I

RAGUNDASJÖNS GEOMORFOLOGI

AV

HANS W:SON AHLMANN

MED 5 TAVLOR

RESÜMEE IN DEUTSCHER SPRACHE

1—231541. S. G. U. Ser. Ca, N:r 12.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING.

Inledning.

Ragundaundersökningens första planläggning som *geologisk* har helt satt sin prägel på den föreliggande *geomorfologiska* delen. Denna utgör nämligen en beskrivning av Ragundaområdets konfiguration under dess hitintills skedda utveckling med särskild hänsyn tagen till den kronologiska tidsföljden. På grund härav har jag också nästan uteslutande hållit mig till de fakta och förhållanden, som möta inom den forna sjöns strandlinjer, och endast gått utanför dessa, då det varit alldeles nödvändigt att från andra områden hämta bevis och stöd för de uppställda hypoteserna och förklaringarna eller för att ytterligare exemplifiera dessa. Det viktigaste eller yttersta målet för geomorfologien nämligen att genom syntes av analyserade specialfall söka den allmänna lag eller princip, på vilken de särskilda fallen endast utgöra en tillämpning, ha därför undersökningarna ej kunnat vara direkt inriktade på. Anmärkas bör dock, att de flesta problem jag mött och i denna del sökt behandla, så tillvida äga generell karaktär, som de tillhöra de stora allmänna geomorfologiska processerna och cyklerna; endast i undantagsfall utgöra de en egendom, uteslutande tillhörig Ragundaområdet. Då detta studiefält vidare erbjuder särdeles många problem och fenomen av vitt skild natur, har någon fullständig behandling av dem med litteraturhistorik, allmän kritik o. s. v. ej kunnat lämnas utan endast en beskrivning givits av de förekommande formerna och utvecklingsprocesserna. Därför saknas också en fullständig litteraturförteckning, och under rubriken »Anförd litteratur» upptagas endast de arbeten, jag för sammanhangets skull nödvändigt måst referera eller omnämna.

Föreliggande *beskrivning av Ragundasjöns geomorfologiska historia* äger därför med avseende på geomorfologiens allmänna mål endast *preliminär natur*. — Om tillfälle erbjudes, hoppas jag dock att senare kunna sammanställa de fakta, Ragundaområdet givit, med andra av samma natur från skilda områden, så att en om möjligt allsidig och enhetlig framställning kan vinnas över vissa av de i denna avhandling endast vidrörda problemen. Det värde, som studiet av Ragundaområdets utveckling äger för den allmänna geomorfologien, skall då bättre framträda.

Det bör även här framhållas, att hela Ragundaområdet kan betraktas som ett stort experimentalfält för geomorfologiska processer och särskilt för fluviala. Vid tappningen den 6 juni 1796 påbörjade nämligen de inom området liggande vattendragen en ny cykel, i vilken den nuvarande formutbildningen blott utgör ett stadium eller ett övergående skede i utvecklingen, vilken allt framgent skall fortsätta och vara värd lika stort intresse

som förr och nu. Då det blott förflutit 116 år från tappningen till undersökningsåret 1912, hava cyklerna i de flesta fall endast hunnit in i sitt första skede. På grund härav äga de förhandenvarande formerna i allmänhet ungdomsstadiets outvecklade prägel eller visa blott ansatser eller början till vad som senare skall fullbordas.

I Ragundaundersökningens första planläggning intog den geokronologiska delen den ojämförligt viktigaste platsen. Meningen var nämligen att medelst varvmätningar exakt bestämma tidslängden på Ragundasjöns hela historia samt också på olika skeden av dess utveckling, så att denna senare skulle bliva sammanknuten med bestämda årtal. Denna stora plan kunde emellertid ej förverkligas inom sjöområdet av skäl som förut framhållits. De möjligheter att nå fram till approximativa tidsbestämningar, som ligga i en sammanställning mellan C. C:zon Caldenius' undersökningar inom Ragunda och R. Lidéns i Ångermanälvens dalgång, äro enligt min mening ännu så osäkra, att jag i föreliggande arbete ej upptager några tidsbestämningar utom dem, som lämnas av bestämda data från tiden efter 1796. Ett ytterligare skäl härför är, att Lidéns undersökningar ännu ej äro publicerade i sådan form, att man fullt säkert kan uttala sig om dem. När tidsbestämningarna en gång nå full säkerhet, kunna de lätt sammanställas med resultaten av de här publicerade undersökningarna.

Till slut bör anmärkas, att jag delvis upptagit W. M. Davis' åskådningssätt av geomorfologien samt använder hans termer »ung», »mogen» och »ålderdomlig» som namn på cyklernas olika stadier, trots den olämplighet, jag anser dem äga. Införandet av en ny terminologi får tillsvidare anstå.

Stockholm i oktober 1914.

Hans W:son Ahlmann.

KAP. I.

Ragundasjöns uppkomst samt Storforsen och dess utveckling.

A. Ragundasjöns uppkomst.

I en uppsats med titeln »Hufvuddragen af nedre Indalens morfologi» har jag i stora drag behandlat Indalens konfiguration, men mera med avseende på det sätt, varpå jag tänkt mig, att de geomorfologiska problemen skola behandlas än med avsikt att lösa dem. I denna uppsats påpekades, hurusom det parti av dalen, som ligger mellan järnvägsbron vid Döda fallet och sjön Gesunden, och som lämpligast kan kallas Ragundadalen (tavl. 1), äger en egenartad, speciell formutbildning. I stället för den nedanför liggande dalsträckans smala, trånga tvärsektioner med branta men dock under 30° lutande sidor, möta inom Ragundadalen vida, stora tvärsektioner, som på många ställen begränsas av tvärbranta stup. Bland dessa bör särskilt nämnas Middagsbergets, Kullstabergets och Vattabergets, vilka tillsammans bilda en väldig mur vid dalens västra sida. Mellan järnvägsbron och Vattabergets nordspets äger Ragundadalen sin största vidd. Strax N om järnvägen ligger dock mitt i området det stora Näsberget, vilket delar dalen i två grenar. Detta berg liksom också de flesta omgivande nå upp till 400 m. ö. h.; den av kvartära sediment betäckta dalslätten ligger omkring 160—140 m. ö. h. och Indalsälven rinner på 140—101 meters nivå.

Ovanför Vattabergets nordspets avsmalnar dalen något, begränsas ej längre av så branta sidor samt blir mer oregelbunden. Vid Krångedeforsarna delar den sig uti tvenne smala, djupa och ytterst brant begränsade dalgrenar eller pass för att strax därefter vidga sig till den stora Gesundendepressionen.

Orsaken till Ragundadalens egenartade utbildning får antagligen delvis sökas i områdets petrografiska byggnad. Som Högbom uppfattat bergbyggnaden (*19*) utgöres nämligen Ragundaområdet av i urberget som en eller flera lakkoliter injicerade postarkäiska eruptivbergarter (Ragundagranit, syenit och diabas).

Emedan föreliggande undersökning uteslutande berör den kvartära historien av den del av Ragundadalen, som före 1796 upptogs av sjön, är det här icke av behovet påkallat att närmare ingå på den fasta berggrundens morfologi. Däremot äga huvuddragen av hela dalens finiglaciala historia ett visst värde för en allsidig framställning av sjöns utveckling, emedan den innesluter kapitlet om sjöns första uppkomst.

När inlandsisen bortsmälte från landet, var detta djupt nedsänkt men befann sig i ett hastigt stigande. De strandlinjer, som utbildades och nu markera Baltiska havets högsta gränser, äro därför icke synkrona. Då vi ännu ej känna landhöjningshastigheten inom Indalsområdet tillräckligt noga för att kunna reducera de olika B. G.-värdena till samma geoidyta, kan här endast strandlinjernas höjd över havet angivas. Inom Ragundadalen har jag avvägt B. G. på tvenne ställen, nämligen på Ovsängberget N om Döviken, där den ligger 237 m. ö. h. och på Näsberget V om byn Näset, där den befinner sig omkring 242 m. ö. h. Denna sista siffra är emellertid ganska osäker på grund av att nivelleringen gjordes med spegel från barometersiffra; själva strandlinjen är dock väl utbildad med ett vackert stråk av frispolade block övergående i ett strandhak. Till jämförelse med dessa siffror kan anföras det av LIDÉN (*21*) erhållna måttet på B. G. vid Bispgården 250 m. ö. h., och det av CARLZON (*6*) vid Stugun uppmätta, 230 m. ö. h.

I Ragundatrakten försvåras undersökningarna av B. G. genom de utspolningslinjer och erosionsmärken, som finnas på flera ställen utmed dalsidorna och särskilt omkring den verkliga gränsen. Vid närmare undersökning visa sig dessa dock luta mer eller mindre och kunna därför ej vara strandlinjer. Då isen i trakten ej ägt en så obetydlig mäktighet, att höjderna varit obetäckta av is och de ovannämnda erosionsfenomenen uppkomna genom bäckar i öppen dag, måste de vara bildade av subglaciala strömmar. Dessa hava antagligen endast under en kort tid arbetat utefter samma bana för att sedan kasta och taga nya vägar, ty deras erosionslinjer äro korta ehuru väl markerade och breda. Dylika lokala subglaciala vattenflöden hava säkerligen varit ganska allmänna i den sista, av sprickor genomsatta inlandsisresten.

Läget av B. G. eller Ragundafjordens största utbredning framgår av tavl. 1. Beträffande inlandsisens recession har C. CARLZON (*6*) genom lerundersökningar kunnat fastställa, att iskanten ägt en skarp konvex bågform, då den stod vid Näset, samt att den mellan Döda fallet och denna plats dragit sig tillbaka 100—120 m. pr år. Sedan avtager recessionshastigheten successivt under den följande tillbakaryckningen, så att den vid Hammarstrand belöper sig till endast 60—70 m. pr år för att dock därefter åter tilltaga något; samtidigt har iskanten förändrats från sin föregående lobform och antagit en mer rak NNO—SSV:lig begränsningslinje. Vid Döviken möter en till minst 2 km. uppgående framryckning av isen. Vid Bispgården har en annan mindre oscillation kunnat konstateras på grund av den mäktiga moränbank, som här täcker varvig lera.

Av mycket stor betydelse för Ragundasjön och dess historia är vidare den lerplatå, som höjer sig ända till 160 m. ö. h. väster om Döda fallet och som före katastrofen 1796 spärrade dalen. CARLZON (*6*) har här konstaterat, att den glaciala leran äger 60 m:s mäktighet, varav 50 m. faller på de 3—4 understa varven.

Isoscillationen vid Bispgården liksom den vid Döviken torde, som C:ZON CALDENIUS' riktigt framhåller, icke berott på klimatologiska utan på rent lokala orsaker eller på topografiens inverkan på isrörelsen. Samma orsak ligger möjligen också till grund för olikheten i den årliga recessionen på sträckorna mellan Döda fallet och Hammarstrand samt även för den högst anmärkningsvärda skillnaden mellan den allmänna recessionshastigheten inom Ragundadalen och den, som enligt R. LIDÉNS omfattande undersökningar (*21*) ägt rum i Ångermanälvens dalgång. — Någon kvantitativ skillnad i avsmältning eller kalvning be-

höver emellertid icke hava varit rådande, ty man kan icke av en ringa, lokal tillbakaryckning av *iskanten* pr år säkert sluta till en obetydlig *ablation* och *kalvning*. Under glaciärens reträtt fortgår naturligtvis en rörelse framåt uti ismassan; skillnaden mellan denna rörelse och iskantens tillbakagång utgör den årliga recessionen. Om strömmen framåt är stor och således istillförseln till avsmältningszonen betydande blir recessionen mindre för samma kvantitet smält ismassa än om rörelsen är liten. Ragundadalens topografi är just ägnad att befordra en stor istransport fram till iskanten.

Iskantens framryckningar eller oscillationerna vid Döviken och Bispgården visa icke heller på någon vitalitet eller kraft hos den kvarvarande inlandsisresten, som man kanske är frestad att antaga, utan de ådagalägga tvärt om en bristande stabilitet eller självständighet hos ismassan, som gjort, att den tagit intryck av sitt underlags lutningsförhållanden och glidit ned utför sluttningar och dalsidor, om mottrycket, som Carlzon (*6*) framhållit, i dalen minskats på grund av den härvarande isens bortsmältande eller reducerande. En ytterligare orsak är de olika isströmmarnas riktning på grund av rörelsecentras och isdelarnas förskjutning (*6*).

Delvis i motsats till dessa tecken på den kvarliggande isrestens bristande kraft stå de betydande glacifluviala bildningar, som i form av åsar och tväråsar möta över hela området. I allmänhet torde åsarna följa dalens djupaste partier. Genom tappningen av Ragundasjön blottades sålunda den ås, som framgick på dalens botten, och man kan nu följa de olika partierna och huvudcentra, mellan vilka älven buktar (se vidare kap. IV). Ovanför Hammarforsen är åsen blott delvis täckt av sediment och kan därför iakttagas på flera ställen ända upp till Ammer, där underlaget för den glacifluviala ackumulationen legat tillräckligt högt för att gruset nu helt och hållet skall gå i dagen och bilda ryggar och utbredda plan såväl i Indalsälvens som i Ammeråns dalgångar. I den senare fyller t. o. m. det glacifluviala gruset på stora sträckor hela dalen eller upptager så betydande partier av densamma, att knappast något postglacialt material sedan fick plats. — Det är emellertid i den södra dalgrenen nedanför Gesunden som de största och mäktigaste glacifluviala bildningarna anträffas. Som väldiga ryggar, tväråsar, kullar och utbredda plan, vilkas högsta delar nå upp till närheten av B. G., ligga här ofantliga massor rullstensgrus anhopade. Topografien torde genom sin oregelbundenhet bäst liknas vid ett kamelandskap i stort. Högbom (*19*) har ansett det troligt, att denna dalgrens botten ligger på ungefär samma nivå som Gesundens, så att älven här liksom vid Döda fallet och Hammarforsen spårat ur. I så fall skulle det glacifluviala materialets mäktighet belöpa sig till omkring 80 m. Även om dalfåran ej är så djup, nå dock åsarna säkert en höjd av 60 à 65 m., vilket är anmärkningsvärt i betraktande av den relativt obetydliga isrest, som matat älvarna. Ytterligare bör omnämnas, att nedanför Krångedeforsarna uti de här blottade stora profilerna har högt upp i närheten av åsens yta anträffats väl rundade block av ända till 1 m. genomskärning; likaledes finnas upp till 200 m. nivå ö. h. i åsarna nedanför Gesunden rullstenar mätande 0,5 m. i diameter, och strax intill Krångedeforsarna, dock utanför deras räckvidd, ligga block av 1,5 m. storlek, vilka äro väl vattennötta och därför tydligen transporterade mer eller mindre långt medelst en glaciärälv. Dessa fakta tyda på att glaciärälvarna framrunnit med högst betydande hastighet och tryck, vilket i sin tur förutsätter en betydande mäktighet hos den kvarliggande isresten.

LIDÉN (*21*) har på grund av bristen på ändmoräner vid Ångermanälvens dal förutsatt ett så tunt istäcke, att det icke förmått sammanpressa bottenmoränen till en vall vid framåtryckning under vintern. Moränvallar äro också i Ragundaområdet mycket sällsynta, och de få som finnas (se *6*) äro små och obetydliga samt bilda ej sammanhängande strök. Orsaken till detta torde dock även kunna bero på att isen icke sköt fram utan stod stilla under vintern.

De egenartade lagringsförhållanden, som påvisats i vissa åsar (*6*), framför allt i den vid Halån och Dövikens Storeda, kunna med den kännedom man nu äger om ismassans mäktighet icke förklaras enbart genom antagandet att mindre växlingar i temperatur och nederbörd haft stort inflytande på smältningen och vattenmassan uti älven. Man får nämligen även antaga, att på grund av den stora smältning, som trots iskantens långsamma recession med all sannolikhet här varit rådande, och de mäktiga vattenmassor,

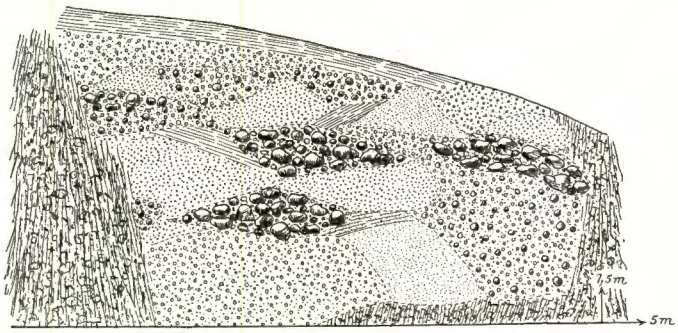


Fig. 1. *Skärning i tvåråsen vid Dövikens Storeda.*

som därigenom bildades, strömmen ofta måste hava kastat och ändrat riktning för att komma fram och få tillfälle att avlasta sin medförda börda. På grund härav har en plats, som ena gången legat utsatt för den starkaste strömmen och erhållit grovt material, den andra gången kunnat komma i lä och på så sätt endast erhålla fin sand eller lermaterial, så att en linsformig (fig. 1) och i längdgenomskärning bandad struktur uppstått.

När isen dragit sig tillbaka, sköto under landets fortsatta stigning älvarna och åarna successivt fram sina mynningar i respektive dalgångar, uppbyggande de postglaciala deltana. Som förut nämnts var dock Ammerån redan så fylld av glacifluvialt material, att knappt något postglacialt fann plats. De plan, som nu utbreda sig i Ammerdalen, utgöras därför till största delen av rullstensgrus, isälvssand och varvig lera. Omkring 2.5 km. N om Ammers by ligger ett vackert plan på 180 m. ö. h.; det kan följas ned till Indalsälven, men har här sjunkit till 160—165 (se tavl. 3). Antagligt är dock, att det sistnämnda ej är primärt utan averoderat. Ännu kvarligga också på ett par ställen erosionsrännor, och även andra spår av såväl fluvial som lakustral erosion finnas. Längre ned utefter Indalsälven anträffas deltaplan endast ned till trakten av Gevåg och

Rävanäset, där de ligga mellan 160—162 m. ö. h. Söder om dessa platser vidgar sig dalen, och dess botten sjunker så mycket, att älven ej förmådde utfylla den djupa, breda fjorden. Några deltaterrasser på höga nivåer finnas icke heller på hela sträckan mellan Gevåg och Döda fallet, utan älvens fina material har ackumulerats i dalens djupaste parti och ingår nu i Ragundasjöns sedimentserie.

