

Om långvariga klimatförändringar och källorna för deras utforskande.

Wallén, Axel,

48 F b Br.



National Library
of Sweden

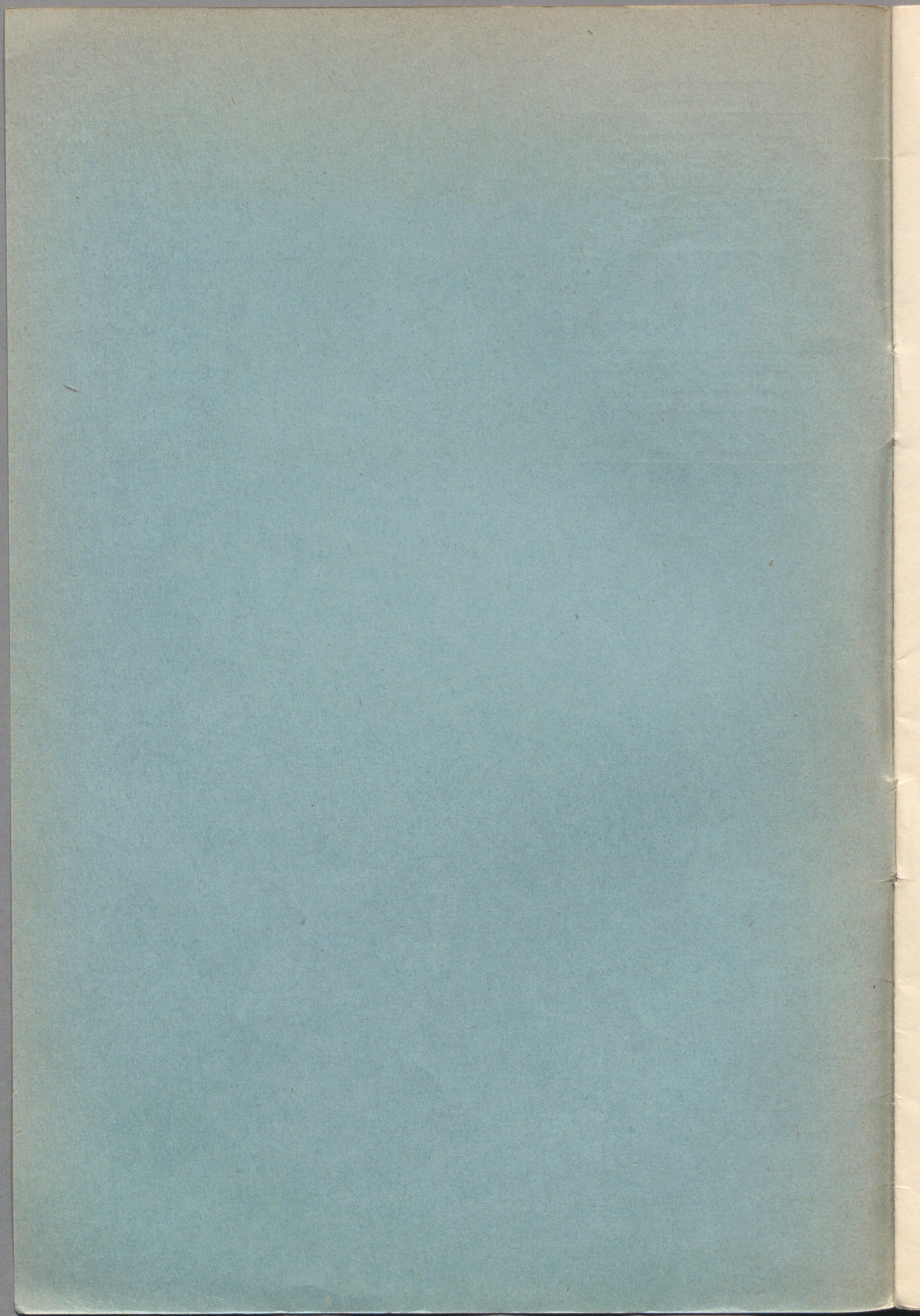
Från HYDROGRAFISKA BYRÅN

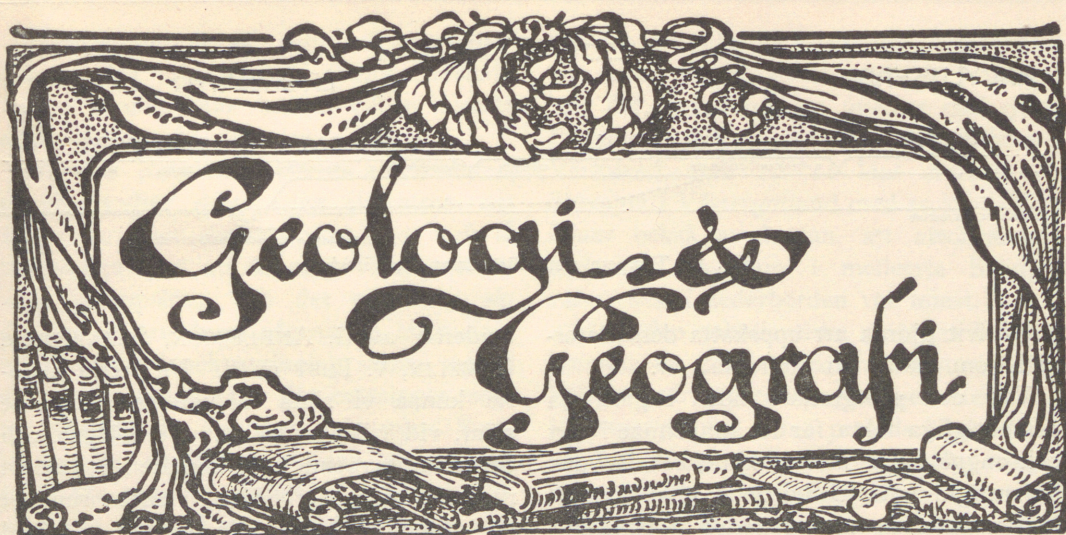
Meteor.
Jan. 1917
J. C. Beck.
(167)

SÄRTRYCK UR



Om långvariga klimatförändringar och källorna för deras utforskande
av
Axel Wallén





OM LÅNGVARIGA KLIMATFÖRÄNDRINGAR OCH KÄLLORNA FÖR DERAS UTFORSKANDE

AV

AXEL WALLÉN.

Få frågor hava på senare tid varit mera uppmärksammade inom meteorologien än den, som rör klimatväxlingarna, såväl de långvariga som de av kortare varaktighet. I det följande skola vi uppehålla oss uteslutande vid de långvariga och de olika sätt, på vilka man sökt att lära känna dessa. Det är då särskilt frågan huruvida klimatet under den historiska tiden undergått någon ändring i ensidig riktning, som mycket debatterats. Somliga, såsom den amerikanske geografen HUNTINGTON (11), hava med skärpa och övertygelse kämpat för den läran, att klimatet sedan det första årtusendet före Kr. blivit mycket torrare, medan andra, såsom engelsmannen GREGORY (8), ryssen L. BERG (2) m. fl., icke mindre övertygat bekämpat denna uppfattning. Rörande periodiska växlingar av längre eller kortare periodlängd hava ett mycket stort antal blivit av olika författare antagna. Vår frejdade oceanograf OTTO PETERSSON (16, 17, 18) har framställt mycket

originella åsikter rörande dessa klimatfluktuationer, däribland också sådana, som falla inom ramen för denna uppsats, i det de behandla klimatvariationer med mycket lång periodlängd. Rörande det historiska klimatets variationer hava åtskilliga uppsatser förekommit i vår inhemska litteratur, att särskilt märka utom PETERSSON's arbeten dylika av N. EKHOLM (6), A. NORLIND (13, 14) och framförallt H. H. HILDEBRANDSSON's (10) nyligen utkomna mycket intressanta sammanfattande undersökning: »Sur le prétendu changement du climat européen en temps historique», till vilken jag i det följande ofta återkommer.

Att klimatet har varit underkastat betydliga förändringar i de geologiska tidrymderna, veta vi, sedan säkra vittnesbörd om istiders uppträdande också i äldre geologiska skeden blivit funna (9). Rörande de tidrymder, som förflutit mellan dessa istider, känna vi emellertid intet med någon större grad av säkerhet, ehuru verkliga för-



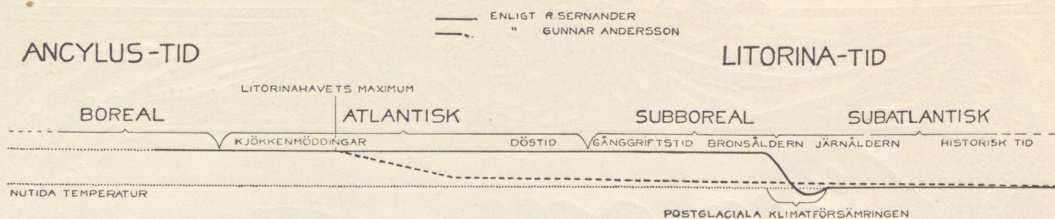


Fig. 1. Temperatures förändring efter istiden.

sök blivit gjorda att uppskatta dessa intervall, som mätas uti milliontal år.

Vad den postglaciala tiden angår, tala oemotsägliga fakta för att åtminstone i vårt och angränsande länder klimatet icke varit likformigt, utan underkastat vissa förändringar. Det är med säkerhet konstaterat, att temperaturen under ett visst skede av denna tid har varit åtskilligt varmare än numera. Såsom fig. 1 visar råda däremot delade meningar om det sätt, varpå denna högre temperatur övergått i den nutida (20). Enligt GUNNAR ANDERSSON skulle temperaturmaximum hava inträffat redan vid Litorinatidens maximum, och därefter skall temperaturen, hastigast i början, hava avtagit till den nutida. Enligt SERNANDER åter varade den högre temperaturen ända till bronsålderns slut och efterträddes av en hastig temperatursänkning, så att ungefär i 4:e och 5:e århundradena före Kr. skulle hava rätt lägre temperatur än numera. Fuktighetsförhållandena äro avspeglade i våra torvmossars utvecklingshistoria,

studerad av G. ANDERSSON, SERNANDER, GAVELIN, v. POST m. fl. Ur denna historia kunna vi sluta till vattenståndet i de sjöar, vid vilka mossarna voro belägna, och detta är beroende på klimatet, i främsta rummet på nederbörden, i andra rummet på lufttemperaturen. En mycket god bild av denna utveckling och de omväxlande torra och våta perioder, som därmed följt, giver oss GAVELIN's undersökning (7) om sjöarna Vänstern och Kalven i Noenområdet i norra Småland. Fig. 2 visar dessa vattenståndsväxlingar och deras samband med den av SERNANDER framställda på torvmossstudier grundade periodindelningen av den postglaciala tiden. Vi skulle haft tre perioder med högre vattenstånd, den subarktiska vid istidens slut, den atlantiska och den subatlantiska, som nu fortfar. Mellan dessa skulle vi haft tvänne perioder med låga vattenstånd, den boreala och den subboreala tiden. I arkeologiskt hänseende skulle den sistnämnda motsvara gänggriftstiden och bronsåldern,

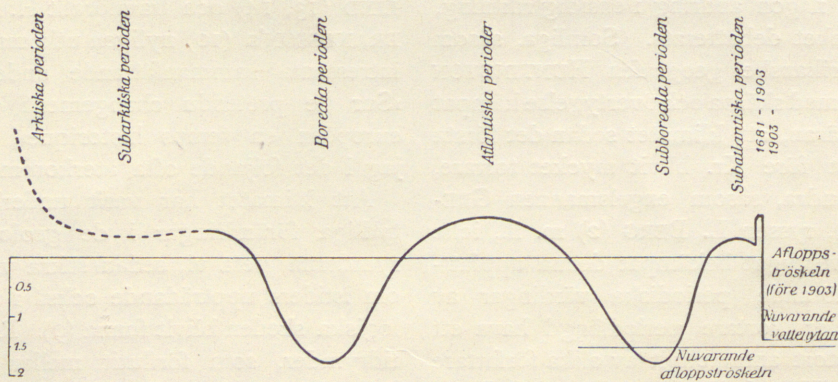


Fig. 2. Vattenståndsväxlingar efter istiden i Vänstern och Kalven i N. Småland, efter A. GAVELIN.

vid vilken periods slut och i början av järnåldern den nyssnämnda temperatursänkningen skulle hava inträtt, vilken inledde den subatlantiska perioden.

