical development. But the evidences are supported not only by other parallel cases within respective districts but by the entire system of pollen diagrams which is now available from the different regions of South Sweden. It is only thanks to the detailed survey of the regional variations in forest development which this material has supplied that it has been possible to extend the comparison between the pollen diagram of the Svea Pass and that of other districts as far away as to Gotland, to the western and southern parts of the Vänern Basin, and along the West Coast to Scania.

Both at the stations within the Svea River area and at some other localities the fossil diatom flora has been analysed for the purpose of fixing the disappearance of the water of the Ancylus Lake (Svea River) or of Vänern respectively, or, on the West Coast, the transgression and regression of the sea. All such analyses from the Svea River and the surrounding district, as well as from the Vänern area, have been carried out by Dr. Ragnar Sandegren. In this connection the species enumerated by Sundelin (S. G. U. Ser. Ca N:o 16, p. 35) have been reckoned as *arenaria*-forms, and as brackish-water forms those given by Sandegren (S. G. U. Ser. Aa N:o 151). The series of strata from Landskrona harbour have been analysed for diatoms by Dr. Bertil E. Halden, and distributed amongst ecological groups on the principles laid down by him (Halden 1922).

#### Normal Diagram of the Svea Pass District. (p. 12.)

The complete pollen diagram of the sequences of bog strata of the district has a character which in certain respects gives to it an intermediate position between the types which, in my survey of the regional history of the South Swedish forest during the post-arctic epoch (v. Post 1924), I called the South Swedish Inland Type and the Northern Type. In conformity with the diagrams from other mountain regions of Svealand and Northern Götaland, as well as from the North Mälaren country, with the exception of the coast zone, the spruce-curves of the Svea Pass and neighbouring districts show the same rapid rise to high percentages in sub-boreal time already as in South Sweden's Northern Type, which, from what I have now established, in reality has its main area within North Sweden proper. In the sub-atlantic strata the course of the spruce-curve in this type of diagram is more varied. As is natural, within the transition belt between North Sweden and South Sweden, it sometimes exhibits a pronounced minimum in the mid-subatlanticum, similarly to that normally occurring in northern districts, sometimes at least a tendency, on the same horizon, towards the maximum which characterises the South Swedish Inland Type. In my summary of 1924 these differentia were already noticeable in my material. But I did not consider their regional occurrence sufficiently proved to justify the establishment of a specific diagram type then. Nowadays, however, also a "Bergslag Type" must be distinguished amongst the pollen diagrams of South Sweden.

The complete normal diagram from the Svea Pass and surrounding districts is exemplified by the diagram given in fig. 1 (p. 14) from the Mosjö Bog, near Laxå, and from the Grässossen Bog, immediately NW of Strömtorp (fig. 2, p. 15). The former represents a morainic forest area, the latter an area with more extensive, now mostly cultivated, clay soil. The following pollen-statistical main zones, regularly recurring in the whole series of diagrams, can be distinguished:

#### I. Sub-atlantic time.

*Picea*: Mostly with fairly high frequency throughout the zone, yet most abundant in the lower portion.

*Pinus*: Abundant, increasing upward, predominant in the upper parts of the zone.

*Mixed oak forest, Alnus and Corylus*: Subordinate throughout the zone, decreasing upwards, frequently absent at the top.

*Betula*: Fairly abundant, generally diminishing upwards.

*Fagus and Carpinus*: Now and then occasional grains of pollen, chiefly in the lower parts of the zone.

The limit against zone II is indefinite pollen-statistically, but is stratigraphically marked by the contact between the sub-boreal and sub-atlantic strata where this contact, as in the examples taken, is developed.

#### II. Sub-boreal time.

*Picea*: Increasing throughout the zone with frequencies in its uppermost part, sometimes exceeding those of zone I.

*Pinus*: Fairly abundant, but without decided tendency within the zone.

*Mixed oak forest, Alnus and Corylus*: Somewhat more abundant than in zone I, clearly diminishing in frequency upwards.

*Betula*: Fairly abundant, with its maximum in the lower part of the zone and diminishing upwards, in reciprocity with the frequency increase of the spruce.

*Fagus and Carpinus*: Occasional grains of pollen here and there within the zone.

The limit against zone III is indicated by the empirical spruce-pollen limit, i. e., the level at which the unbroken *Picea*-curve commences.

#### III. Mid and late atlantic time.

*Picea*: Absent or occurring with occasional grains of pollen here and there in this and following zones.

*Pinus*: Varying frequency, but with its lowest frequencies before the first appearance of the spruce.

*Mixed oak forest*: Culminating some distance down in the zone. *Quercus* generally preponderating over *Tilia* and *Ulmus*. At certain stations *Tilia* nevertheless predominates throughout the zone.

*Alnus and Corylus*: Fairly abundant.

*Betula*: Culminates in the lower part of the zone, frequently with a pronounced maximum corresponding to the pine minimum, generally somewhat below the maximum of that of the mixed oak forest.

*Fagus and Carpinus*: Lacking, as also in the following zones.

The limit against zone IV is characterised by the frequency increase of *Quercus* which, generally, results in its predominance within the mixed oak forest.

#### IV. An earlier phase of atlantic time.

*Pinus*: Fairly abundant, with increasing tendency downwards.

*Mixed oak forest*: Increasing upwards. *Tilia* slightly preponderating or equal to *Quercus*.

*Alnus and Corylus*: Fairly abundant, the curve of the former generally outside, that of the latter inside that of the mixed oak forest.

The limit against zone V is characterised by the commencement of a continuous *Tilia*-curve, and mostly also by the *Corylus*-curve's crossing the curve of mixed oak forest at approximately the same level.

V. The commencement of atlantic time and the transition phase between this and the boreal period.

*Pinus*: Downwards more and more abundant, as a rule decidedly predominant throughout the zone.

*Mixed oak forest*: Fairly low, with slowly increasing frequency upwards. *Ulmus* generally preponderating over *Quercus*. *Tilia* lacking or occurring sporadically to very slight percentages.

*Alnus*: Predominates over the mixed oak forest and *Corylus*, except in the lowest part of the zone, where the *Corylus*-curve generally lies outside the *Alnus*-curve, which falls, through the basal part of the zone, towards o.

*Corylus*: Generally somewhat less than *Alnus*, but exceeding the frequencies of the mixed oak forest throughout the zone.

*Betula*: Irregularly falling downwards, with frequencies lying mostly between those of *Pinus* and *Alnus*.

The limit against zone VI is characterised by the rational alder-pollen limit i. e., the commencing rise of the *Alnus*-curve, and generally a coincident rapid drop of *Pinus* and a corresponding rise of *Betula*, as well as a more or less prominent *Corylus*-maximum.

VI. Boreal and sub-arctic time.

*Pinus*: Dominating and mostly with maximal frequency.

*Mixed oak forest*: Lacking or represented here and there by *Ulmus* and *Quercus* with quite small frequencies.

*Alnus*: As a rule entirely absent, sometimes sporadically up to about 5 %.

*Corylus*: Nearly always present with varying frequencies, from 1 or 2 % up to about 15 %.

*Betula*: Varying rather considerably, but rarely attaining to or exceeding the frequency of *Pinus* pollen.

*Hippophaë*: More or less regularly present with small frequencies.

For chronologising the Svea River the two lowermost zones V and VI only will interest us. It may be anticipated that the limit IV/V corresponds approximately to the time of the end of the post-glacial land submergence (the Littorina maximum of the Baltic), and the limit V/VI approximately to the time of the South Baltic Ancylus limit.

**Stations Investigated Pollen-Analytically within the Svea River Terrain.** (p. 17.)

The localities from which I have taken material for pollen-analytical datings (map, pl. 1) are as follows:

- 1) Backwater deposit of sand and loam in the Letälven River valley north of Degerfors.
- 2) The Strömsnäs Gravel Plain.
- 3) Delta of alluvial sand in the Letälven River valley near Karlsäng Cottage outside the mouth of the Gryt Fall.
- 4) Bog in the northern mouth of the eastern main bed of the Svea River SW of Klippan Hamlet.

- 5) Bog in the southern part of the same valley west of Tomasbråten Cottage.
- 6) Bog in the river bed at the Porrtjärn Tarns.
- 7) Bog in the river bed at the Tjyvantjärn Tarn NW of Lövbofallet Cottage.
- 8) Bog in the fall basin of the Bergtjärn Channel.
- 9) Bog in the fall basin in the Domedag Channel («Domedagshålet»).

### 1. *The Backwater Deposit North of Degerfors.*

Within the eastern parts of the borough of Degerfors, situated down towards the Letälven River, the ground consists of 2—3 m of sand and loam upon varved glacial clay. The topographical position of this sand deposit makes it probable that it was deposited in the comparatively calm backwater which resulted in the Letälven River valley up towards Lake Möckeln on the up-river side of the whirlpool system below the two northernmost fall channels.

The table on p. 18 contains the result of the tests carried out with the HFI-method for obtaining pollen analyses from this deposit. This has succeeded only from the level 2.50 m. This analysis places the deposit of the sand in zone VI of the district diagram. The deposit includes, however, younger formations, occasioned in connection with the changes in the course of the Letälven River, e. g., the alluvial peat last in the table, with a pollen flora corresponding to that of zone II. The pollen-content at the depths of 0.50 and 1.00 m is undoubtedly caused by secondary supply.

### 2. *The Strömsnäs Gravel Plain.*

The approximately  $\frac{1}{4}$  km<sup>2</sup> large, plane peninsula which almost cuts off the Letälven River valley immediately below the bays of Agen and Hammarviken, is built up of a mighty deposit of well stratified and classified gravel, which was deposited in the lee below the mountain knob between the Domedag Fall and the fall channel immediately south-west of this. Upon the gravel there is sand intercalated with still finer soil, deposited when the current began to diminish (profile, pl. 1). The surface reaches up to 90—94 m above sea-level, and indicates the minimum height of the water in the Letälven River valley, while the fall complex was still in full activity. No pollen-content sufficient for analysis has been discovered anywhere (table, p. 19). On the other hand, the finer intercalations in the superimposed sand contain a diatom flora rich in *arenaria*-forms. These diatoms are distinctive of the Ancylus Lake and the Svea River (table, p. 20<sup>1</sup>).

### 3. *The Karlsång Delta.*

Several of the channels of the Svea Falls display at their mouths in the broad Letälven River valley a remarkable configuration. Along the edges current banks of boulders are built up, which often end downwards with actual dumps. The valley bottoms between these banks of boulders consist of material that is finer and finer outwards, e. g. rubble or boulders upstream, gravel or sand downstream. These finer sediments have been deposited during the river's feebler final phase, and may sometimes form deltas outside the mouths of the channels.

An example of this form of development is presented by the coupled profiles from the Gryt Fall (pl. 1). The bed of the fall has been cut down as much as 22 m below the rock surface at the side. In the topmost portion of the centre profile we find a suction-area on the flat rock face above the fall, paved with boulders and rubble. Below follows the steep of the fall, on the crest of which there still remain some knobs of rock with glaciogene sculpture preserved on the tops. One of them, with the upper surface at 112 m above sea-level, is intersected by the centre profile.

<sup>1</sup> In the diatom tables A designates *arenaria*-forms, S ordinary fresh-water forms, B brackish-water forms. A second figure within parenthesis under A designates *Melosira arenaria*.

In the fall we see a series of minor steeps and transverse ridges, due to the joints in the rock. Then follows, below the fall itself, a current deposit of boulders interrupted by projecting rock ridges, the boulders being 1—2 m in section next up to the fall steep and smaller downstream. The boulder accumulation passes downstream over into a rubble deposit, which, nearest the Letälven River, is covered by delta sand. The centre profile intersects the delta approximately at its greatest bulge, the lateral one at a point where the breadth of the delta is less. On the lateral profile, which has been drawn across the rock plain between the Gryt Fall and the channel of the fall immediately north of this, through the house at Karlsång, we find, somewhat above this, the uppermost edge of the lateral delta sediment in the shape of a boulder terrace, 92 m above sea-level. This latter supplies one more measure for the height of water in the Letälven River valley during the strong flow of the Svea Falls.

The sand deposit outside the mouth of the Gryt Fall channel culminates close to the river in a broad asymmetrical river bank, which is highest out toward the Letälven River. Landwards, this river bank dams up a small bog. Pollen diagrams for the bog and for the series of strata under the crest of the river bank are given on plate 2 (pict. 3 a, 3 b).

The peat of the bog (diagr. 3 a) belongs to the pollen-statistical zones I—II. Below these follows oozy loam belonging to zones II—V. The zone-limit IV/V lies between 0.90 and 1.00 m below the surface. The loam is an alluvial one from water collecting in the depression behind the river bank, which will soon be proved to be older than the bog. The loam belongs to the later phases of the Post-Arctic Thermal Epoch, after the time of the Svea River. Its pollen spectrum bears a strong local character owing to the high percentage of *Alnus*. At certain levels clusters of *Alnus* pollen grains are met with, which indicate a macroscopic supply of pollen. The abnormal pollen maxima of *Alnus* occur chiefly in layers with predominant minerogene soil substance, which mark stronger flows of water. Catkins of alder which, as we know, thrives on water-logged ground and along the edges of waters, have evidently fallen down into the alluvial water, just abundant during the flowering periods of the alder. Nevertheless, the age of the oozy loam is indicated by the curves of the mixed oak forest, especially that of *Tilia*, and *Corylus*. Below the oozy loam there comes a quite thin layer of pure, blue, compact loam. The pollen diagram proves that this stratum corresponds approximately to the zone-limit V/VI. The bog and the strata below it have, nevertheless, little to tell us as regards the Svea River's history.

The river bank at the extreme edge of the delta (pollen diagram, pl. 2: 3 b; diatom table, p. 22), however, enables us to fit the final drying up of the Svea River into the pollen-analytical time-table.

The bank is throughout composed of sand, mostly rather fine, sometimes approaching loam. At about 2 m depth below the crest, i. e., immediately above the water-level of the Letälven River in August 1925, is observed a stratum of ooze, or rather oozy sand. The ooze-content increases gradually upwards from about 2.10 m depth to about 1.90 m, where it abruptly ceases. At this depth the ooze is almost pure and full of sedge and grass roots. Without doubt the origin of this stratum is a swampy ground, which was only very slightly, possibly merely periodically, inundated. The sand above is pure downwards and, on account of its position under the subsoil water surface (at about 1.5 m below the crest), blue. In its uppermost 0.7 m it is podsolized, with fairly intensive accumulation of limonite between 0.25 and about 0.6 m below the surface.