Vid nuvarande järnvägsbron avsmalnar emellertid åter dalen och erhåller en mycket trång tvärsektion, vilken vid Döda fallet t. o. m. var så smal, att redan den glaciala leran, som förut nämnts, här ackumulerades till en mäktighet, som fyllde dalen till 160 m:s höjd ö. h. När denna nivå höjdes upp till vattenytan, bildade således lerplatån här en spärr. Då längre ned i dalen vid Bispgården stora plan nå 160 m. ö. h. och även mellanliggande terräng visar sedimentytor upp till denna nivå, kom tilltäppningen här att bliva så betydande, att man med fullt skäl kan säga, att den ovanför liggande *Ragundadalen redan vid tiden för 160 m. nivåns uppkomst blev avstängd till ett slutet bäcken*, vilket endast stod i samband med nedanför liggande öppna fjord genom ett långt och mer eller mindre trångt samt grunt sund. Några strandlinjer vid eller närmast nedanför 160-meters nivån ha dock ej anträffats inom Ragunda, emedan spärren endast utgjordes av lösa avlagringar, som successivt nederoderades vid landets höjning, så att vattenytan sjönk jämsides med denna.

Den bana, Indalsälven uteroderade under landets fortsatta höjning, kom nedanför nuvarande järnvägsbron att ligga Ö om den forna, djupaste dalfåran. Vid älvbäddens fortsatta sänkning blottades vid 131,6 meters nivå berggrunden. Från den stund denna bergtröskel bildade en fast bas för ovanliggande parti av Indalsälven daterar sig Ragundasjöns uppkomst.

Av översiktskartan, tavl. 1, framgår, att sjön ägt en lång, smal form med vikar skjutande in i de tillstötande bidalarna. Den har icke haft de raka, obrutna begränsningar, som Davis (*11*) framhåller som utmärkande för sjöar belägna uti starkt glacialeroderade dalar, utan liknar den typ, som uppstår uti oberörda eller blott föga omvandlade fluviala dalar; ej heller äger den klippbäckenform. Om icke tappningen ägt rum och därmed dalspärren genombrutits så att den djupa dalfåran blottats, skulle man ändock av sjöns hela utseende kunnat sluta sig till att den måste vara en uppdämningssjö. — Den närmare skildringen av dess form och natur lämnas i de följande kapitlen.

B. Storforsen och dess utveckling.

Då Ragundasjön avtappades 1796 och Indalsälven fann igen sin forna, preglaciala fåra, torrlades sjöns utlopp och Storforsen blev Döda fallet. En katastrof som denna har naturligtvis tilldragit sig stor uppmärksamhet av såväl vetenskapsmän som andra. Döda fallet hör också till de mer kända platserna i Sverige; det gamla fallets stup och fallhuvud samt de där ovanligt talrika jättegrytorna tillika med den nedanför liggande kanjon bildar ett av de märkligaste naturminnesmärkena i vårt land.

Vid vetenskapliga framställningar av Döda fallet och dess historia har man emellertid låtit de direkt iakttagbara fakta tala för sig själva; alla fenomen och former, som där finnas, ligga nämligen så väl exponerade och äro så klart och storartat utvecklade, att man tycks hava ansett dem icke vara i behov av några närmare kommentarer utan kunnat inskränka sig till att endast omtala dem. HÖGBOM lämnar i »Ragundadalens geologi» endast en kort framställning av Döda fallet och Storforsens utveckling.

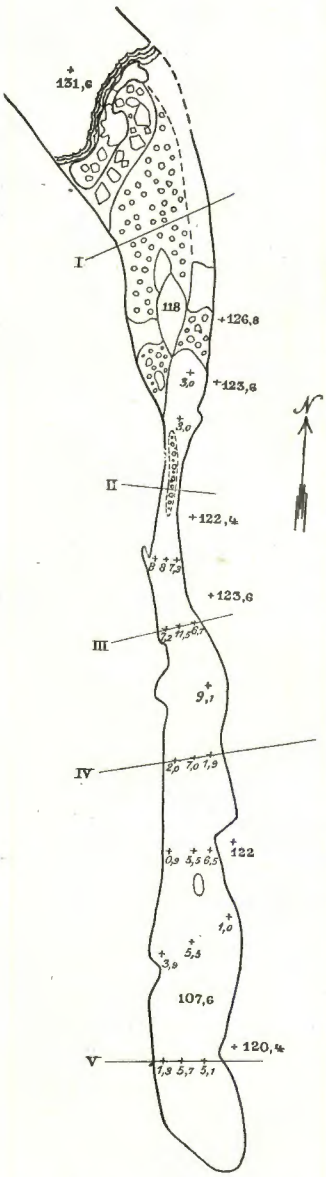


Fig. 2. *Döda fallets kanjon.* Skala 1:5,000.

Siffrorna inom kanjonsjön angiva djup i m. under vattenytan. Siffrorna utanför sjön angiva höjd ö. h. i meter.

HÖGBOM antager nästan a priori, att hela Döda fallets kanjon är postglacial och diskuterar knappast någon annan möjlighet. Ehuru jag visserligen delar hans uppfattning om kanjons bildningstid, anser jag det dock nödvändigt att även upptaga andra möjligheter till behandling. Ty med kunskap om den korta tid på det postglaciala skedet, som erhållits på grund av senare års undersökningar medelst G. DE GEERS varvmätningsmetod, kommer kanjons volym att förefalla förvånansvärt stor, vilket åter förutsätter en högst betydande erosionsverksamhet av Storforsen. Då därtill andra forsar med samma kraftmöjligheter till erosion, t. ex. Krångedeforsarna, fullständigt sakna kanjons, är man berättigad att ifrågasätta dess utbildande under postglacial tid, om icke fullt bindande bevis finnas. — Ett varnande exempel mot en alltför stor säkerhet vid antagandet av dess ursprung lämnar också St. David Buried Gorge vid sidan av nedre partiet av Niagaras kanjon. Om nämligen Niagara River här icke spårat ur, utan funnit sin gamla bana och således rensat ut St. David Gorge från de fyllande glaciala bildningarna, torde det hava varit ytterligt svårt att fastställa denna senares pre- eller interglaciala ursprung. Vad Döda fallets kanjon beträffar är dess läge visserligen annat, där den ligger helt och hållet vid sidan av en djup preglacial flodränna, men dess utvecklingshistoria är dock så överensstämmande med Niagaras, att man har full rätt att jämföra dem. Uppdämningen av den preglaciala fåran, som orsakade Indalsälvens urspårning, kan möjligen också tänkas hava kommit till stånd även förut vid en av de tidigare glaciationerna, ty dalen är här nästan predestinerad för igenfyllning på grund av sin obetydliga bredd och sitt läge strax nedanför en stor dalutvidgning. Möjligheten för kanjons interglaciala ursprung, i likhet med St. David Gorge, finnes således; dess preglaciala natur torde däremot vara helt utesluten.

Då den kommande diskussionen förutsätter kännedom om kanjons topografiska utbildning, kommer jag här först att lämna en beskrivning av denna.

Som jag redan förut nämnt, ligger Döda fallets fallhuvud 131,6 m. ö. h. Från denna punkt sluttar tilloppskanalen sakta in mot den forna sjön, under det själva fallet brant stupar ned åt motsatta sidan. Då bergytan, i vilken kanjon ligger nedskuren, även lutar mot S nedanför stupet, så att ingen punkt överstiger 131,6 m. ö. h., har denna tröskel varit passpunkt under Storforsens hela utveckling och således *Ragundasjön under hela sin tillvaro ägt en fast, oförändrad passpunkt.*

Stupet är icke fullt lodrätt utan något lutande samt splittrat och upplöst i block och utspång (fig. 4). Såväl på stupet som på den ovanför liggande sluttningen upp till pasströskeln finnas dessutom stora och väl utbildade jättegrytor, vilkas betydelse för fallets erosionsverksamhet och kanjons uppkomst längre fram skall närmare behandlas. Alldeles invid foten av själva fallet, 19,2 m. under passpunkten, ligga två små vatten-

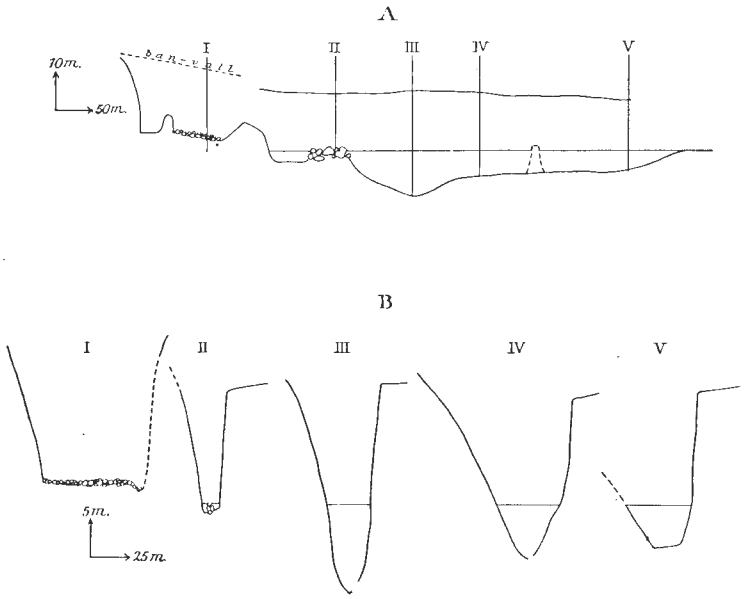


Fig. 3. A *Längdprofil och* B *tvärprofiler över Döda fallets kanjon.*

samlingar (se fig. 2 och 4) avstängda från den övriga kanjon av en barriär av väldiga block och klippor. Dessa hava oregelbunden form, ligga som söndersprängda halvt över varandra, men visa tydliga spår efter vattennötning genom att i detalj vara avrundade, slipade och försedda med skålformiga urgröpningar. Nedanför barriären vidtager sedan ett omkring 100 m. brett område (se fig. 2 och 3), vars botten är så översållad med stora, ofta väl rundade stenar, att berggrunden ingenstädes är blottad. Utmed östra sidan framgår dock en mer blockfri och på sina ställen vattenfylld sänka, som 150 m. från stupet vidgar sig till en liten damm, avstängd från den nedanför liggande kanjon-sjön av en 25 m. lång blockanhopning. Vid sidan av denna senare reser sig ett 8 m. högt bergparti mitt i kanjon. Genom bildandet av stora jättegrytor och frostsprängning har klippan blivit splittrad i väldiga stycken och bildar nu tillsammans med invidliggande partier en svårtillgänglig terräng.

Foto. H. Löfbladh, Hammarstrand 1914.

Fig. 4. *Döda fallets stup.*

Foto. N. Nilsson, Sollefteå.

Fig. 5. *Döda fallets kanjon-sjö* sedd från profil II, fig. 2).

Söder om klippan vidtager sedan själva kanjon-sjön (se fig. 5). Från att vara 25 m. bred och 3 m. djup i sitt nordligaste parti avsmalnar den successivt åt S samt blir allt grundare, så att vid profil II (fig. 3) bredden är endast 12 m. samt djupet 1,5 m. på västra och 0,5 på östra sidan om det blockströk, som upptager mitten. Den östra bergsidan stupar här brant 15 m., den västra lutar något mindre samt är skogbevuxen. Från profil II vidgar sig kanjon åter samt tilltager så snabbt i djup, att endast 50 m. längre söderut lodades 8 m. och vid profil III 11,5 m. Detta är det djupast lodade stället i sjön, och det framgår också av längdsektionen (fig. 3 A), hurusom här ligger en betydande fördjupning. — Vidare söderut visar kanjon en mer jämn botten på c:a 5 m. djup; om den är täckt av block i likhet med kanjons övre parti, kan icke avgöras.

Strax SV om siffran 122, c:a 80 m. nedanför profil IV, uppsticker en liten ö; det är ovisst, om den utgöres av fast berg eller av ett stort block. Vid ön slutar den egentliga kanjon, ty berget på västra sidan böjer av mot V och fortsättes endast av morän och andra lösa avlagringar. Den östra klippväggen bibehåller emellertid en brant lutning ned till siffran 120,4. Själva kanjon-sjön sträcker sig ytterligare 75 m. söderut samt är här avstängd från den nedanför liggande älven av rullstensgrus och sand.

Av ovanstående framgår, att Döda fallets kanjon är utbildad i tre skilda partier: det översta från stupet till en linje 50 m. nedanför kanjon-sjöns början är 200 m. långt, 100—50 m. brett samt uppfyllt av väldiga block samt rullstenar, det andra sträcker sig till ungefär 40 m. nedanför profil II och är endast 25—10 m. brett samt upptages av kanjon-sjön men är delvis fyllt av block, under det att det tredje med en längd av 225 m. samt en bredd av 50—25 m. icke visar några block eller stenar över vattenytan.

Om man nu antager, att hela kanjon vore av interglacialt ursprung, skulle uppenbarligen de massor av lösa stenar, som fylla det översta partiet, till stor del härstamma från morän samt visa främmande bergarter, framför allt från Ragundamassivet, vars gräns framgår på endast 2 km. avstånd. Så är emellertid icke fallet, utan alla större stenar bestå av den gnejsgranit, i vilken kanjon är utarbetad; endast mindre stenar under 0,5 dm. i diameter kunna vara av främmande bergarter.

Vad det andra partiet vidkommer, äro de här synliga blocken också av gnejsgranit; hela området bildar också en omedelbar fortsättning på det första och kan icke på något sätt giva anledning till ett antagande om annan bildningstid. Något olika ställa sig förhållandena med den tredje, sydligaste delen, då denna skiljer sig betydligt från de föregående; djupet tilltager, inga block kunna giva någon upplysning, och bredden ökas väsentligt från det mellersta partiets ytterligt lilla sektionsarea (jämför profil II och IV, fig. 3 B). Bergssidorna äro emellertid fullständigt likartade och visa inga spår efter iserosion. Visserligen kan all inverkan av glaciärernas verksamhet tänkas vara utplånad genom vittring, särskilt som denna är stor i trakten och gnejsgraniten ägnad att spricka och falla sönder, men hur stor vittringen rimligtvis än varit, kan den dock icke ensamt hava skapat bergssidornas oregelbundna och brutna konturer med vikar och utskjutande uddar. Dessa måste tydligen förskriva sig från betydligt större krafter och stå i direkt samband med hela kanjons utbildande eller med mer eller mindre genomgripande omdaning under sista nedisningen. Det senare alternativet torde emellertid även här vara uteslutet, ty hela formen på klippväggarna, särskilt den östra med sina ofta i rät

vinkel framspringande utsprång, betydande inbuktningar och över huvud taget starkt brutna förlopp är fullständigt oförenligt med glacialerosion.

Som särskilt DAVIS framhäver, åstadkommer isen i allmänhet raka och släta dal- och kanjonsidor. Hur liten man än vill anse iserosionen ha varit, skulle dock Döda fallets kanjon omöjligt kunna äga sin nuvarande form, om en inlandsis övergått densamma; den skulle t. ex. aldrig lämnat kvar en så långt utskjutande udde som den vid siffran 122. Om isen låtit sådana hinder stå kvar, skulle någon erosionsverksamhet hos densamma över huvud taget icke existera. *Alla morfologiska drag uti Döda fallets kanjon äro således oförenliga med ett antagande, att den överskridits av en inlandsis, men samtliga tala för att den helt och hållet är av postglacial natur.*

Det återstår nu att söka förklara kanjons olika utbildning i tre skilda partier för att sedan kunna klargöra Storforsens historia samt fallets sätt att arbeta.

Gnejsgraniten, i vilken kanjon är utarbetad, äger ingen markerad strykning eller förklyftning, varför orsaken till partiernas olika bredd och storlek icke kan ligga uti bergartens struktur. Någon ökad höjd av den omgivande terrängen finnes icke heller, som kunnat förorsaka en hopträngning av strömmen till en smal ränna och därigenom givit upphov till en trång kanjon, utan dess yta sluttar ganska jämnt från passpunkten 131,6 ned till siffran 122 vid ön i sjön (fig. 3 A).

Då nu varken bergartens struktur eller de yttre terrängförhållandena varit orsak till den olikformiga utbildningen av kanjon, återstår endast möjligheten att den arbetande vattenmassan växlat. Vi skulle således här erhålla samma förhållande som vid Niagara, där den olika vattentillgången givit upphov till dess kanjons fem sektioner (*25*). För Storforsen har det varit tvenne perioder med högt vattenstånd, avbrutet av en period med betydligt lägre. Denna hypotes vinner stöd därav, att undersökningarna över Ragundasjön (se kap. II) just givit vid handen, att denna sjö en gång ägt betydligt lägre vattenstånd än det, som rådde 1796. Det är därför antagligt — eller kan åtminstone framställas som en hypotes — att *de tre olika partierna av Döda fallets kanjon bero på att vattenmassan i Storforsen växlat.*

Utbildningsperiodernas absoluta längd eller deras relativa i förhållande till varandra kunna vi icke yttra oss om, ty vår kännedom om vattenfalls erosionssätt och över huvud taget om vattnets geomorfologiska arbete är ännu så bristfällig och ofullständig, att man icke av en dals eller kanjons volym och sektionsarea kan draga några närmare slutsatser angående tiden för dess uteroderande. Ett exempel på de misstag och felaktiga resultat, som uppkomma vid dylika tidsbestämningar, lämna beräkningarna av postglacialtidens längd grundade på förhållandet mellan Niagaras recessionshastighet och hela dess kanjons storlek. Geomorfologien befinner sig nämligen ännu så i början av sin utveckling, att det är omöjligt att enbart på grund av morfologiska fakta erhålla exakta tidsbestämningar, utan dessa måste erhållas utifrån och sedan insättas som givna storheter för varje särskilt fall.

Vad beträffar de försök som LIDÉN gjort att med G. DE GEERS varvmätningsmetod bestämma hela postglacialtidens längd och kurvan för landets stigning, har jag i det föregående framfört de skäl, som förhindra mig att här införa dem. Trots att jag så-

ledes får avstå från det lockande försöket att sammanställa den morfologiska utvecklingen med exakta tidsbestämningar, skall jag dock med de fakta som finnas söka framställa Storforsens historia fram till 1796, då den tvärt avslutades genom Ragundasjöns avtappning.

På fig. 6 har jag sammanställt en lantmäterikarta av CALWAGEN från 1776 med egna kartarbeten samt infört de höjduppgifter, som finnas i ENGLUNDS bok »Gedungsen» (*14*) och egna nivelleringar för att ge en föreställning om de geografiska förhållandena omkring *Döda fallet* före katastrofen 1796.