Nu har man ur GAVELIN's och andras torvmosstudier dragit den slutsatsen, att under de torra skedena våra sjöar haft så lågt vattenstånd, att de under vissa perioder varit avloppslösa, och det uppställer sig då den frågan, huru vår nutida kännedom om nederbörd och avrinning ställer sig till ett dylikt antagande. De mätningar, som för närvarande föreligga från norra Småland, visa, att från sjön Noen avrinner årligen 350 mm, då nederbörden är 800 mm, men 220 mm, då nederbörden är 600 mm och blott 90 mm, då nederbörden är 400 mm. Om vi nu såsom den tyske geografen PENCK definiera »torrgränsen» eller den årliga nederbörd, vid vilken avloppslöshet skulle inträda, genom det värde å nederbörden, som vi erhålla, därest kurvan för sambandet mellan nederbörd och avrinning utdrages, tills den skär nederbördsaxeln, få vi ett värde av 270 mm. För ett av tillflödesområdena har samma gräns befunnits ligga redan vid en nederbörd av 430 mm. Nu kan det visserligen ifrågasättas, om det är tillåtet att sålunda extrapolera sambandskurvan, varför jag också talat om definition på »torrgränsen». Men tydligen skulle avrinningen i varje fall bli mycket liten, därest nederbörden nedginge under de anförda gränsvärdena, och det framgår då, att det icke skulle behövas så synnerligen stor ändring i våra nederbördsförhållanden, för att praktiskt sett avloppslöshet skulle inträda. Därpå tyder också den omständigheten, att efter torra somrar åtskilliga sjöar i landet bli avloppslösa, låt vara icke de större. Den starka torkan år 1914 erbjöd ett tillfälle att söka utröna, i vilken omfattning en dylik uttorkning ägde rum, och i samråd med professor SERNANDER utsände Hydrografiska byrån ett stort antal frågeformulär, vilka med stort tillmötesgående besvarades. Fig. 3 visar en kartbild över de sjöar, vilka uppgi-

vits hava sjunkit så lågt under hösten 1914, att deras utlopp blivit torrlagda. I regel har det varit fråga om mycket små sjöar. Bland de största äro Nain och Kvien i Värmland med 10—11 km² storlek och Sävesjön i Västergötland med 10 km². Man finner också av kartan, att uttorkningen hade sitt centrum i mellersta Sverige, varest också nederbörden var minst.

Med den subatlantiska perioden hava vi kommit ett långt stycke in i historisk tid. Enligt våra torvmossgeologer skulle i Nordeuropa vid denna periods början hava härskat riklig nederbörd och låg temperatur. Flera vittnesbörd tyda på att nederbörden vid denna tid var åtskilligt större än den nuvarande. De under den subboreala tiden avloppslösa sjöarna stego och fingo en utsträckning, större än den var under 1800-talet, såsom exempelvis SANDGREN's undersökningar över Hornborgasjön visa. Under tiden däremellan synas icke några avsevärda förändringar i vattenstånden hava ägt rum, utan antingen har nederbörden gradvis avtagit från ett maximum i början av den subatlantiska perioden eller också har detta maximum varit begränsat till en relativt kort tidrymd och därefter nutida förhållanden inträtt.

I varje fall synas alltså de nordiska förhållandena peka på ett nutida klimat, torrare än det, som härskade under de första århundradena före Kr. Därmed äro vi inne på den stora stridsfrågan, huruvida också i medelhavsländerna, som då bildade kulturens centrum, ett fuktigare klimat rådde vid denna tid. Uppfattningen, att så var förhållandet och att dessa länder varit utsatta för en gradvis uttorkning, ligger ju ganska nära till hands. Den kultur, som då existerade i dessa länder, måste utan tvivel haft det bättre sörjt för vattentillgången än nu, och detta hade de också med all säkerhet, åtminstone i de delar, där kulturen mest blomstrade. Därför är det dock icke sagt, att nederbörden var större än numera. Dessa områden tillhöra de vattenfattiga trakter med vinternederbörd

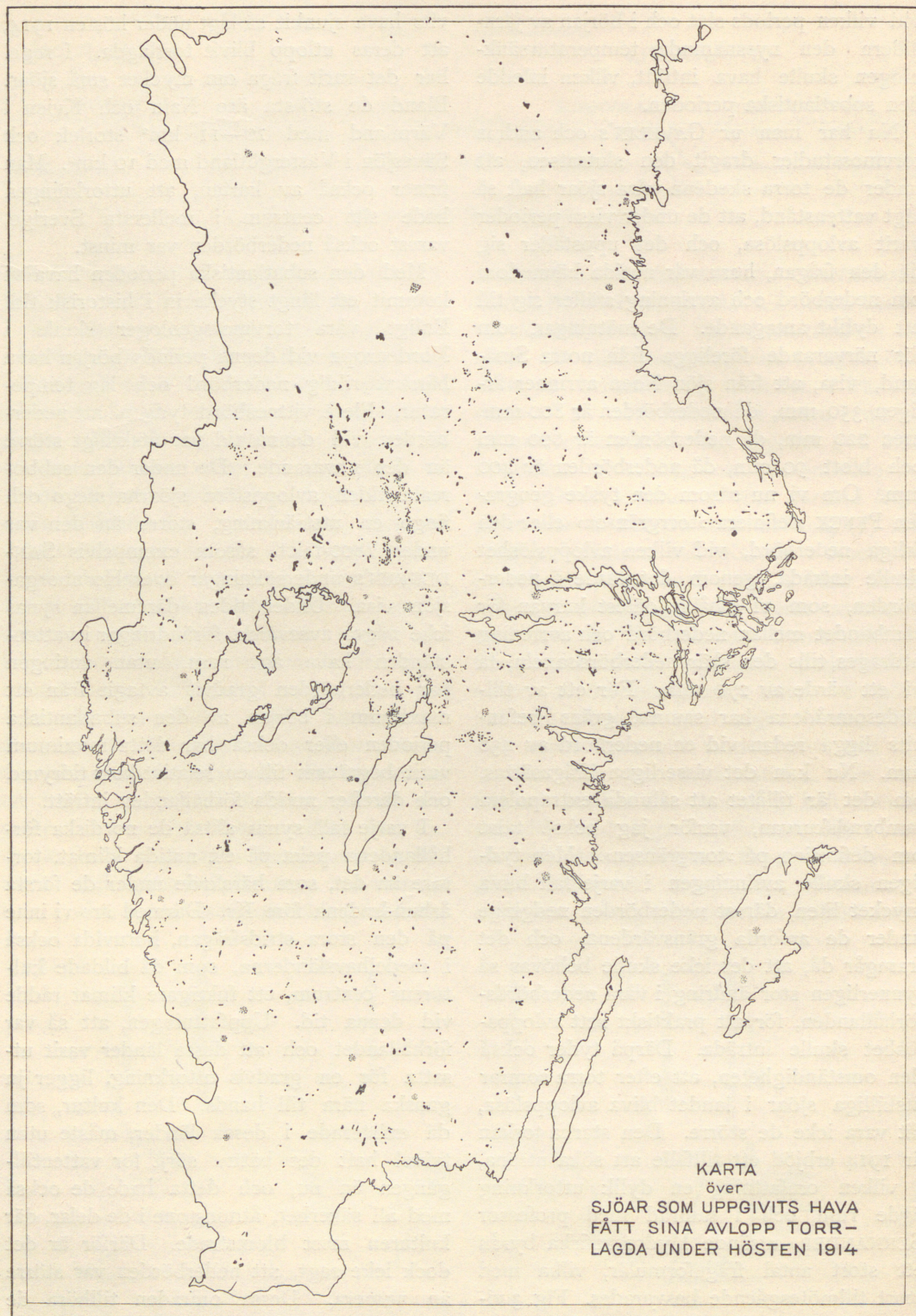


Fig. 3.

och alldeles regnfattiga somrar, där kulturen är oskiljaktigt förbunden med de åtgärder, som av människan vidtagas för bevarande av den fallna nederbörden och för flodvattnets magasinering i de floder, som komma från vattenrikare trakter och genomflyta länderna. Så säger den franske geografen BRUNHES om dessa subtropiska områden, »att det där icke krävas positiva förstörelsesåtgärder för att kulturen skall gå

stem av huvud- och bikanaler mellan dessa (25). I mars börja Eufkrat och Tigris att stiga. Då öppnade man dammarna och lät vattnet sprida sig i alla förgreningarna. Därpå tillslötos åter kanalerna, och man måste nu under flodernas högsta flöden hindra dem från att översvämma landet, då den i november sådda säden i april och maj var färdig till skörd. Genom att sålunda spara och fördela vattnet fick man



Fig. 4.

under och nomadismen vinna terräng; det är tillräckligt med den negativa verksamheten: att underlåta att hålla i stånd bevattningsanläggningarna». Steget mellan den högsta blomstring och öde ökenkaraktär är där icke stort.

Nu vet man, att under de kaldeiska, babyloniska, persiska och sassanidiska kulturernas tidevarv utomordentliga bevattningsåtgärder voro vidtagna i Mesopotamiens lågland (fig. 4) i form av regleringsdammarna över floderna och ett oändligt sy-

stem av huvud- och bikanaler mellan dessa (25). I mars börja Eufkrat och Tigris att stiga. Då öppnade man dammarna och lät vattnet sprida sig i alla förgreningarna. Därpå tillslötos åter kanalerna, och man måste nu under flodernas högsta flöden hindra dem från att översvämma landet, då den i november sådda säden i april och maj var färdig till skörd. Genom att sålunda spara och fördela vattnet fick man

där, ej för intet som den engelska expeditionskåren sökte att tränga upp för Tigrisdalen och å andra sidan de tysk-turkiska stridskrafterna med all makt hindrat detta. Med nya bevattningsanläggningar skulle även med nutida nederbörd landet gå en blomstringsperiod till mötes, mera lysande än någonsin förr.