The plan-form of the sand deposit indicates a delta due to an ancient flow from the Gryt Fall channel. The river bank, on the other hand, is clearly orientated to the Letälven River, and developed at a height of water, not very unlike that of the present day. The sand below the ooze appears to be deposited below the low-

water line, the stratum of ooze itself, however, approximately at this level, while, finally, the upper sand is an alluvium from the high-water times on the marshy Letälven shore-land. The diatom flora in the lower sand indicates water from the Svea River. But ordinary fresh-water forms increase up towards the oozy stratum. In the upper sand a classifying of diatoms can be traced, through which the heavy *Melosira arenaria* has been left as a residuum, while the smaller species may have been washed away by the current. The pollen diagram shows, in the topmost half-metre, secondary pollen flora, and the part immediately below contains no pollen, certainly because the pollen was also carried off during the sedimentation. The base of the upper sand, the ooze stratum, and the lower sand form together, according to the pollen diagram, a stratigraphical stretch equivalent to zone-limit V/VI of the district diagram. Consequently, the strong flow of the Gryt Fall comes before this limit and the Letälven River's hydrography was already beginning to regulate sedimentation at the very commencement of zone V.

*4 and 5. The Lateral Channel in the Letälven River Valley between Klippan and Tomasbräten.*

Within the stretch of the valley where the Letälven River is broad and lake-like, and in which once the united Svea River flowed along, there are in the present river-bed, at one or two spots, narrowings at which the present-day river forms rapids, and which in a still greater measure must have affected the Svea River's streaming and fall-profile. For the insufficient section area in the lower of these, at the Lideforsen Rapid, compensation has been gained in the lateral valley, now chiefly occupied by bogs, on the other side of the moraine and mountain ridges which form at that place the eastern bank of the present Letälven River.

This eastern branch of the valley, whose eastern slope is a direct continuation of the eastern side of the undivided valley up-river towards Klippan, shows very distinct traces of strong stream erosion. Its slopes are intensely washed by water and the bottom, where it is exposed, is paved in the same way as in morainic suction-areas elsewhere in the Svea River system.

The northern mouth is partly filled up by gravel and sand deposits, and, upon them, ooze and peat. By means of borings it has been ascertained that the sand rests upon glacial clay, and that the surface configuration and the position of the deposit are such that it must originate from water running through the valley. In the west the gravel reaches up to a few decimetres below the peat surface. Towards the east the gravel surface falls, while the overlying bed of peat and ooze increases in thickness. At the same time the gravel passes over into sand, which in its turn disappears some distance from the eastern slope of the valley. Thus, between the latter and the sand-deposit an unsymmetrically profiled channel, filled up by ooze and peat, is formed, whose sides are steep in the east and flatter in the west, and whose bottom, in the eastern part, is varved glacial clay. This stratification is the result of the meandering flow of an ancient stream through a valley. This is confirmed by the occurrence of a typical river-bend scarp that is to be seen on the eastern side of the wide river stretch commencing at the mouth of the valley and continuing northwards beyond Klippan. The foot of this scarp at the mouth of the valley lies approximately 4 m above the Letälven River, but rises towards the north a further  $\frac{1}{2}$  to 1 m. The scarp is orientated towards the eastern slope of the lateral valley, but does not continue into it. Instead we find in the valley a block-zone, like a shore-line, corresponding in level approximately to the foot of the scarp. Of course, this complex of stream phenomena cannot originate from the present Letälven River, but must belong to a period when the water-level in the valley was considerably higher and the discharge went through its eastern branch also.

A series of samples for pollen analysis was taken in the northern mouth of the lateral valley (station 4), after a series from the bog in its southern mouth, NW of Tomasbråten (station 5), had proved disappointing. At this point (pollen diagram, fig. 3, p. 25) the ooze sedimentation was first started in zone III, i. e. during an advanced phase of the younger stone-age.

The sample-series from the northern mouth (pl. 2: 4) was taken at a point where the organogene sediments were found to reach deepest down, viz. 40 m from the eastern bog-edge and 20 m inside the wedge of the current sand.

It is manifest from the pollen diagram that the sand belongs to zone VI, and that the zone-limit V/VI lies in the thin layer of clay which forms a transition between the sand and the ooze. The water's closing up into bog falls in zone V, and the zone-limit IV/V is reached some distance up in the telmatic peat. Stratigraphically, it seems probable that the sand indicates a still fairly strong flow of water through the eastern valley, the clay, on the other hand, the final cessation of the flow.

The diatom flora (table, p. 26) also shows that the characteristic of the water of the Svea River, the *arenaria*-flora, definitely disappears in the very lowermost, slightly clayey, stratum of the ooze, i. e. simultaneously with the commencement of calm water. If, as is probable, the commencement of the calm water period at this place indicates the final drying up of the whole Svea River, this has once more been found to correspond very closely to the limit between the pollen-analytical zones VI and V.

#### 6. The Porrtjärn Bog.

The locality was investigated in the hope of obtaining a dating of one of the Svea River beds debouching towards the south, outside the Letälven River valley.

The test-borings almost everywhere resulted in land-bog stratification, without any limnic sediments. It was only at the western end of the southernmost Porrtjärn Tarn that such were met with, viz.  $\frac{1}{2}$  m lacustrine ooze with *Phragmites* and *Equisetum* resting directly on the moraine. The character of the ooze indicated shallow deposit-water, and the pollen diagram (fig. 4, p. 27) resulted in approximately the same age for the bottom stratum as at station 5. This attempt at determining the time for the drying up of the Porrtjärn Channel has thus failed.

#### 7. The Tjyvantjärn Bog.

The Tjyvantjärn Tarn is situated in the wide, mostly bog-filled, basin W of Lövfallet Cottage, in which a number of the south-running river-beds debouch and from which several courses of drainage run southward, or towards the west to the Letälven River valley. According to information supplied by prof. Munthe, neither the pass-thresholds in the river beds running to the tarn nor the tarn itself have been levelled. The basin of the tarn, nevertheless, probably belongs to a system of channels which were deserted at a fairly early stage.

Close to the southern shore of the tarn, where the solid bottom was found to lie deepest, a sample-series was taken. The pollen diagram is given as no. 7 on pl. 2. The base of the organogene series rests upon moraine, in which, by sounding, gravel was felt between the stones. Its surface was, however, felt to be mostly covered with boulders, and at one spot the drill stopped at a block projecting 2 m up into the organogene series of strata. The bottom thus appears to a certain degree to be of a similar nature to that in other channels within the Svea River running towards the south, where the large moraine boulders frequently project through the clay-covering which has been attenuated on account of the stream but is still partially left. But the current action in the Tjyvantjärn Basin seems to have been powerful enough to carry away the whole of the older clay.

The lacustrine sediments in the Tjyvantjärn Basin are oozes of various kinds with a minerogene admixture, increasing downwards. The stratum immediately above the moraine consists of a slightly oozy clay. The borings clearly prove, as has been mentioned, that the moraine surface was washed by currents. But none of the superimposed sediments can reasonably have been deposited otherwise than in fairly calm water; and as the diatom table (p. 28) shows, the *arenaria*-flora begins to diminish already in the bottom strata and has disappeared almost entirely 0.4 m up in the sequence of strata. According to the pollen diagram both the lowermost oozy clay, and the clayey ooze close above belong to zone VI. The zone-limit V/VI falls about 1 m up in the ooze, and the limit IV/V about 2 m above the moraine surface.

#### 8. *The Fall Basin of the Bergtjärn Channel.*

The Bergtjärn Tarn forms the still open remains of an elongated fall basin lake, which at the lower end is dammed up by the rock. The downstream part of the basin is filled by a bog. Several test-borings and soundings proved that the rock bottom of this bog is covered by considerable accumulations of boulders similar to those which characterise the down-river continuation of the Bergtjärn Channel. The sample-series was taken a few metres from the western end of the Bergtjärn, close to the southern canyon-wall. Here the bottom lies 5.5 m below the pass level of the basin. The pollen diagram is given as no. 8 on pl. 2. On rock or boulders rests 0.2 m of sand and clay, containing a diatom flora (p. 29), with *arenaria*-forms to the same amount as has been found to distinguish the water of the Svea River. These strata represent in all probability the very last flow through the Bergtjärn Canyon, after erosion had ceased and the flow of water had become very slight. The lacustrine ooze superimposed on the mineral soil strata must have been deposited in completely calm water.

The pollen diagram shows that the sand and clay strata belong to the very topmost phase of zone VI, and that the limit V/VI falls almost exactly at the contact between the minerogene strata and the calm-water ooze. It is manifest from the curves that there is no hiatus between the minerogene and the organogene sediments. The zone-limit IV/V lies about 1.2 m up in the latter.

#### 9. *Domedagshålet.*

On pl. 1 is given a coupled pair of longitudinal profiles through the channel of the Domedag Fall and across its western lateral rock. A part of the consistently flat slope of the fall, with its boulder masses, through which a series of transverse mountain ridges project, is seen in the up-river half of the centre profile. This is drawn through one of the many inlet channels into which the main valley, to the south, branches out. Other smaller ones are seen in cross-section in the up-river part of the lateral profile. The lateral profile, furthermore, shows the denuded, slightly undulating rock surface, with glaciogene sculpture preserved and the highest tops at 112 m above sea-level. The northernmost part intersects the still moraine-covered slope above the Strömsnäs Plateau. The down-river half of the centre profile, through the »Domedagshålet» (Doomsday Cleft), — an old name given to it by the people — shows a longitudinal section through the fall basin. This is dammed up by the mountain ridge, and its bottom lies with its lowest point 2 metres below the present level of the Letälven River. The fall basin is filled by a bog up to 8 $\frac{1}{2}$  m deep. As has been proved by the borings, the bottom of the fall basin, as well as the surroundings, are covered by boulders, and above the peat surface there rise here and there the tops of gigantic blocks detached from the adjacent perpendicular canyon-wall.

The sample-series was taken at the deepest spot as found by the test-borings. The pollen diagram is given as no. 9 on pl. 2.

Below some peat comes lacustrine ooze right to the stone bottom. Of this ooze the lowermost decimetre belongs to zone VI. The zone-limit V/VI lies at a depth of 8.35 m, the zone-limit IV/V at  $7\frac{1}{2}$  to  $7\frac{3}{4}$  m.

As the ooze is perfectly free of sand and without *arenaria*-forms (diatom table, p. 30), the Domedag Fall must have dried up entirely before sedimentation began. The drying up of the Domedag Fall Channel thus falls within the uppermost part of zone VI, but clearly below the zone-limit V/VI.

### Evidence of the Pollen Diagrams Concerning the Svea River's History of Development. (p. 31.)

It will be seen from the preceding investigation that the different channels of the Svea River dried up at different times and that the last active ones were still carrying water at a time which corresponds to the pollen-statistical zone-limit V/VI of the district diagram, or, at least, to the very topmost part of zone VI. As far as these phases of local forest history can be brought into correlation with the general geographical development, the end of the Svea River's existence can also be fixed in regard to its geological age.

On the other hand, no points of attack have presented themselves regarding the question as to when the Svea River came into existence. No deposits containing pollen are known from the earliest phases of development of the river, and it has not proved feasible to investigate ancient marine lagoons situated at different altitudes W of the watershed, and thus to fix in the pollen diagram the stage of land elevation corresponding to the position of the sea-shore in the district at the level which is now 112 m, viz. that of the birth of the Svea River. For the bulk of the bogs of the area are land bogs within which ancient lakes occupy only very small areas, and, furthermore, zone VI in the district diagram comes so close after the finiglacial amelioration of climate that the formation of ooze in lagoons and lakes during the period referred to was still comparatively slight. Such deposits at different altitudes, up to about 130 m above sea-level, which I have investigated, nowhere contained pollen floras which are, with any certainty, older than the bottom stratum in the Gräsmossen Bog, which lies just at 112 m above sea-level (fig. 2, p. 15).

Under such circumstances the dating of the Svea River itself would also have been somewhat unreliable, and in any case must only have been accepted as a minimum value for the river's age, unless the evidence of the oldest organogene calm-water sediments could have been checked by data taken from deposits belonging to the latest period of discharge through the river. The existence of the Svea River falls just at the time-limit on the other side of which, in this district, pollen analysis will fail in the absence of such deposits.

In order better to fix the mutual time-relation of the different river channels it is necessary to examine in detail the courses of the pollen curves within zones V and VI, and to look for local guide levels between the zone-limits which may be recognizable at least in the diagrams from the Svea River area and its immediate surroundings.

There is a general experience from pollen-analytical researches that the proportions between the frequencies of the different forest constituents — on an average throughout the entire diagrams, or within simultaneous portions — may be quite dissimilar even in adjacent localities, but that nevertheless the courses of the curves in relation to each other may display such striking agreement that there can be no doubt concerning the correlation.

The differences in the average frequencies of the different kinds of pollen displayed through the whole diagrams must be ascribed to variations in soil and other local influences upon the forest, while the turns of the curves regularly reappearing over large areas must be due to other — in many instances undoubtedly climatic — cau-

ses. We must further remember that the analysis-levels from which a pollen diagram is constructed are in reality only arbitrarily placed sections through the figure of the curves. Small discontinuities, hardly ever absent even in apparently perfectly homogeneous sediments, make it practically impossible to obtain from a series of isolated samples perfectly complete diagrams, in which all the details are clearly discernible. One can therefore not expect to find everywhere one's guide-levels with the same aspect in every detail, but must frequently be content with distinct tendencies in the same direction in the courses of the curves. The requisite checking is supplied by the agreement or not agreement of the different kinds of curves. If one is aiming at the most absolute completeness, one must not take isolated samples, but continuous strips through the whole sequence of strata, from which, in the laboratory, specimens for analysis may be taken as closely after each other as may be found necessary during the progress of the work, and one must be prepared in some cases to put in the analyses at even a few millimetres' intervals.

The pollen diagrams from the Svea River are not always based upon such close sample-series as have been found desirable after analysis. But the material, such as it is, nevertheless permits a sufficiently safe distinction of what is essential from what is more incidental in the course of the curves, as well as the selection of as many guide-levels within zones V and VI as are necessary for obtaining a firmer grip of the development investigated.

In the diagrams on plate 2 and in fig. 2 (p. 15) and fig. 10 (p. 49) these guide-levels are designated by (a), (b), (c). Their characteristics are as follows.

(a) (in the lower part of zone V): The *Corylus*-curve, immediately before commencing its fall towards the zone-limit IV/V, forms a maximum, so that it approaches, coincides with, or intersects the upward-rising *Alnus*-curve. The curve of the mixed oak forest displays a minimum, or is even interrupted. The big turns of the *Betula* and *Pinus*-curves towards the zone-limit V/VI lie immediately below, and around the guide-level the *Betula*-curve forms a more or less pronounced maximum. — The level is clearly to be seen at stations 3 a, 4, 7, 8, and 9. In the diagrams from 7 and 9 it is represented by several analysis-levels.

(b) (topmost in zone VI): A generally quite marked *Corylus*-top, accompanied by a slight rise in the frequency of the mixed oak forest, and very frequently also of that of *Alnus*. From the *Alnus*-curve commencing immediately above and rising uninterruptedly, this *Alnus*-maximum is now cut off, now it is separated from the former by minimal frequencies in the zone-limit V/VI. — The level is visible in the diagrams from 4, 7, 8 and 9. Diagram 7 shows that the *Corylus*-top at (b) is not the same as that of the zone-limit V/VI.