Som framgår av denna karta, bildade Ragundasjön i sin sydligaste del en smal men ganska lång vik, Sandviken, på samma ställe, där Indalsälven nu flyter fram. I V och Ö begränsades den av berg, i S av den förut omtalade dämmande lerhöjden, vilken ägde formen av en ås med en längdutsträckning av 600 m. i V—Ö och en bredd av c:a 200 m. Av de partier, som nu finnas kvar, ligger det på västra älvstranden 155 m. ö. h., och det på östra 160; enligt ENGLUNDS uppgift skulle mellanliggande nu borteroderade del nått endast 32 fot över Ragundasjön vid högvatten eller 150 m. ö. h. Detta är också sannolikt, ty en vattenrik bäck, Lokängsbäcken, framkom just här vid basen av lerbarriären och tyckes efter allt att döma hava varit ett mindre utlopp för Ragundasjön. Genom dennas underminerande verksamhet kom naturligtvis åsen att sänkas och en mindre svacka uppstå i den annars plana ytan. Ifrån sitt utflöde vid åsens bas rann bäcken fram genom Lokängarna — en av sand och grus bestående trång dalsänka på omkring 118 m. ö. h. — för att 700 m. S om Sandviken böja tvärt av åt Ö och mynna ut i älven något nedanför den punkt, där kanjonsjön nu slutar. Lokängarna sträckte sig längre söderut ända till Västerede, där de nådde fram till älven, som här bildade en bassängliknande utbuktning till form och uppkomst lik Whirlpool i Niagaras kanjon. — Vid Sandvikens östra udde, den så kallade Kvarnudden, började sjöns utlopp, vilket 400 m. längre söderut bildade den väldiga Storforsen.

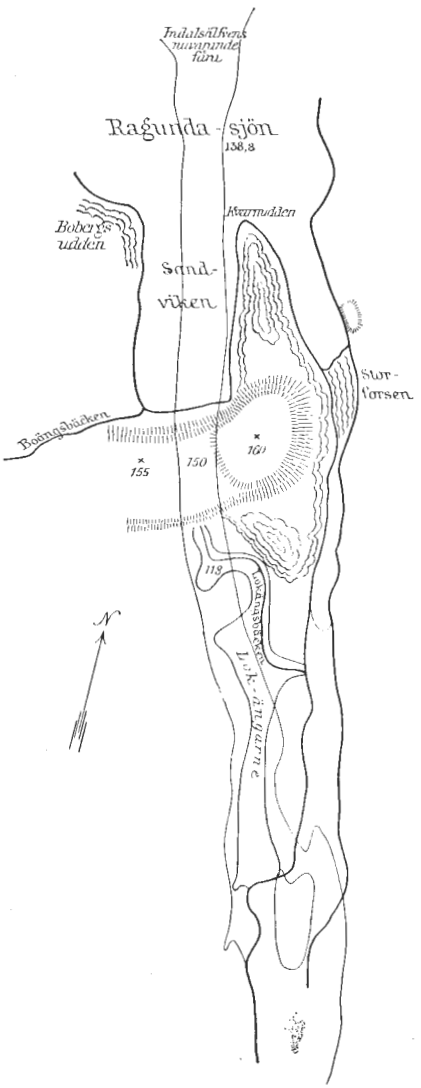


Fig. 6. *Ragundasjöns utlopp.*
Skala 1 : 20,000.

Med dessa uppgifter om förhållandena före katastrofen 1796 kunna vi nu bilda oss en ganska klar föreställning om Storforsens uppkomst och utveckling. När landet steg från sitt djupaste läge vid B. G. och 160 m:s nivån nåddes, kom lerplatån, såsom förut framhållits, att bilda en damm och avstänga den ovanför liggande Ragundadalen till ett bäcken. Vi veta dock icke om platåns yta är primär eller uppkommen genom erosion, icke heller om den sträckt sig tvärs över hela

dalen eller endast som nu över den västliga hälften. Visserligen finnas inga spår utav den öster om kanjon, men det har här rått en högst betydande ström, som kunnat bortterodera allt löst material. Hur förhållandena än varit, har dock den ränna, som bildade förbindelsen mellan Ragundaområdet och nedanför liggande fjord, som förut nämnts, varit trång och smal. — Från den stund pasströskeln på 131,6 meters nivå kom upp i vattenytan, daterar sig sjöns uppkomst liksom också Storforsens.

Storforsen var emellertid till en början annorlunda utbildad än senare. Så fort pasströskeln kom att ligga något över fjordytan, bildades visserligen en liten fors, vilken sedan under landets fortskridande höjning blev allt högre men på samma gång längre, så att en lång fors bildades över det vid basen av Lientjärnberget liggande jämna bergområdet. På östra sidan om kanjon fram till järnvägsbanken ligger nu en plan terräng beströdd med stora frispolade moränblock, lämnande vittnesbörd om detta första stadium i Storforsens utveckling. Forsen eller katarakten förlängdes, och dess höjd ökades, ända tills punkten 122 kom upp i vattenytan. Här böjer Lientjärnberget som sagt av mot V, och antagligen slutade också här den ovannämnda jämna bergterrängen med ett mer eller mindre brant stup mot S. Ett verkligt fall bildades således, som blev större, allt eftersom landet steg, samt nådde sin slutgiltiga fallhöjd, då fjordens vattenyta nådde dalbottnen vid dess bas. Vid denna tidpunkt började kanjons utbildning genom fallets successiva tillbakaryckande. Visserligen ägde också erosion rum förut, men på grund av forsens ganska betydande längd om 500 m. från passpunkten till siffran 122, och dess ringa fallhöjd av blott 9,6 m., inskränkte sig erosionen under den relativt korta tiden, som förflöt från 131,6 m:s nivåns utbildande till 122 m:s nivåns, antagligen till att rensa ut banan för den blivande kanjon från täckande moränavlagringar och andra glaciala bildningar. Under tiden för själva det branta fallets uppkomst eroderades klippstupet men antagligen endast obetydligt, så att man har full rätt att säga, att *Döda fallets kanjon började att uteroderas först vid tiden för 100—105 m:s nivåns uppkomst.*

Från och med denna tidpunkt ägde efter allt att döma en betydande erosion rum, och fallet arbetade sig tillbaka med stor hastighet. Vattenmassan kan till en början icke hava varit större än vid tiden för tappningen 1796, då något högre stranderosionsmärke icke finnes än det som då övergavs; som senare (kap. II) skall visas, finnas fakta, vilka tala för att vattenståndet under den första perioden varit ungefär detsamma som under den sista. Enligt förut framställd hypotes skulle således fallet med stor vattenkvantitet utarbetat det sydligaste partiet av kanjon. Därefter inträdde ett skede, då vattenmassan reducerades betydligt och därmed också erosionsförmågan. Nu utarbetades det andra, smala partiet av kanjon. Sedan ökades åter vattenståndet, och kanjons nordligaste största parti utbildades, till dess fallet torrlades och all erosion upphörde med katastrofen 1796.

Vid omnämnandet av Niagaras kanjon påpekade jag felet att från en dals eller kanjons volym och sektionsarea draga några närmare slutsatser rörande tiden för dess utbildning, enär vår kunskap om erosion och dalbildning ännu är alltför bristfällig. Förhållandena vid Niagaras vattenfall äro ändock ganska enkla och klara gentemot Storforsens. Niagaras utbildning och erosionssätt beror helt och hållet på att stupet är uppbyggt

av nästan horisontellt liggande sedimentbergarter, av vilka den översta är motståndskraftigast och därför skjuter ut något framför de andra. På grund härav kommer vattenmassan att störta lodrätt ned samt att av hela stupet göra en enda väldig jättegryta, om man så får uttrycka det. De undre lätteroderade sedimentlagren svarvas nämligen efter hand bort medelst de starka och hårda brottstycken, som brytas av och falla ned från det underminerade översta lagret.

Helt annorlunda voro förhållandena vid Storforsen. Dess stup är icke lodrätt eller på något sätt underminerat utan som sagt lutande samt splittrat i block och utskjutande klippartier. Vidare består det icke av horisontella sedimentlager utan alltigenom av gnejsgranit, vilket gör, att förutsättningarna för erosion torde vara ungefär desamma på alla ställen.

Man finner i de stora geologiska eller geografiska handböckerna sällan någon redogörelse över ett dylikt falls erosionssätt. De innehålla blott kortfattade beskrivningar över de direkt iakttagbara fenomenen men man har sällan sökt sätta dessa i relation till varandra för att klargöra mekaniken vid fallets utbildning och successiva reträtt. Detta kan till viss grad förklaras genom svårigheterna att undersöka ett vattenfall och där göra tillräckligt noggranna observationer. Vid Döda fallet äro dessa svårigheter delvis undanröjda, i det platsen för fallet är torrlagd, så att den därigenom erbjuder tillfälle för detaljerade iakttagelser. Vad som däremot saknas, är kännedom om förhållandena vid vattnets överfall, lutningen av dess yta, virvelbildning m. m. De få uppgifter, som finnas härom, bestå huvudsakligen av mer eller mindre poetiska utläggningar om fallets storhet, dess imposanta skådespel o. s. v. samt sakna tyvärr allt vetenskapligt värde.

Som jag redan förut nämnt, äger Döda fallets klippstup liksom också de närmast nedanför liggande partierna av kanjon ett stort antal jättegrytor. Jättegrytbildningar äro en allmän företeelse vid vattenfall och anses huvudsakligen utbildade vid foten av stupet liksom de också hitintills mest betraktats som kuriositeter, betydelselösa för fallets arbete och utveckling; så säger t. ex. CHAMBERLIN (7, sid. 133): »pot holes are a peculiar rather than important erosion feature». På grund av undersökningarna vid Döda fallet och senare över Nolströmmen vid Trollhättan har jag däremot kommit till den åsikten, att jättegrytbildning eller *evorsion* i vissa fall kan vara det mest effektiva sättet för ett vattenfalls erosion.

Visserligen är Döda fallet rikt på jättegrytor, men det torde ändock stå betydligt tillbaka för Nolströmmens fåra. Genom denna framrinner nu (fig. 7) en vattenmassa om 180 sm^3, så att man i vanliga fall icke kan se bergbottnen, men genom välvilligt tillmötesgående hos arbetsledningen vid Trollhätteverken avstängdes hela denna fåra vid ett av mina besök på platsen under en kvarts timme, så att jag fick tillfälle att studera klipprännan frilagd från vatten (fig. 8).

Som framgår av fig. 7 och 8 flyter Nolströmmen i en trång, smal ränna, som på högra sidan begränsas av en hög, brant klippvägg och på den vänstra av en något lägre bergterräng. Bergarten är en röd, vresig och ytterst heterogen gnejs, som särskilt på högra sidan är genomsatt av sprickor och gångar samt ådror av diabas och pegmatit. Den vänstra sidan är något jämnare, då den delvis synes bestå av en sprickyta. Båda dessa sidor såväl som rännans botten äro alldeles fullsatta av grytor, nischer,

hålor och urgröpningar. Särskilt den högra sidan är splittrad och söndertrasad genom massor av evorsionsmärken av alla storlekar och former (vilket också tydligt framgår på fig. 8). Men även det vänstra klippartiet hyser jättegrytor i stort antal. På den relativt släta hällen närmast själva fallet (i förgrunden på fig. 8) finnas sålunda 4—6 runda typiska jättegrytor, ur vilka jag upptog flera medelstora löpare. Det är emellertid framför allt nedanför denna häll (på fig. 8 vid och nedanför den stående personen), som de flesta och största evorsionsfenomenen finnas. Från denna plats är fig. 9, vilken visar ett par vida skål- eller bäckenliknande urholkningar med en meterstor

Foto. W. Lindhe, Trollhättan.

Fig. 7. *Nolforsen vid Trollhättan under full ström.*

löpare. Såväl denna som hålorna och hela det kringliggande området är utomordentligt väl slipat och glättat. — Av särskilt intresse är ett vidliggande parti, där en serie hålor och grytor bildats i en spricka i berget och nu ett klippstycke av ett tiotal kubikmeters mäktighet sakta men säkert borras loss.

Hela Molströmsrännan är således liksom uppborrad eller sönderbruten genom vattnets utsvarvning medelst löpare. Berggrunden har genom sin heterogena struktur också varit särskilt lämpad för evorsion, genom att den lämnat tillfälle för lösa stenar att ligga kvar och nöta, liksom också den i hela rännan våldsamma och genom sammanpressning virvlande strömmen förmått sätta löpare av även mycket stora dimensioner i häftig rörelse. Utan tvivel har därför klipprännan till största delen bildats genom evorsion.

Foto. W. Lindhe.
Trollhättan 1914.

Fig. 8.
Nolforsens ränna vid Trollhättan frilagd från vatten.

Vid Döda fallet finnas strax nedanför passpunkten betydande jättegrytor, vilkas antal sedan stiger, så att de äro talrikast omedelbart ovanför det brantaste partiet av stupet. På detta senare finnas de också, ehuru ej så stora och djupa. På kanjons väggar närmast stupet synas likaledes spår av dem, och klippön emellan profil I och II, är, som förut framhållits, alldeles söndersplittrad av utsvarvningar, vilka till och med sätta tvärs igenom block, liksom hål efter projektiler. Orsaken till att de ej uppträda längre ned i kanjon är, som HÖGBOM framhållit, att frostsprängning förstört och utplånat dem. Hela det första partiet av kanjon och själva klippstupet giver emellertid liksom Nolströmmens ränna

Foto. W. Lindhe, Trollhättan 1914.

Fig. 9. *Jättegrytbildningar vid Nolforsen* (ström delvis påsläppt i forsen).

intryck av, att en väldig borrmaskin där förts fram och arbetat. Storforsens erosionssätt kan också bäst betraktas som en uppborrning med därefter följande mekanisk sprängning. Jättegrytorna svarva ut stora partier av klippgrunden; hålor bildas, i vilka vattnet kan störta ned och utöva ett ej obetydligt tryck, liksom också frosten får ett lätt arbete att till slut spränga och lossa de mer eller mindre frilagda klippartierna. Exempel finnas också på huru jättegrytor tangerat varandra och därigenom åstadkommit en verklig klyfta. Frostsprängningen har antagligen också varit betydande vid Storforsen beroende på att genom den våldsamma kraft, med vilken vattnet störtade ned, kaskader av vattendroppar stego upp och gjorde luften långt ned utefter kanjon ständigt fuktig. Som jag senare skall visa, var vattentillgången under vintern betydligt reducerad, så att stora partier av fallet då lades bara eller överflötos av endast så obetydligt vatten, att isen kunde tränga

in och fylla håligheter, mindre jättegrytor o. d., som utbildats under sommaren vid högvatten, samt på så sätt utöva ett stort mekaniskt arbete.

Vad förutsättningarna för jättegrytornas utbildning beträffar, bör först och främst terrängen erbjuda tillfälle för lösa stenar att kvarligga, så att en svarvning kan börja. Döda fallet liksom Nolströmsrännan är särskilt lämpat härför, då den skrovliga och oregelbundna urbergsytan överallt lämnar möjligheter för stenar att hålla sig kvar på samma ställe tillräckligt länge i den strida forsen, för att en verklig urgröpning kan hinna bildas och den fortsatta evorsionen bliva säkrad. Helt annorlunda ställa sig förhållandena vid horisontellt liggande sedimentära bergartslager, där på den plana ytan löst material har svårt att bliva kvarliggande. Lika viktigt som möjligheten till det första anläggandet av jättegrytan är naturligtvis tillgången på lämpligt material till löpare. Vid Döda fallet är den ganska långa tilloppskanalen ned från Kvarnudden till stuphuvudet omgiven av morän, och, som förut omnämnts, ligger omedelbart intill stupet en stor ändmorän; tillgången på lösa, passande stenar har därför här varit stor. Av vikt är också lutningen på vattnets överfallslinje samt strömvirvlarnas läge och styrka.

Alla dessa faktorer bidraga i mer eller mindre hög grad till evorsionens uppkomst och fortgång. Ofta har den egendomligheten påpekats, att vattenfall med ungefär samma vattenmassor och arbetande i samma bergart äga högst olika stora kanjons och jättegrytbildningar. Så är t. ex., som Högbom framhållit, Döda fallet och Krångedeforsarna helt olika, i det det förra äger en stor kanjon, de senare däremot knappast någon, liksom också jättegrytor där äro sällsynta. Anmärkningsvärt är också, att Älvkarleö vattenfall, vilka jag hade tillfälle att studera, då de delvis voro blottade på vatten på grund av dammbyggnader, syntes sakna kanjons och jättegrytor i större antal. Orsaken till dessa förhållanden kan ännu ej säkert avgöras, då evorsionsfenomenet är så föga studerat. Framhållas bör dock, att Krångedeforsarnas 60 m. stora fallhöjd är utbredd på en sträcka av 2,5 km., vilket gör, att fallet är sönderdelat i flera mindre forsar eller katarakter utan nämnvärt höga eller branta stup. — Vad det största Älvkarleöfallet beträffar, består dess södra sida av en slät, jämn sprickyta, på vilken ingen löpare förmått hålla sig fast eller ens stanna. Den var också, så långt jag kunde se, alldeles obearbetad av vattnet med undantag av en liten skålformig gryta långt ner i bottnen. Den sydligaste grenen av Dalälven framrinner forsande i en lång ränna, vilken delvis är fylld av stora moränblock. På sina ställen gå dock berghällar i dagen, vilka visa mycket obetydlig vattennötning. Endast på ett ställe, vid basen av en meterhög sprickbrant, över vilken vattnet måste fallit brant ned, funnos ett par små jättegrytor. Mellanfallet var vattenfyllt under mitt besök, men även detta fall saknar jättegrytor enligt utsago av arbetsledningen, som haft tillfälle att iakttaga det alldeles torrlagt.