Vända vi oss till Egypten, veta vi, av vilken ofantlig betydelse Nilens årligen med ett urverks precision återkommande stigning är. Få fenomen sysselsatte antikens skriftställare mera än detta. Först på senare år har det framgått genom den bekante Leipziggeografen J. PARTSCH's (15)

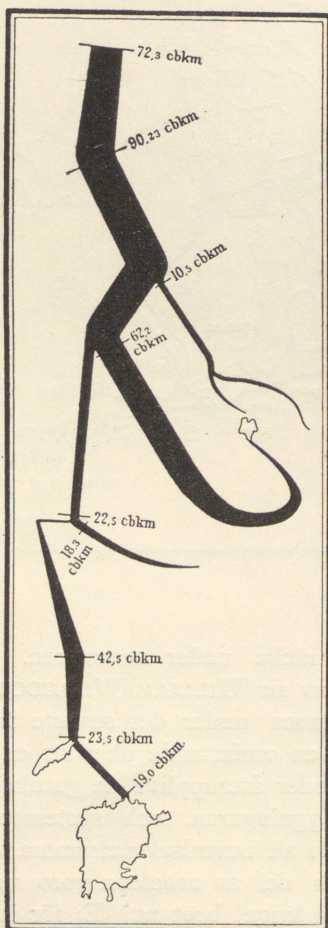


Fig. 5. Diagram, utvisande Nilens vattenmängd från källområdet till mynningen, efter PIETSCH.

granskning av en dittills förbisedd skrift, att ARISTOTELES framlagt en i huvudsak riktig lösning, som först i våra dagar genom de engelska hydrografernas arbeten åter befunnits riktig, nämligen att Nilens stigning beror av de ymniga sommarregnen på Abessiniens högländ. Det är alltså den därifrån kommande Blå Nilen och icke den från de stora centralafrikanska sjöarna kommande Vita Nilen, som i hydrografiskt hänseende är Nilens huvudflod. Diagrammet, fig. 5, visar detta på ett överskådligt sätt. Sedan Nilen lämnat det ekvatoriala sjöområdet med en vattenföring av 43 kbkm om året, avtar vattenmängden under inverkan av den stora avdunstningen i den träskartade »sudd»-regionen, och Vita Nilen för vid sitt sammanflöde med den från Abessinien kommande Blå Nilen endast 23 kbkm, medan åter den sistnämnda låter 62 kbkm tillkomma. Därpå ökas vattenmängden, tills floden når nedre Egyptens lågland, då den åter minskas till mynningen.

I Egypten voro de hydrografiska förhållandena med hänsyn till bevattningen annorlunda än i Mesopotamien. Nilens flöde börjar de första dagarna i juli och varar över oktober. Då är säden redan bärgad, och vattnet får fritt flyta ut över åkrarna, avsättande sitt fruktbara slam. Då floden sjunkit undan, är tiden inne att så. Här voro förhållandena alltså enklare men fordrade icke desto mindre omfattande åtgärder, för att icke flödena skulle bli förhärjande i stället för välgörande. Redan i urminnes tid vidtogos säkerligen dylika, men till konung Menes' tid förlägger historien de första systematiska anläggningarna, bestående av en vall längs vänstra flodbädden, skyddande det väster om floden liggande landet för de svårare översvämningarna. Då detta genom befolkningens tillväxt blev otillräckligt, anlades på faraonernas tid för ca 4,000 år sedan nya vallar också på högra stranden. I samband därmed tillkom Moerissjön, som räknades till ett av världens sju underverk. Man måste nämligen

förebygga, att översvämningar inträffade i deltalandet, då flodbädden hopträngdes av vallarna, och byggde därför en kanal till sänkan vid Fayum, som blev en reservoar för det överflödiga vattnet, vilket därefter användes för bevattning. Med dessa vallar och otaliga kanaler satte man landet under vatten i några veckor vid flodtid. Numera är man icke nöjd därmed, utan önskar möjlighet att bevattna landet i lämplig utsträckning året om, och därför har hela vattenmassan reglerats med hjälp av den berömda Assuandammen.

Uti en strof i »Antonius och Cleopatra» skildrar SHAKESPERE, huru man fordom höll reda på Nilens flöden och av dennas höjd kände utsikterna för skörden. Antonius säger till Cæsar:

»Man gör så här: man mäter Nilens flöde
På vissa skalor ini pyramiden;
Då syns av vattnets mer och mindre höjd,
Om missväxt eller ymnighet skall följa.
Ju högre Nilen sväller, destomer
Utlovar han; när han har fallit, strör
Sådsmanen sina korn i dy och gytta,
Och kommer snart igen till skörd.»

Ungefär så var det. Redan 3,000 år f. Kr. anlades de första peglarna (24) för mätning av vattenståndet, och man lärde snart känna sambandet mellan flödenas storlek och den skörd, som kunde väntas. Vad vi från antikens skriftställare veta angående de dåtida tidpunkterna för Nilens flöden, stämmer fullständigt med de nuvarande, och även flödenas variationer från det ena året till det andra äro underkastade lika stora växlingar nu som då, i det att ända sedan HERODOTOS' tid samma siffra, motsvarande 2 m, har gällt för att uttrycka skillnaden mellan en dålig och en god Nilflod.

Roms historia visar oss en annan bild, där åtgärder mot översvämningarna och för anskaffande av vatten till hushållningen gingo hand i hand med blomstringen och där förfallet hängde samman med vattenledningarnas och Tiberkajernas förstörelse. SCHÜCK (19) har i sitt storartade arbete om Rom betonat den stora roll, som översvämningarna spelade för stadens förstö-

relse, sedan man lätit de av Augustus och Tiberius uppförda kajerna förfalla. Talande siffror om storheten av Roms vattenledningar anföras av SCHÜCK, i det att den sammanlagda vattenmassa, som genom de talrika akvedukterna tillfördes Rom, utgjorde 1,747,311 kbm om dygnet eller 20 kbm i sekunden. Under Roms tillbakagång hade emellertid kajerna redan på 500-talet förfallit och översvämningarna härjade våldsamt. Speciellt äro ihågkomna de, som inträffade åren 589, 716 och 791.

Voro alltså gamla tidens översvämningar fruktansvärda, har dock detta icke mindre varit fallet sedermera. Den italienske hydrografen E. PERRONE (3) har samlat uppgifter rörande ett flertal medeltida och yngre översvämningar. Vi finna dylika antecknade dec. 1280, nov. 1376, dec. 1495, sept. 1557, okt. 1590, dec. 1598, jan. 1606, febr. 1637, nov. 1660, dec. 1702, jan. 1742, dec. 1750, febr. 1805, febr. 1843, dec. 1846, dec. 1870 och dec. 1900. Av dessa anføres vanligen 1598 års flöde såsom det största, och SCHÜCK omtalar, att vattnet då gick ända upp till den spanska trappan på Piazza del Popolo. 1870 års översvämning torde dock hava varit ännu värre. Fortfarande saknades kajmurar, och vattnet steg därför över Tiberns stränder, så snart pegeln vid Ripettabron visade ett vattenstånd av 12,4 m. År 1870 visade den 17,2 m. Vattnet stod 3,65 m högt på Piazza de Pantheon, 2,31 på Corson och 0,57 på Piazza del Popolo. De följande årtiondena anlades de nuvarande kajerna, och så kom 1900 års översvämning, då deingo utstå ett generalprov och bestodo detsamma, såsom framgår av fig. 6, som visar Tibern vid Ponte Umberto I dels vid vanligt vattenstånd dels vid 1900 års flöde. PERRONE beräknar nämligen, att detta flöde var det största sedan Roms grundläggning. Vattenmängden bestämde han till 3,500 kbm per sek. eller c:a 200 sek. liter per kvkm av Tiberns dräneringsområde.

Av det nu anförda framgår det, huru högt utvecklade den antika vattenbyggnads-

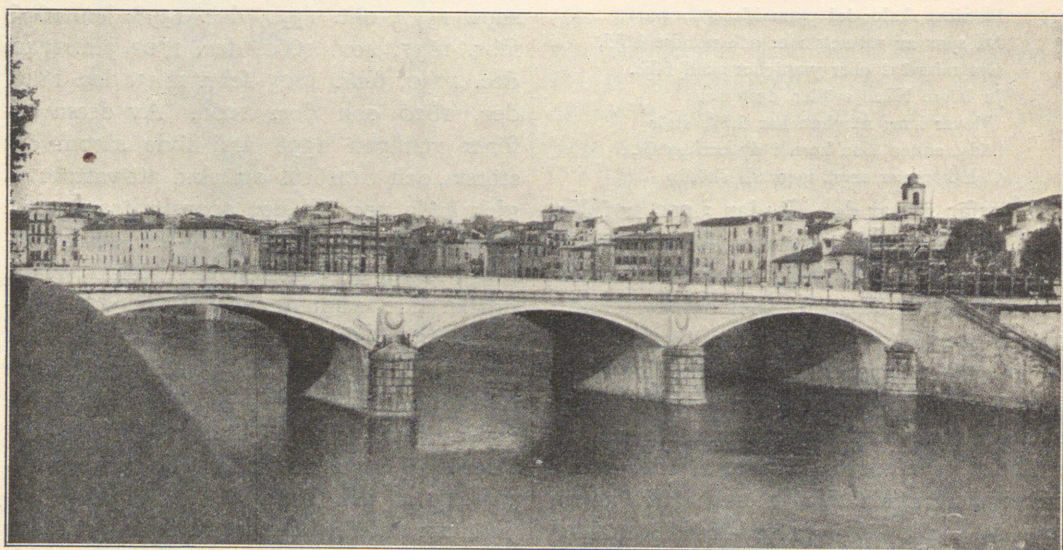
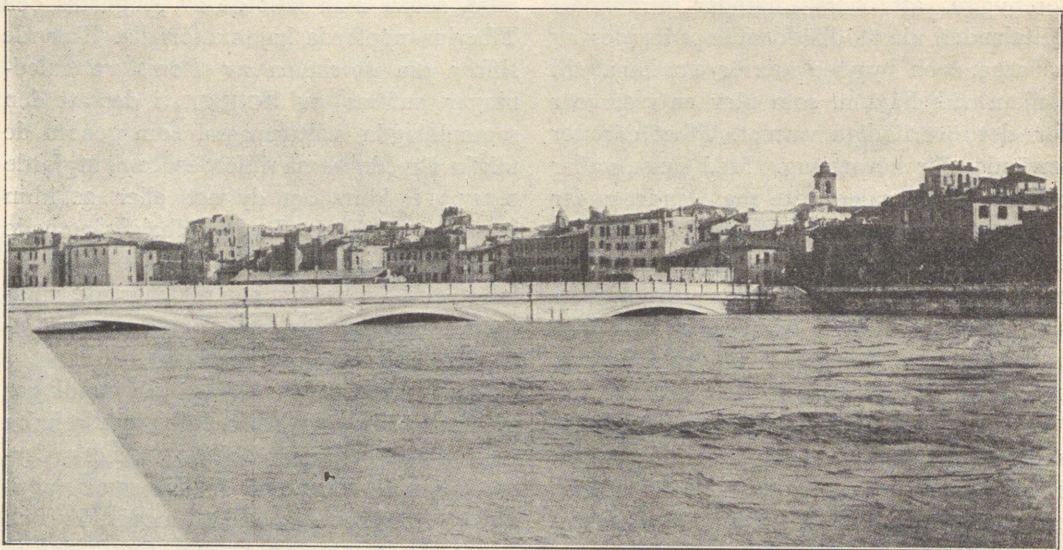


Fig. 6. Tibern vid Ponte Umberto I i Rom vid 1900 års flöde (överst) och vid vanligt vattenstånd (underst).

konsten var, och det är därför icke möjligt att ur antikens rika kultur inom numera ofta vattenfattiga trakter draga någon slutsats om större nederbördsmängder på den tiden.

Vända vi oss till Palestinas klimat, finnas i bibeln ett stort antal uppgifter rörande dåtidens vegetation och klimat, vilka det i viss mån är möjligt att jämföra med nu-

tida förhållanden. Utan tvivel visa de en avsevärt olika tavla. Enligt bibeln var Palestina ett land, som flöt av mjölk och honung, rikt på vin och oliver, till stor del skogigt och med en tät befolkning. Nu är det ett ofruktbart, öde land med obetydlig växtlighet, bebott av c:a 700,000 mestadels fattiga människor, och städer med endast 10-delen av sin gamla folkmängd hava med

knapp nöd vatten för sitt behov. Och dock tyder mycket på, att de klimatiska förhållandena ej hava ändrats.