(c) (lower down in zone VI): *Corylus* and the mixed oak forest form maxima, in which *Alnus* is absent or occurs only sporadically. — The level appears only in diagram 7 (Tjyvantjärn) from the Svea Pass, but recurs in the Gräsossen Bog (fig. 2, p. 15) and the Forsnäs Bog mentioned below (fig. 10, p. 49).

Including the zone-limit V/VI, which is characterised by the beginning of the continuous and rising *Alnus*-curve, by a *Corylus*-maximum, often corresponding to a minimum or a hiatus in the curve of the mixed oak forest, and by the exchange in frequencies between *Betula* and *Pinus*, we have thus four guide-levels for correlating the diagrams within the Svea River district and its surroundings.

At every place where the commencement of the calm-water period could be fixed pollen-analytically, this stage of development sets in below the guide-level (a). At stations no. 3 (the Karlsång Delta), no. 4 (the lateral channel of the Letälven River valley), and no. 8 (the Bergtjärn Canyon) sedimentation of minerogene alluvia from the Svea River was proved right up to the zone-limit V/VI. According to the diagram from station 7 (the Tjyvantjärn Bog), however, a calm-water period commenced there even before the time corresponding to the guide-level (c). Conse-

quently, the Svea River, as a whole, was still carrying water for a considerable time after the channels leading to the Tjyvantjärn Basin had dried up.

Most sharply defined is the final stage of the Svea River in the river bank on the Karlsång Delta. The pollen spectra from its lower sand are closely related to the guide-level (b), the zone-limit V/VI lies somewhere just below the level where admixture of ooze commences, but the guide-level (a) does not appear within that portion of the sequence of strata from which unimpeachable analyses have been obtained. At, or immediately after, the period corresponding to the zone-limit V/VI the discharge from the Svea River must have been so small in quantity that it no longer affected the height of water in the Letälven River valley at this point otherwise than possibly at high water. But the diagram from station 8 shows that even at this period some flow must have occurred through the Bergtjärn Channel.

Between the drying up of the different channels of the northern falls there is an insignificant, but yet fully obvious, difference in time. In the Domedag Channel, calm-water ooze without *arenaria*-flora was formed simultaneously with the deposition of clay and sand with such diatoms on the bottom of the Bergtjärn Basin. Now, the pass-altitude of the Domedag Channel, according to Munthe's survey of 1926, is 107.2 m above sea-level, i. e. about 2 m greater than that of the Bergtjärn Channel. During the very last phase of the history of the Svea River when the Bergtjärn Channel only was carrying water, the depth of water above its pass-sill can thus not have exceeded 2 m even in flood-time. The mean-water in the Baltic at this period hardly reached higher than 1 m above the pass-sill of the Bergtjärn Channel, i. e. to the present level of 106 m above sea-level.

The question of the age of the Svea River as a whole is approximately answered by the pollen diagrams of the area. The knowledge we possess nowadays of the general forest development and regional variation of the pollen diagrams in South Sweden (v. Post 1924) tells us that zone VI, to whose period the Svea River has been proved to belong, represents the commencement of the post-arctic epoch, which, introduced by the fini-glacial climate amelioration, follows on the final phase, climatically, of the ice-epoch, the sub-arctic period. The pollen diagrams, consequently, place the Svea River in the Ancyclus time, even without any comparison in detail with those of other districts. In the following chapters this conclusion will be corroborated, and, in essential respects, more closely defined.

### **The Svea River and the South Baltic Ancyclus Transgression.** (p. 36.)

In our attempts to bring the Svea River into time-relation with the main events of the geographical development, our interest is in the first instance attracted by the traces left by the Ancyclus Lake in the southern parts of the Baltic Basin.

For such a comparison with the aid of the pollen diagrams the silvo-geographical conditions are very favourable. In our days the lowlands in the immediate surroundings of the large Central Swedish lakes have still a climatographic relationship with the East Swedish littoral dominated by the climatic influence of the Baltic, and, although to a modified degree, with Gotland and Öland. This relation, due to the geographical situation, also finds expression in the specific characters of the pollen diagrams.

On Gotland, in the district of the Kalmar Strait, and in the coastal districts of Northern Götaland and Svealand, a type of diagram rules of which I have submitted several examples from Gotland (v. Post 1925 b, 1927 a), and which is also to be found amongst the pollen diagrams from Eastern Småland and Östergötland, published by Sundelin (Sundelin 1917, 1919). In the same degree as the previously mentioned Bergslag Type, this type of diagram should nowadays be distinguished as a specific main type, the West Baltic.

This West Baltic type of diagram is in certain respects very closely related to the Bergslag Type. In the specific characteristic of the last-mentioned type, the course of the spruce-curve, we find represented both the relationship and the difference of the two types. In both of them the *Picea*-frequency in sub-boreal time reaches a percentage around which it remains throughout the following phases, although with variations upwards and downwards, and, in the West Baltic diagram, with a distinct increase at the uppermost stage. In the Bergslag Type, however, the average *Picea*-frequency throughout the sub-boreal and sub-atlantic strata is some 20 to 30 %, in the West Baltic Type, apart from the recent increase, generally about 5 % only, rarely above 10 %. The similarity between the two types is a qualitative one, their dissimilarity a difference in degree only. This difference is no doubt due to the more maritime nature of the climate within those areas where the West Baltic Type prevails. The comparatively milder winters there are not nearly so favourably cold for the spruce (Enquist 1924) as the harder winter in the more continental Central Swedish mountain regions. It is of the greatest interest that, according to Thomson (1926), in Esthonia, where the East European continental climate extends very nearly to the littoral of the Baltic, and where thus the maritime climatic tendency is almost balanced by the continentalising factors of the East, even in the coast region, there prevails a type of pollen diagram which in all essentials resembles that of the Swedish Bergslag Type.

Since the main difference between the Bergslag Type and the West Baltic Type is thus caused by the influence of the Baltic, it is by no means surprising to find the difference practically entirely obliterated during the older phases, when Baltic water covered the present lowlands of Northern Götaland and Svealand right up to Lake Vättern and the Svea Pass, and the shore of the Baltic lay on the Tiveden and Kilsbergen slopes. We are fully entitled for these then littoral areas to postulate climatic conditions not unlike those that distinguished, for example, Gotland. Those parts of the Gotland pollen diagrams which correspond to zones V and VI of the Svea Pass district diagram also display in their entire habitus a striking agreement with the diagrams from the latter. Thanks to these conditions it is possible directly to connect the period of the Svea River with definite stages in the South Baltic history of the changes of level.

Examples of Gotland pollen diagrams are given in fig. 5 (p. 38) and fig. 6 (p. 39). Continuously, the series of pollen-floristic zones characteristic of the Gotland bog deposits is to be seen in fig. 6. In fig. 5 we recognize the same sequence, only dated geologically by stratigraphical connections with the Baltic changes of level. The zone figures are not the same as those of the Svea Pass diagrams, but those usual for the Gotland ones (v. Post 1925 b).<sup>1</sup>

In the diagram from L i n a m y r B o g (fig. 5), the lower portion of the marine bed and the lacustrine strata below it (base of zone V, and zone VI) display courses of the curves which in the general type remind us of zone V in the Svea Pass diagrams.

<sup>1</sup> It may seem inappropriate not to apply the same zone sequence throughout in all the pollen diagrams. This is nevertheless at present provisionally necessary. Pollen diagrams of different types may justify different divisions into zones, and so likewise may different aspects of questions. If it were possible already to establish definitely a general zone division, this naturally should be done. But for the moment our knowledge of the detailed course of forest development is far too fragmentary. We are as yet not able to decide what apparently insignificant variations in the pollen frequencies and in the courses of curves will prove to possess more or less essential importance and regional extension. Experience from the twelve years during which pollen analysis has been in use systematically, teaches us how one detail of variation after the other, which at first might have seemed local and incidental, has, with the growth of material, had to be included among the regional features in the forest development which without doubt had their climato-historical causes. If we should now try to create a general zone table, this would undoubtedly have to be amplified again and again. The confusion thus entailed would certainly be far greater than that caused at present by our various local sequences of zones. In time, however, these will be replaced by a general time scheme. But this must be entirely based upon absolute datings resulting from geo-chronological investigations and archeological data.

We recognise the commencement of the *Tilia*-curve in the lower part of the Littorina ooze, below that the mixed oak forest in fairly low frequencies and with *Ulmus* predominating, and furthermore the *Corylus* and *Alnus*-maxima also known from the Svea Pass. The relation of the *Corylus* and *Alnus*-curves mutually, and with the curve of mixed oak forest, displays even in the Linamyr diagram great similarities to zone V of the Svea Pass. In other Gotland diagrams, with other average proportions between the pollen frequencies, e. g. the one given in fig. 6, the agreement may be perfect. There the curve of the hazel just at the *Tilia*-pollen limit intersects inside that of the mixed oak forest, and below it runs between the latter and the alder-curve, after having — immediately at the commencement of the latter and together with it — formed the same maximum as in the lacustrine bottom strata of the Linamyr Bog and as in the lower portion of zone V of the Svea Pass.

The downward continuation of the Gotland diagram gives us the Sällmyr Bog, the bulk of whose »bleke» (limnic chalk) is equivalent to the damming Ancyclus bank. We see in its topmost part the commencement of the alder-curve's rise, and furthermore how, below that, *Alnus*, in more than  $\frac{3}{4}$  of the zone designated as VIII, may occur sporadically in low frequencies, but is absent in the lowermost part of the zone. In the part of the "bleke" free from *Alnus* we see a *Corylus*-maximum, and lowest down in the diagram abrupt turns of the *Betula* and *Pinus*-curves. We find a stratigraphically extended equivalent to the transition zones V and VI of the Svea Pass, a counterpart, consequently, to that of the river bank at the Karlsång Delta (3b on pl. 2).

In the "bleke" and peat strata below the gravel of the Ancyclus bank at Göstavs the diagram shows the curve aspect characteristic of strata corresponding to the fini-glacial climate amelioration, with *Hippophaë*, various proportions between *Betula* and *Pinus*, small and varying *Corylus*-frequencies, and furthermore quite insignificant mixed oak forest and, on isolated levels, some *Alnus* in small frequencies. There exists an unmistakable similarity to zone VI of the Svea Pass.

The conformity of the lower portions of the pollen diagrams from Gotland to those from the Svea Pass is too great to be accidental. Also, an agreement in time between the pollen zones developed in a similar manner appears from the very fact that the forest development illustrated by the diagrams does not correspond to any silvo-geographical sequence of regions known from present times as being caused by the general zonation of temperature, but is undoubtedly due to specific conditions in that respect, which existed in, and immediately around, the Baltic area during the periods referred to.

I have previously (v. Post 1924) pointed out a striking dissimilarity in the average type of pollen spectra, during the period before the Littorina maximum, between the Gotland—Kalmar Strait region and certain parts of Scania. The more warmth-loving forest elements (mixed oak forest, hazel and alder) within the last-mentioned areas reached their maximal frequencies already during the said time. But on the West Baltic islands and shore regions these forest elements, especially the mixed oak forest, play rather a subordinate part at the same period. Here, the extension of that forest type has obviously been impeded. It is only at the Littorina maximum that its rapid flourishing commences in those regions, and it is not until then, also, that the especially warmth-loving lime-tree, a stranger to a cool maritime climate, makes its appearance there. This must indicate that, right up to this time, relatively more than later on, the Baltic influenced the surrounding land as a cooling agent, certainly because the melting North-Scandinavian remnants of land-ice sent masses of ice water into it. If this theory is correct the development of forest should have progressed uniformly and simultaneously along the entire Baltic shore, or at any rate within such comparatively southern littorals as the Gotland—Kalmar Strait region, on the one hand, and the district around the Svea Pass, on the other, both of which were fanned by the cooling summer winds from the

east and north-east, which — caused by the anti-cyclone above the ice and the colder water in the north — predominated in South Sweden during the older phase of the post-arctic thermal period.

The Gotland zone V, the immigration period of the lime-tree, is the period of the *Littorina* maximum; and if, as I have hitherto been assuming on Munthe's authority, the Sällmyr Bank were actually the highest *Ancylus* beach, the zone VIII (Gotland), during which the extension of the alder commences, would be the pollen-statistical horizon corresponding to the maximum of the South Swedish *Ancylus* transgression. Transferred to the Svea Pass, it would mean that the zone-limit IV/V in the diagrams of the latter indicates the period of the *Littorina* maximum, the zone-limit V/VI that of the *Ancylus* maximum.

Now, Thomasson (1927)<sup>1</sup>, however, on the basis of pollen diagrams from the Kalmar Strait area, has maintained that zone VIII of the Sällmyr diagram lies somewhat later than the period of the actual *Ancylus* maximum.

The latest observations, also on Gotland (v. Post 1927 a), confirm that the Sällmyr Bank belongs to a system of beaches slightly younger than the uppermost *Ancylus* limit (A. G.). This means that the last Svea Fall did not dry up until the regression from the actual A. G. of Gotland had commenced. But the full flow of the Svea River coincides, nevertheless, with the period during which the water within the Southern Baltic was rising towards A. G.; and a consequence of this is that the dwindling and final drying up of the Svea River must have been caused, directly, by the *Ancylus* Lake's finding a fresh outlet through the present-day Scanian-Danish-German straits.

The arguments which have now been adduced for simultaneity between the discharge of the Baltic through the Svea River and the South Baltic *Ancylus* transgression, culminated in the assumption that the equally developed pollen zones, even in respect of time, corresponded to each other. This assumption was certainly based upon, it would seem, strong probability. Such an evidence, however, is merely theoretical and can therefore not be quite conclusive. Fortunately there exist empirical proofs that at least certain of the similar pollen zones are, in fact, contemporary on Gotland and in other parts of the ancient Baltic area further north.

Thomson (1926) has found in Esthonia A. G. and L. G. (the *Littorina* maximum) to keep the same relation to the pollen diagrams as the one fixed for Gotland, and, according to Thomasson (1927) and to what I have been informed by G. Lundqvist, the same is the case on Öland.

Furthermore, Assarsson (1927) describes from ancient lakes in the district of Gusum, in the province of Östergötland, in the vicinity of A. G. and L. G. Baltic intercalations in the lacustrine sediments, whose pollen-content proves that the maximum of the *Ancylus* transgression at Gusum corresponds to zones VIII and IX of the Gotland diagrams and to VI of the Svea Pass ones (fig. 7, p. 44), and that the zone-limit IV/V of the Svea Pass, and the Gotland zone V, even here indicate the maximum of the *Littorina* transgression.

Round about the plains of Östergötland and at the north of Lake Vättern the *Ancylus* maximum bank, or a shore bank fairly contemporaneous with it, in many places rests upon peat. The pollen flora in these peat deposits (e. g. fig. 8, p. 45) is identical with that under the Göstavs Bank on Gotland and in the upper phase of zone VI in the Svea Pass district.