Jättegrytornas utbildningshastighet beror utom på ovan anförda faktorer naturligtvis först och främst på vattenmassan och dess effektiva kraft. Några direkta iakttagelser eller experiment häröver äro mig veterligen ej utförda, men antagligt är, att i likhet med andra geomorfologiska processer verksamheten ej stiger i enkel aritmetisk utan i geometrisk progression med kraftens tilltagande. Endast en liten ökning i kraften skulle således i hög grad befordra erosionen och driva upp fallets recessionshastighet. Enligt den kända iakt-

tagelsen om jättegrytbildningen vid Munkedal skulle evorsionen i allmänhet ske mycket snabbt. Efter allt att döma har således *Storforsens erosionssätt varit särdeles effektivt och därigenom också dess tillbakaskridande hastigt.*

Den topografiska utbildningen av Döda fallets kanjon står i intimt samband med detta erosionssätt. En stor jättegrytbildning och en samtidigt därmed fortgående frostsprängning i klippstupet har haft till följd bildandet av väldiga block och ett oregelbundet och brutet förlopp av kanjonväggarna, liksom också förutsättningar funnos för att partier av berggrunden skulle bliva avskilda och isolerade till öar vid fallets tillbakaryckande. De största blocken komma naturligtvis att ligga närmast intill stupet. Genom våldsam virvelbildning i det nedstörtande vattnet sker emellertid ursvarvningar även uti dessa, så att de bliva ytterligare sönderklyftade och avsprängda. Längre ned i kanjon äga samma förhållanden rum som i vanliga floder, ehuru de verksamma krafterna äro betydligt mycket större. En avrundning och söndernötning av blocken till rullstenar sker således här, och teoretiskt borde storleken på dem avtaga med avståndet från stupet. Förhållandena i naturen stöda delvis detta antagande, ty som förut skildrats, ligger vid basen av stupet en väldig barriär av block med urgröpningar och jättegrytbildningar, vilkas läge tala för att de bildats, sedan blocken kommit på sin nuvarande plats. Nedanför denna ligger sedan det första partiet av kanjon med sin stora mängd rullstenar. Huruvida dessa avtaga i storlek nedåt, kan dock icke avgöras, då sjön hindrar direkta iakttagelser.

Som jag nyss framhöll, har vattenmassans volym en avgörande betydelse för fallets erosionsverksamhet. Vid behandlingen av en kanjon eller vilken som helst annan geomorfologisk bildning tillhörande den fluviala cykeln är därför den arbetande vattenkvantiteten en av de viktigaste storheterna att lära känna. Den tid, under vilken Döda fallets kanjon bildats, har, som förut visats, antagligen varit uppdelad uti klimatologiskt olika perioder, om vilkas nederbördsförhållanden någon exakt kännedom ännu ej vunnits. På grund härav är det svårt eller nästan omöjligt att säkert angiva storleken på den arbetande vattenmassan.

Utom de olika vattenkvantiteter, som framrunnit genom Storforsen under de skilda klimatperioderna, har vattenståndet också fluktuerat under årets lopp med hög- och lågvatten. De nuvarande värdena på vattenkvantiteten och vattenytans höjd uti Indalsälven vid järnvägsbron äro enligt *Hydrografiska byråns* siffror:

vid excep. lågvatten	72	sm³	101,1 m. ö. h.
» norm. »	92	»	101,6 »
» medelvatten	427	»	103,3 »
» norm. högvatten	1 680	»	107,2 »
» excep. »	2 490	»	108,9 »

Då klimatet icke ändrats i någon högre grad under de sista seklerna, få väl ovanstående vattenmängdssiffror anses som ett ungefärligt mått på den arbetande vattenmassa, som uteroderat största delen av det översta partiet av kanjon.

Vattenståndet i Ragundasjön och i fallet har däremot under denna tid ej varit detsamma som nu, även om vattenmassan ej ändrats. Ty avrinningsförhållandena voro i

Storforsen olika mot dem i den nuvarande älven vid järnvägsbron. Nu framrinner älven på det sistnämnda stället i en trång fåra med stark ström men dock utan fall eller fors. Vid Storforsen kastade vattnet sig däremot ut över ett högt stup och hade således lättare avrinningsmöjligheter. Antagligt är därför, att skillnaden mellan hög- och lågvatten varit mindre i Ragundasjön än i nuvarande älven under den sista perioden (se vidare kap. II).

Under den förut omnämnda lågvattensperioden, då det mellersta, smalaste och minsta partiet av kanjon bildades, har, som senare skall visas, högvattenståndet antagligen stått 5—5,5 m. under det, som övergavs 1796 och som markeras av strandlinjen på 138,8 meters nivå. — Vad till slut den första perioden beträffar, under vilken den sydligaste kanjondelen uteroderades, är det, som förut nämnts antagligt, att dess vattenstånd varit ungefär lika med den sista periodens.

KAP. II.

Ragundasjöns strand- och bottenkonfiguration.

A. Allmän del.

I en avhandling om »Strandzonens allmänna morfologiska utveckling» (*3*) har jag i direkt anslutning till kännedomen om vågrörelsen teoretiskt diskuterat och skildrat strandzonens utveckling huvudsakligast för att klargöra vilka krafter, som här äro verksamma, hur de arbeta och i vilket förhållande de stå till utvecklingen. Det material av egna iakttagelser, som jag där stödde mig på, var huvudsakligen hämtat från den utomordentligt klart och tydligt utbildade strandzonen vid Arpojaure (*4*). Men till vissa delar har även Ragundaområdet givit upplysningar. Detta senare område har emellertid ej kunnat lämna en så stor fond av direkta fakta, lämpade för en allmän diskussion, som kunde väntas av dess exponerade läge och rikedom på stora naturliga skärningar. Detta beror därpå, att Ragundaområdets strand- och bottenkonfiguration är mycket komplicerad, i det att strandzonen utan skarp gräns övergår i de bottenplan, som bildats genom sjöns utfyllning med fint sediment. Då det dessutom saknas en morfologisk skillnad mellan strandzonens erosions- och ackumulationsterrass, inses omedelbart, att någon ingående analys av Ragundasjöns strand ej här kan lämnas, utan de stora plan, som sträcka sig ut från strandlinjen, måste delvis betraktas som en enhet. Då denna emellertid är sammansatt av så vitt olika delar som erosionsterrass, ackumulationsterrass och utfyllnadsplan, måste först en inledande översikt lämnas över de båda morfologiska bildningar, till vilka de höra, nämligen *stranden* och *deltat*.

Strandzonen. De teorier och slutsatser, som framställts i min ovannämnda avhandling (*3*) och som äga särskild betydelse för Ragundasjön, kunna i största korthet sammanfattas på följande sätt.

Den obrutna vågen utövar icke direkt någon morfologisk verksamhet, utan detta tillkommer bränningarna och framför allt de strömmar, till vilka vågrörelsen giver upphov. Underströmmen, som är riktad rakt ut från strandlinjen, transporterar bort det material, vilket bränningen lösgör och för det med sig vid sitt återfall från »zonen för direkt bränningsverksamhet» eller, som jag också kallat den, *vågstranden*. Ute på strandplanet övertages oftast underströmmens sedimentbörda av den kraftigare kustströmmen. Rullar materialet utefter bottnen, avlastas det på terrassbranten, vilken således liksom ett delta kommer att

växa framåt med en front och uppbygga ackumulationsterrassen. Hålles det svävande i vattnet, kommer det till avsättning först på ställen, där tillräckligt lugn råder. Oftast inträder detta icke förrän på djupare vatten utanför själva strandzonen. Det är därför en rätt betydande skillnad mellan den strand, som huvudsakligast består av sådant material, som transporteras rullande, och den som är uppbyggd av material, som kan hållas svävande. På den förra bildas också genom vågors och strömmars samverkan ofta större och mindre vallar (lagunvallar, sporrar, rev o. s. v.), under det att dylika icke kunna komma till utveckling i det senare fallet. Därför kommer den av lera bestående stranden att luta jämnt utåt från strandlinjen.

Strandutvecklingen utövar stort inflytande på de morfologiskt verksamma krafternas verksamhet och arbetsresultat. Liksom inom andra morfologiska cykler kan man om den litorala säga, att dess utvecklingsförlopp äger en hastig progress upp mot ett kulmen och sedan en mycket långsam regress fram mot slutstadiet, då de verksamma krafterna ej längre förmå utöva något arbete. Så fort vågorna »fått fast fot» på ett ställe och ett litet strandhak bildats, äger först en snabb utveckling rum, genom att strandzonen förskjutes inåt genom erosion och uppbygges utåt genom ackumulation. Ju bredare strandplanet blir och ju längre ut från strandlinjen vågorna bryta, desto svagare bliva de verksamma krafterna vid strandlinjen. Vid denna senare anrikas därför oftast efter hand allt det grova material, som ej kan transporteras bort med det finare. När strandzonen nått en sådan bredd, att vågor och strömmar ej längre förmå erodera eller transportera, kan den sägas hava nått sitt ändstadium i full mognad. Detta torde dock ytterst sällan inträffa i naturen, då jordytan är alltför instabil och klimatet alltför växlande, för att vågorna vid hav och större sjöar skulle kunna arbeta på samma nivå tillräckligt länge för att hela cykeln skall genomlöpas.

I den nu relaterade uppsatsen har för enkelhetens och översiktlighetens skull förutsatts en konstant vattenyta utan nivåförändringar. I den forna Ragundasjön har emellertid, som i föregående kapitel omnämndes, vattenståndet varit underkastat stora årliga fluktuationer. Visserligen skola vi i det följande söka visa, att det huvudsakligen är högvattenståndet, som reglerar strandzonen och är den utan gensägelse viktigaste faktorn vid dess utveckling och formutbildning, men vattenståndets årskurva har dock en så stor betydelse för kännedomen om Ragundaområdets konfiguration och utveckling, att vi redan här först måste söka fastställa den.

Tyvärr möta här ganska stora svårigheter, då det icke finnes några markerade och tydliga märken i sjötopografien efter lågvattensytan, vilka kunna giva ett direkt mått på dess höjdläge, utan man är hänvisad till en teoretisk uppskattning av det mest sannolika värdet. Redan i föregående kapitel har jag med avseende på utloppet över Storforsen framhållit en faktor av betydelse för fastställandet av sjöns årliga vattenståndskurva. På grund av den friare avrinningen över Storforsen är det antagligt, att skillnaden mellan hög- och lågvatten i sjön under den sista och med nuvarande klimatologiska förhållanden överensstämmande perioden var mindre än i den nuvarande älven i den trånga kanjon vid järnvägsbron. De av *Hydrografiska byrån* godhetsfullt meddelade årskurvorna (fig. 10 A) från denna plats torde därför ej fullt överensstämma med sjöns under bemälda period utan visa en något för stor skillnad mellan hög- och lågvatten. Vidare är det nuvarande

högvattnet antagligen också större än förut, genom att mossarnas utdikningar och vattendragens reglering kommit vattnet att avrinna mycket snabbare än förut och således bliva koncentrerat på en kortare tid, än då mossarna tjänstgjorde som vattenbehållare och vattnet blott långsamt kunde avrinna i de oreglerade bäckarna och åarna. Ragundasjöns årskurva skulle således ej visa så stor årsamplitud som Indalsälvens utan till sin form mer likna Gesundens vid Bomsund (fig. 10 B) med dess relativt jämna förlopp under januari—april (det maximum i januari—februari, som Indalsälven visar, beror enligt ingenjör ENGSTRÖMS utsago på isuppdämning i den trånga älven, vilket ej kan hava förekommit i den våldsamma Storforsen eller dess tilloppskanal, där det varmare sjövattnet även hindrade issörpning).

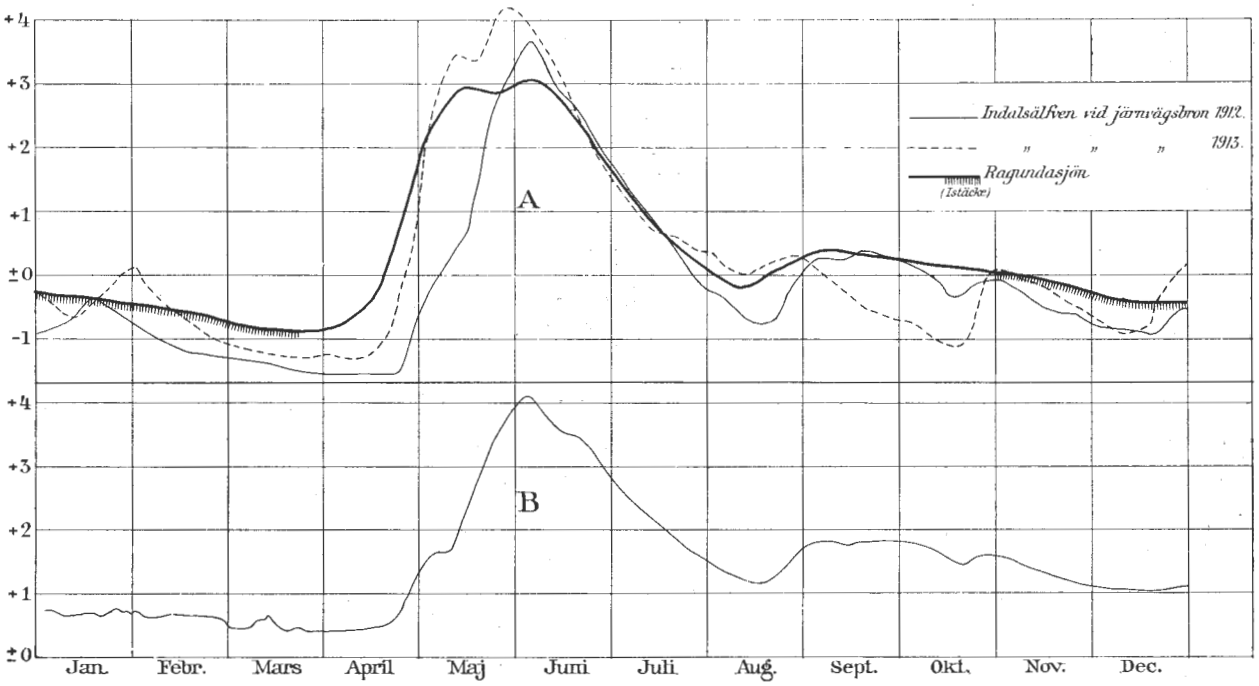


Fig. 10. *A. Vattenståndskurvor för Indalsälven och Ragundasjön. — B. Vattenståndskurva för Gesunden vid Bomsund.* (Indalsälvens och Gesundens kurvor enligt Hydrografiska byrån.)

Vad årsamplitudens storlek beträffar bör vidare observeras, att värdena på exceptionellt hög- och lågvatten ej få tagas som utgångspunkter för fastställande av den för sjöns konfiguration och utveckling bestämmande kurvan, utan man bör här endast taga hänsyn till de *normala* vattenstånden. De exceptionella, som endast äro rådande en kort tid vid enstaka tillfällen, hava icke haft något större inflytande på den geomorfologiska utvecklingen eller sedimentationens gång, utan hava de årligen återkommande och mer eller mindre långvariga normala vattenstånden haft mest betydelse därför.

Enligt de i föregående kapitel meddelade siffrorna uppgår skillnaden mellan normalt hög- och lågvatten i Indalsälven vid järnvägsbron till 5,6 m. Denna siffra kan dock som sagt ej antagas som mått för Ragundasjön. Mer liknande denna sjö till natur och avrinningsförhållanden är Gesunden och det sjöliknande partiet av Indalsälven ovanför Hammarforsen. Enligt *Hydrografiska byrån* utgör medelvärdet för skillnaden mellan hög-

och lågvatten under åren 1882—1912 i den förstnämnda sjön 3,8 m. och vid Hammarforsen 3,9 m. Att döma av dessa mått och av vad som förut sagts om typen för årskurvan torde Ragundasjön under sin sista period ägt en med fig. 10 A överensstämmande vattenståndskurva, där *skillnaden mellan normalt hög- och lågvatten belöper sig till c:a 4 m.* Trots den osäkerhet, som vidlåder denna kurva, anser jag det dock berättigat att utgå från den vid behandlingen av Ragundasjöns strand- och bottenkonfiguration på de efter tappningen relativt oberörda ställena, där den är resultatet av de reglerande morfologiska processerna under den sista perioden (se vidare sid. 49). Årskurvan för lågvattensperioden och den första högvattensperioden äga vi ej hållpunkter för att bestämma.

Om man antager, att ungefär samma klimatologiska förhållanden rådde under den sista högvattensperioden som nu, skulle isbeläggningen utmed stränderna börjat i november, nått sitt maximum med bottenfrysning i december—februari och smält bort i mars. Det var således endast under en del av vattenståndskurvan, som de för strandzonen viktigaste morfologiska processerna — strömmarna och vågorna — voro verksamma; under den andra var isen rådande. Den senare pressas som bekant upp över sin första frysningsnivå, varvid stenar och block hopskjutas och drivas in mot strandlinjen. Utom denna roll äger isen även betydelse genom sin mekaniska sprängning samt genom att frysa in i sig lösa brottstycken och partiklar, som den senare kan transportera bort vid vårlossningen. Någon nämnvärd betydelse för strandplanens utsträckning eller strandprofilens förlopp torde dock ej isen äga, utan därför äro vågorna och strömmarna de bestämmande faktorerna.

Under högvatten äro också de morfologiskt effektiva krafterna störst, processerna intensivast och utvecklingen snabbast, beroende på att vattnet då är djupast och den fria vattenytan vidast. Inom zonen för direkt bränningsverksamhet äger då i allmänhet erosion rum, till storlek beroende på vågornas styrka, strandmaterialets beskaffenhet och strandens utvecklingsgrad. På terrassbranten eller utanför på bottnen sker ackumulation av det rullande och suspenderade materialet. På vilket avstånd från strandlinjen och på vilket djup under densamma ackumulation kan ske, beror liksom erosionen på vågornas storlek, materialets beskaffenhet och strandens utvecklingsgrad.

Ofta torde enligt iakttagelse ackumulationen under högvatten äga rum på platser, som under lågvatten läggas torra. Under vattenytans sjunkning utsättas således dessa områden för vågorna, vilkas effektivitet här dock ej torde på långt när uppnå samma mått som vid översta strandlinjen. Detta beror på att strandplanet i allmänhet lutar mycket svagt, så att vågorna glida över och dö ut utan att utöva något arbete. Det fattas med andra ord det »stöd», som fordras för att en brännings slag skall bliva verksamt och eroderande. Vidare är ofta det under lågvatten torrlagda området bevuxet, vilket i hög grad bidrager att dämpa vågorna och reducera deras arbetsförmåga.