Tänka vi först på nederbörden, föreligger det intressanta faktum, upptäckt för icke länge sedan, att i Palestina företogos de, såvitt vi veta, äldsta kvantitativa mätningarna av ett meteorologiskt element. Dessa avsågo att ur den fallna nederbördens mängd uppskatta det sannolika skördresultatet och visa också, att undersökningar över detta spörsmål hava gamla anor. De innehållas i Wisnah, en samling religiösa urkunder från 1:a seklet. Den nederbördsmängd, som i dessa angives motsvara en normal skörd, är densamma, som nu faller i medeltal.

Foga vi till våra föregående uppgifter jämväl denna från Palestina, och till dessa skulle kunna läggas ytterligare en del av ARRHENIUS (1) anförda exempel från Grekland, synas starka skäl förefinnas för det påståendet, att i medelhavsländerna nederbördsförhållandena icke ändrat sig i avsevärd mån från antikens tid till nutiden.

Den store franske astronomen ARAGO har bevisat, att Palestinas medeltemperatur är densamma som förr, och hämtat bevisen ur växtgränserna. För att dadelpalmens frukter skola mogna fordras en årlig medeltemperatur av $+21^{\circ}$. Vin kan åter icke med framgång odlas i och för vinberedning, då medeltemperaturen överstiger $+22^{\circ}$. Om man då finner, att vid olika tider dadeln och vindruvan mogna samtidigt på en viss plats, kan man sluta till, att temperaturförhållandena vid de båda tidpunkterna äro desamma. Nu tala bibeln och andra källor om dadelpalmens odlade i Palestina och dadlarnas användande till födoämne, och detsamma gäller om vinet. Alltjämt sedermera hava dessa frukter samtidigt odlats därstädes. Detta talar starkt för att icke klimatet nämnvärt förändrats.

Andra trakter visa liknande förhållanden. Enligt THEOFRASTOS planterades dadelpalmen i Grekland, men den bar ej frukt, medan åter på Cypern dadlarna visserligen

icke fullkomligt mognade men dock blevo ätbara. Detsamma gäller även numera. Den lilla värmemängd, som behöves för att dadlarna skola mogna riktigt, saknas nu som då. PLINIUS omtalar vidare, att lager och myrten växa på den romerska campagnan. Därför kräves minst en medeltemperatur av $+13$ till 14° , vilken alltså säkerligen något överstegs. Han omtalar vidare, att lagern förekom på lämpliga bergssluttningar också i mellersta Italien till och med på någon höjd. Numera går den icke högre än 400 m. Detta torde visa, att antikens Rom åtminstone ej var kallare än det nutida. Att det ej torde varit varmare, framgår av ett uttalande av PLINIUS d. y., att lagerträden på Arnoslätten liksom på den romerska campagnan stundom dogo. Detta händer också numera, och man kan därför påstå, att temperaturen icke var avsevärt högre än 13 à 14° och alltså torde rätt nära hava överensstäm med den nuvarande, som är $+15,5^{\circ}$.

Enligt VARRO ägde vinskörden rum mellan 21 september och 23 oktober. Nu sker den i medeltal i Roms omgivningar den 2 oktober. Då liksom nu trivdes granen endast på bergssluttningarna. Roms klimat synes därför vara ungefär detsamma numera som på antikens tid, kring vår tidräknings början. Enligt flera författare, såsom GREGORY, PARTSCH, gäller detta också om de södra medelhavsländerna Cyrenaika och Tunis.

Om alltså klimatet i de subtropiska länderna icke har ändrat sig i historisk tid, kan man enligt HILDEBRANDSSON draga den viktiga slutsats, att, därest en förändring ägt rum i nordligare trakter, denna icke kan hava berott på en ändring i solstrålningens storlek. En ändring i dennas storlek måste först hava påverkat de tropiska och subtropiska länderna och först indirekt de tempererade. Därför motsvaras mestadels en hög temperatur om sommaren i tropikerna av en låg temperatur i de tempererade trakterna och tvärtom. I juli 1902, i närheten av ett solfläcksminimum,

rådde hög temperatur över de tropiska länderna, låg i de tempererade, i juli 1894, i närheten av ett solfläcksmaximum, var det låg temperatur i tropikerna, hög i de tempererade områdena. Även om det behövs ytterligare bevisas, att denna värmefördelning råder på jordytan vid solfläcksmaxima och -minima, synes det otvivelaktigt, att en ökning i solintensitet framför allt märkes i de tropiska och subtropiska områdena, och att därför bevis om oförändrad temperatur därstädes också visa, att växlingar i solintensiteten ej kunna vara orsaken till ändringar av temperaturen i de tempererade områdena.

Vända vi oss nu till sistnämnda områden, har det många gånger framhållits, att vinodlingen fordom gått längre mot norr, men så småningom skulle nordgränsen hava vikit mot söder. Den franske meteorologen MASCART anser emellertid icke, att detta är bevisat. Att vinet fordom odlades längre mot norr, berodde mest därpå, att man då nöjde sig med en eller två goda skördar på ett tiotal år. Dessa räckte väl till för den fåtaliga befolkningen utan våra nutida handelsförbindelser. De övriga åren fick man dåligt eller intet vin. Med vinodlingens och handels utveckling slutade man emellertid så småningom upp att odla vin på dylika mindre lönande platser. Det samma torde gälla de enstaka särskilt gynnsamt belägna platser i södra England, på vilka det berättas, att vinet fordom odlats.

Ävenså har det påståtts, att tidpunkten för vinskörden blivit senare. Enligt vad ANGOT har uppvisat, kan dock en fortgående försening icke vetenskapligt visas, utan gäller det blott övergående variationer i olika riktning.

Innan vi gå vidare till de nordligare länderna, skola vi uppehålla oss något vid de av professor OTTO PETERSSON studerade

långvariga klimatvariationerna. PETERSSON antager, att förändringar i månens, solens och jordens inbördes läge på ett eller annat sätt åstadkomma förändringar hos klimatet. Av växlingarna i deras läge följa variationer hos den tidvattensbildande kraft, som de utöva. Orsakerna till förändringarna uti denna kraft kunna vi utan att närmare ingå därpå söka dels uti själva den astronomiska konstellationen, som beror på månbanans läge, dels uti den störning i månbanans form (excentricitet), som vid sådana lägen framkallas. Av dessa anledningar kan tidvis denna kraft ökas med högst 6 % av sitt medelvärde. Om vi bortse från kortare perioder, skulle den tidvattensbildande kraften hava en sekulär variation med maxima med ca 1800 års mellanrum. PETERSSON anser sig vidare hava konstaterat, att ett visst samband existerar mellan den tidvattensbildande kraftens storlek och frekvensen av solfläckar, så att vid maxima av måninflytande hava vi också maxima av solfläckar. Den astronomiska beräkningen visar nu, att den tidvattensbildande kraftens senaste sekulära maximum ligger omkring år 1400. Av de kinesiska iakttagelserna över solfläckarna, som gå tillbaka till 188 e. Kr., framgår det vidare, att ett absolut maximum av solfläckar förefanns i slutet av 1300-talet, troligast omkring år 1372. PETERSSON, som utgår från den arbetshypotesen, att solfläckarna äro besläktade fenomen med tidvattensfenomenet på jorden, finner alltså, att ett absolut maximum av både solfläckfrekvens och tidvattensbildande kraft inträffade i början av 1400- eller slutet av 1300-talet. Samma konstellation inträffar med ca 1800 års mellanrum och dess epoker beräknas av PETERSSON till århundradena 2200, 400 f. Kr., 1400, 3200 o. s. v. e. Kr., såsom fig. 7 visar.

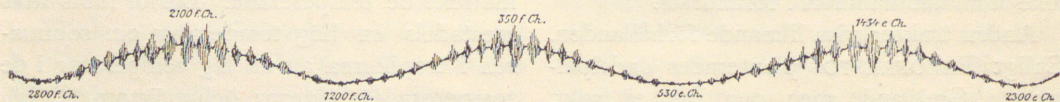


Fig. 7. Den tidvattensbildande kraftens variationer efter O. PETERSSON.

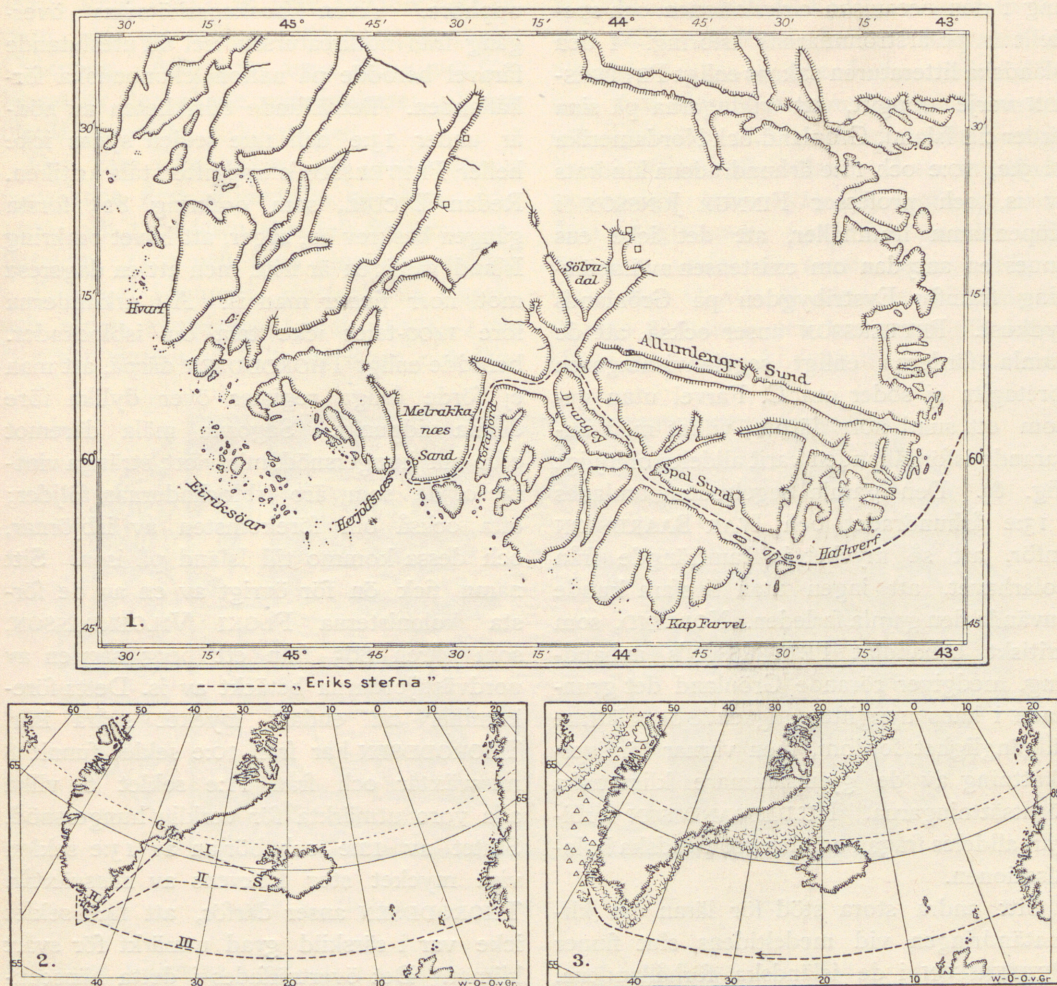


Fig. 8. Olika segelleder till Grönland. 1. Den äldsta segelleden, »Eriks-stefna», innanför Kap Farvel. 2. Olika äldre segelleder. 3. Nutida segelled och isförhållanden i havet kring Grönland och Island. Efter O. PETERSSON.