The pollen-analytical horizon which we have to consider at present above all others — the rational *Alnus*-pollen limit — has thus been found to retain practically the same relation to the *Ancylus* transgression as far away from Gotland as at Vät-

<sup>1</sup> In this work Thomasson attempts, by means of pollen statistics and diatom analysis, to distinguish and identify a series of phases with alternating fresh and salt water in the older history of the Baltic. Thomasson's treatise contains many good and valuable observations, but his pollen-statistical combinations are in some cases too daring, and, consequently, some of his deductions become insufficiently well-founded or demonstrably incorrect.

tern, i. e., more than half-way to the Svea Pass. Thus, there is no reason to assume another age for the corresponding pollen zone there.

### The Svea River and the »Great-Vänern Lake». — Height of the Ancylus Lake above Sea-Level. (p. 47.)

Outside the assumed mouth of the united Svea River, i. e. where the broad part of the Letälven River valley is succeeded by the narrow channel which the present river has cut into the clay, there are no very conspicuous delta deposits of the Svea River. On the whole the deposition of finer sediment has, at least during the later stages of development, been strikingly small. The cause of this certainly is that the river erosion has chiefly taken place in the solid rock, where pieces, separated by joints, have been torn off and rounded into, for the most part, rubble, boulders and blocks. The bulk of these materials has not been carried any further than to the lower parts of the falls, or to calmer reaches in the united river between the mouths of the fall channels. In places of the last-mentioned kind gravel may, as the Strömsnäs Plateau shows us, have been deposited. But the existing gravel deposits do not correspond even approximately to the enormous erosion in the fall-channels, if these should have resulted mainly from wearing of the rock-surface. The production of fine material as a whole has obviously been comparatively small.

Although the structure of the terrain at the supposed river mouth has not supplied any information in regard of the height and nature of the water outside, these conditions can nevertheless be fairly accurately fixed in another way. At the same time the relation between the Svea River and the history of the Vänern Basin is determined.

The uppermost Vänern limit (V. G.), i. e. a beach which limits upwards the post-glacial alluvia deposited in the »Great-Vänern Lake», viz. the lake in its extension just after its isolation from sea (v. Post 1915 b, 1925 a), has, by Sandegren (1916), been identified on the high east shore of Vänern, in the Gullspång—Otterbäcken district, and, furthermore, I have reconnoitered it from there eastwards around the basin of Lake Skagern. One of the beaches which I assumed in this district to show the V. G. is situated close to the Forsnäs Bog near to the outlet of the Letälven River into Lake Skagern (see map pl. I). There exist here, firstly, a littoral terrace built up of boulders and coarse gravel around the southern end of the drumlin situated between the northern part of the bog and the Letälven River, and secondly, in the sand terrain east of the bog, a littoral scarp several metres high in some places. Both the foot of this scarp and the crest of the terrace on the drumlin are 77.9 m above sea-level.

The profile (fig. 9, p. 48), shows a gently falling littoral plane, built up of sand below the scarp and, outside it, we find, under the ooze of the bog, a loam, oozy on top and sandy downwards, resting on stony gravel, probably moraine. Above the loam follow ooze and peat, and the contact between these sediments (at about 71 m above sea-level) indicates the average low-water level when the open water here closed up.

According to the pollen diagram (fig. 10, p. 49) the zone-limit IV/V in the type diagram of the Svea Pass district lies approximately at a depth of  $2\frac{1}{2}$  m, or about  $1\frac{1}{2}$  m above the lower limit of the peat. The lower portion of the peat, and the ooze, belong to zone V. The transition between ooze and loam corresponds to the zone-limit V/VI, and, finally, the loam entirely belongs to zone VI. Furthermore, we recognise our guide-levels (a) and (c) of the Svea Pass diagrams. The loam under the Forsnäs Bog corresponds to the Svea River period, and the closing up of the ancient Forsnäs Tarn is practically contemporaneous with the final drying up of the river or, rather, somewhat younger.

The loam contains the *arnaria*-flora (table, p. 50) but also, in its lower portions,

brackish-water diatoms, probably washed out by the Svea River from older clay strata eroded in its southern channels.

The evidences which are now gained at Forsnäs show that the low-water line at this place, just after the Svea River finally dried up, fell at the present height of 71 m above sea-level. The Forsnäs Basin must at this stage of development have been isolated from that of Lake Skagern. During the later phases of the Svea River's existence, however, the high-water within the Skagern Basin must have stood at the beaches at the present 78 m-level. Thus the latter seem to indicate the altitude of water outside the mouth of the Svea River at its last stages. As may be seen from the preceding, the surface of the Baltic was at that period at the present 106 m-level. The entire fall of the Svea River, just before its drying up, will consequently have been about 28 m.

The geological age of the Forsnäs Beaches is to be fixed by a comparison of the pollen diagram from there with those of other localities where a genuine V. G. could be examined pollen-analytically. One such locality is the Gränsjö Bog, in the parish of Svanskog, W of Säffle, in South-western Vermland. That bog lies a few metres below the level of V. G. — which in this district has been regionally reconnoitred in detail — in an ancient cove of Great-Vänern.

In the pollen diagram of the Gränsjö Bog (fig. 11, p. 53) we recognise the zone sequence of the Svea Pass, Gotland, and the Forsnäs Bog. The zone-limit IV/V of the Svea Pass diagrams lies in the ooze at a depth of 5.7 m, and the zone-limit V/VI at the contact between purer and clayey ooze, at a depth of 6.5 m. The clayey ooze belongs entirely to zone VI, the Svea River period. The transition from the Great-Vänern bay to a closed-in lake is marked by the commencing ooze deposit, as may be proved by the disappearance in the same strata of the *arenaria*-forms (diatom table, p. 54). The horizon of the isolation lies in the Gränsjö Bog pollen-analytically exactly as does that of the ancient Forsnäs Tarn.

The assumption that the Forsnäs Beach at 78 m above sea-level is V. G. is proved by these evidences, and furthermore it has been established that the Svea River during its final phase did not debouch into the sea but into the Great-Vänern Lake, which at that time had just been shut off from the Ocean.

The latter fact is, moreover, confirmed at a pollen-analytical station in the uppermost part of the Göta River valley, at which the period for the isolation of Great-Vänern can be directly estimated, viz. the Hullsjön Lake situated on a clay plain between the Trollhättan Falls and Mount Hunneberg, about 10 km S of the outflow of the Göta River from Vänern. In the deposits of that basin the *arenaria*-flora (diatom table, p. 56) disappears at a depth of about  $5\frac{1}{2}$  to  $5\frac{3}{4}$  m, i. e., according to the pollen diagram (fig. 12, p. 55), a little way up in the pollen zone V of the Svea Pass. The zone-limit V/VI lies at a depth of about 7 m. The Hullsjön Lake was consequently not isolated from the sea until after the drying up of the Svea River. It is now situated at 39 m above sea-level, i. e. approximately upon a level with the lowest point of Vänern's pass-sill and about 5 m below the present mean-water level of Vänern. During the final phase of the Svea River the level of the sea may be assumed to have been somewhat above that of the Hullsjön Lake, i. e. at about 40 m. If attention is duly paid to the inequality of the land elevation, we get a then sea-level of 42—44 m at the Vargö Falls, farthest up in the Göta River valley.

Thus the Great-Vänern, whose uppermost beach at the outflow to the Göta River lies now 47 or 48 m above sea-level, should have been situated 4—5 m above sea-level during the last period of the Svea River. In the preceding it will be seen that the entire fall of the Svea River was at this stage about 28 m. The height of the Ancylus Lake above sea-level was consequently 32—33 m, or, allowing for certain factors of uncertainty in the calculations, possibly a few metres more or less. In any case the height of the Ancylus Lake above sea-level at the drying up of the Svea River proper lies between the limit values 28 to 29 m and about 35 m.

**The Svea River and the Changes of Level of the West Coast. — Connection with the Archeological Sequence of Time.** (p. 58.)

In the attempt to fix to which stage in the changes of the shore-line at the West Coast of Sweden the period of the Svea River corresponds, the same definiteness in determination cannot be expected from the pollen-analytical material as in the comparison with the Baltic the Great-Vänern districts. For as a matter of fact the stations hitherto investigated are not only very few and have not been hunted out especially for this purpose. Furthermore we now pass over to regions where the forest development was not — as in the Baltic-Vänern area — regulated by the influence of the cold water of these basins, and for that reason progressed simultaneously, but where the differences in temperature corresponding to the latitudes have resulted in a silvo-geographical zonation noticeable even in the older phases.

A first step towards the characteristics prevalent on the West Coast was taken already in the diagram from the Hullsjön Lake. Here, at the narrow southern point of Vänern, where the cooling mass of water was comparatively small, the warmth-loving forest-elements, especially the hazel, attained a relative abundance even before the stage which corresponds to the zone-limit IV/V at the Svea Pass. Zone V in the diagram of the Svea Pass, the alder-hazel zone, along the West Coast passes over into a more and more pronounced pure hazel-zone, with *Corylus*-frequencies gradually increasing towards the south. In Scania the hazel bush of the boreal time (v. Post 1924), without the intermediate alder stage of the Baltic-Vänern regions, was directly followed by the complete Central European mixed oak forest, with even the lime-tree as a regular component. Even before the postglacial maximum of land submergence, the pollen frequencies of the lime-tree here normally reach the same figures as at the general culmination of temperature in the later atlantic time (zone III at the Svea Pass). Within the older parts of the diagrams, the alder gradually diminishes in average frequency southwards along the West Coast. But in Scania, during the more advanced thermal epoch, it became a forest-forming tree in predominance, although more locally as a substitute for the oak on moister ground.

In fig. 13 (p. 60) is given, after Sandegren (1923), a pollen diagram from Ä n g g å r d e n, at Gothenburg. Marine sand and clay deposits here rest upon a supra-marine mould with forest remains. The locality is situated 17.6 m above sea-level, and the surface of the mould 16.0 m above sea-level, i. e. 9.5 m below the maximum beach of the post-glacial land submergence (25.5 m above sea-level, surveyed, not far away, by Alin, 1923). The strata from the sand upwards were formed during the progressing land subsidence. In the sand and the greater part of the clay, the pollen diagram shows the hazel-zone of the West Coast, with strongly dominating *Corylus*-frequencies. Upwards in the clay the *Alnus*-frequency increases, while the hazel at the same time declines. Highest up the lime-tree curve commences and the hazel-curve runs down towards that of the mixed oak forest. The entire aspect of the curves becomes very like that of the zone-limit IV/V at the Svea Pass. Despite the great *Corylus*-frequency, the pollen spectra of the clay show an unmistakable relationship to that alder-hazel zone which was also pronounced at the Hullsjön Lake, and which, farther inwards in the Vänern district, passes over into genuine zone V of the Svea Pass diagrams. The base of this zone corresponds, in the Änggården profile, to the sand and the mould. There, just at the beginning of the *Alnus*-curve, we also see the turns of *Betula* and *Pinus*, and there the zone-limit V/VI of the Svea Pass diagrams seems to fall. The mould stratum and the base of the sand, consequently, correspond to the last period of the Svea River and to its drying up. The land at Gothenburg then lay 9 to 10 metres higher than when the post-glacial land subsidence there was completed. This profile does not tell us the actual height of the locality above sea-level at the period of the forest mould, but the position

of the marine shore-sand in the pollen diagram indicates that the transgression had reached this point very close to the Svea Pass zone-limit V/VI. The shore-level corresponding to the drying up of the Svea River at Gothenburg therefore appears to be situated approximately at the present 16 m-level.

Our next station southwards is the Lunna Bog, close to Onsala Church, in the northernmost part of Halland, where lacustrine ooze and peat are covered by a marine ooze (Halden 1922). According to Halden's diatom analyses (fig. 15, p. 63) the horizon of maximal submergence is situated approximately at about 1.4 m depth in the sequence of strata.

The curve aspect of the pollen diagram (fig. 14, p. 62) has now changed. The curve of the lime-tree and the rapid increase in frequency of the mixed oak forest commence somewhat below the level of maximal subsidence, but the intersection of the *Corylus*-curve with that of the mixed oak forest still lies there. The alder has declined in average frequency, but the commencement of its curve in the *Thelypteris*-peat appears — to judge by its relation to the curves of *Ulmus* and *Quercus* and of the hazel — still to lie in the same period as in the Änggården diagram. Farther towards the south, where a pure hazel-zone occurs, the alder-pollen limit is generally removed upwards, and coincides with the rapid rise of the mixed oak forest at the end of the hazel-period. Under such circumstances the commencement of the alder-curve in the Lunna Bog cannot be older than in the diagrams of the Svea Pass. The zone-limit V/VI of the Svea Pass very probably lies in the *Thelypteris*-peat, and the sea seems to have inundated the Lunna Bog basin very soon after the drying up of the Svea River. The real height of the pass-level of the basin at the time in question, however, could not be exactly fixed. Therefore the altitude of the sea, corresponding to the inundation, is not definitely known. But as the *Thelypteris*-peat is now situated 9.5 m above sea-level, and the beach of the maximum subsidence lies, according to Alin, 20 m above sea-level, Halden estimates the following subsidence to have been about 10 m. The shore-level of the sea corresponding to the drying up of the Svea River must be situated, at this place, at the most 10 m above that of modern time, probably only a trifle lower.

In the Varberg—Falkenberg district the marine shore-level of the time in question seems to intersect that of the present day. Further south the submarine occurrences of peat which have been investigated also supply only minimum values for the elevation of the land after the Svea River time. Such minimum values are available from Halmstad harbour (lacustrine alluvial peat, approximately contemporaneous with the final phase of the Svea River, 6.5 m below the surface of the sea), from Höganäs harbour (forest peat with pine stubs and hazel nuts, probably younger than the drying up of the Svea River, 6 m below the surface of the sea), and from Landskrona harbour (lacustrine »bleke» 1.85 m below the surface of the sea and covered by a marine series of strata whose base is younger than the Svea River).

Neither the occurrences of submarine peat along the coast of Denmark nor the peat at a depth of 35—47 metres in the Northern Kattegat, described by Edvard Erdmann (G. F. F. Bd. 30, 1908), nor the submarine occurrences of peat in the North Sea and the English Channel, pollen-analytically examined by Gunnar Erdtman, can be set into a closer time-relation to the Svea River than has been possible in the case of the Scanian ones. The only deduction that is to be drawn at present from the pollen flora of those occurrences of peat on the actual bottom of the sea is that the period of the Svea River must have corresponded to some part of the West European »Land Epoch».