Exempel på lågvattnets obetydliga inverkan på ackumulationsbildningar erhölls bland annat under ett besök vid de för Untraverkens kraftstation avstängda grenarna och sjöliknande utvidgningarna av Dalälven. Före avstängningen hade på stränderna tjocka lager av slam avsatt sig, som sedan vid avdämningen utsatts för den sjunkande vattenytan utan att dock förstöras eller borteroderas; alla stenar och block voro nämligen fortfarande överdragna med ett lerlager, endast på särskilt väl exponerade och brant lutande ställen iakttogos

frispolade zoner på de nivåer, där vattnet stått någon längre tid. Ytterligare exempel på vågornas oförmåga att erodera en svag sluttning lämna ett par platser inom Ragundasjöns område, där stranden framgår över en obetydligt lutande lerterräng; här ha nämligen vågorna under hela sjöns existens ej förmått utarbeta något som helst erosionshak (se vidare sid. 42). — För att en erosionsbrant skall kunna utarbetas fordras således, att terrängen från början besitter en viss lutning. Uti denna bildas då ett strandhak, inåt land begränsat av *kliffen* och utåt sjön övergående i *strandplanet*, sammansatt av *erosions-* och *ackumulationsterrass*. Då dessa i moget utvecklingsstadium luta svagt, kommer lågvattnet, även om det är stationärt under någon längre tid på samma nivå, ej att utarbeta något erosionshak, utan stranden förblir obruten och *till sin form och utveckling bestämd av högvattnet*. — Vid svagt utvecklade stränder, där strandplanet endast eller till allra största delen består av en brant lutande erosionsterrass, kan ett obetydligt hak bildas vid lågvattensnivån, om vattenytan någon längre tid uppehåller sig vid den. Sålunda iakttog jag i Gesunden vintern 1912, då vattenståndet enligt fig. 10 B var i det närmaste stationärt under tiden december—april, på en brant moränstrand vid lågvattensnivån en erosionsbrant av några dm. höjd. Dessa lågvattensmärken torde emellertid oftast förstöras och utplånas under vattenytans stigning. I allmänhet saknas de dock helt och hållet, så att stranden alltid bildar en obruten profil upp från högvattensståndets strandlinje. Ragundasjön lämnar över hela sin strand exempel härpå.

Efter denna översikt av strandzonen skola vi nu övergå till *deltat* för att i största korthet påpeka några av de förhållanden i dess morfologiska utveckling, som äga särskild betydelse för denna avhandling.

Villkoren för att ett delta skall bildas har mycket utförligt diskuterats av G. R. Credner (*8*). Som en sammanfattning av hans resultat och de av L. Franzius (*17*) klart formulerade satserna om sambandet mellan deltabildning och tidvattnet kan sägas, att ett delta bildas, om floden är tillräckligt kraftig och dess sedimentmassa tillräckligt stor för att övervinna havets eller sjöns destruktiva krafter. Dessa senare bestå i tidvattnet, strömmar och vågor. Om ebbströmmen eller kustströmmen mäktar bortföra hela flodens börda eller om vågorna förmå rasera vad som ackumuleras, bildas icke något delta; i annat fall utfylles en mer eller mindre stor del av vattenområdet utanför flodmynningen av sediment. För att dettas yta skall nå upp över vattnet och bilda ett supraakvatiskt delta, anser Credner negativ nivåförskjutning nödvändig.

Beträffande deltats bildningssätt kan framhållas den skillnad, som uppstår, om materialet är grovt och rullar utefter bottnen eller fint och föres suspenderat i vattnet. Det förra ramlar nämligen ned för den tvärt stupande avlastningsbranten, så att det med ens undandrager sig strömmen och således genast kommer till vila i sitt ackumulationsläge. Då någon spridning icke sker (om ej ebb- eller kustströmmen upptager material och för bort det), kommer deltat därför att växa framåt med lobformiga ackumulationscentra, vart och ett representerande en strömmynning. Om strömmen alltid ginge i samma fåra och det medförda materialet ej fördes åt sidan av strömmar, skulle ett långt, smalt och rakt framåt tillväxande delta bildas, där de yttre partierna alltid vore yngre än de längre in belägna. Oftast är emellertid floden söndersplittrad i skilda strömmar, vilka

kasta och byta läge, sällan flytande i samma fåra någon längre tid, beroende på att det medförda materialet samlar sig till hinder i dess lopp (jfr. *5*). CREDNER (*8*) säger också: »die Zahl der Mündungen, ihre Tiefe, Lage und Richtung schwankt unablässig», och FOREL (*16*) påpekar, att Rhônes mynningar »ont divagué sur toute la largeur de la (delta-)plaine». På grund härav kommer området utanför flodmynningen ej alltid att utfyllas jämnt till långa lober eller till ett enhetligt sammanhängande plan, utan deltat uppbygges oregelbundet i skilda partier alltefter strömmarnas lopp och mynningslägen, så att närliggande partier av deltat kunna vara av vitt skild ålder liksom också periferiska delar äldre än mer centrala. PENCK (*22*) framhåller också, att mellan de utskjutande mynningsloberna tomma, outfyllda platser kunna bildas, vilka bliva kvarliggande som sjöar eller också senare bliva igenfyllda av sediment, om någon strömarm händelsevis får sin väg dit.

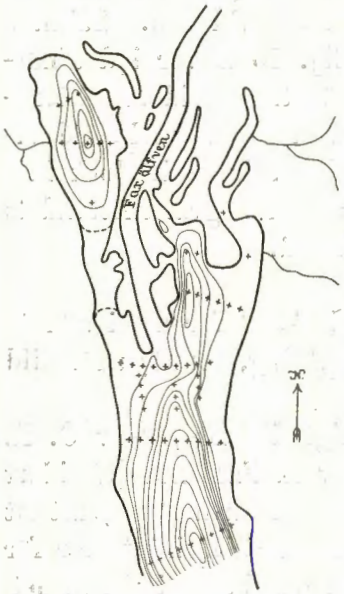


Fig. 11. *Faxälvens delta i Helgumsjön.* Skala 1:50,000. Djupkurvor för var 3:e m.

Exempel på dylika djupa, outfyllda partier uti deltat lämnar bland andra Faxälven i Helgumsjön (fig. 11). Här finnes nämligen alldeles intill den östra deltapiren en outfylld grav om 12,3 meters djup och i nordvästra hörnet ligger en sluten, stor depression av ej mindre än 15,3 meters djup. Även Indalsälvens delta i Kringelfjärden (tavl. 4 och fig. 13) äger på östra sidan om den nuvarande huvudmynningen en depression, vars djup är lika stort som fjärdens utanför avlastningsbranten, vilket tyder på att intet material har spritts till den; här är det emellertid en enkel pålarm, som avlänkat strömmen mot väster.

De riktningsförändringar, som ofta inträffa i deltanas strömarmar, hava till följd icke blott oregelbundenheter uti deltats uppbyggnad, utan åstadkomma också förstörelse och omlagringar av redan ackumulerade partier. Detta kunde särskilt väl studeras vid det lilla delta, Halån uppbygger i en vik av Indalsälven inom Ragundaområdet. — För att erhålla kännedom om ett deltas utveckling och de geomorfologiska processer, som där råda, studerade jag nämligen ganska ingående detta delta under två veckors tid. Ehuru jag väl inser de stora skiljaktigheter, som finnas mellan Halådeltats bildningssätt och större floddeltans, är jag dock av den övertygelsen, att själva huvuddragen av utvecklingen i båda fallen äro desamma, liksom man också i ett litet undersökningsområde i detalj kan studera många processer, vilka mer eller mindre undandraga sig granskning uti större områden. Ty som jag förut nämnt, arbeta de geomorfologiska processerna alltid efter samma lagar i hur liten skala det än sker. — HUTTONS sats: »The action of running water is in all times and places guided by the same principles» äger även berättigande om andra geomorfologiska krafter.

Fig. 12 *A*, *B*, *C* och *D* återgiver Halådeltats form den 19, 23, 26 och 30 juli 1912 kl. 6 e. m.; vattenståndet i viken hade mellan den 19 och 23 sjunkit 1,5 dm., mellan den 23 och 26 1,4 dm. och mellan den 26 och 30 2 dm. Då ån själv medför föga material, uppbyggdes tillökningarna i stadierna *B*, *C* och *D* genom erosionsmaterial från respektive *A*, *B* och *C*. Detta framgår också tydligt av kartorna, där

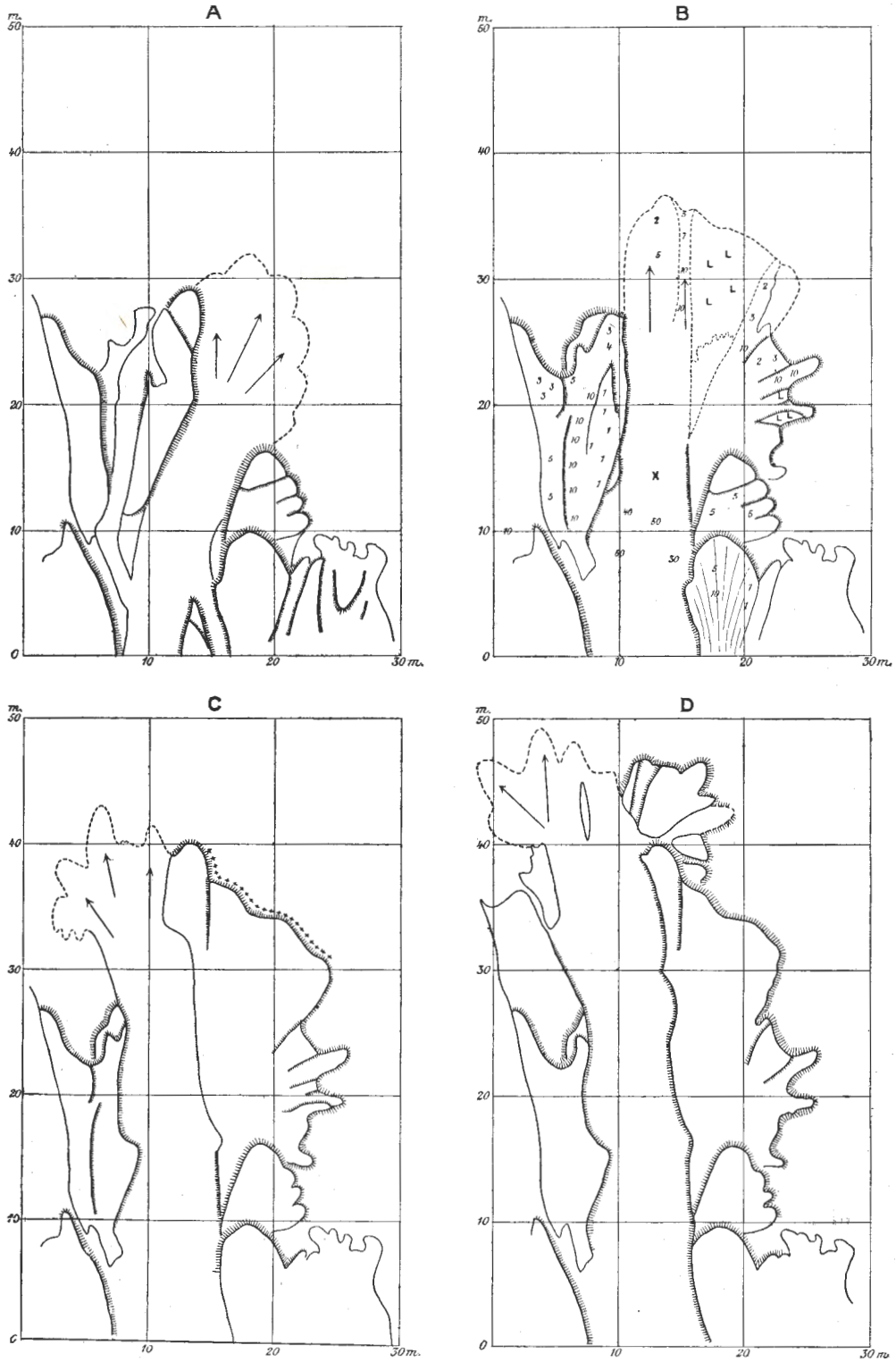


Fig. 12. *Utvecklingen av Haláns delta i Indalsälven under tiden 19—30 juli 1912.*

vänstra stranden av deltat, allt efter som fronten tillväxer, successivt förminskas. Samtidigt som stranden eroderades, fördjupades också strömfårans botten genom vattnets sjunkande. Nästan allt deltamaterial omkring punkt × i stadiet *B* var därför bortfört, så att moränbottnen låg bar i stadium *D*. Om Halådeltat kan också tryggt påstås, att det icke på något ställe i de fyra stadierna finnes material, som ligger orubbat kvar på sin första ackumulationsplats. — Detta material utgöres till allra största delen av fin sand, som transporterades rullande utefter bottnen på det sätt, som jag framställt i: »Beitrag zur Kenntniss der Transportmechanik des Geschiebes etc.» (*5*). Oaktat strömhastigheten i huvudfåran belöpte sig till omkring 0,5—1 m. i sek., fördes dock inga sandkorn ut ur de sakta framskjutande transportdeltafronterna. Dessa senare kommo i allmänhet fram till det stora deltats avlastningsbrant, uppbyggande denna i omedelbar fortsättning till strömarmarna. På grund härav var icke deltats ytterkant jämn utan uppdelad i utskjutande lober eller ackumulationscentra.

Ovan skildrade förhållanden och fakta visa på svårigheten och i många fall t. o. m. omöjligheten av att bestämma bildningstiden för ett deltas yta, då denna ytterst sällan torde uppbyggas successivt utan störande inflytande till den reglerande vattenytan för att därefter höjas och visa en primär, orubbad ytzon.

Om deltamaterialet i stället för rullande är fint och i vattnet suspenderat, blir bildningssättet något annorlunda. Vid Halådeltat förekom utom sanden även en liten kvantitet lera och mjäla samt växtlämningar. Detta material avlastades ej på deltabranten utan fördes vidare ut av strömmen och avsatte sig först utanför på bottnen, när tillräckligt lugn inträtt. Växtresterna, såsom något tyngre än leran och mjälan, framforslades halvt svävande, halvt rullande, glidande fram utefter bottnen och kommo till avsättning alldeles vid basen av branten. I stadium *C* iakttogs också en tjock rand av blad, pinnar, kottar, barr och bark vid foten av den strax över vattenytan liggande högra delen av deltafronten (på fig. 12 *C* återgiven med en rad kors).[1]

En del av det fina lermaterialet fördes emellertid ej ut över avlastningsbranten utan avsatte sig på de delar av deltat, som kommit upp i omedelbar närhet av vattenytan och där strömmen var ytterst obetydlig. Sedimentserien i Halådeltat består således underst av lera, täckt av ett fint lager växtlämningar, däröver grus och strömlagrad sand och till slut överst av ett tunt skikt lera och mjäla. Vid en grävning vid punkt 9×15 i stadium *D* blottades också en profil av fullständigt detta utseende. — På fig. 12 *B* har jag angivit deltaytans materialstorlekar i mm. och med **L** betecknat lera. Orsaken till att den senare finnes endast på de ställen, som nyss kommit upp över vattnet, samt saknas på de högre, äldre partierna är, att häftiga regn dagarna förut bortspolat det tunna lagret. De största materialstorlekarna anträffas i strömrännorna, där det mindre materialet borteroderats.

Om en flod för endast fint suspenderat material, skulle något vanligt delta med tvär avlastningsbrant ej bildas, utan området utanför flodmynningen bliva successivt utfyllt av lerlager, som avsatte sig på bottnen till ett jämnt och enhetligt plan. Vid hav eller andra stora vatten torde detta emellertid sällan ske, utan flodströmmen hejdas

[1] Samma förhållande tycks vara rådande vid Faxälvsdeltat i Helgumsjön, ty här erhöllos rika växtlämningar i lodkannan endast från de djupa ställena vid den höga deltabrantens fot.

vid mynningen av vågor, strömmar och mottrycket av utanför liggande stora vattenmassa, så att största delen av bördan »tappas» och ackumuleras i eller närmast omkring mynningen. De flesta flodmynningarna äro därför grundare än tilloppsarmen samt omgivna av oregelbundna vallar eller bankar, de så kallade »Mündungsbarren». Indalsälvens mynning lämnar ett vackert exempel härpå (fig. 13). Vintern 1912, då jag hade tillfälle att loda den, var nämligen mynningens hela frontparti utanför de båda pålarmarna grundare än tilloppskanalen högre upp. Därtill låg en lång vall på östra sidan, över vilken vattnet var endast 0,5—1 m. djupt, under det att djupet innanför belöpte sig till 4 m. och omedelbart utanför till 32 m. Enligt meddelande av flottningschefen för Indalsälven byta bankarna i älvens mynning ständigt form. De nå under vårfloden, då

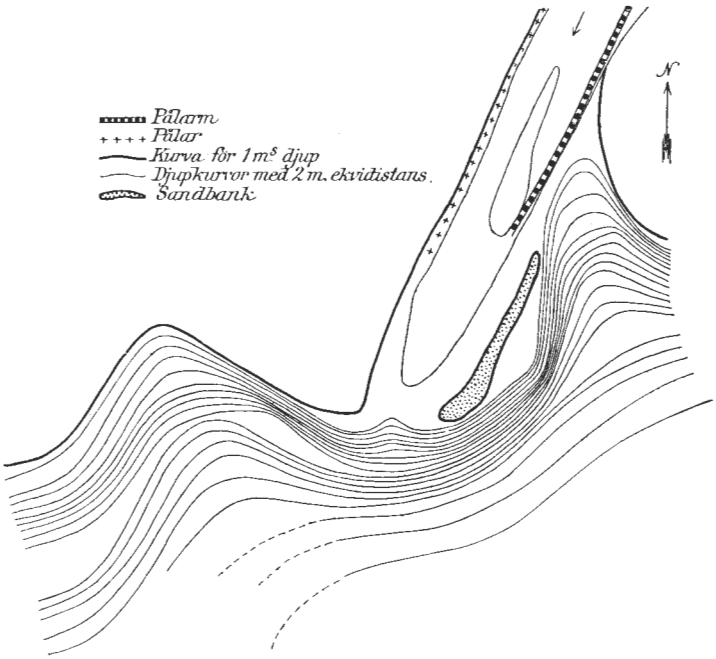


Fig. 13. *Indalsälvens deltalob vid huvudmynningen i Kringelfjärden.*
Skala 1 : 15,000.

strömmen är starkast men också mest materialbelastad, sin största höjd och utsträckning för att under vintern av den visserligen svaga men nästan obelastade strömmen averoderas och förminskas.