Vad som för vår fråga är av intresse, är klimatets samband med dessa maximiperioder. Det är därvidlag för närvarande åtminstone egentligen maximet vid medeltidens slut, som kan bli föremål för spekulation, och PETERSSON anser sig hava konstaterat ett flertal förhållanden, som visa ett inflytande av de dätida astronomiska förhållandena på klimatet, sannolikt i regel beroende på den tidvattensbildande kraftens verkan på den oceaniska cirkulationen och därmed på klimatet. Denna verkan yppade sig i form av »stormfloder,

islossning från polartrakterna, isläggning av Östersjön under kalla vintrar, ökad seismisk verksamhet, vilket allt framkallade klimatändringar och rubbningar uti det sociala och ekonomiska tillståndet i Europa samt på Island och Grönland».

PETERSSON har speciellt studerat den grönländska kolonisationen. Han drager den slutsatsen, att förfallet av de gamla av Erik den röde år 984 grundade och under 10:e — 13:e seklen snabbt uppblomstrande grönländska kolonierna berodde på en sekulär klimatförsämring, föranledd av en föränd-

ring i den oceaniska cirkulationen och speciellt i polarströmmarnas isföring. I den isländska litteraturen saknas enligt PETERSSON varje uppgift, att vikingarna på sina färder till Island, Grönland och Nordamerika på 9:e, 10:e och 11:e århundradena hindrats av is, och professor FINNUR JONSSON i Köpenhamn framhåller, att det icke ens finnes en antydning om existensen av isspärning framför Eystribygden på Grönlands sydkust. PETERSSON anser också, att de gamla färderna enligt segelanvisningarna företagits ej söder om C. Farvel utan genom ett sund norr därom, vilket med nuvarande isförhållanden varit alldeles omöjligt (fig. 8). Den gamla segelrouten omlades i 13:e århundradet och IVAR BAARDSSON anför, att så mycket is framträngde från polarhavet, att ingen utan livsfara kunde använda den gamla farleden. NORLIND, som kritiskt behandlat PETERSSON's avhandling, medgiver rörande Grönland det grundade i hans uppgifter angående dess lättare tillgänglighet fordom, men varnar för överskattning av de gynnsammare klimatiska förutsättningarna. HILDEBRANDSSON förbigår alldeles frågan om den grönländska kolonisationen.

Sitt andra stora stöd för läran om klimatändringen vid medeltidens slut finner PETERSSON i de isländska förhållandena. Därvid har han emellertid erhållit en skarp kritik från den kände isländske forskaren THORODDSEN. Islands blomstringstid inföll enligt PETERSSON i 11:e—13:e seklen, men från 14:e århundradets början räknade man olycks- och nödåren, varjämte talrika vulkaniska utbrott förekommo. THORODDSEN tillskriver emellertid dessa förändringar ekonomiska och politiska omständigheter och ej en klimatförändring. Så är det visserligen sant, att nybyggarna på Island under 300 à 400 år odlade korn ehuru med mycket osäkra resultat, men allteftersom den importerade säden blev billigare, då engelsmännen började att driva handel på Island i mitten av 15:e århundradet, minskades kornodlingen för att snart alldeles

upphöra. Även boskapsskötselns övergång från nötkreatursskötsel till uteslutande fåravel berodde på nationalekonomiska förhållanden. Beträffande talrikheten av nödår under 13:e och 14:e seklen synas icke heller PETERSSON's uppgifter tåla kritiken. Redan DICUIL, som omkring 825 första gången beskrev ön, säger, att havet omkring Island vanligen är fritt, men att en dagsresa mot norr finner man is. Att urkunderna före 1400-talet icke tala om isblockader, berodde enligt THORODDSEN därpå, att man ej förde årliga register över dylika före denna tidpunkt. Sagorna måla däremot ofta om hungersnöd, missväxt, stränga vintrar o. d., som äro isblockadernas följder; ofta också om förekomsten av isbjörnar, och dessa kommo till Island på isen. Sitt namn fick ön för övrigt av en av de första kolonisterna FLOKI VILGERDASSON, som våren 865 från ett berg såg en av nordvästfjordarna betäckt av is. Detta förekommer nu endast mycket svåra isår. THORODDSEN har från 10:e seklet funnit 8 missväxtår och från 11:e seklet 6, vilka alla voro utmärkta för verklig hungersnöd. Slutet av 12:e och början av 13:e seklen visa mycket stor frekvens av missväxtår. THORODDSEN anser därför, att 14:e seklet icke var i särskild grad utmärkt för svårt klimat. Det överträffades i detta hänseende av 17:e århundradet. Det föreligger alltså en avgjord motsats mellan de slutsatser, till vilka PETERSSON och THORODDSEN kommit rörande Island.

Till dessa bevis från Grönland och Island komma så krönikornas talrika meddelanden om väderlekens stora skiftningar i 13:e och 14:e seklen. PETERSSON anser, att denna tidrymd hade karaktären av en klimatisk brytningstid med våldsamma extrema förändringar; mycket kalla vintrar och mycket varma somrar voro ovanligt talrika, översvämningar förekommo oftare än eljest och voro mera förhärjande, men därmed omväxlade extrema torrperioder; våldsamma stormfloder hemsökte Nordsjöns kuster, Östersjön och Öresund voro isbe-

lagda långt oftare än vare sig förr eller senare, och ett rikligt sillfiske ägde rum i Östersjön. Allt detta anser han kunna förklaras av den ökade solintensiteten och den ökade oceaniska cirkulationen.

Det kan icke nekas, att PETERSSON uppräknar flera klimatiska egenheter från 1200- och 1300-talen, som tala för hans uppfattning. 1302 och 1328 blomnade träden i Tyskland i januari, vinstockarna i april, och säden avmejadades i maj. 1302—1303 åter var vintern så kall, att Rhen och Do-

aldeles omgestaltade Nordsjöns kust. Östersjön tillfrös under de kallaste vintrarna, så att man i vagn kunde färdas mellan Sverige och Bornholm samt mellan Danmark och Tyskland, ja, till och med från Sverige över Gottland till Estland. Detta inträffade exempelvis 1306, 1323 och 1398—99 samt flera gånger under 1400-talet, men har icke ägt rum under de senare seklen. Fig. 9 visar efter OLAUS MAGNUS en bild från de stränga vintrarna, och han anför till denna efter geografen ALBERTUS GANTZIUS, att



Fig. 9. Härbärgen på Östersjöns is, efter OLAUS MAGNUS.

nau voro tillfrusna i januari 1303, och vinstockarna bortfröso den 31 maj. 1392 började vintern redan 4 september med så stark frost, att de frusna druvorna blevo stenhårda. Rhen, Donau, Themsen och Po voro under detta århundrade upprepade gånger tillfrusna under 1 à 2 månader. Stora översvämningar inträffade mer än vartannat år, speciellt mellan 1340 och 1370. Andra år var så torrt, att Europas floder nästan sinade ut. 1387 kunde man vid Köln vada över Rhen. 1303 och 1304 kunde man övervada samma flod mellan Basel och Strassburg samt jämväl över Donau, Seine och Loire. Endast en gång senare, år 1858, skall Rhens vattenstånd hava varit så lågt. Från 1400-talet omtalas 19 stora stormfloder av så förhärjande art, att de

1323 blev havet till följd av den våldsamma kölden belagt med en så fast is, att man på denna kunde till fots tillryggalägga vägen från Lübeck till Danmark och Preussen, varvid härbärgen voro anordnade på lämpliga ställen på isen. Även Kattegat tillfrös vissa vintrar, såsom 1048, 1224, 1296, 1394, 1407 och 1423. År 1296 red man över isen från Norge till Danmark. Vid denna tid var det också, som det hanseatiska fisket hade sin blomstringstid om höstarna i södra Östersjön och Öresund. Sedermera avtog detta.

För att återgå till kritiken må först anmärkas, att de gamla krönikornas uppgifter om stränga vintrar o. d. måste tagas med stor försiktighet. Bevisligt innehålla de otaliga överdrifter. En från början sann

uppgift avskrivs i en annan krönika med liten förvanskning av innehållet, och därvid råkar årtalet bliva felskrivet. Så uppkomma av en sträng vinter flera sådana, och dylika felaktigheter finnas av flera slag. Danske kaptenen C. H. SPEERSCHNEIDER har kritiskt granskat och sammanställt danska uppgifter om isförhållandena i de danska haven 690—1860 (22). Därvid hava funnits sådana säkra överdrifter, som att 995 havet började frysa i juli, 1306 isen var 30 fot djup i Öresund, 1460 havet var fruset ända till Orkneyöarna norr om Skottland, 1323 fartygen hindrades av is mellan Norge och England o. s. v. Även förvirringen med avseende på de geografiska namnen i tidens krönikor gör det ofta omöjligt att avgöra, vilken havsdel det är fråga om. SPEERSCHNEIDER har samlat, vad som kan anses säkert rörande de stränga vintrarnas frekvens under hela perioden. Från 1750 är serien fullständig och visar genomsnittligt 21 à 22 kalla vintrar på 50 år. Beträffande den föregående tiden kan man icke påstå, att de under någon period varit avsevärt talrikare. Att Östersjön kan överfaras på isen är en sällsynt företeelse, men synes genomsnittligt hava inträffat ungefär en gång vart århundrade. Enligt en uppgift av SPEERSCHNEIDER skall det hava inträffat 1809, att en man passerat Östersjön på isen från Sverige till Tyskland, och enligt HILDEBRANDSSON skulle detta hava kunnat ske 1893, om icke våra moderna fartyg uppbrutit isen. Vad angår tiden för istäckets början och slut erhåller SPEERSCHNEIDER ur 21 års iakttagelser under tiden 1296—1750 som medeltid för början 20 januari och för slutet 23 mars, medan 98 års iakttagelser 1763—1860 giva 25 januari och 19 mars. Medelvaraktigheten angives för den förra perioden till 56 dagar, för den senare till 54 dagar. SPEERSCHNEIDER drar därur den slutsatsen, att isförhållandena icke antyda någon tidrymd med en sådan större frekvens av kalla vintrar, som PETERSSON antagit.

A. NORLIND har också studerat frågan

om de kalla vintrarna. Han har sökt genom studium av originalurkunderna och med den noggrannaste kritik av dessa få en överblick av den allmänna gången av det medeltida klimatet. Han anser sig icke kunna konstatera någon långvarigare förändring i viss riktning, men säger, »att man har svårt att värja sig för den förmodan, att vi åtminstone under den del av medeltiden, som de nämnda uppgifterna omfatta, ha haft en tid av kallare vintrar och säkerligen då också varmare somrar, alltså en mera utpräglad kontinentalitet». Särskilt anser han, att uppgifterna om isläggningsen av de stora mellaneuropeiska floderna och Östersjön liksom också glacierernas variationer tala härför.

Anförandet av stormfloderna i Nordsjön såsom bevis för den klimatiska katastroftiden anser NORLIND icke hållbart. Att århundradet i fråga verkligen utmärkte sig för talrika förhärjande stormfloder, anser han riktigt, men sammanfallandet med tidvattensmaximet skall vara tillfälligt, och förklaringen är av antropogeografisk art, i det att det var vid denna tid man lärde sig att med vallar skydda kusterna för havets angrepp. Då man ännu icke kunde detta riktigt men litade på sina vallar och de vanliga stormfloderna inträffade, blevo förhärjningarna svårare än förr. Så småningom lärde man sig dock att bygga vallarna höga nog, och då minskades också katastroferna.