On the other hand, a preliminary, yet quite approximate, correlation of time can be obtained directly between the Svea River and the oldest cultural history of South Scandinavia, with the aid of the pollen diagrams from Landskrona harbour (fig. 16, p. 64) and from the Baremosse Bog, about 20 km ENE of Lands-

krona (fig. 18, p. 66—67). At a depth of 0.9 to 1.3 m, this bog contains remains of a lake-dwelling belonging to the type known from Mullerup Maglemose, in Denmark. A comparison between the pollen diagram of the Landskrona profile and that of the Baremosse Bog will immediately prove that the cultural stratum of the latter cannot originate from the older Neolithic, as Sernander (1908) has maintained it does, but must be considerably older than the maximum of the post-glacial land submergence, which — according to the diatom diagram from Landskrona (fig. 17, p. 65) — is situated there at 0.4—0.9 m below the surface of the marine deposits. In reality the culture stratum of Baremosse seems — to judge from the pollen diagrams given from epi-paleolithic lake-dwellings in Denmark by Knud Jessen (Aarb. f. Nord. Oldkyndighed og historia, 1924, p. 23) — to be almost contemporaneous with, maybe even somewhat older than, the main parts of the culture layers at those places. The fact that the Baremosse dwelling belongs to the Mullerup Period, and not to that of Ertebølle, or to any still younger time, is rendered incontestable by the clear evidence of the pollen diagrams. Now, the Svea River period corresponds in all probability to a horizon in the Baremosse profile situated immediately below that of the largest hazel-culmination, i. e. just to those strata where the culture remains occur. Even from the pollen-analytical evidences alone, it is clear, therefore, that the Svea River must belong, archeologically, to the epi-paleolithic Mullerup Period.

**Synopsis. — The Submarine Forest Remains at Kåseberga and The Darss Sill.** (p. 68.)

Through the correlation now obtained between the history of the Svea River and various features in the geographical development of Southern Sweden, with the aid of pollen analysis, the following points have been determined:

1. The Svea River was the first outlet of the Ancylus Lake.
2. The river existed during the period of transgression within the southern parts of the Ancylus Lake, and finally dried up only after this transgression had reached the uppermost Ancylus beach of South Baltic and the regression had just commenced.
3. The dwindling proceeded gradually. Rather early the discharge was concentrated through the five northernmost fall channels. Among those the Bergtjärn Channel was still carrying water — although with reduced flow — for some time after the others had dried up.
4. The definitive drying up took place shortly after the Vänern Basin had been cut off from the Ocean, and the «Great-Vänern Lake» had thus been formed.
5. Then the sea reached right up to the innermost part of the Göta River valley between the Trollhättan and Vargö Falls, where its then shore now lies about 43 m above sea-level, or possibly somewhat higher. At the same time the altitude of the Great-Vänern above sea-level was approximately 4 to 5 m, and the total fall of the Svea River approximately 28 m. The altitude of the Ancylus Lake above sea-level was at least 28 m, probably 32 to 33 m, at most, but less likely, about 35 m.
6. The sea-shore on the West Coast corresponding to the final drying up of the Svea River lies now at Gothenburg at about 16 m above sea-level, and at Onsala, in North Halland, at barely 10 m above sea-level. The transgression up towards the post-glacial limit beach in these districts was progressing.
7. Farther south the shore-level in question drops below the present-day sea-level, and the stations investigated supply only minimum values for its present depth. These stations go to prove, however, that still at periods much later than the drying up of the Svea River the present-day shore-level had not been reached.

An attempt to summarise and analyse more closely the relation between the land,

the sea, and the Ancylyus Lake, resulting from the data obtained, is made in the diagram fig. 19 (p. 69). This diagram aims at illustrating the present-day height of the shore-levels, contemporaneous with the drying up of the Svea River, within the Baltic and along the coast of the West Sea, as far as decisive data are available. As the longitudinal axis of the diagram is taken the straight connecting line between the Svea Pass and the German—Danish—Scanian straits, through which the Ancylyus Lake found the outléet which replaced, gradually, the Svea River. By observing the proved or probable main direction of the isobases, the respective stations are projected on this line. For the localities along the West Coast and in the Vättern district this implies but little uncertainty in respect of their abscissae. But for the level figures for the Ancylyus Lake limit in South-eastern Östergötland, and still more so Within the Gotland—Kalmar Strait region, to fit in upon a line of projection through Western Götaland must, naturally, be rather uncertain, and the values from those districts are therefore given in the diagram with more vague designations.

In the diagram, however, the portions of the lines of levels situated below the surface of the present sea are very hypothetical. Both the littoral curve of the West Sea and that of the Ancylyus Lake could, with the data now available, be drawn with straight lines. But it cannot be proved that this must be done. The submarine peat at Halmstad, however, restricts the possible upward bend of the curve at this point to 5 or 6 m above its straight-line continuation. In the diagram the shore-level of the Baltic runs about 17 m below the level of the pass of the Darss Sill, which is 18 m below sea-level. Naturally, the curve should have been drawn through this point, unless the occurrence of pine-stubs just discovered at a depth of 35 m outside Kåseberga, in South-eastern Scania, and south of Bornholm (Isberg 1927, Grönwall 1927), seemed to indicate a still lower situation of the shore of the Ancylyus Lake within these regions. According to Isberg's pollen analyses the Kåseberga stubs are in all probability younger than the maximum of the Ancylyus transgression. The contradiction between the indications, given by the altitude of the Darss Sill and the Kåseberga stubs, appears at present impossible of solution. In any case, it is not to be cleared up by any extrapolation from the north. The possibility of tectonic differential movements during the post-glacial epoch within the Southern Baltic cannot be refuted categorically. But, to obtain any certainty as to this matter we must have systematic examinations and datings of the supramarine deposits and land-sculpture forms on the bottom of the Southern Baltic, which, as far as at present investigated, appear rather chaotic.

It will hardly be necessary to point out that pollen analysis in this connection opens out one of the main avenues. Its basis of operation must, however, not be the Swedish system of pollen diagrams, but a Northern German-Danish diagram net, which must be detailed enough to display the regional variations, and in which Bornholm must form one of the chief points. But from Bornholm there is as yet no pollen diagram available, and the North German lowland is, maybe, pollen-statistically the most unknown amongst the main areas of Northern and Central Europe.

#### **Yoldia Sea, »Ancylyus Sea» and Ancylyus Lake. (p. 73.)**

The genuine Ancylyus Lake, i. e. the Baltic cut off from the Ocean and elevated above it, was preceded by a stage during which the Baltic and Vänern Basins, at least at their surfaces, had fresh water, although there still existed open communication with the Ocean. For this intermediate stage between the Yoldia Sea and the Ancylyus Lake the term »Ancylyus Sea», launched by Gerard De Geer, might possibly be used.

Around the Vänern Basin distinct systems of beaches with strongly developed accumulation terraces and other evidences of stagnation in the regression, have been met with between the uppermost marine shore-level (M. G.) and the oldest beach of

Lake Vänern (V. G.). In districts where the V. G. is situated about 80 m above sea-level such shore-levels are recognized at 110 to 115 and 125 to 130 m respectively above sea-level. Both of them have been identified at the Svea Pass and in its surroundings. The lower one can be followed with a faint gradient along the Letälven River valley to about 3 kilometers from the Forsnäs Bog. It lies at that place at 110.5 m above sea-level, consequently about 32 m higher than the V. G. at Forsnäs. This beach probably corresponds to the well-developed Baltic one described from Skinnskatteberg in Västmanland, at 121 m above sea-level (v. Post 1915 a). The deposits of the latter contain a pure *arenaria*-flora.

Even during the Svea Sound stage the Baltic, consequently, contained fresh water. But at, and before, this period even the water of the Vänern Basin had become fresh. In the Degerfors district the lagoon deposits of the ancient sea contain *arenaria*-diatoms up to at least 128 m above sea-level (Damstjärn Bog, diatom table, p. 77), at this height, however, mingled with brackish-water species. The diatoms in a series of clay, loam and sand at A n n e b e r g, near Lidköping, (pollen diagram fig. 20, p. 78) show, furthermore, that the marine diatom flora had disappeared also from the outer parts of the Vänern Basin at a fairly early stage of the land elevation. Finally, it is manifest from the diatoms in lagoon deposits under the Djäknessmossen Bog, situated 90 m above sea-level, SE of Trollhättan, that already at a time when the sea was still about 20 m below the M. G. of this district, and more than 50 m above the pass-level of the future Lake Vänern, i. e. at a period which corresponds to a very early phase of the pollen-zone VI of the Svea-Pass diagrams (fig. 21, p. 80), the strait which occupied the Göta River valley, and which was then about 30 km wide, contained only brackish, but not salt, water, at least in its shallower marginal parts.

#### Appendix: The Göta River in the *Ancylus* Time. (p. 84.)

When the proofs of the above were already printed I got an opportunity for an inspection of the terrain round about the Vargö Falls in the Göta River. The observations then made go to confirm the deductions in respect of the relation between the Svea and Göta Rivers, to which the pollen-analytical research had led, and, furthermore, to render possible a sketch of the main features of the oldest history of the Göta River.

With the uppermost Vänern beach (V. G.) as a guide-level for correlating the land elevation, we find that the sea-shore in the Vänersborg district at the latest phase of the Svea Sound period should have been situated at the present-day 60 m-level. With this position of the shore the passage between the Dalbobergen Mountains (the high Vänern shore W of Vänersborg and the Vassbotten Bay), in the west, and, in the east, the Halleberg and Hunneberg Mounts — »the Vänersborg Strait» — becomes the widest connection between the Vänern Basin and the Ocean, and shortly after the only one.

The drainage area of the *Ancylus* Lake was about 2 million km<sup>2</sup>, i. e. about 40 times greater than that of the present Lake Vänern. When the Vänersborg Strait became the only passage between the Ocean and the Vänern Basin into which the *Ancylus* Lake then emptied through the Svea River, its average discharge of water was, at a low estimate, 20000 m<sup>3</sup> per second.

The width of the strait between Halleberg and the Dalbo shore was approximately 6 km, and the bulk of its bottom lies now at the mean altitude of about 48 m above sea-level. When the present 60 m-level formed the sea-shore, the sectional area of the Vänersborg Strait was consequently about 72000 m<sup>2</sup>. The average speed of the flow was thus, already at this stage, about  $\frac{1}{3}$  m per second. For a speed of 1 m per second a reduction in the depth of water to about 4 m is necessary, i. e. the shore must have regressed to the present level of about 52 m above sea-level.

The observations hitherto made in the field are by no means sufficient for any calculations of the actual speed of the current at different stages of the shallowing of the strait. The distinct traces left by the flowing water seem, however, to satisfy the claims which must be laid upon them according to the approximation now made.

The bottom of the ancient Vänern Strait consists of a rather flat »iron-gneiss» block. Its surface sculpture varies from the flat sub-Cambrian abrasion surface, e. g. at the Vänern shore W of Mount Halleberg (cf Munthe, G. F. F. Bd. 37, 1915), to broken glaciogene topography, with elongated, high and narrow, whale-back outcrops running from NE to SW and separated by narrow and deep depressions. These sharply sculptured surface-forms are due to the fact that the direction of the ice-movement coincided with one of the more pronounced joint systems of the rock. For long stretches the rock lies bare, especially on practically all higher-lying areas. But between the heights varved glacial clay, frequently resting directly upon the rock, occupies large areas. The absence of underlying layers of moraine at such spots shows that a considerable glaci-fluvial flow has passed over the terrain.

The rock surface has in all essentials the form imparted to it by the land-ice. But the glaciogene sculpture is to a large extent, so to say, »touched-up» by running water, not merely glaci-fluvially.

There are observed a multitude of form-details which cannot be due either to the erosive action of the land-ice itself, or to that of the flows produced through its melting. There are pot-holes, excavated by a water that was freely falling and freely running out, fissures passing right across the direction of the ice-movement which have been cleaned out and enlarged by water, fall-basins and accumulations of boulders on the south sides of such heights, as have formed shallows and skerries in the strait, etc.

Fig. 22 (p. 88) gives two coupled profiles measured in detail across an illustrative part of the land between the two channels of the present Göta River, immediately N of the road towards Vänern. We find there a hill of rock, which is, as usual, both as a whole and as regards its separate ridges, orientated NE by SW, i. e. parallel to the ice-movement and the dominant joint direction. Its north-eastern and south-western ends form marked heights, separated by a lower and flatter central part. The lateral profile runs through the top of the western terminal hill, the central profile across the lowest point of the sill of the central depression. The distance between the profiles is about 50 m, and their direction N 35° W by S 35° E.

On the terminal height we see the enlarged, sometimes open and sometimes sand-filled, fissures, the stair-shape of the southern side of the ridge, and half-developed pot-holes on the ledges. Below there is situated a mighty, semi-conical accumulation of, chiefly, well-rounded gneiss boulders with a mean diameter of about 1/2 m in the topmost parts, but smaller and smaller downwards along the slope.

Southwards of the lower central part, whose glaciogene roundness is still fully conserved, no boulders have been deposited. On the contrary, the sculpture of the rock, ascertained through borings, seems to indicate excavation. At all events it forms an actual, closed, rock-basin, now occupied by a bog. On the rock-surface below this no glacial clay, as is the case in various other depressions, succeeds, but an alluvial loam. This loam is in certain strata, especially downwards, sandy and contains scattered pebbles. Although post-glacial erosion in the rock itself could not be established, the total absence of glacial clay within the basin nevertheless proves that the rock had been washed clean, before the loam was deposited in it.

The general aspect is just that which normally occurs at islets and shoals in running water: in the calm water right downstream no erosion, or accumulation, but, below the open passages between them, intensive running of the water and excavation of the river bottom. The nearest available example is offered by the bottom confi-

guration in the present-day Göta River at the two small islets in the very uppermost part of the river (cf map fig. 24, p. 94). Like other effects of erosion, which are visible on the heights of the Vargö terrain, the phenomena illustrated by the profiles obviously indicate a general running of water from the north, across the mean lines of the topography.

In order, if possible, to fix the time for the washing bare of the rock-basin more closely than the maximum which the removal of the glacial clay may indicate, I took two series of samples through its loam and peat. The pollen diagram for point m 77 in the longitudinal scale of the profiles is given in fig. 23 (p. 91). We see immediately that the loam belongs to a period corresponding to an older part of zone VI in the Svea Pass diagram. Thus the loam was coming to existence during the earlier phases of the Svea River time, or — something which the pollen diagram itself does not exclude — even before the emergence of the Svea River, during the time of the Svea Sounds. In any case the loam sedimentation continued into the period of the Svea River, but ceased before the river ran dry.

The tops of the terminal humps of the rock ridge surveyed are about 55 m above sea-level, and were, consequently, brought to the vicinity of water-surface somewhat after the period at which all the Baltic discharge had commenced to pass through the Vänernsberg Strait. Its average depth at this stage was 7 to 8 m, and the average speed of the flow at least  $\frac{1}{2}$  m per second. Probably it was greater, especially during the summer months, when the melting of the North Scandinavian land-ice was culminating. Then such an effect as that traced on the bottom of the ancient strait is just what is to be expected. The effect of erosion in the solid rock is generally very slight, and in sheltered depressions the suction-power of the water was no greater than that clay is left behind. But where the current had to force obstacles, such as larger shoals and skerries, its speed was considerably increased. Here there resulted fractures in the water-surface, which forced the current towards the bottom, stationary whirlpools, and suchlike, and the power of erosion was augmented locally, so that at such points the rock began to be attacked. The main result is the cleaning and enlargement of joints, which just characterize the higher parts of the ancient shoals. At such broad obstructing ridges as the one investigated these effects were still more accentuated. Here the erosion culminated, and its effect assumed forms which distinguish rushing water.