Det uti eller omedelbart utanför flodmynningen avsatta materialet transporteras emellertid ofta bort av kustströmmarna, så att materialet sprides och deltat utjämnas. Nildeltat lämnar ett av de vackraste exemplen härpå med sin jämna begränsningslinje. Mississippis väldiga delta har en rakt motsatt form genom sina långt utskjutande smala »pass». Att, som många forskare göra, anse det senare äga en irreguljär form, torde icke vara rätt, utan tvärtom visar det exempel på en mycket regelbunden utveckling och bildning. På många ställen skyddade för vågorna av »mud-lumps» och utan att påverkas av starka strömmar och tidvatten avsätter sig allt det grövre materialet (fin sand) och en

stor del av det finare (mjäla och lera) vid passmynningen, skjutande denna framåt år från år; den övriga delen av det finare materialet sprides längre ut och fyller upp havsbottnen utanför (*23*). Faxälvsdeltat kan med avseende på sin form sägas tillhöra denna »Mississippi-typ».

Om således floder förande fint, svävande material vid hav och stora vatten i allmänhet bilda lobformigt framväxande deltan med markerad front, kunna däremot i smärre älvsjöar uppkomma utfyllningar genom att ler- och mjälmaterialet sprides ut och avsätter sig på bottnen som parallella varv. Vid skildringen av den fluviala cykeln omnämner också Davis (*11*) i största korthet, hurusom en i flodloppet liggande sjö tjänstgör som ett filter, i det att det grova materialet ackumuleras vid flodmynningen som ett vanligt delta, det finare däremot längre ut på lugnare vatten, där det bildar »eine sehr gleichmässige Schichtung». På så sätt »verwandelt sich der See im Laufe der Zeit in eine Seeebene».

Gången och själva mekaniken vid denna utfyllning tillhör stratigrafien; av största betydelse för geomorfologien är emellertid såväl de vanliga deltanas liksom också sjöplanens — eller som jag förut (*1*) kallat dem »utfyllnadsplanens» — höjdläge i förhållande till vattenytan.

På grund av det skiljaktiga bildningssättet mellan deltan och utfyllningar blir också inflytandet av vattenytan och dess morfologiskt effektiva krafter något olika i de båda fallen.

Genom att deltana tillväxa med en hög, tvärt stupande avlastningsbrant komma vågorna att bryta vid deras front och denna delvis bliva lik en strand och utsatt för de där rådande processerna.

I allmänhet anses vågorna verka destruktivt på deltat och vara en av de krafter, som motarbeta dess bildande. I de flesta fall torde detta utan tvivel vara fallet och då särskilt på ställen, som äro utsatta för de stora havsvågornas väldiga kraft. På mer skyddade ställen och i mindre sjöar torde det emellertid ej alltid vara givet, att vågorna uteslutande verka förstörande på deltats byggnad. Man kan nämligen tänka sig, att det vatten, som bränningen kastar fram, är så starkt belastat med material, att en del av detsamma blir kvarliggande på den nivå, till vilken det föres upp, när bränningen åter faller ut. I stället för den erosion, som äger rum, då ett relativt klart vatten suges ut efter bränningsslaget, skulle det således här i stället ske ackumulation. Detta torde huvudsakligast inträffa blott på relativt skyddade ställen, där en rikt materialförande flod utmynnar. Om nu det område, över vilket bränningen når, utgöres av en fast strand, kommer det uppkastade materialet att kvarligga ovanför vattenytan, och deltat kan uppbyggas till ett supraakvatiskt område utan negativ nivåförändring, vilket annars i allmänhet torde vara nödvändigt, i enlighet med Credners (*8*) åsikt.

Genom att utfyllnadsplanen i motsats till deltanas fronttillväxt uppbyggas successivt med ett plan mot vattenytan, komma icke vågorna att som vid deltabranten plötsligt bryta och övergå i bränning utan långsammare dämpas och förminskas.

Nu är det emellertid av vikt att framhålla, att då utfyllningen på grund av materialets spridning äger rum över stora delar av sjön och ej endast närmast utanför flodmynningen, den också kommer att ske inom strandzonen och utsättas för de där verksamma morfologiska krafterna d. v. s. vågor, bränningar och strömmar. Den del av utfyll-

nadsplanen, som står under inflytande av dessa strandzonens effektiva krafter, måste ur geomorfologisk synpunkt räknas till *strandens område.* Planet lutar också här i likhet med strandterrassen från strandlinjen ut mot sjön. De partier av utfyllnadsplanet, som ej beröras av strandzonens krafter, äga däremot i fullmoget stadium en mera plan yta och torde lämpligast benämnas *bottenplan.* — När bottenplanen och strandackumulationsområdena nått sin slutgiltiga höjd, kan sjön sägas vara *mättad med sediment.* Över högvattensytan torde utfyllnadsplanen aldrig kunna byggas upp, utan för att fast mark skall bildas, fordras en sänkning av vattenståndet eller höjning av landet.

Ett vackert exempel på en till full mättnad utfylld sjö är Ragundasjön, vars strand- och bottenkonfiguration jag nu skall närmare skildra.

B. Speciell del.

Beskrivning av Ragundasjöns strand- och bottenkonfiguration.

När klipptröskeln vid Döda fallet vid landets postglaciala höjning kom upp i vattenytan, bildades som förut (kap. I) framställts i dalen ovanför en sjö, Ragundasjön, med den för uppdämda dalsjöar typiska långsträckta och smala formen. Vid tappningskatastrofen 1796 befann sig vattenytan vid en strandlinje, som nu ligger 138,8 m. ö. h. Det är denna skarpt markerade linje, som tagits som gräns för sjöområdet (tavl. 1 o. 5).

I anslutning till den föregående framställningen bör här först framhållas, att Ragundasjöns norra del mer hade natur av en bred älv än av en sjö och att den södra, från Hammarstrand till Döda fallet, trots sin större bredd dock även torde ägt fluviala egenskaper, så att dess morfologiska utveckling och former visa såväl fluviala som lakustrala fenomen. Orsaken till att hela området från Döda fallet till Krångedeforsarna och Lövledsforsen (i Ammeråns dalgång) ändock betraktats som en sjö är som sagt, att strandlinjen på 138,8 meters nivån är utbildad omkring hela området. Möjligen kan vattenytan under sjöns existens varit något lutande ned mot Döda fallet, särskilt som uppgift finnes (*14*) om att sjön ovanför Hammarstrand ägde en märkbar ström, som på det senare stället t. o. m. var så stark, att vattenytan krusades. En dylik skillnad i strandlinjens läge vid Döda fallet och Krångedeforsarna eller Ammer har emellertid icke kunnat påvisas, beroende på osäkerheten i fastställandet och avvägandet av strandlinjen och möjligen även på att landet under de 117 åren, som förflutit sedan katastrofen, genom olikformig rörelse utjämnat den lilla skillnad, som eventuellt fanns före 1796.

Singåområdet. Det parti av Ragundasjön, som sträckte sig från utloppet vid Storforsen i västlig riktning in i Singådalen, var det bredaste och antagligen också det mest sjöliknande. Tack vare den vida, fria vattenytan, kunde vågor med en för Ragundasjöns förhållande stor styrka uppkomma, och en välutvecklad strand bildas. Utom på grund härav är Singåområdet särskilt lämpat för studiet av strand- och bottenkonfigurationen genom att stora delar av detsamma skonades för förstörelse vid tappningen 1796 och även sedan fått

ligga orörda. Området närmast själva Singån har visserligen i hög grad eroderats av denna å, men mellan Lienön och västra stranden torde marken vara i det närmaste orörd och med undantag av en obetydlig hopsjunkning visa en konfiguration helt överensstämmande med den före 1796.

En profil över detta område ter sig som fig. 14 I. Från den väl markerade västra strandlinjen med frispolade stenar och erosionshålor utbreder sig ett alldeles jämnt strandplan. Närmast stranden är detta bestrött med större och mindre stenar, längre ut däre-

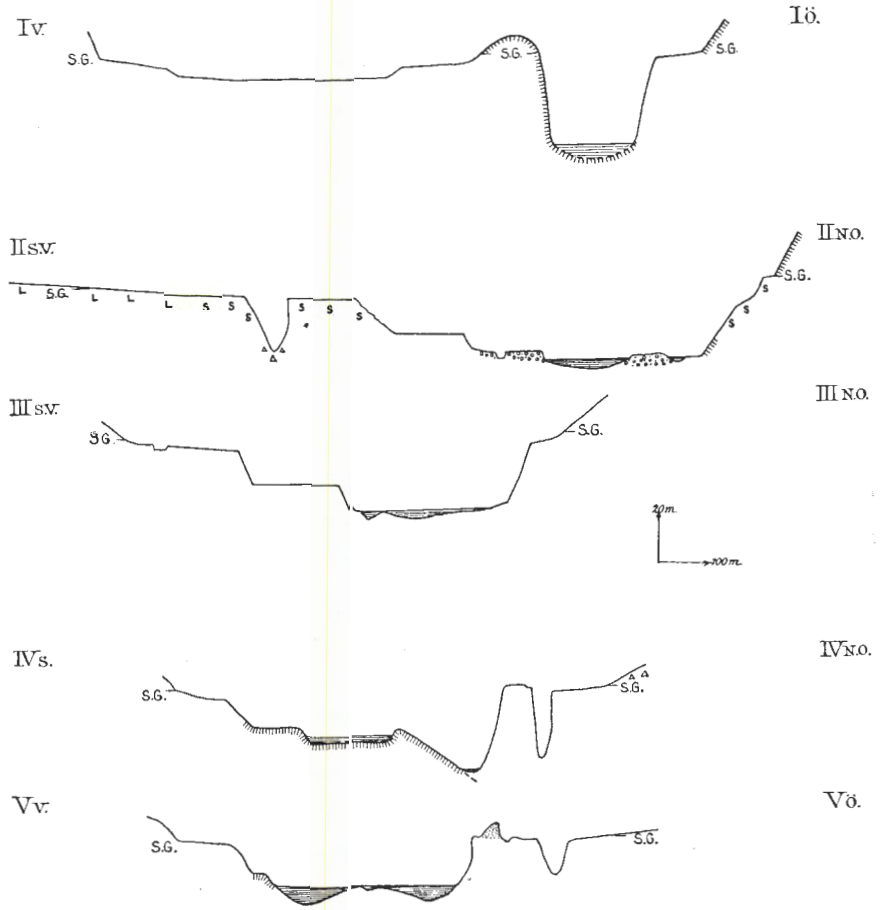


Fig. 14. *Tvärprofiler över Ragundasjöns område mellan Hammarstrand och Döda fallet.* S. G. = Ragundasjöns strandlinje 138,8 m. ö. h. L = glacial lera. S = sjömjäla. △ = morän. ▭ = fast berg i dagen.

mot rent och gräsbevuxet. Planet sjunker under en längd av 140 m. till — 4 m., där det slutar med en tvär brant, 2,6 m. hög. Enligt CALDENIUS utgöres hela planet av glacial lera, varför det således måste betraktas som en stranderosionsterrass. Emedan kliffen tycks vara endast obetydligt tillskärpt av vågorna och då även de omkring profilpunkten befintliga områdena synas äga en ganska ursprunglig rundning, torde emellertid erosionen ej varit särdeles stor utan huvudsakligen bestått i ett reglerande av den redan från början långsluttande och i närheten av 138,8 meters nivån liggande terrängen.

Vid Lienön är strandprofilen likartat utbildad. Visserligen finnes det här icke något erosionshak i det fasta berget vid 138,8 meters nivå, utan kontakten mellan berget och strandplanet ligger på — 3,5 m., men från denna punkt utbreder sig utåt sjön ett 160 m. brett, obetydligt sluttande plan, som tvärt begränsas av en brant, vars krön ligger på — 5,5 m. och bas på — 8,9 m. Utanför denna brant utbreder sig sedan en nästan horisontell bottenyta.

Branten mellan — 5,5 och — 8,9 m. måste vara bildad genom erosion. Visserligen består strandplanet här enligt CALDENIUS delvis av lakustrala sediment, men den kan omöjligt vara dessas ackumulationsbrant på grund av sitt läge och sin skärpa. Lika otänkbart är, att den skulle vara ett primärt drag härstammande från tiden före sjöns uppkomst. Såväl dess form som läge visar, att den är en erosionsbrant. Samma gäller om branten vid södra stranden.

Nu uppstår den viktiga frågan, hur och när dessa erosionsbranter bildats. — Jag har i förra delen av detta kapitel framhållit, att strandplanet icke blott vid en konstant vattenyta utan även vid en fluktuerande oftast är obruten och enhetlig, då det huvudsakligast är högvattensståndet, som är utslagsgivande för hela strandzonens bildning. Det är sålunda redan på grund härav osannolikt, att de omtalade erosionsbranterna skulle vara bildade under ett lågvattensstånd samhörigt med högvattnet på 138,8 meters nivån. Då emellertid sjön ägt fluviala egenskaper, vilka naturligtvis särskilt gjort sig gällande under lågvatten kan man tänka sig, att branten då skulle utarbetats mer som sidan i en strömfåra än som ett strandhak. Detta torde emellertid även vara omöjligt, då som förut visats skillnaden mellan normalt hög- och lågvatten i Ragundasjön ej kunnat belöpa sig till mer än 4 m. och branten vid Lienön börjar först vid — 5,5 m. Närvaron av otvivelaktiga erosionsbranter på ett djup, dit de morfologiskt effektiva krafterna under ett med 138,8 m:s strandlinjen samhörigt vattenstånd ej kunnat göra sig gällande, är därför bindande bevis för att det varit en period med betydligt lägre vattenstånd i hela sjön. Detta överensstämmer med och bestyrkes dels av det i föregående kapitel beskrivna trånga, smala partiet av Döda fallets kanjon — vilket som sagt kan antagas hava utbildats under en period med mindre vatten i Storforsen än det, som uteroderade de större och bredare partierna — och dels av de rotfasta stubbar, som R. SANDEGREN (se del III av »Ragundasjön») funnit på — 3 m. i ett par små mossar inom sjöområdet.

På grund av att de båda branternas baser ligga på olika höjd, kan icke enbart en horisontell vattenytas vågor uteroderat dem, utan även en ström måste hava bidragit till deras utformning. Detta antagande styrkes till högsta grad av sannolikhet genom branternas vidare förlopp och utseende. På båda sidor om profillinjen sträcka de sig nämligen ut som markerade gränser mellan strandplanen och bottenytan, vilken senare jämnt sjunker ned mot utloppet vid nuvarande Döda fallet, så att branternas baser komma att ligga på allt lägre och lägre nivå. Femhundra meter S om Lienön är vidare branten annorlunda utbildad än vid profil I; den är nämligen här icke skarpt markerad eller tvärt stupande, utan sluttar sakta ned från planet på — 5,5 m. till en liten avsats på — 10,8 m., som i sin tur med en svag lutning övergår i bottenytan på — 11,4 m. Dylika olikheter i form och höjdläge äro alldeles oförenliga med vågerosion vid en horisontell vattenyta och måste bero på verksamheten av en mot Storforsen riktad ström.

Att en erosionskraftig ström förefunnits under en lågvattensperiod, och då t. o. m. varit den viktigaste faktorn vid branternas utformning, följer nästan som en slutsats till det faktum att sjön måste hava ägt en utpräglad fluvial karaktär, då vattenytan sjönk och drog sig tillbaka från de stora, grunda strandplanen och lokaliserades på de djupare ställena till en smal fåra. — Det gäller nu att söka fastställa höjden på vattenståndet under denna lågvattensperiod.

SANDEGRENS siffra på stubbarnas höjd är ett minimimått på högvattensytans sänkning. Förut har jag nämnt, att brantens krön vid västra stranden på profil I befinner sig på — 4 m., vilket visar, att vattenytan under största delen av året måste legat under denna nivå. Vid Lienön befinner sig krönet på — 5,5 m. Ovanför denna nivå utbreder sig sedan strandplanet med jämn lutning utan spår av erosionshak, varför således vattenståndet under lågvattensperioden även måste hava befunnit sig nedom 5,5 m. under största tiden av året. — Lågvattensperiodens vattenstånd under höst och vinter känna vi ej, men en maximigräns för dess djupläge är Storforsens klipptröskel 131,6 m. ö. h., ty det är icke tänkbart, att Ragundasjön skulle varit avloppslös och hela Indalsälven således uttorkad under någon del av året.

Nyss omnämndes, att erosionsbranterna sträcka sig ut på båda sidor om profillinjen I och nå ända fram till nuvarande järnvägsbron; som senare skall visas, förekomma de även på södra Ragundastranden. Därför kan som sammanfattande slutsats sägas, att *Ragundasjön ägt en mer eller mindre långvarig period, då vattenståndet inom Singåområdet stått minst 5,5 m. under det, som rådde vid tappningen 1796 och vars högvattensstrandlinje ligger 138,8 m. ö. h.*

När denna period inträffade eller hur länge den varade, kan icke avgöras med stöd av Singåområdets konfiguration. På grund av utbildningen av Döda fallets kanjon hava vi emellertid i föregående kapitel kunnat fastställa, att lågvattensperioden såväl föregåtts som efterföljts av perioder med högt vattenstånd i sjön. Genom CALDENIUS' stratigrafiska och R. SANDEGRENS paleontologiska undersökningar har det för den geomorfologiska utvecklingen ytterst betydelsefulla faktum fastställts, att *sjön redan före lågvattensperioden var i det närmaste utfylld och mogen.*

Beträffande den första högvattensperiodens vattenstånd skall senare visas, att det antagligen varit ungefär lika med den andra högvattensperiodens.

Orsaken till lågvattensperioden måste vara klimatologisk. Det är nämligen icke tänkbart, att älven ovanför sjön uppdämts eller avlänkats, så att dess vattenflöde minskats till ett belopp, som motsvarar en 5 meters sänkning av vattenståndet i Ragundasjön. Fenomen, som tyda på något dylikt, ha icke heller iakttagits på något ställe. Vidare utgjordes avloppet av den över fast berg nedstörtande Storforsen, vilket utesluter varje möjlighet av tilltäppning eller ändring i avrinning, särskilt som fallets tröskel, enligt vad som förut visats, under hela sjöns historia varit densamma. Att något utlopp funnits i den preglaciala fåran före 1796, vilket sedan åter rasat igen, är fullständigt otänkbart. Däremot ha ju ett stort antal undersökningar i skilda delar av Fennoskandia givit vid handen, att det funnits en torr och varm period, då mossarna torkade ut och blevo bevuxna med skog, älvarnas vattenmassa minskades och sjöarnas vattenyta sjönk. Högst sannolikt är därför, *att lågvattensperioden i Ragundasjön samman-*

Foto. H. Löfbladh.
Hammarstrand 1914.