Det återstår att behandla frågan om det givande hanseatiska sillfisket mellan år 1000 och 1500. Detta är av stor betydelse för PETERSSON's teori och frågan ger en god inblick i gången av hans geniala havsforskning. Av G. EKMAN's studier år 1878 över sillfiskets samband med havsvattnets egenskaper framgick det, att nordsjösillen icke utsträcker sina vandringar längre än bankvattnet med en salthalt av 32—34 ‰ förekommer. Sillstimmen äro bundna vid detta vatten och följa dess rörelser. Så salt vatten finnes icke numera i Östersjön, varest bottenlagrens salthalt

sällan överstiger 27 ‰. Längre tillbaka i tiden var dock Östersjövattnet mycket saltare men, så vitt vi veta, få vi då gå tillbaka ända till Litorina-tiden. Då var tillträdet till Östersjön mycket lättare än nu, Öresund och Bälten voro åtskilligt djupare. H. MUNTHE hava vi att tacka för en rekonstruktion av de dåtida salthaltsförhållandena vid Östersjöns yta. Fig. 10 visar t. v. MUNTHE's karta, medan t. h. är en karta

undersökningar i Gullmarsfjorden i samband med de tidvattensbildande krafterna och alltså med månens rörelse. Vid den tid, då sillfiske förekom i Östersjön, måste salthalten därstädes hava varit ungefär densamma som i södra Kattegat numera. Därmed följer större mäktighet hos det salta djupvattnet än annars. Det om sommaren uppvärmda ytlagret blir då mindre mäktigt och isbildningen inträffar lättare. Så

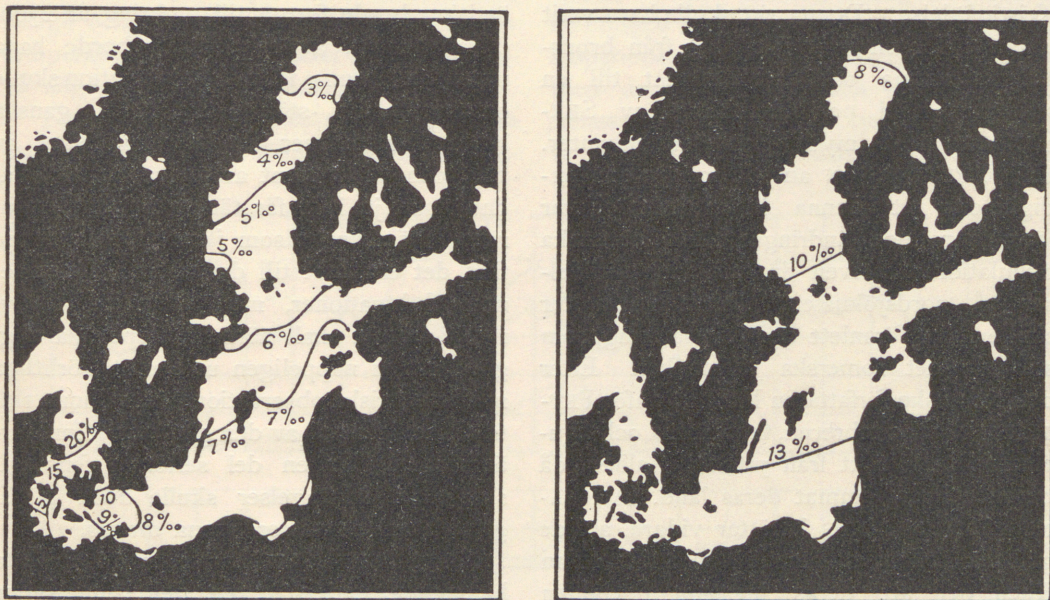


Fig. 10. Ytvattnets salthalt i Östersjön vid Litorinatiden efter H. MUNTHE (t. h.), och under nutiden efter O. PETTERSSON (t. v.).

över de nutida isohalinerna (linjer för lika salthalt) i Östersjön. Så vitt man av sjökartor kan döma, hava djupförhållandena i Sundet och Bälten icke ändrat sig sedan medeltiden. Har emellertid Nordsjösill då förekommit i Östersjön, måste salthalten hava varit större. För att saltare vatten i större mängd skulle kunnat intränga, fordras en kraftigare oceanisk cirkulation, så att de från Nordsjön stammande undervattensvägorna med salt vatten kunde fortplanta sig ända till Östersjön. Dessa salta undervattensströmmar, som medföra sillen, stå emellertid enligt PETTERSSON'S

se vi, att det medeltida sillfisket i Östersjön bevisar, att klimatet då måste hava varit mera kontinentalt, med varmare somrar och kallare vintrar.

Mot denna onekligen mycket vackra teori anför nu HILDEBRANDSSON, att det icke synes osannolikt, att man vid denna tid nöjde sig med en mindre god produkt, såsom fallet var med vinet i Frankrike och kornet på Island, och att det var strömming man fiskade då som nu. I södra Sverige blir denna mycket större än på ostkusten och kallas sill och anses mycket god. Tyvärr torde det icke finnas stora

möjligheter att få detta viktiga spörsmål avgjort.

Vi skola nu följa PETTERSSON till den epok av den 1800-åriga perioden, som borde hava kommit närmast före den vid medeltidens slut. Därmed återkomma vi till SERNANDER's postglaciala klimatförsämring vid början av den subatlantiska tiden, om vi räkna enligt torvmosse-kronologien, vid början av järnåldern enligt arkeologien, enligt vår tideräkning några hundra år före Kristi födelse. Denna tid skulle hava varit utmärkt för en tvär övergång från bronsålderns varma och torra klimat till en strängare köld och identifieras av SERNANDER med mytologiens fimbulvinter. Enligt PETTERSSON antyda många omständigheter, att denna klimatändring var förbunden med ändringar i den oceaniska cirkulationen. Även då inträffade förödelser på nordsjökusten. Dessa i sin tur skulle hava föranlett den folkvandring, som störtade det romerska världsriket. Efter den romerske författaren FLORUS anför PETTERSSON, att cimbrerna, teutonerna och tigurinerna hade flytt från yttersta Gallien, då oceanen översvämmat deras land. AMMIANUS MARCELLINUS berättar vidare, att de galliska folken stammade från andra sidan Rhen och att deras invasion i Gallien föranleddes av havets översvämningar — den s. k. cimbriska floden. Vidare anför PETTERSSON, att MONTELIUS funnit, att vid denna tid handelsvägarna ändrats, så att bernsten senare icke fördes från nordsjökusten på Elbe. Detta torde enligt PETTERSSON berott på bernstensfyndorternas vid nordsjökusten förstörelse genom stormfloder, liknande dem vid medeltidens slut. Det är givetvis rörande denna klimatförändrings precisa tidpunkt, karaktär och varaktighet ännu svårare att med säkerhet yttra något än beträffande den medeltida. Jag har emellertid velat anföras PETTERSSON's uppfattning, då hans teori ju erhåller ett visst stöd av den kvartärgeologiska forskningen.

Om nu denna 1800-års variation vore en regelbunden period med gradvis övergång

från maximum till minimum, borde vi efter 1400-talet haft en tendens till gradvis ökad temperatur. Sannolikt borde denna temperaturändring ha visat sig som en ökning huvudsakligen av vinterns temperatur och kanske med minskad sommartemperatur. Hade vi att göra med en gradvis övergång från ett mera kontinentalt klimat till ett mera maritimt, borde jämväl vårens temperatur hava blivit kallare och höstens varmare. Denna klimatförändring borde fortgå till omkring år 2300, då maximum av maritimitet borde hava uppnåtts. Denna 1800-åriga variation skulle emellertid ha störts av andra ganska långa fluktuationer av en varaktighet av 110 och 92 år samt av andra kortare, vadan man ju icke får tänka sig temperaturrens förändring såsom jämnt fortskridande från det ena året till det andra. Dessa senare fluktuationer, med vilka jag för övrigt icke nu skall närmare uppehålla mig, göra, att vi näppeligen ur även tillförlitliga meteorologiska observationsserier kunna sluta till existensen av den gradvisa klimatförändringen. Ur en del serier av fenologiska o. a. iakttagelser skulle dock möjligen en del slutsatser kunna dragas.

HILDEBRANDSSON har speciellt i detta hänseende undersökt en del långa serier av iakttagelser över islossning, nämligen från Düna, Neva och Mälaren. Av dessa går Dünaserien tillbaka till 1530, men den är tyvärr ofullständig före 1709. Till 1713 går Nevaserien tillbaka och till 1712 iakttagelserna från Mälaren. Om man tår mediet för Mälaren under 70-årsperioden 1753—1822, finner man islossningen genomsnittligt hava inträffat d. 26 april, under perioden 1823—1892 d. 25 april. För Neva ger 80-årsperioden 1713—92 en genomsnittlig tidpunkt av 9 april och 70-årsperioden 1793—1862 ger 8 april. För Düna får man ur 1530—1752 d. 25 mars och ur 1753—1852 d. 26 mars. Däremot finnas ganska stora kortare variationer. HILDEBRANDSSON drar därför den slutsatsen, att vårens medelankomst varit konstant i det

baltiska området sedan början av 1500-talet. Då är det föga sannolikt, att klimatet varit strängare på 1300- och 1400-talen, och i varje fall har ingen gradvis förändring ägt rum. Islossningens tidpunkt beror vidare i så hög grad på vinterns temperatur, att man ur det nyss sagda kan sluta till, att icke den sistnämnda nämnvärt ändrats på de senaste århundradena. Vinterns temperatur åter i vårt land står i stor relation till vinterns temperatur i havet mellan Norge och Island, vadan icke heller vintertemperaturen i dessa trakter kunnat undergå någon avsevärd förändring.

I sin viktiga framställning av grunderna av den matematiska statistiken har CHAR-

årtionden synas existera, ehuru de äro rätt oregelbundna, men vi kunna näppeligen draga någon slutsats angående någon ensidig variation. Mälarkurvan, som når fram till våra dagar, visar emellertid ett ganska egenartat och intressant förlopp. Vid periodens början omkring 1720—30 var den mycket lågt nere, d. v. s. islossningen inträffade tidigt, och vi hade milda vintrar. Sedan dröjer det ända till våra dagar, innan kurvan åter kommer så långt ned och islossningen alltså åter i genomsnitt för 11-årsperioder inträtt så tidigt. Sambandet med de osedvanligt milda vintrarna under senaste årtionde är ju tydligt. Förlägga vi till 1910 den ungefärliga mittpunkten av

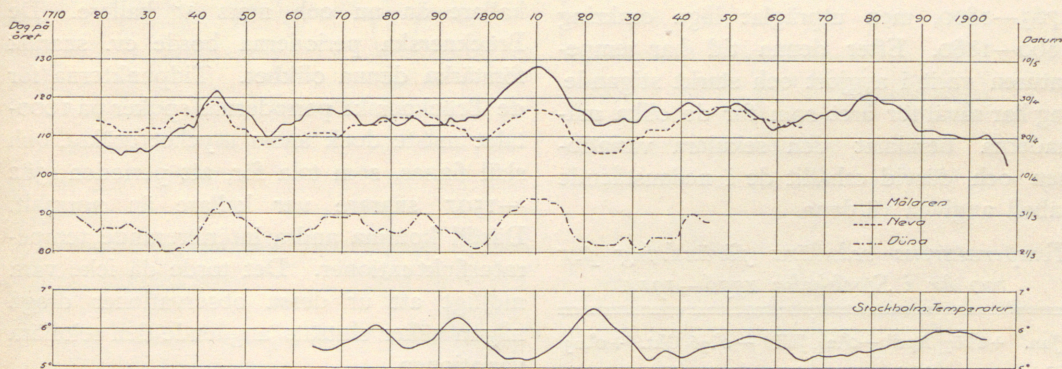


Fig. 11. Variationer hos tiden för islossningen i Mälaren, Neva och Düna, sedan kortare fluktuationer än 11 år bortelimerats; överst. Motsvarande variationer hos lufttemperaturen i Stockholm; underst.