The profiles, fig. 22, also illustrate the general fact that the erosion effect on the rock-surface has been strongest on the very tops of the shoals. This is still more clear than the profile-drawings are able to show by the fact that the average width of the fissure channels gradually increases with altitude, from about half a decimetre or less in the lowermost ones to about four in those of the top. This confirms the assumption that this form of erosion belongs to the phase when the tops were just situated at water-level or in its immediate vicinity. The height surveyed is the highest one examined by me and gives a minimum measure for the depth of water in the strait, at which current erosion commenced to appear. In principle also the lower hills, with tops at 50 to 52 m above sea-level, display the same sculpture. But on the low-lying rocky area between Vänernsberg and the present river, whose tops are located just at this level, genuine pot-holes excavated on the southward slopes indicate a continual increase in speed and force of the stream resulting gradually from the reduction in sectional area of the strait which was caused by the preceding elevation of land.

The alluvia in the stream basin investigated contains a flora of diatoms which emphasizes still further the conclusions based upon its sculpture and sediment-content regarding the hydrographic conditions within the Vänernsberg Strait. As is shown in the table on p. 93, the diatom flora of the loam displays a mixture of *arenaria*-forms, «ordinary» fresh-water forms and species which distinguish brackish or salt water, consequently indicators for the water of the Ancylus Lake

(including the Svea River and Vänern), for local shoal water, and for the sea. But the proportions between these classes change considerably and regularly throughout the series of strata. The haline forms, which occur in all specimens examined, tell us that the Göta River valley, as long as loam was sedimented in the basin, must have been a fjord, of which the Vänersborg Strait formed a direct continuation. The counter-current at the bottom of the strait was, for some time after the commencement of the loam deposit, practically kept away by the out-going stream passing over the skerry. But after the low central part of the latter (at 51 m above sea-level) rising above the sea, a strong backwater seems to have been formed, which brought large quantities of marine diatoms (B) to the place. When, finally, the surroundings of the skerry also began to rise, the salt water was removed. But now it was to the diatom flora of the shore and the shallow water (S) that the brackish-water forms, and also *arenaria*-flora (A), must give place.

Thus, the succession of diatom floras throughout the loam enable us to follow step by step the diverging of the stream from the area below the skerry, and, furthermore, it gives a direct evidence that the Vänersborg Strait debouched into an open sea-fjord, whose width and depth were such that salt counter-currents at its bottom could reach right up into the strait, even after the surface of its water had passed the present day 51 m level. In other words, the sills at Trollhättan must still at this stage of land elevation have been lying fairly far below the level of the sea.

According to the pollen diagram of fig. 23, compared with the diagram from the Hullsjö Lake (fig. 12, p. 55), the contact between the loam and the bog strata above it represents a hiatus extending some distance into zone V of the Svea Pass diagrams. During this period no formation of soil occurred on the spot. The upper parts of the loam, especially in the areas where its surface lies high, is not blue and loose, as lower down, but gray, semi-solid and tough, and in the topmost centimetres humous. In other words, before the bog commenced to develop, the loam for some time formed a ground-surface exposed to the weather and thus partially evaporated. This half-dry ground did not become boggy until later, somewhat within pollen-zone V of the Svea Pass. In this lower reach of the Vargö Falls, therefore, the water-surface dropped to below the level of the loam-surface, at present 46—47 m above sea-level, even at a period when — as it is shown by the pollen diagrams — the water of Lake Vänern was at the V. G., and the Svea River was in strong flood. An oldest Göta River had thus issued from the Vänersborg Strait at this time already, as the result of the progressing land elevation.

But in respect of extent and amount of water this original Göta River was quite different from the present day one. This is evidently proved by the configuration of terrain around the present river channels.

The conditions after the strait-stage was passed and a genuine falling river had come into existence may be illustrated by the level-map given in fig. 24 (p. 94).

The uppermost stream fracture in the water-surface, i. e. the very border line between Lake Vänern and the Göta River, is situated at the narrowest spot in the fairly wide outflow-bay. From the latter the river now runs in two channels, an eastern one, the main river, along the strait fissure line towards the Vargön Island and a western one, the Lillån River, which meanders through broken terrain towards Önafors Mansion. Both on the mainland, on both sides of the river, and on the two islands of Huvudnäsön and Önaforslandet, the lower terrain is traversed by a net of old river channels. The low passages between the rock-ridges are entirely cleaned in positions which, during the very strait-stage, ought to have been sheltered against current erosion. The rock itself was not affected in any other way than by the rough edges being worn off, fissures cleaned, and joint-blocks pushed apart. But all older loose deposits have been removed. These channels are entirely orientated to the great sculpture of the rock. Some of them, also nowadays, carry water at exceptional flood, but the bulk lie entirely above the levels to which the water of the river

rises at present. Most ramified and clearly developed is the net of channels where it adjoins the Lillån River, either within its own, rather broad valley, or running across the islands between the Lillån and the present-day main channel. Both outside the present-day »Tvärån» Channel and at the two older ones which cross the Önaforslandet, creeks are developed in the main channel, of which that of the Tvärån River is disproportionately broad and deep in comparison to its present-day infinitesimal discharge, and the southernmost, facing Vargön, is an actual canyon. Evidence of the previously larger discharge through the Lillån River is also a pot-hole situated close to Kassaretorpet Cottage, on the bottom of a now dried-up tributary channel, and approximately 47 m above sea-level.

Of very particular interest are the two valleys which traverse the »Sjöbodalandet» (see map, fig. 24) and debouch into the uppermost, broad part of the Göta River. The western one of these follows a straight fissure line, and is mostly confined by fairly high mountain slopes. This valley, at the narrowest spots, is about 30 m wide, and has along its entire length been practically cleaned of glacial clay. But on its bottom there lies, mostly direct upon the rock, an oozy alluvial sand, partially covered by peat. The valley opening out downstream from the one now mentioned is a shallow and flat channel, about 100 m wide, eroded in glacial clay, which, however, is mostly covered by alluvia. The valley commences about  $\frac{1}{2}$  kilometre from the river to fade away in open and flat terrain. Narrow coves from the river, bordered and continued by bogs, penetrate into the outlets of both valleys, and on the bottom of their joint debouching bay the map shows an elongated stream basin, which, in its shape, displays influence also from the mouth of the fissure valley. It is evident that these two valleys once carried water direct from Vänern to the main river, but it is more important that, by them, the V. G. becomes correlated directly with a certain phase of the Göta River development. Along the entire southern side of the mostly downstream part of the southern valley, an ancient water-level is indicated by a distinct beach at 48 m above sea-level, i. e. nearly 3 m above the present extreme high water mark of the river outside the mouth of the valley.

In all probability this beach belongs to the uppermost V. G.-system, which at the north-western corner of Mount Halleberg, 3 kilometres towards the NE, lies 49 m above sea-level. In other words, the V. G. continues into the bed of the Göta River. That means that the water of the Great-Vänern Lake did not, originally, adapt itself to present-day conditions, but to the higher water in the Göta River which we have just traced.

Now, there are two alternatives for explaining this fact. Either the river upstream from Vargön, after this phase, eroded its bed more deeply, or the original high water-level is due to a much greater amount of discharge than the present one.

A deepening of the Vargö Fall channels may a priori appear the probable cause of the lowered water-height. But on a closer inspection of the conditions this explanation is found insufficient. The water-level of Vänern is at present determined partly by a rock-sill at Källshagen—Sjöboda, partly by the discharging capacity of the nearest downstream channels. Especially the narrowness of the rock-channel above the Huvudnäs Fall causes the water to pile up to a depth of  $3\frac{1}{2}$  metres over the damming sill, even at extremely low water. Consequently, for a reduction in the water-height of Vänern by erosion in the outlet, there is required both a lowering of the Källshagen rock-sill, and an enlarging of the Huvudnäs Fall Channel. No erosion in the solid rock of any quantitative importance can have occurred at either of these places. Nor is it probable that loose deposits, e. g., clay, had been left in the main channels during the period immediately after the appearance of the genuine river. Even during the strait-period the current must have washed away all loose material from the channels best suited to the river, as soon as the stream began to concentrate upon them.

At the present time the Lillån valley acts as a compensator for the deficient discharging capacity of the Huvudnäs Channel. The water measured in the Göta River varies between about 290 and 820 m<sup>3</sup> per second, and the average is about 540 m<sup>3</sup>. The greater the amount of water, the more of it passes proportionately through the Lillån River. At extreme high-water the total flow is approximately 50 % greater than at medium water, but the quantity of water discharged through the Lillån River is nearly ninefold. It is such a condition, only more extreme, which I assume to be inferred from the topography of the Vargö district.

According to an approximation made by Mr. Ragnar Lindquist, for the Vänern-surface to rise to about 48 m, i. e. about 2 m above the highest water-level known during the last two centuries (45.9 m), a flow of 2000—3000 m<sup>3</sup> per second is required. The present-day drainage area of Lake Vänern is hardly able to produce such a quantity of water. But on the other hand, if the entire discharge from the Baltic (at least 20 000 m<sup>3</sup> per second) was forced to pass through the Göta River channels, Vänern would hardly have stopped at the 48-m level, unless this level was just the same as that of the mean bottom height of the former strait, and the curve of discharge, consequently, commenced at this point to run asymptotically towards infinity. There is also a possibility that the Svea River had already begun to dwindle when the Great-Vänern was cut off from the sea. We remember that the time-relation between the development of the Svea River and the history of the Vänern Basin, given by pollen analysis, pointed to this conclusion.

The pollen-analytical researches also indicated that the height of the sea-shore below the Vargö Falls during the last phase of the Svea River could be approximated to the present level 42—44 m above sea-level, i. e. a metre or so above the level of Hullsjö Lake, with an addition corresponding to the dissimilarity in the land elevation. Also this deduction seems to be confirmed by observations in the Vargö terrain. As a matter of fact, on the eastern side of the river, opposite Vargön Island, there is a group of 12 small pot-holes. These pot-holes display a pronounced overfall character, with inlet-channels and overflow-channels running towards the river, and some of them are hardly more than channel-like excavations. They are situated on a rounded-off ledge on the fairly high lee-side of a «*roche moutonnée*», obliquely towards the river. The channel E of Vargön is quite a small lateral channel of the river, the bulk of whose water runs in a broad stream on the other side of Vargön Island. The situation of the pot-holes proves that they were eroded by water which, partly from the side, poured down into the channel. Their level is 44—45 m above sea-level. Consequently, the water-level of the sea-fjord below the Vargö Falls must have stood at or below this height-zone (but hardly much above it) just before the Svea River finally dried up and, therefore, the great discharge from the Vänern Basin ceased. Complementary to the minimum value, taken from the Hullsjön Lake for the altitude above the present sea-level of the then sea-shore at Vargön — about 43 m — the pot-holes give the maximum of, approximately, 45 m.

---

### Anmärkning efter tryckningen.

I Munthes »Studier över Ancylussjöns avlopp» (S. G. U. Ser. C. N:o 346), som utkommit under tryckningen av detta arbete, upptäcker jag, att en väsentlig meningsskiljaktighet kvarstår mellan prof. Munthe och mig rörande förhållandena i Letälvsdalen under Svea älvs tid. Munthe synes alltjämt anse, att »Letviken» varit en del av Västerhavet, resp. Störvänern, ända till dess Svea älv sinat. Jag finner emellertid intet i hans framställning, som föranleder mig att frångå eller modifiera min ovan hävdade, på terrängstudier grundade och av den pollenanalytiska utredningen bekräftade mening, nämligen att det breda partiet av Letälvsdalen under Svea älvs mera framskridna utvecklingsskeden utgjort dess samlade nedre lopp, och att den forna vattenhöjd man kan avläsa nedanför Sveafallen icke motsvarar det dåtida vattenståndet i Vänerbäckenet, utan betingats av vattenmassans självdämning inom den nedre älvsträckan. Ur sund- och vikstadiets och den mycket unga älvens nästan horisontella vattenyta utvecklade sig, allteftersom landhöjningen fortskred, den fullbildade älvens branta fallprofil, vilken sedermera, under avtynandet, allt mera utfläckades och, när flödet från Sveafallen helt upphörde, övergick i Letälvens endast svagt lutande lopp. Att enbart genom strandlinjeundersökningar följa denna fallprofilens utveckling synes emellertid ogörligt; ty, såsom att vänta är, finnas lokalt ihållande spolningsstråk, t. o. m. utbildade som erosionshak, på alla möjliga nivåer å dalsidorna. I varje fall uppgav jag mycket snart försöken att få något system i dessa »strandlinjer» nedom min »Degerfors-linje», av Munthe kallad Y.G.<sub>a</sub>.

Beträffande ett par detaljer ha på grund av ömsesidigt missförstånd oriktiga uppgifter kommit att inflyta i min framställning.

För Domedagsfallets passströskel har jag, åberopande mig på Munthes nivelleringsdata, angivit höjden 107.2 m samt vidare uppgivit, att denna fallströskel skulle vara den näst lägsta i de fem norra huvudrännorna. De av Munthe erhållna höjduppgifterna visa sig nu gälla icke de av mig åsyftade fyra huvudstammarna av det norra fallkomplexet, utan fyra intagsrännor till »Ban-avloppet». Av hans tryckta redogörelse framgår, att Domedagsrännans passhöjd är 106.3 m, samt att Grytfallets är ännu lägre, 106.0 m. Detta begränsar det möjliga maximidjupet över Bergtjärnsrännans moränströskel, då denna var den enda överflutna, till c:a 1 m, mot c:a 2 m efter den oriktiga jämförelsesiffran, samt förlägger Ancylussjöns medelvattenyta under Svea älvs slutstadium till nivån c:a 105<sup>1</sup>/<sub>2</sub> m i stället för den av mig antagna, c:a 106 m. Denna korrektion är allt för obetydlig för att inverka på nivådiagrammet (fig. 19, sid. 69), ty dess belopp faller helt inom felmarginalen för min bestämning av Ancylussjöns höjd över havet när Svea älv sinade. Men den gör det ännu något begripligare, att Bergtjärnsrännans moränströskel kunnat motstå erosionen.

Vidare finner jag, att lägsta punkten på »Gräsmosse-avloppets» pass-tröskel ligger 105.4 m ö. h. Såsom Munthe framhåller, måste alltså denna avloppsväg hava åtminstone till någon del fungerat ända in i Svea älvs slutstadium. Emellertid är detta en av de rännor, som leda ned mot Tjyvantjärn; och pollendiagrammet för lagerföljden invid denna visar, tillsammans med diatomacésuccessionen, oemotsägligt, att flödet denna väg måste hava upphört på ett tidigt stadium i Svea älvs historia. Förklaringen till denna motsägelse kan enligt min mening endast vara att Gräsmossrännans effektiva sektionsarea, när 105.4-m-tröskeln ensam var överfluten, varit mycket liten, eller ock att vattnet under senare delen av den tid, avrinning över denna tröskel förekom, icke, såsom Munthe antager, gått genom Korpkärrs dal mot Tjyvantjärn utan någon annan väg, utanför Tjyvantjärns bäcken.