Fig. 15.
Strand- och bottenplanen inom Halåområdet.
(Bilden är tagen från östra Ragundastranden, vilken synes i förgrunden vid staketen. Vågsbergen i bakgrunden.)

faller med denna BLYTT-SERNANDERSKA *subboreala period* och således beror på en *uttorkning*. Ragundasjöns lågvattensperiod kallas därför i det följande *torrperioden*.

Huru stor erosionen varit vid profil I under torrperioden kan icke avgöras, då det icke finnes möjlighet att nu avgöra, huru långt ut strandplanen en gång sträckt sig. Strandzonen och sjöbottnen kunna hava ägt en ungefär likartad form som nu, så att endast en obetydligare tillskärpning av terrassbegränsningarna ägt rum under uttorkningsperioden. Å andra sidan kunna såväl strandplanen som eventuella bottenplan haft en större utsträckning i pre-subboreal tid och således erosionen varit genomgripande. Detta styrkes möjligen av närvaron av en liten kulle, som ligger 200 m. S om profillinjen I, och som med sin plana yta når upp till alldeles samma nivå som vidliggande strandplan; kullen begränsas av erosionsbranter och synes en gång sammanhängt med strandplanet (som en utskjutande udde?) men sedan blivit isolerad till en ö av den här betydande strömmen ned mot utloppet. En annan liten kulle ligger på Singåns norra sida 400 m. från mynningen men höjer sig endast till — 8,5 m. Om denna är ett erosionsvittne eller en primär ojämnhet i bottnen, kan icke avgöras; på grund av sitt läge i strömfåran strax utanför intaget till Storforsen har dock antagligen en rätt betydande erosion varit rådande på den.

Den bottenkonfiguration, som bildades inom Singåområdet under torrperioden genom de då rådande fluviala och lakustrala erosionsprocesserna, kom antagligen att kvarstå ganska oförändrad under andra högvattensperioden. Någon ytterligare erosion kunde sannolikt ej ske, då strömmen i sjön nu var ytterst svag och rännan bred och djup. Sjöns strömdrag övertog med andra ord torrperiodens stora fåra samt framrann i denna utan att i någon nämnvärd grad ombilda den. — Möjligen kan man tänka sig, att en ackumulation ägde rum; på de områden, som nu ligga orörda kvar från tappningen, finnas emellertid inga tecken härpå, utan branterna framstå som sagt ännu med typisk erosionsform.

Innan vi övergå till den övriga delen av Singåområdet bör omnämnas, att planet kring Lienön liksom också de båda terrasserna på — 5 m. N om ön antagligen sammanhängt med östra sjöstranden. På den senare finnas nämligen ännu kvar partier av strandplan, som tydligen förut sträckt sig längre ut åt V liksom de omkring Lienön haft större utsträckning åt Ö; båda avskäras nu av Indalsälvens erosionsbranter.

Singåområdets södra strandutbildning från järnvägsbron till järnvägstunneln är i det stora hela överensstämmande med den västra och östra. Liksom på de senare ställena utbreder sig även här närmast högsta strandlinjen ett jämnt lutande plan, som innerst är beströtт med block och stenar, längre ut däremot rent samt bestående av lera och mjäla. Då dessa senare äro prelakustrala, måste hela strandplanet betraktas som en erosionsterrass. Dess största bredd är 200 m., och yttersta punkten ligger här på — 4 och — 5 m. Terrassen begränsas utåt av torrperiodens erosionsbrant, som övergår i sjöbottenytan på — 10 och — 12 m. Norr om tunneln ligger en liten kulle med krönet på — 8,4 m. och med skarp begränsning åt S men däremot långsluttande ned mot den stora depressionen omkring Singån.

Terrängen närmast V om järnvägsbron är delvis ombildad vid katastrofen. Den innersta delen av strandplanet torde emellertid ej vara påverkad. Något erosionshak i det fasta berget vid Bobergsudden finnes ej utan kontaktlinjen mellan planet och berget ligger på — 3,4 m. Planets begränsningsbrant är antagligen uppkommen under tappningen, ty vid dess fot framgår nu en liten, delvis ännu vattenfylld sänka, som på grund av sin riktning synes vara bildad då. Den djupt ned mot S inskurna och för ström skyddade Sandviken var antagligen före tappningen helt utfylld av sjösediment, vilket också överensstämmer med uppgiften om vikens ringa djup. Nu finnes endast en smal remsa kvar utmed västra stranden, under det den östra ligger helt och hållet frispolad med berg i dagen.

I västra delen av Singåområdet, i själva Singåviken, har någon kraftig ström antagligen icke varit rådande varken under hög- eller lågvattensperioderna. Den senares erosionsbrant är här också betydligt sämre utbildad än inom de förut behandlade områdena eller saknas helt och hållet.

Längst in i viken utbreder sig ett stort, jämnt plan omkring Singån. På åns norra sida sträcker det sig ända till 600 m. ut från stranden i den innersta viken samt fortsätter som en smalare bård utmed norra vikstranden, utåt begränsat av den erosionsbrant, som bildades under och efter tappningen (se vidare kap. III). Även på södra sidan av ån är planet avskuret av 1796 års erosionsbrant. Tillsammans bilda planen den största och vackrast utbildade strandterrassen inom Singåområdet. Från 138,8 m:s strandlinjen, vilken framträder som en skarpt markerad, horisontell skärningslinje mellan kliffen och strandplanet, utbreder sig först en jämnt utåt lutande yta. Några block eller stenar finnas icke på högra sidan av ån, utan den glaciala leran sträcker sig här enligt CALDENIUS' meddelande ända ut till den lilla sidobäcken. Innanför liggande 250 m. breda plan är därför en stranderosionsterrass. Liksom i föregående fall kan man icke här fastställa eller taxera erosionens storlek, då vi icke känna den primära och ursprungliga terrängens form. Emedan stranden är hög och tydligt tillskärpt till en kliff, har dock antagligen en betydande massa borteroderats av vågorna, delvis understödda av strömmen från Singån. — Utanför bäcken anträffas lakustrala sediment, som där karakterisera planet som ackumulationsplan. På grund av sitt djupa läge och stora avstånd från stranden hava dennas morfologiskt effektiva krafter icke gjort sig gällande på detta parti av planet utan det ligger i det närmaste horisontellt och kan därför — i enlighet med den ovan (sid. 33) givna definitionen — betraktas som bottenplan. Uppbyggt under första högvattensperioden låg planet torrt under torrperioden; någon erosion av Singån ägde dock antagligen ej rum, då ån helt säkert då var utsinad.

Halåområdet. Väster om Singåområdet avsmalnar Ragundadalens norra gren mellan Näsberget i V och Högåsen i Ö. Strax därefter utvidgar den sig dock åter genom att sammanstöta med den stora och vida Halådalen, i vilken Ragundasjön sköt upp med en lång vik. I sitt nedre parti var denna vik öppen och stor men trängdes ihop mot N till en trång fåra, vilken visserligen helt säkert ägt en mer utpräglad fluvial än lakustral natur men ändock måste räknas till sjön, då 138,8 m:s strandlinjen kan följas längs densamma.

Halåvikens nedre, vida parti upptages nu av ett mycket vackert, jämnt plan (fig. 15), endast avbrutet av Halåns tvärt nedskurna dalfåra. Ragundasjöns högsta strandlinje är tydligt och väl utbildad runt hela detta område (se fig. 15). Utanför strandlinjen ligger först ett sten- och blockbeströtт plan, utgörande den i moränen utarbetade stranderosionsterrassen; dess yttergräns ligger i allmänhet på c:a — 2,5 m.; största uppmätta bredden är 40 m. I omedelbar fortsättning av denna utbreder sig sedan det övriga strandplanet bestående av lera och mjäla. Då några naturliga skärningar ej finnas upp mot strandlinjen och grävningar ej heller kunnat utföras, har icke gränsen mellan prelakustrala och lakustrala sediment eller med andra ord mellan erosions- och ackumulationsområdena kunnat exakt fastställas. Planet utanför den stenbeströdda erosionsstranden lutar jämnt utåt till omkring — 5 m. i norra delen av viken och till — 6 m. i södra delen, varefter en *av stranden oberoende yta vidtager som bottenplan.* På grund av områdets form hava vågorna kunnat verka kraftigare och djupare i det nedre, vida och öppna partiet än i den inre, trånga viken, så att strandplanet lutar brantare och sträcker sig till djupare nivå inom det förra området än inom det senare. Härigenom kommer också bottenplanet att ligga högre i områdets övre del än i den nedre, så att det som avvägningssiffrorna visa, inom det förstnämnda blir rådande redan vid — 4 m, i det sistnämnda däremot först vid — 6 m.

Som nyss nämndes, luta strandplanen jämnt och övergå i det horisontella bottenplanet utan att visa något märke efter ett med 138,8 m:s strandlinjen samhörigt lågt vattenstånd, ett faktum, som överensstämmer med och bestyrker den föregående framställningen om strandzonens bildning. Anmärkningsvärt är emellertid, att någon erosionsbrant efter torrperioden ej finnes, trots planen sänka sig till — 6,5 m. och där avbrytas av en under tappningen 1796 uppkommen brant (se kap. III). Detta faktum berättigar emellertid ej till slutsatsen, att torrperiodens yta legat under — 6,5 m., ty vi veta ej, om det förefunnits någon erosionsbrant på de nu borteroderade partierna, eller om områdets läge och konfiguration helt hindrat utbildningen av en sådan. Det senare alternativet synes emellertid vara mest sannolikt, ty genom sin betydande bredd och sitt långa avstånd från utloppet har en kraftig ström inom området icke kunnat vara rådande. Då enbart vågor ej förmå utarbeta något erosionshak i svagt lutande terräng, kan torrperioden således hava passerat utan att lämna spår efter sig på de nu kvarliggande strand- och bottenplanen i Halåviken. — Hur förhållandena varit på sydvästra sjöstranden veta vi ej, då tappningskatastrofen här förstört hela sjötopografien.

Till slut bör observeras, att det ej finnes någon gammal erosionsränna, som Halån eventuellt skulle ägt under torrperioden, när största delen av området låg torrt. Möjligen kunde den varit belägen på samma ställe som den nuvarande, men detta är ej troligt av det skäl, att ån då i likhet med den lika stora Singån var utsinad eller ytterst obetydlig. Jfr dock del II sid. 65.

Partiet mellan Halåområdet och Hammarstrand är smalt och begränsas i S av det branta Näsberget, i N av Vågberget och Prästberget, vilket senare med ett brant stup bildar sjöns strand. Detta trånga område blev under katastrofen 1796 nästan helt uteroderat av älven, så att det nu är nästan omöjligt att erhålla någon mer ingående kännedom

om sjöns strand- och bottenkonfiguration. På södra stranden ligger det sålunda endast här och där kvar några små remsor av den i moränen utarbetade erosionsterrassen. På norra sidan närmast Halåviken finnes däremot ännu en del av strandplanet i behåll; härifrån är fig. 16 tagen, utvisande en 30 m. bred av stora block och stenar översållad erosionsterrass utarbetad i morän, som också bildar den 4 m. höga erosionskliffen. Om det utanför liggande planet, som ej är beströtT med stenar, är uppbyggt av sjösediment och således en ackumulationsterrass, eller om det som en erosionsterrass består av prelakustrala sediment är ej känt. Trettio meter är emellertid ett mått på erosionens storlek i en blockrik morän samt ett minimital för erosionsterrassens bredd i denna

Foto. förf. 1912.

Fig. 16. *Ragundasjöns strandhak nedanför gården Träfoten.*

del av sjön. Yttersta punkten på blockstranden ligger på — 2 m., och vågornas största utvecklingsdistans har här varit 3 km.

Väster om denna punkt är nästan hela strandplanet borteroderat och det fasta berget ligger blottat över långa sträckor. Prästberget är som sagt mycket brant och bildar just vid Prästbergsudden ett nästan lodrätt stup. Här finnes i *det fasta berget* en erosionsterrass, vars form och storlek framgår av fig. 17. Den är svagt böjd, på mitten 7,5 m. bred, avsmalnande åt sidorna och lutande utåt. Som framgår av profilerna är haket ineroderat i berget med delvis överhängande vägg. Denna utgöres av diabasbreccia, vilken är liksom söndertrasad av vågsvall och vittring; särskilt det lilla utskjutande partiet mellan profil II och III är alldeles splittrat och uppluckrat. Då denna erosionsterrass är den enda i fast berg, som iakttagits inom Ragundaområdet, måste man anse att Prästbergsudden varit särdeles lämplig för erosion. Något särskilt exponerat läge för vågorna intager den emellertid ej; vinkelrätt mot terrasshaket har sjöns fria vattenyta

varit endast 600—800 m. Vid SO:lig vind hava visserligen vågorna haft en utvecklingsdistans av c:a 4,5 km., men dels har sjön här varit mycket smal och dels har udden sannolikt skyddats av en från norra stranden utskjutande strandterrass av löst material, så att någon kraftigare vågerosion ej kunnat äga rum härifrån. Orsaken till att en så bred terrass ändock kunnat bildas har därför antagligen varit den härvarande diabasbreccians relativt ringa motståndskraft mot erosion och mot vittring samt frostsprängning. I förut relaterade uppsats om strandzonens allmänna morfologiska utveckling har jag påpekat den stora betydelse vittring och issprängning äger för abrasionen. Dessa båda krafter utvidga sprickor, åstadkomma nya, lösbryta större och mindre stenflisor och »luckra upp» berget, så att när vågorna gå till anfall, det största motståndet redan är brutet. Bränningarna hava då endast att föra bort lösa stenar, genom sina slag helt bryta loss andra, som blott delvis hunnit bliva frigjorda samt spola bort och på så sätt rensa ut och vidga sprickor och brott. — Åsikten om vågorna som huvudsakligen transporterande kraft och reglerande faktor vid abrasionen i insjöar har till fullo styrkts av mina undersökningar av strandzonen på Visingsö sommaren 1914.

Hammarstrandsområdet. Strax V om Prästbergsudden vidgar sig sjöområdet till det tredje huvudområdet. Med en svag inbuktning i Vikbäcksviken sträcker sig Hammarstrandsområdet i NNV:lig riktning upp till nuvarande Hammarforsen. Då sjön här vid tiden för sin uppkomst var betydligt djup, kunde stora mängder sjösediment avsätta sig; dessa bilda nu de fullständigaste lagerserierna inom Ragundasjön. Ur stratigrafisk synpunkt torde därför Hammarstrandsområdet få anses som sjöns viktigaste parti. I morfologiskt hänseende ställer sig saken något annorlunda, ty på grund av sin ringa bredd har dels största delen av området kommit att tillhöra strandzonen, varför fullständiga profiler med bottenplan finnas endast på ett par ställen och dels har området under katastrofen 1796 i hög grad förstörts, så att blott rester av den gamla sjötopografien ligga kvar.

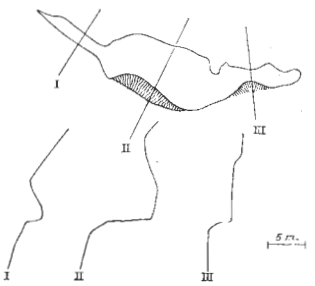


Fig. 17. *Stranderosionsterrassen i Prästberget.*

Det mest orörda partiet är nu Vikbäcksviken. Södra stranden utgöres här av morän i vilken 138,8 m:s strandlinjen är väl utvecklad med en blockströdd vågstrand, erosionshak och kliff. På den östra stranden däremot finnes strandlinjen icke utbildad, beroende på att marken här från början ägt en ytterst svag sluttning, på vilken vågorna ej kunnat utöva någon erosion. För att fastställa sjöområdets gräns måste man därför här genom avvägning uppsöka 138,8 m:s nivån. Utanför strandlinjen utbreder sig det jämna strandplanet med svag lutning utåt. Enligt CALDENIUS' meddelande sträcker sig den glaciala leran i norra Vikbäcksgrenen c:a 100 m. vinkelrätt ut från strandlinjen, varefter postglaciala fjord- och sjösediment vidtaga. Vid den närmast nordliga ravinen anträffas glacial lera ännu 150 m. från strandlinjen och på södra stranden torde den enligt mina egna observationer nå omkring 100 m. ut från strandlinjen. Planen luta jämnt ända ned till Vikbäcksravinens västra sida; på den östra vidtager däremot ett horisontellt plan på — 5 m., vilket enligt föregående definition bör benämnas bottenplan. Gränsen mellan detta och invidliggande strandzon ligger i likhet med Halåområdets norra parti på — 5 m. och omkring 200 m. utanför strandlinjen. Bottenplanets yttergräns utgöres här liksom inom hela Hammarstrands-

området av en sluttning uppkommen vid tappningen 1796; torrperiodens erosionsbrant finnes således ej.

Norr om Vikbäcken är strandplanet ytterst svagt lutande och når t. o. m. 250 m. utanför strandlinjen ej större djup än 3,5 m. Vid ravinen, som skär landsvägen, ligger enligt CALDENIUS gränsen mellan glacial lera och sjösediment eller med andra ord mellan erosions- och ackumulationsområdena c:a 120 m. utanför strandlinjen; djupet uppgår här till 4 m. Utanför denna nivå utbreder sig ett plan på omkring — 4,6 m. Då det är alltför smalt för att man skall kunna avgöra om det är horisontellt i större utsträckning och oberoende av stranden, kan dess karaktär av bottenplan ej fastställas.

Innanför landsvägen omkring 50 m. från strandlinjen ligga tvenne långsträckta och vattenfyllda dammar, förbundna genom en smal depression och även åt sidorna fortsättande i rännliknande sänkor. Tvärprofilen är symmetrisk och sidorna branta, varför de måste vara uppkomna genom erosion. Om denna skedde under sjöstadiet eller först vid tappningen, är däremot svårt att avgöra.

Den östra sjöstranden förstördes ännu mer vid katastrofen än den västra. Ovanför Prästbergsudden är sålunda nästan allt löst material bortspolat, så att berget här ligger bart. Nedanför gamla kyrkan återstår ett blott 40—50 m. brett strandplan med brant lutning (fig. 18). Den i morän utvecklade erosionsterrassens bredd belöper sig enligt CALDENIUS till omkring 20—25 m., den återstående ackumulationsterrassen således till samma mått.