LIER (4) meddelat en metod för beräkning av den sekulära variationens storlek ur en längre serie. Jag har tillämpat denna metod på Mälarens islossning och för den skull kompletterat iakttagelserna fram till år 1914. Jag har även undersökt såväl kurvan för Mälarens islossning som kurvorna för Nevas och Dünas islossning genom att successivt borteliminera kortare perioder. Å fig. 10 återgivas de kurvor, som bliva kvar, sedan fluktuationer om 11 år och kortare sådana bortelimerats. Å figuren är jämväl återgiven motsvarande kurva för lufttemperaturen i Stockholm enligt serien 1756—1912 (23). Vi finna, att stora fluktuationer med en varaktighet av några

detta minimum, blir det 185 år mellan dessa tidpunkter för en ovanligt tidig islossning och för ovanligt varma vintrar och, kunna vi tillägga, för ovanligt hög temperatur hos havsvattnet på norska västkusten. Nästan mitt mellan dessa tider av tidig islossning framträder en utpräglad epok med sena islossningar vid kurvans maximum omkring år 1810 d. v. s. 85 år efter första minimet och 100 år före det andra.

Då det sålunda icke kan anses otänkbart, att det finnes fluktuationer av så lång varaktighet som omkring 180 år, är det tydligt, att en beräkning av det sanna värdet å den sekulära variationen icke är möjlig ens ur denna vår längsta klimatologiska

serie. Det visar sig, att den sekulära variationen för perioden 1712—1914 utgör endast — 0,0011, d. v. s. i genomsnitt för 100 år har islossningen under denna period inträffat 0,1 dag tidigare. Grunda vi åter samma beräkning på perioden 1756—1914, blir den sekulära variationen icke mindre än — 0,056, d. v. s. ur denna period erhålles, att islossningen per 100 år inträffat i genomsnitt 5,6 dagar tidigare. Om vi åter avbrutit serien vid omkring 1860, skulle vi för perioden 1712—1860 fått en positiv sekulär variation. Fig. 11 visar som nämnt också kurvan för lufttemperaturen i Stockholm, sedan de kortare fluktuationerna i möjligaste mån blivit eliminerade. Man finner relativt höga temperaturer omkring 1765—1800, men utpräglat låga omkring 1860—1880. Efter denna tid har temperaturen varit i avgjort och starkt stigande. Jag har såväl för året som för de olika månaderna beräknat den sekulära variationen och därvid erhållit de i nedanstående tabell angivna värdena.

Temperaturens sekulära förändring per 100 år i Stockholm 1756—1914.

Jan. +1°.67	April —0°.24	Juli —0°.76	Okt. +0°.03
Febr. +0.49	Maj —0.18	Aug. —0.89	Nov. +0.03
Mars +0.85	Juni —0.70	Sept. —0.41	Dec. +1.03
Vinter +1.00	Vår —0.37	Som.1 —0.69	Höst +0.36

Dessa värden visa med mycket stor bestämdhet, att under tiden 1756—1914 har Stockholms klimat blivit avsevärt mera maritimt. Vintermånadernas, om vi dit hänföra januari—mars, temperatur har (per 100 år) stigit med 1°.0, sommarmånadernas (juli—september) temperatur har däremot fallit med 0°.7, och icke nog därmed, utan jämväl vårens (april—juni) temperatur har avtagit (— 0°.4) och tvärtom höstens (oktober—december) tilltagit (+ 0°.4). Allt detta är i full överensstämmelse med vad som borde inträffa, om vårt klimat underginge en förändring från mera kontinentalt till mera maritimt. För året blir den sekulära variationen +0.000848, d. v. s. un-

der 100 år stiger temperaturen med ungefär 0°.1. Denna undersökning av den sekulära variationens storlek enligt vår längsta temperaturserie har alltså givit resultat, som fullkomligt stämma med PETERSSON'S teori rörande klimatets antagna förändring sedan medeltidens slut. Tyvärr göra dock de kortare temperaturvariationerna, att man icke kan anse de funna värdena såsom uttryck för en fullt säker sekulär variation utan endast såsom uttryck för denna variation under perioden 1756—1914.

Ur en jämförelse mellan TYKO BRAHE'S meteorologiska observationer 1582—1597 och de nutida under perioden 1881—1898 har N. EKHOLM ansett sig kunna konstatera, att februari på BRAHE'S tid var 1°.4 kallare än nu och mars 1° kallare. De Brücknerska perioderna borde ev. snarast förstärka denna olikhet. Tidpunkterna för de Brücknerska periodernas epoker på 1600-talet måste dock anses mycket osäkra, och skäl finnas, som tala för, att perioden 1582—1597 snarare var kallare än normalt. Därtill komma andra interfererande temperaturfluktuationer. Det torde då icke vara möjligt att ur dessa observationer draga någon säker slutsats angående den sekulära variationen.

Glacierernas variationer äro slutligen mycket viktiga bevis för klimatets förändringar, i det att dessa avspegla de långvariga växlingarna uti nederbördens mängd. Man har lyckats fastställa de alpina glacierernas variationer under åtskilliga sekler tillbaka med ganska stor säkerhet. Man är därvid fullt enig om, att glacierernas utsträckning vid medeltidens slut var mindre än därefter och att mot mitten av 1500-talet en mycket kraftig framryckning ägde rum. HILDEBRANDSSON anför efter HEIM ett slående bevis från Hohe Tauern. Där funnos gruvor, som man vet voro i bruk på medeltiden. Vid mitten av 16:e århundradet blevo de övertäckta av en glacier. 1570 var istäckets tjocklek 25 m och det ökades till 100 m på 1700-talet för att sedan avtaga. Omkring 1880 var tjock-

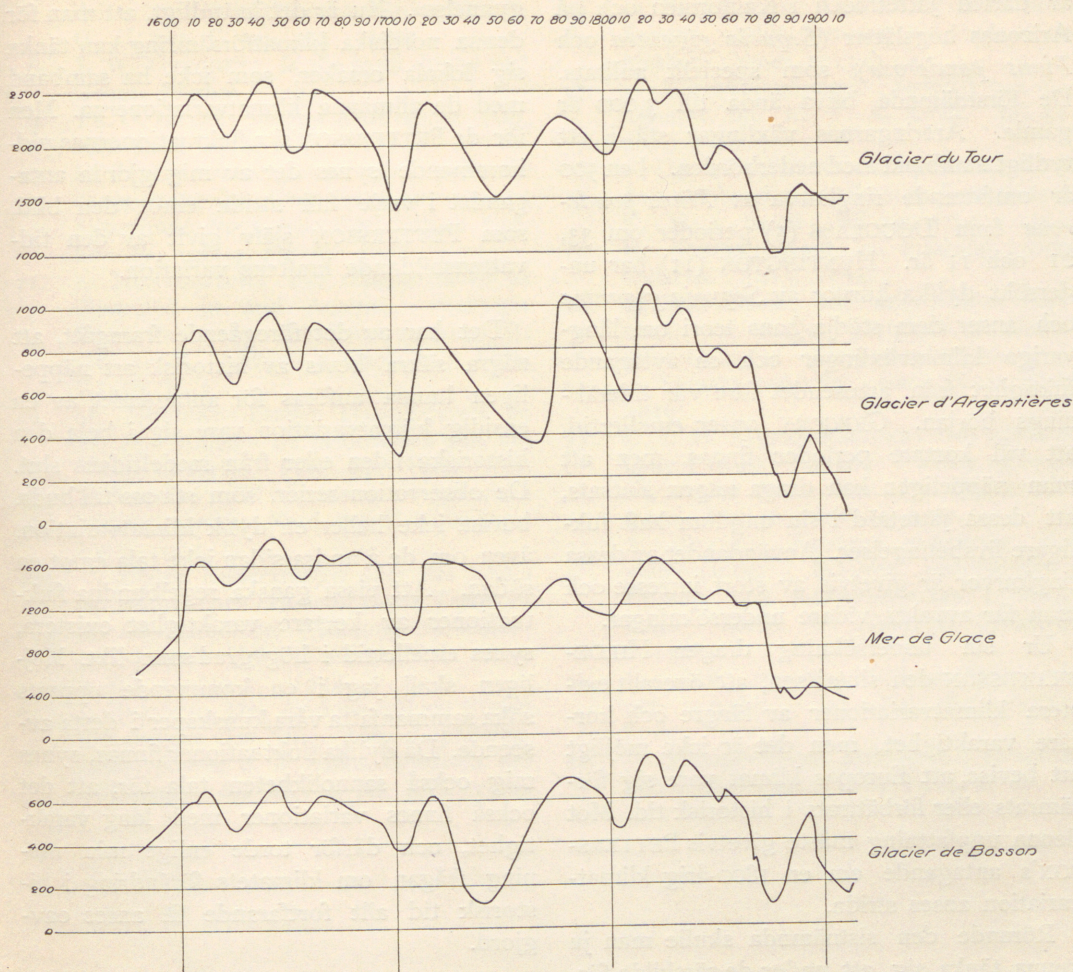


Fig. 12. Variationer hos glacierer i Montblanc-massivet, efter MOUGIN.

leken 40 m, men den har sedermera ytterligare avtagit och, man har funnit spillror efter de gamla gruvbyggnaderna, vilka i 400 år varit täckta av isen.

Efter en fransk undersökning över Montblanc-systemets glacierer av MOUGIN (12) har jag sammanställt de variationer, som återgivas av kurvorna i fig. 12. Av dessa finner man ingen tendens till ändring i viss riktning, men väl hava glaciererna varit underkastade stora variationer, vilkas genomsnittliga varaktighet enligt den franske författaren torde kunna anslås till c:a 35 år. Det mest framträdande är tvivelsutan minimet på 1500-talet

med den därpå följande stigningen samt det hastiga avtagandet kring år 1870 med därpå följande nutida minimum, som synes vara det mest utpräglade, som med säkerhet är känt. Däremellan har i allmänhet glaciererna varit avsevärt större, speciellt på 1600-talet och i början av 1800-talet. Vid 1700-talets början och mitt inträffade dock stora tillbakaryckningar. Ej heller glaciererna giva oss emellertid något stöd för antagandet av en ensidig klimatvariation sedan medeltidens slut.

Förbigås böra icke heller de försök, som gjorts att ur växlingarna hos gamla träds årsringar sluta till klimatvariationer. Det

är därvid jätteträden i Kalifornien och på Arizonas högslätter (*Sequoia gigantea* och *Pinus ponderosa*), som speciellt anlitats. De förstnämnda bliva ända till 3,000 år gamla. Årsringarnas växlingar stå i ett tydligt samband med nederbörden. I en 500 år omfattande ringkurva av *Pinus ponderosa* fann DOUGLASS (5) perioder om 33, 21 och 11 år. HUNTINGTON (11) har undersökt dylika kurvor av *Sequoia gigantea* och anser dem stödja hans teori om långvariga klimatväxlingar och en avtagande fuktighet från årtusendet före vår tideräkningens början. GREGORY anser emellertid, att väl kortare perioder finnas, men att man näppeligen kan draga någon slutsats, att dessa jätteträd i sin ungdom haft fuktigare livsbetingelser. Användandet av dessa ringkurvor är givetvis av stort intresse och man får avvakta vidare undersökningar.