Slutligen bör påpekas, att Munthes och mina höjduppgifter beträffande en del strandmärken differera på ett par meter. Detta har sin förklaring i Munthes vana att förlägga vattennivån »mitt på terrassen» eller i dess »nedre del», medan jag alltid, då ett erosionshak eller en strandbrink förekommer, mäter in dess fot, och, om en ackumulationsterrass är utbyggd, dess krön.

#### Remarks after printing.

In Munthe's paper (S.G.U. Ser.C. N:o 346), mentioned above, which appeared during the printing of this report, I see that an essential difference of opinion persists between Prof. Munthe and myself as to the conditions in the Letälven River valley during the existence of the Svea River. Munthe seems still to maintain that a »Letviken Bay» was a part of the West Sea or the Great-Vänern respectively right up to the time when the Svea River ran dry. However, I cannot find anything in his description that leads me to give up or modify my opinion that the broad stretch of the Letälven River valley, during the later phases of the Svea River, formed the bed of its united lower course below the Svea Falls, and that the old water-height registered at the mouths of the fall-channels did not correspond to the water-level of the Vänern Basin at that time, but was determined by the piling up of the running water in the downstream stretches of the ancient river.

In a few details, mutual misunderstandings between Prof. Munthe and myself have introduced erroneous data into my paper.

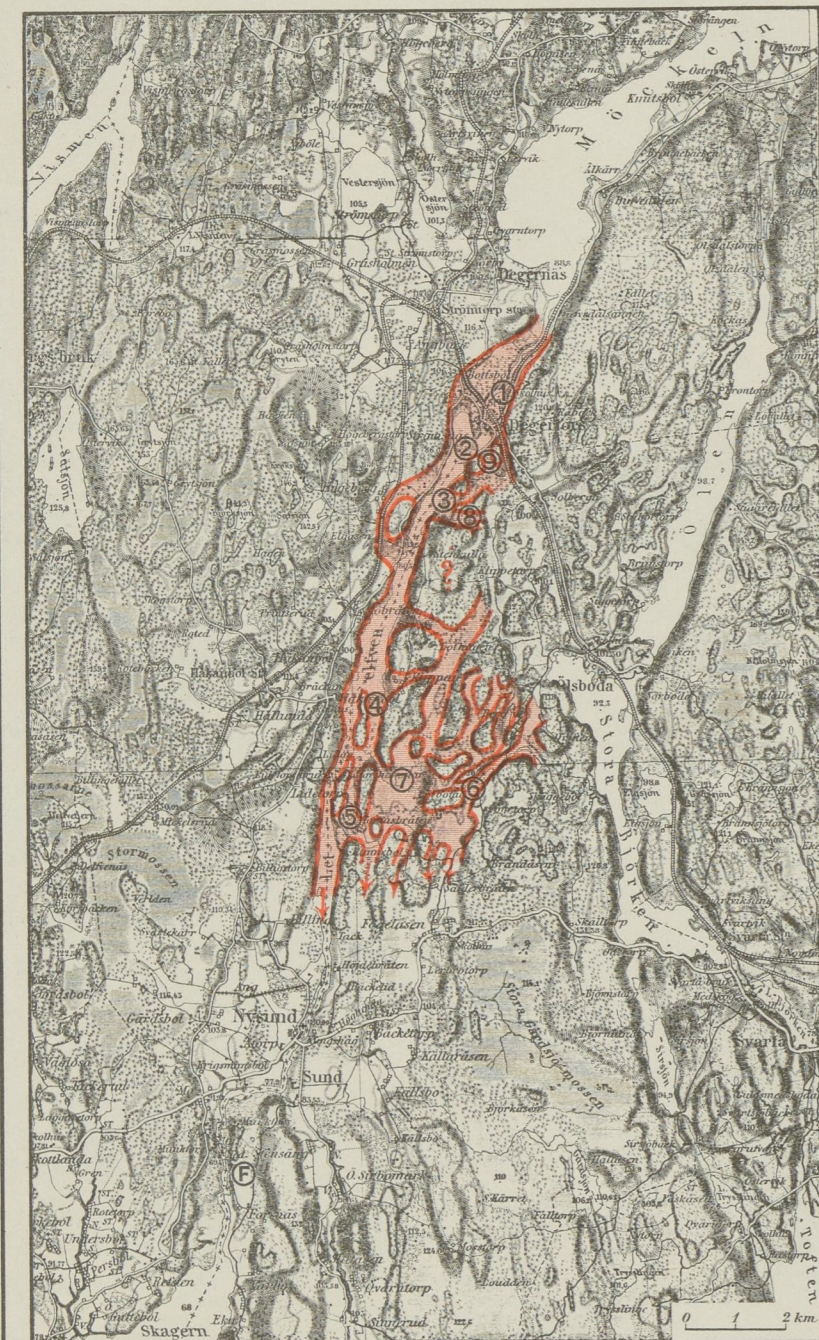
Thus, for the pass-sill of the Domedag Fall I give an altitude of 107.2 m, and, moreover, I present this threshold as being the next lowermost one among those of the five northern channels. Now I find that the pass-sill of the »Domedag outlet» has, in fact, an altitude of 106.3 m, and that that of the »Gryt outlet» is 106.0 m. These facts restrict the maximum depth above the moraine threshold of the Bergtjärn Channel at the end stage of the Svea River discharge to 1 metre, and places the mean-water level of the Ancylus Lake at this time at about 105  $\frac{1}{2}$  m, instead of 106 m as previously supposed. This correction falls entirely within the margin of error for my determination of the height above the Ocean of the Ancylus Lake when the Svea River ran dry, and does not influence the level diagram (fig. 19,

p. 69). But it makes somewhat less surprising the fact that the moraine sill of the Bergtjärn Channel escaped erosion.

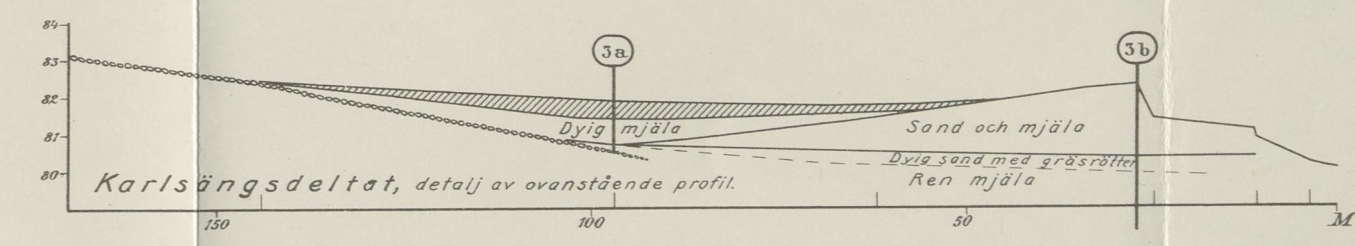
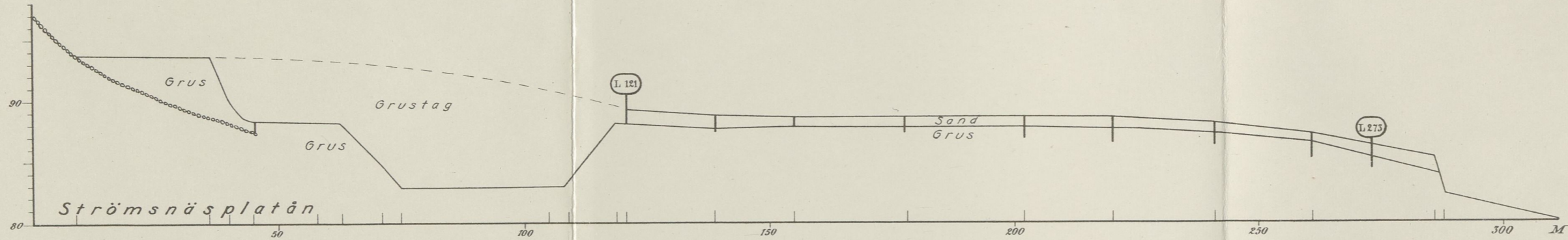
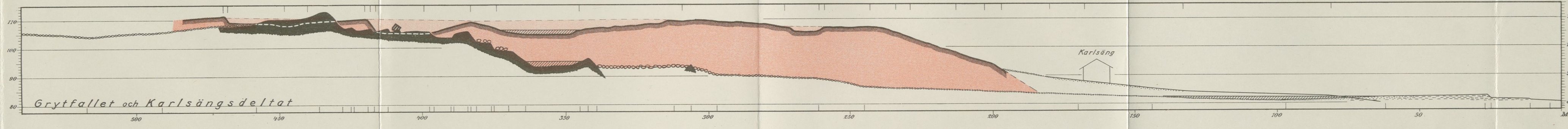
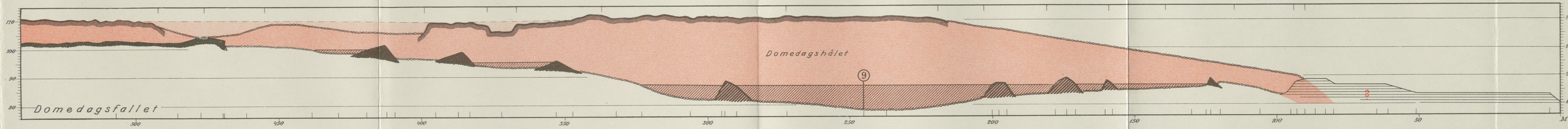
Furthermore, I find that the lowest point on the pass-sill of the »Gräsmosse outlet» lies at 105.4 m above sea-level. As emphasized by Munthe, this outlet must have been in function, at least in some degree, right up to the final stage of the Svea River. However, this is one of those channels that lead down towards the Tjyvantjärn Basin, and the pollen diagram from there, in combination with the succession of diatom floras in the sequence of strata, shows that the flow at this place ceased at an early stage in the Svea River development. This contradiction can only be explained by supposing, either that the effective section area of »Gräsmosse outlet», when the 105.4 m-threshold alone was below water, was quite insignificant, or that the water, at this time, did not, as supposed by Munthe, pass through the Korpkärret valley towards the Tjyvantjärn Tarn but elsewhere, outside the Tjyvantjärn Basin.

Finally, attention must be called to the fact that Munthe's and my own altitude figures for certain raised beaches, differ by a couple of metres. This is due to Munthe's method of placing the old water-level »in the middle or lower part» of the terrace-scarp, while I have always, when the beach is eroded, given the foot of the scarp, or, in the case of an accumulation terrace, its top.

SVEA ÄLV, SCHEMATISK ÖVERSIKTSKARTA SAMT ORIENTERINGSPROFILER TILL DE POLLENANALYTISKA STATIONERNA



① — ⑨ De pollenanalytiskt undersökta stationerna inom Svea älv  
 ⊕ Forsnäs mossen

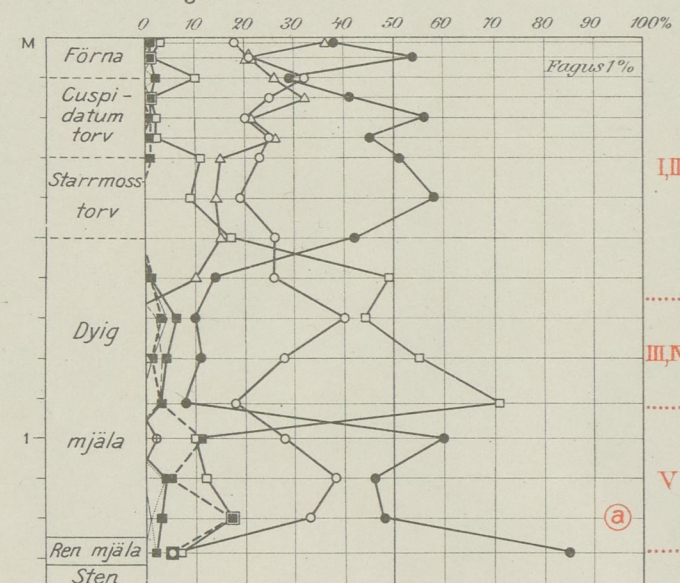


Fast berg  
 Bergblock  
 Rullade block  
 Klapper  
 Sand  
 Mjåla  
 Organogena jordarter  
 Påfyllnader  
 Eroderat i fallens huvudrännor  
 Eroderat i sidorännor till dessa.

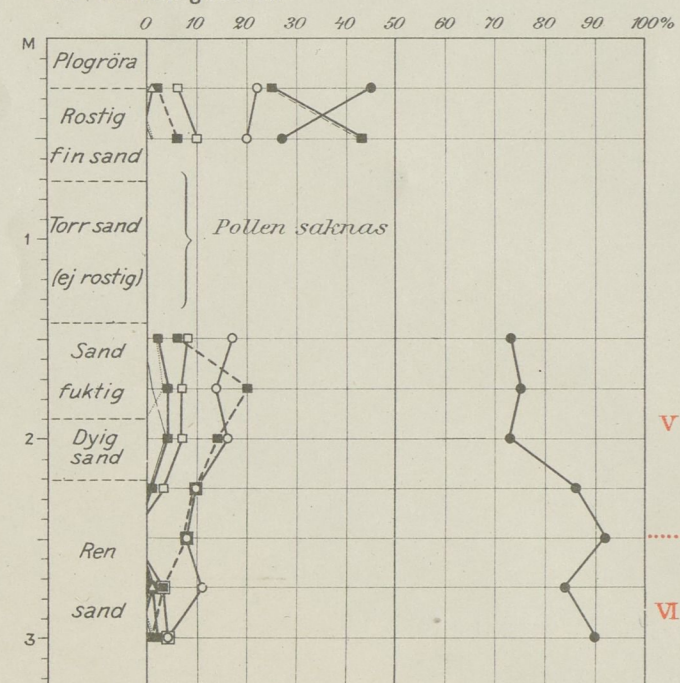
Höjdskalornas siffror beteckna höjd över havet. Letälvens yta vid mätningstillfället (aug.1925) 80,1 m.

Mätpunkter i fallrännornas sidoprofiler  
 " " " bottenprofiler

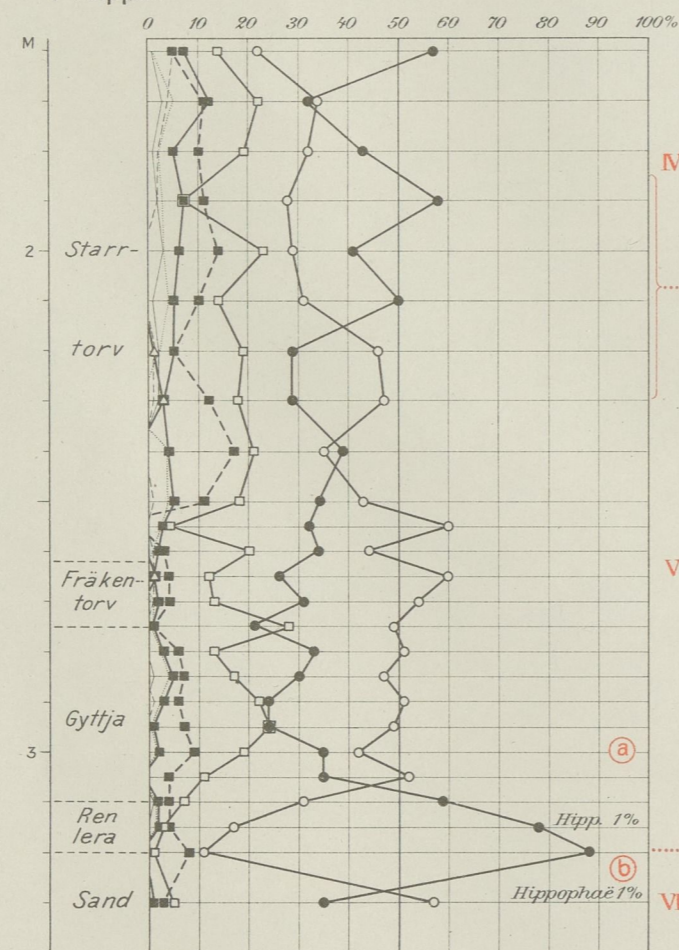
3a Karlsängsdeltat



3b Karlsängsdeltat



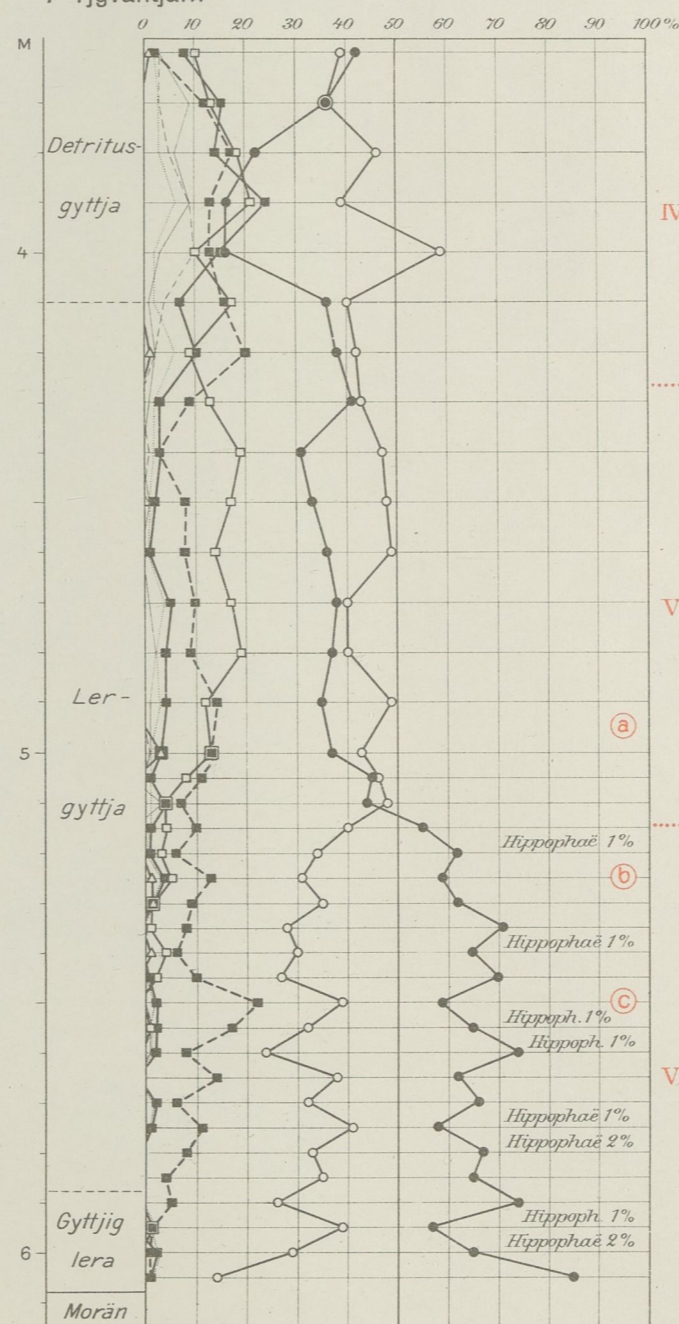
4 Klippan



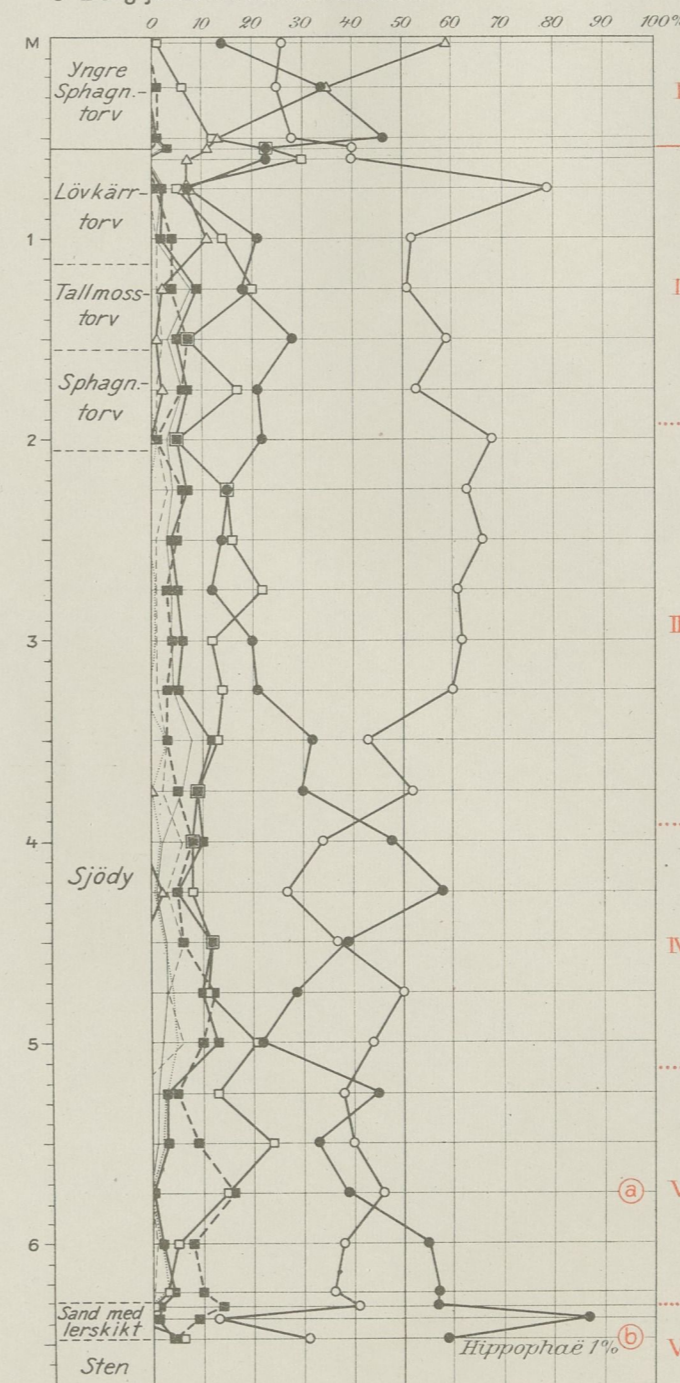
Teckenförklaring:

- |          |               |                    |
|----------|---------------|--------------------|
| ○ Salix  | ○ Ulmus       | △ Picea            |
| ○ Betula | ○ Tilia       | ■ Corylus          |
| ● Pinus  | ○ Quercus     |                    |
| □ Alnus  | ■ Ekblandskog |                    |
|          |               | I Pollenanalytiska |
|          |               | II tidszoner       |
|          |               | III                |

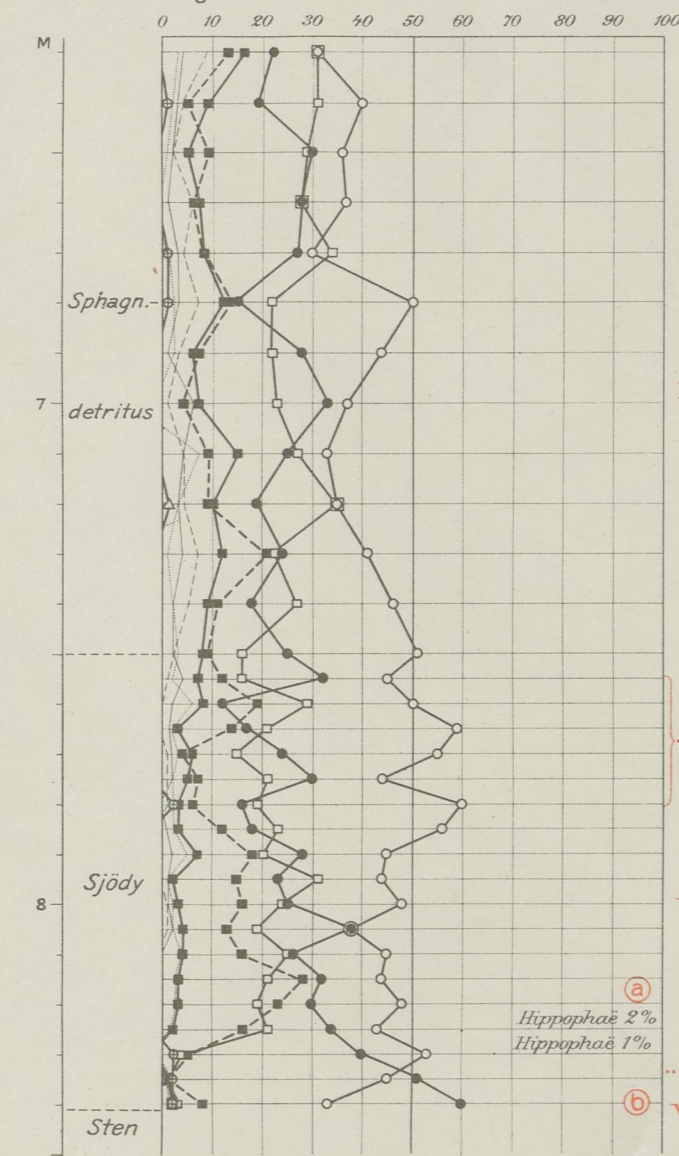
7 Tjyvantjärn



8 Bergtjärnsfallets kolkbäcken



9 Domedagshålet



## SVERIGES GEOLOGISKA UNDERSÖKNINGS SENAST UTKOMNA PUBLIKATIONER ÄRO:

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

	Pris kr.
N:o 156 <i>Ronehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1925 . . .	4,00
› 157 <i>Skrikerum</i> av R. SANDEGREN och N. SUNDIUS 1926 . . . . .	4,00
› 160 <i>Klintehamn</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och G. LUNDQVIST 1927 . . .	4,00
› 162 <i>Karlsborg</i> av A. H. WESTERGÅRD, H. E. JOHANSSON och N. WILLÉN 1926	4,00
› 163 <i>Mariestad</i> av A. H. WESTERGÅRD, A. HÖGBOM och N. WILLÉN 1925	4,00
› 164 <i>Hemse</i> av H. MUNTHE, J. E. HEDE och L. VON POST 1927 . . . . .	4,00
› 166 <i>Lurö</i> av R. SANDEGREN 1927 . . . . .	4,00

Ser. Ba Översiktsskator.

N:o 11 Översiktsskarta över Södra Sveriges myrmarker (Boggy ground in Southern Sweden). Efter de geologiska kartbladen utg. av S. G. U. 1:500 000. 1923. Med beskrivning av L. VON POST 1927 . . . . .	6,00
--	------

Ser. C.

### Årsbok 19 (1925).

N:o 334 EKSTRÖM, G. och FLODKVIST, H., Hydrologiska undersökningar av åkerjord inom Örebro län. 1926 . . . . .	1,00
› 335 VON POST, L. och GRANLUND, E., Södra Sveriges torvtillgångar 1. Med 15 tavlor. 1926 . . . . .	8,00
› 336 SUNDIUS, N., On the differentiation of the alkalies in aplites and aplitic granites. 1926 . . . . .	1,00
› 337 VON POST, L., Einige Aufgaben der regionalen Moorforschung. 1926 . . .	1,00
› 338 GELJER, P. och MAGNUSSON, N. H., Mullmalmer i svenska järngruvor With a summary: The occurrence of 'soft ores' in Swedish iron mines. 1926	1,00
› 339 CALDENIUS, C. Czön, Ravinbildningen i Gustavs. Med 3 tavlor. 1926	1,00

### Årsbok 20 (1926).

› 340 LUNDQVIST, G., Örträsket och dess tappningskatastrofer. Med 1 tavla. Zusammenfassung in deutscher Sprache. 1927 . . . . .	1,00
› 341 SAHLSTRÖM, K. E., Jordskalv i Sverige 1919—1925. Mit einem Resumee. 1 tavla. 1926 . . . . .	1,00
› 342 HÖRNER, N. G., Brattförsheden. Ett värmäländskt randdeltekomplex och dess dyner. Med 2 tavlor. English summary. 1927 . . . . .	3,00
› 343 GELJER, PER, Some mineral associations from the Norberg district. With analyses by ARTHUR BYGDÉN. 1927 . . . . .	1,00
› 344 ASSARSSON, G., Ancylus- och Litorinagränser inom geol. bl. Gusum. Med en tavla. 1927 . . . . .	1,00
› 345 EKSTRÖM, G., Klassifikation av svenska åkerjordar. 1927 . . . . .	2,00

### Årsbok 21 (1927).

› 346 MUNTHE, H., Studier över Ancylussjöns avlopp. Med 4 tavlor. Summary of contents. 1927 . . . . .	3,00
› 347 VON POST, L., Svea älvs geologiska tidsställning. En pollenanalytisk studie i Ancylustidens geografi. Med 2 tavlor. Efterskrift: Ancylustidens Göta älv. English summary. 1928 . . . . .	3,00
› 348 SANTESSON, G., Undersökningar angående det senglaciala havets största utbredning inom Norrbottens län. Med 1 tavla. 1927 . . . . .	1,00
› 349 GRANLUND, E., Senglaciala strandlinjer och sediment i västra Bergslagen. Med en karta. 1928 . . . . .	1,00

Ser. Ca Avhandlingar och uppsatser i 4:o.

N:o 19 WEDEKIND, R., Die Zoantharia rugosa von Gotland (bes. Nordgotland). Nebst Bemerkungen zur Biostratigraphie des Gotlandium. Mit 30 Tafeln. 1927 . . . . .	8,00
› 20 GELJER, PER, Stråssa och Blanka järnmalmfält. Geologisk beskrivning. Med 5 tavlor. Summary: The iron ore fields of Stråssa and Blanka. 1927 . . . . .	5,00

Distribueras genom *Generalstabens Litografiska Anstalt, Stockholm S.*