Ur sin undersökning drager HILDEBRANDSSON den slutsatsen, att överallt existera klimatvariationer av längre och kortare varaktighet, men det är icke möjligt att bevisa, att Europas klimat vare sig försämrats eller förbättrats i historisk tid. Mot denna uppfattning måste givetvis PETERSSON's antagande om en 1800-årig klimatvariation anses strida.

Rörande den sistnämnda skulle man ju kunna tänka sig, att under de särskilda förhållanden beträffande tidvattensbildande kraft och solfläckar, som enligt PETERSSON råda med 1800 års mellanrum, utbildas klimatiska undantagsförhållanden av mera övergående art. Vi skulle då icke hava en regelbundet utvecklade periodicitet utan kring maxima och minima skulle katastrofartade klimatförhållanden uppkomma. Så synes SERNANDER jämväl hava tänkt sig klimatförändringen vid den subatlantiska tidens början (se fig. 1), och i ett nyligen utkommet arbete (21) understrykes det ytterligare, att den fuktiga och kyliga tiden skulle hava rätt endast »mellan den stora klimatomkastningen i övergången mellan Nordens brons- och järnålder och någon punkt framemot vår tidräknings be-

gynnelse». Nu är det ju tydligt, att man för denna nordiska klimatförsämring kan tänka sig lokala orsaker, som icke ha samband med de allmänna klimatvariationerna. Men för de PETERSSON'ska fluktuationernas vidkommande synes det av mig gjorda antagandet i varje fall strida emot den bild, som PETERSSON själv givit av den tidvattensbildande kraftens variation.

Det har av det föregående framgått, att några säkra bevis av historisk art näppeligen kunna anföras för antagandet av en ensidig klimatvariation vare sig i hela den historiska tiden eller från medeltidens slut. De observationsserier, som stå oss till buds, bevisa icke heller en dylik klimatvariation, även om de å andra sidan icke tala emot en sådan. Att vissa ganska regelbundna fluktuationer av kortare varaktighet existera, synes emellertid i hög grad sannolikt. Möjligen skall jag i en kommande uppsats söka sammanfatta våra kunskaper i detta avseende. Då dylika fluktuationer finnas, synes mig också sannolikheten tala för, att det också finnes variationer med lång varaktighet, och därför torde enligt min mening frågan om klimatets förändring i historisk tid allt fortfarande få anses oavgjord.

LITTERATUR.

1. S. ARRHENIUS: Stjärnornas öden. Stockholm 1915.
2. L. BERG: Das Problem der Klimaänderung in geschichtlicher Zeit. Geograph. Abhandl. herausg. v. A. Penck. Bd X, h. 2. 1914.
3. Carta idrografica d'Italia. Tevere. Rom 1908.
4. C. V. L. CHARLIER: Grunddragen av den matematiska statistiken. Statsvetensk. Tidskrift, 1910.
5. A. E. DOUGLASS: A method of estimating rainfall by the growth of trees. Monthly Weath. Revue, vol. 37.
6. N. EKHOLM: Om klimatets ändringar i geologisk och historisk tid samt deras orsaker. Ymer 1899, h. 4.
7. A. GAVELIN: Studier över de postglaciala nivå- och klimatförändringarna på norra

- delen av det småländska höglandet. S. G. U. Ser. C. n:o 204. 1907.
8. J. W. GREGORY: Is the earth drying up? Geogr. Journal. 1914.
 9. TH. G. HALLE: Jordens äldre istider. Pop. Nat. Revy 1911, h. 4.
 10. H. H. HILDEBRANDSSON: Sur le prétendu changement du climat européen en temps historique. Nova Acta Soc. Scient. Ups. Ser. IV, vol. 4, n:o 5. 1915.
 11. E. HUNTINGTON: The climatic factor as illustrated in arid America. Carnegie Instit. Publ. 192. Washington 1914. Jfr ref. av E. ANTEVS i Geol. För. Förh. Bd 38, h. 3.
 12. M. MOUGIN: Études glaciologiques en Savoie. Annales de la direction gén. des eaux et forêts. Fasc. 44. Paris 1912.
 13. A. NORLIND: Till frågan om det historiska klimatet, särskilt i Nord- och Mellaneuropa. Ymer 1915, h. 1.
 14. — Einige Bemerkungen über das Klima der historischen Zeit nebst einem Verzeichnis mittelalterlicher Witterungserscheinungen. Lunds Univ. Årsskrift, N. F. Avd. I, Bd 10, n:o 1. 1914.
 15. J. PARTSCH: Des Aristoteles Buch »Ueber das Steigen des Nil«. Abh. d. philolog. histor. Klasse d. K. Sächs. Gesellsch. der Wissensch. Bd XXVII, Nr. XVI. 1909.
 16. O. PETERSSON: Om klimatvariationer i Europa under historisk tid och deras orsaker. Ymer 1913 h. 2.
 17. — Klimatförändringar i historisk och förhistorisk tid. K. V. A. handl. Bd 51, n:o 2. 1913.
 18. — Om solfläcksfenomenets periodicitet och dess samband med klimatets förändringar. K. V. A. handl. Bd 53, n:o 1. 1914.
 19. H. SCHÜCK: Rom, en vandring genom seklerna. 1913, 1914.
 20. R. SERNANDER: Die schwedische Torfmosse als Zeugen postglazialer Klimaschwankungen. XI Geologkongress.
 21. — Svenska kalktuffer. Geol. Fören. Förh. 1916.
 22. C. I. H. SPEERSCHNEIDER: Om isforholdene i danske farvande i ældre og nyere tid, aarene 690—1860. Det Danske Meteorol. Inst. meddelelser, nr 2.
 23. A. WALLÉN: Fleråriga variationer hos vattenståndet i Mälaren, nederbörden i Uppsala och lufttemperaturen i Stockholm. Medd. fr. Hydrogr. byrån 4. 1913.
 24. — Den terrestra hydrografiens mål och metoder. Pop. Nat. Revy 1913, h. 6.
 25. — Mesopotamiens hydrografi i forntiden och i framtiden. Ymer 1914, h. 2.

LITTERATUR.

Sverige i 32 kartblad. Utarbetad vid Generalstabens litografiska anstalt under redaktion av överste S. ZETTERSTRAND. Skala 1:500 000. Första häftet Stockholm 1915. Albert Bonniers förlag. (Subskriptionspris för hela kartverket med register 16 kr.)

Generalstabens översiktskarta över Sverige. 25 blad jämte ett blad med titel och bladindelning. Skala 1:400 000. Första häftet Stockholm 1914. (Subskriptionspris för hela verket kr. 37,50.)

Lika väl utrustade som vi, åtminstone för större delen av vårt land, äro beträffande

detaljkartor, lika vanlottade äro vi, då det gäller goda översiktskartor. Den bästa översiktskartan, som under de sista årtiondena stått allmänheten till buds, har utan tvivel varit N. SELANDER'S Karta över Sverige. Utgivet redan år 1881—83 och beträffande vissa delar av vårt land byggt på redan då gamla mätningar, är emellertid detta kartverk i flera avseenden föråldrat. Dessutom torde det väl nu sedan rätt lång tid vara utgåendet ur bokhandeln och endast — i bästa fall — tillgängligt på antikvarisk väg. Under de två sista årtiondena har COHRS' Atlas över Sverige varit den mest anlitade översiktskartan, men den har liten skala, 1:1 000 000 och för de norra länen 1:2 000 000, vadan de i övrigt rätt goda kartorna visa brist på detaljer och endast kunna upptaga ett fåtal vägar och de förnämsta orterna.

En god översiktskarta över vårt land har därför sedan årtal varit ett önskemål, som nu

uppfylles genom ovan angivna tvenne arbeten. Av bägge föreligga så pass många häften utgivna, att man väl kan skapa sig en föreställning om deras förtjänster och fel samt om de använda topografiska framställningssättens effekt, då det gäller olika landskapstyper och höjdförhållanden.

Ehuru i nästan samma skala erbjuda de bägge kartverken stora olikheter, och den, som ämnar lägga sig upp med ett av arbetena, bör noga tänka efter, vilket som bäst kan väntas motsvara hans speciella önsknin­gar och behov. Den ZETTERSTRAND'ska kartan har höjdkurvor för var 100:e meter och ny färgton för var 200:e, utom för låglandet, varest 0—100 meter har en färg och 100—200 meter en annan. Färgskalan går från grönt över gult till brunt i olika nyanser och slutar för de högsta fjällpartierna (över 2 000 m) med rött. Höjdbeteckningen är alltså, ehuru med flera mellantoner, densamma som vi äro vana vid i ROTH's skolatlas eller COHRS' atlas. För stora delar av vårt land kommer emellertid kartan på detta sätt att sakna nästan all markering av topografien. En backslutning eller ett bergstup anges ej, om ej den övre och undre nivån händelsevis ligga på olika sidor om ett hundratal meter över havet. I fjäll­trakterna däremot blir kartan synnerligen åskådlig och även för ögat rent estetiskt tilltalande. Sjöarnas blå färg gör sig väl och låter vatten­dragen tydligt framträda, stilar och beteckningarna för olika slags samhällen och boplatser synas väl valda, med ett ord, kartorna göra ett redigt och på samma gång från skönhetssyn punkt tilltalande intryck. Dock med en liten reservation. Varför förstöra det i övrigt så goda totalintrycket med dessa breda, röda häradsgränser, som skära sönder hela kartan och göra ett synnerligen oroligt intryck? Hur ofta vill man ha reda på häradsgränserna?

Den andra kartan, generalstabskartan kunna vi ju helt kort benämna den, har ingen färgskala för höjden över havet, ej heller höjdkurvor; höjdsiffror finnas emellertid tämligen rikligt utsatta. Däremot har man sökt ge en tillförlitlig bild av landskapet genom markering av terrängen (skarpare sluttningar antyd­as med en brun crayon-skuggning) samt genom skild färg för skog (olivgrön) och skoglös mark (vit), vilken senare i bebyggda trakter blir identisk med åker eller äng, alltså kommer att beteckna odlad bygd. Vad crayon-skuggningen beträffar, gör den sig bra, då den uppträder som böjda mer eller mindre halvcirkelformiga linjer kring berg, men i form av raka linjer efter förkastningar verka de allt annat än sluttning; man frågar sig, om ej backstreck hade varit bättre. Skogbeteckningen är mig veterligt en nyhet på kartor i så liten skala och gör ett mycket gott intryck, då den framhåller något, som i terrängen spelar stor roll. Denna kartas negativa merit torde ligga i det alltför kraftiga vägnätet, som i bebyggda trakter ger kartan ett oroligt utseende. Man tycker dock, att även de militära fordringarna bort kunna tillgodoses med något diskretare vägar än dessa — nu ha de större landsvägarna en bredd, som motsvarar omkring 250 meter —, lägger man därtill, att vägarna fått en skarp brun färg, så inses att ett tätt vägnät på den odlade markens vita grundfärg måste framträda med störande skärpa.

Av ovanstående torde framgå att de bägge kartverken komplettera varandra. Den, som har råd, bör införliva bägge med sitt bibliotek. Den ZETTERSTRAND'ska torde väl redan på grund av sin prisbillighet bli den mest spridda, liksom den väl också närmast torde motsvara den stora allmänhetens krav på en god översiktskarta.

G. G.