Enligt en lantmäterikarta över hela sjön av år 1756 låg invid östra stranden tvärs över nuvarande landsväg en långsträckt holme benämnd Bredteg; en annan lantmäterikarta över sjön närmast nedanför gamla kyrkan från 1702 upptager likaledes Bredteg, vilken i sin sydliga del dock är ganska olika begränsad mot på 1756 års karta. På grund av den nuvarande topografiens utseende och med stöd av stratigrafien synes den förstnämnda kartan vara mest tillförlitlig, och den har också använts vid införandet av Bredtegs läge på tavl. 1 och 5. Nu befinner sig endast en 10—20 m. bred landremsa över 138,8 m:s nivån inom Bredtegs område. Visserligen har erosion ägt rum här vid och efter katastrofen, men helt säkert har holmen vid högvatten icke ägt en så stor utsträckning som de båda lantmäterikartorna utvisa, utan dessa angiva holmens form vid lågvatten eller under sommaren. Detta antagande stödes av att den östra sjöstranden på kartorna ligger något utanför högvattensgränsen (138,8 m) i nuvarande topografien.

Av stor vikt för uppfattningen av Ragundasjöns utveckling äro de stratigrafiska profiler, som finnas innanför Bredteg, ty enligt CALDENIUS' undersökningar och mina avvägningar visa de ända upp till markytan på — 1 m. lakustrala sediment. Då nu sjön, som förut nämnts, var utfylld redan före torrperioden, kan vattenståndet under första högvattensperioden vid vårflod ej legat under — 1 m. utan antagligen stått vid eller omedelbart under 138,8 m:s strandlinjen och således varit *ungefär detsamma som den andra högvattensperiodens.* Jfr dock del II sid. 64.

Med avseende på Hammarstrandsområdets utveckling under sjöstadiet kan här framhållas, att djupet vid tiden för sjöns uppkomst antagligen var betydande. Morän är nämligen i Vikbäcksravinen vid profil II (fig. 14) blottad först på — 25 m:s nivå; sedan följer glacial lera av 6 m:s mäktighet, och därpå 13 m. postglacialt sjösediment. Planet på

— 28 m. vid älven vid samma profil utgöres av rullstensgrus, likaså grundet uti Indalsälven och den V därom liggande flacka halvön. I ravinen vid landsvägen går morän icke i dagen på något ställe, utan största delen av de blottade profilerna upptages av sjösediment. På östra sjösidan stupar berget brant ned, ofta med en lutning av 45—60°. De yttersta berghällarna i dalbottnen på norra delen av rullstenshalvön befinna sig på — 30 m., och i själva strömfåran ligger berggrunden på okänt djup. Vid nuvarande Hammarforsen går däremot en bergtröskel högt i dagen (fig. 14, IV). Forsens stuphuvud vid bron ligger på — 17 m.; därefter höjer sig bergytan åt väster, så att den omkring kvarnen befinner sig på — 15 m. och 250 m. S om västra brofästet t. o. m. skjuter upp som en liten rund ö ovanför 138,8 m:s nivån. Öster om forsen stiger det nu blottade berget till endast — 15 m. för att därefter åter stupa ned mot den preglaciala, djupaste flodrännan, som framgår i ravinens riktning. Hur långt mot N denna

Foto. förf. 1912.

Fig. 18. *Ragundasjöns strandhak nedanför gamla kyrkan.*

bergtröskel sträcker sig kan ej avgöras. Den översta punkten, där berg här går i dagen, är emellertid i älvytan 100 m. N om östra brofästet. På detta bergparti bildade de prelakustrala sedimenten dels Bredteg och dels det högt belägna partiet väster om denna ö. Här fanns således redan vid sjöns första uppkomst en spärr, som lämnade blott två smala passager fria för vattnet, en över Hammarforsen och en innanför Bredteg. Denna senare blev dock redan under första högvattensperioden så utfylld, att den under torrperioden låg torr och under andra högvattensperioden endast genomflöts vid vårflod.

Även den övriga delen av Hammarstrandsområdet blev i likhet med de förut behandlade partierna utfylld med sjösediment under första perioden. Under torrperioden ägde dock antagligen en högst betydande erosion rum inom det parti, som då var vattentäckt. Som förut nämnts var under andra högvattensperioden sjöytan krusig av ström vid

nuvarande Hammarforsen. Under torrperioden, då sjöns bredd här reducerades till omkring hälften, d. v. s. 250 m., och rännan innanför Bredteg var tilltäppt, gjorde sig naturligtvis strömmen betydligt mer gällande trots den mindre vattenvolymen, och platsen torde då knappast haft karaktär av sjö. Nedanför denna ytterst trånga passage var visserligen området något öppnare men uppnådde dock ej mer än 500—600 m:s bredd för en sänkning av vattenytan av 5 m., varför antagligen en fullt erosionskraftig ström även här var rådande. Av den mer eller mindre djupa ränna, som då måste hava bildats, finnes nu intet spår i topografien. Under nästkommande högvattensperiod med dess lugnare och mer sjöliknande förhållanden kan möjligen rännan delvis åter hava fyllts igen, liksom planen vid sidan blevo något omlagrade i sin översta zon men för övrigt bibehöllo sitt gamla höjd- och formläge.

Området norr om Hammarstrand. Ovanför Hammarstrand har, som förut framhållits, Ragundasjön knappast under någon del av sin tillvaro kunnat betraktas som en verklig sjö utan fast mer haft karaktären av en bred älv. Helt utfylld av prelakustrala bildningar ägde »sjön» ingen plats för sjösediment utan framrann i en markerad erosionsfåra. Bottenkonfigurationen före 1796 känna vi ej, då älvdalen nu intager största delen av det ganska smala området; endast små och obetydliga rester av sjötopografien finnas därför kvar utmed stränderna.

På västra sidan framgår N om landsvägsbron ett omkring 100 m. brett strandplan med svag lutning utåt. I sin norra del begränsas det av en skarp erosionsbrant, vid vars bas ligger en terrass på — 7 m. Ovisst är om denna härstammar från torrperioden eller från tappningskatastrofen.

Norr om det å tavl. 5 återgivna området är strandplanet till största delen förstört och endast en smal remsa, utåt begränsad av 1796 års erosionsbrant, återstår på västra sidan. Söder om det utskjutande Rävanäset ligger emellertid ett litet område orört kvar, intressant på grund av sin ganska säregna topografi (fig. 19). Rävanäsets udde består av en skarpt markerad och hög rullstensås, vilken lutar brant mot NO. Strandlinjen är här särdeles väl utbildad, och utanför den ligger det ännu kvar en c:a 50—100 m. bred erosionsterrass. Mot väster bildar ett lertäcke mjukare sluttning ned mot en svacka, i vilken sjön gick upp med en smal vik. I närheten av yttersta udden befinner sig en åsgrop upptagande en mosse och skild från sjön av en smal vall. Denna senare är med största sannolikhet en lagunvall, varför således åsgropen en gång stått i öppen kontakt med vattenytan utanför. Visserligen ligger vallens krön 1,2 m. över 138,8 m:s strandlinjen, varför den icke har kunnat bildas under ett vattenstånd vid den senare nivån, men då materialet uteslutande består av fin, ursköljd sand, som tydligen är utsorterad ur vidliggande partier av rullstensåsens heterogena material, måste vallen vara uppbyggd av ström och vågor under tiden före sjöns uppkomst eller under ett exceptionellt högvatten. På grund av stor tillgång på lämpligt material kunde vallen då bildas på mycket kort tid. Någon inverkan på vattenståndet i åsgropsdammen har vallen efter sin färdigbildning ej haft, då vattnet obehindrat kunnat diffundera genom den luckra sanden. På en karta över Rävanäset från 1725 är också en från sjön avstängd damm utritad i åsgropen med en form och storlek, som fullständigt överensstämmer med 138,8 m:s nivåns läge.

I det öppna sjöområdet S om Rävanäset ligger nu en oregelbunden vattenfylld

sänka. Med sina branta stränder är den skarpt markerad, saknar till- och avlopp och är fullt sluten, varför den således ej kan vara uppkommen genom erosion, varken under eller efter sjöstadiet. Antagligen är den i likhet med mossdepressionen en åsgrop och således en primär sänka i sjötopografien. Anmärkningsvärt är, att den ej blivit igenfylld av sediment under hela sjöstadiet, en sak, som endast kan förklaras genom att den legat i lä om Rävanäset och helt utanför strömmens räckvidd.

Enligt kartan över hela Ragundasjön av år 1756 låg det en långsträckt, böjd ö 450 m. S om Rävanäset. Helt och hållet borteroderad vid katastrofen 1796 är den på tavl. 1 inprickad efter nämnda lantmäterikarta.

På norra delen av Rävanäset skjuter in en oregelbunden trång vik, liksom den södra åsgropen avstängd från sjön genom en lagunvall. I de båda västliga flikarna ligga små torvfyllda sänkor; utanför vikmynningen finnes en liten holme av rullstensgrus. — Sjöområdet väster härom har fullständigt förstörts efter 1796, så att icke blott strandpartierna utan även delar av marken utanför 138,8 m:s linjen borteroderats. Först nedanför Hoo finnas några större rester kvar av strandterrassen. Enligt kartan av 1756 låg här en långsträckt ö mitt i sjön, liksom den föregående vid Rävanäset nu fullständigt försvunnen.

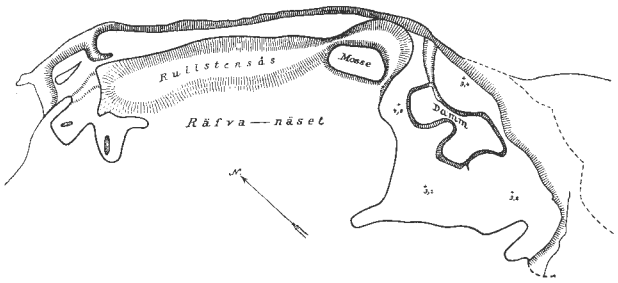


Fig. 19. *Rävanäset.*
Skala 1 : 20 000.

Från Ammer upp till Krångedeforsarna är strandlinjen svår att följa; på många ställen är den helt och hållet borteroderad, på andra blott svagt och otydligt utbildad. —

Den norra och östra stranden av området ovanför Hammarforsen utgöres närmast N om Bredteg av ett sakta sluttande plan, där 138,8 m:s strandlinjen blott otydligt eller ej alls är utvecklad i likhet med området N om Vikbäcken. Strax invid sjögränsen 700 m. N om Bredteg och skild från den nuvarande älvbrinken av en blott 60 m. bred markremsa ligger en av SANDEGREN funnen sänka i strandplanet. Denna är nu fylld av torv, varför det är svårt att yttra sig om formen och bildningssättet.

Vid Gerilåns mynning bildade sjön en ganska stor vik, vilken dock varit så grund, att den vid lågvatten torde legat alldeles torr; på kartan av år 1756 finnes den ej ens utritad. I dess östra del lågo tvenne holmar, skilda från stranden av trånga passager. Den östligaste av dessa liknar en erosionskanal med sin rännformiga botten; den andra äger en mer flack, plan yta. Mellan de båda öarna skjuter in en liten sidovik, som längst in upptager en depression, nu fylld av den mosse, i vilken SANDEGREN avvägt de rotfasta stubbar på — 3 m.; omkringliggande strandplan befinner sig på omkring — 1 m:s nivå.

Väster om Gerilåviken är strandplanet innanför 138,8 m:s linjen liksom också betydande delar av marken utanför bortskuren av älven sedan 1796. — I Ammerdalen sköt det upp en 3,5 km. lång vik, som till största delen uteroderats av Ammerån i det härvarande mäktiga glacifluviala materialet. Viken ägde antagligen under hela sjöns tillvaro mer fluvial än lakustral karaktär (se vidare kap. IV B).

Ovanför Döviken kan strandlinjen följas blott på spridda ställen uti rullstensåsarna och moränsluttningarna; några breda strandplan finnas ej. Här har sjön alltid ägt utpräglad fluvial karaktär, vilket också bestyrkes därav, att på alla lantmäterikartor före 1796 området benämnes »Ragundaälven».

C. Sammanfattning av Ragundasjöns geomorfologiska utveckling.

Med stöd av de ovan relaterade fakta, som Ragundaområdets nuvarande geografiska och geologiska utbildning erbjuda, och den kunskap man äger om de fluviala och lakustrala cyklernas allmänna egenskaper vill jag här söka sammanfatta Ragundasjöns geomorfologiska utveckling på följande sätt.

Någon ingående kunskap om strand- och bottenkonfigurationen vid tiden för sjöns uppkomst kan icke nu erhållas på grund av bristen på ett tillräckligt antal djupgående skärningar och genom den stora förstörelse, som ägde rum vid och efter katastrofen 1796. Av de spridda fakta, som finnas, kan man dock draga den slutsatsen, att hela området från Krångedeforsarna och Lövledsforsen till Hammarstrand haft mer karaktär av en bred älv än en sjö. Helt omgiven av prelakustrala sediment utgjorde den nämligen en strömfåra för Indalsälvens vatten.

Nedanför den trånga passagen vid nuvarande Hammarforsen, där en betydande ström alltid gjort sig gällande, utvidgade sig området, och djupet steg, så att man här verkligen kan tala om ett sjöbäcken med lakustrala fenomen. Vid Prästbergsudden avsmalnade emellertid åter sjön för att först vid mynningen av Halådalen bilda nästa vida område. Den nedre delen av detta var antagligen grunt men genom sitt för ström skyddade läge ett typiskt sjöområde. Den övre smala viken hade däremot mest karaktären av en åbädd och var såsom sådan utmärkt genom fluviala egenskaper. Söder om Halåviken övergick sjön i ett grunt parti, som mellan Näset och Lienön var smalast och bildade ett sund till Singåområdet, vilket vidare sträckte sig från utloppet vid nuvarande Döda fallet som en 500—800 m. bred vik åt V upp i Singådalen. Hur stort djupet här varit, kan ej säkert avgöras, men antagligt är, att det i de centrala delarna, där Singån nu flyter, varit rätt betydande. Genom sin vida yta och sitt skyddade läge har Singåområdet varit lakustralt.

I och med denna karakteristik har också de olika områdenas geomorfologiska utveckling till sin natur angivits.

Den erosion, som ägde rum inom området N om Hammarstrand under landets stigning och älvmynningens successiva förskjutning nedåt, fortsattes antagligen även sedan Storforsens klipptröskel kom upp i närheten av vattenytan och bildade en fast erosionsbas för ovanliggande del av Indalsälven. Till en början måste erosionen gått relativt snabbt

i de lösa avlagringarna på sidan och i bottnen, så att det älvliknande sjöområdet utvidgades och fördjupades. Då emellertid erosionsbasen var fast och således det rinnande vattnet oberoende av de fortsatta epeirogenetiska rörelserna, bildades antagligen snart en så stor och bred ränna, att strömmen ej längre kunde utvidga den. Därefter gjorde strömmen sig icke längre så starkt gällande som förut, utan lakustrala processer och fenomen uppkommo och blevo efter hand allt mer framträdande, så att hela området övergick till att bliva ett mellanting mellan sjö och älv, dock med övervägande fluviala egenskaper. — Genom att såväl de fluviala som lakustrala processerna inom detta område kunde arbeta med stor hastighet och framgång i de lösa sedimenten uppkommo antagligen snart mogna former, efter vilkas fullbildande de geomorfologiska processernas intensitet minskades. — Sedan avbröts detta lugna tillstånd av torrperioden, då så väl ström som vågor drogos bort från sina forna verksamhetsområden och fingo nya.

Betydligt olika ställa sig förhållandena inom Hammarstrandsområdet. Emedan detta var ett relativt djupt och brett sjöbäcken, skedde icke här någon fluvial erosion, utan ackumulation ägde rum över bottnen och vågerosion vid stränderna. Den förra fortsatte ifrån det föregående fjordstadiet, den senare började, när vattenytan blev fixerad till en bestämd nivå vid Storforströskelns uppkomst och sjöns bildande. På de ställen, där terrängen var lämplig för stranderosion, utbildades nu ett hak, som efter hand utvecklades och försköts inåt, så att en allt bredare erosionsterrass bildades. Ackumulationen eller sjöbäckenets utfyllning genom den rika materialmassa, som strömmen medförde, tillhör den stratigrafiska delen av Ragundasjöns undersökning. Redan här bör dock omnämnas, att sedimentationen på grund av materialets finhet och därav följande spridning ägde rum över stora partier av bottnen och ej som en vanlig deltabildning blott omedelbart utanför strömmynningen. Bäckenet blev därför efter hand utfyllt. Ju närmare vattenytan sedimentplanet uppbyggdes, desto mera inverkade det på den fria vågrörelsen genom att hindra eller dämpa denna. De partier, som bildades närmast stranden, kommo att stå under inflytande av de inom denna rådande krafterna och därför morfologiskt tillhörande stranden. På grund av dessa strandterrassers betydande bredd och höga läge utövade de ett särskilt stort inflytande på vågorna. Vågerosionen och själva strandhakets utveckling var därför störst under sjöstadiets första tid, medan bäckenet ännu ej var utfyllt. När detta skett fick icke blott stranden en mogen karaktär, utan hela sjöbäckenets utveckling nådde sitt slutstadium genom att bliva mättat med sediment. Området kom då i vila med blott upprätthållande av den uppnådda formutbildningen, tills torrperioden inträdde. — Framhållas bör dock, att genom områdets uppgrundning och alltmer förminskade volym den förut blott svaga och obetydliga strömmen kom att bliva starkare och göra sig mer gällande, eftersom samma vattenmassa måste passera området; någon kraftigare verksamhet har dock denna ström knappast utövat utan den har antagligen endast passerat.

De övriga sjöområdenas utveckling har i sina huvuddrag överensstämt med de nu behandlade. Om bredden varit obetydlig och djupet litet, så att ström rått, har utvecklingen mer liknat det norra, fluviala partiets, om bredden och djupet varit ringa, har en lakustral formbildning uppstått i likhet med Hammarstrandsområdets. Att i detalj fastställa den kombination mellan lakustrala och fluviala krafter och processer, som gjort

sig gällande i de olika områdena, är ej möjligt, då vi som sagt äga en alltför bristfällig kunskap om såväl den ursprungliga som den slutliga sjökonfigurationen. Anmärkas bör dock, att området mellan Hammarstrand och Halån till en början antagligen ägt ett så stort djup att dess natur varit övervägande lakustral men sedan utfyllningen nått sin mognad även fått fluviala drag. Halåviken har antagligen alltid varit ett rent sjöområde, ty genom sitt läge har den legat utanför Indalsälvens ström; Halån, som mynnade ut längst uppe i viken har icke heller förmått sätta vattnet i viken i någon som helst strömrörelse. På grund härav har utfyllningen kunnat sträcka sig över hela detta område, och ett stort sammanhängande bottenplan bildas utanför den välutvecklade strandzonen.

I Singåområdet har antagligen alltid ström förefunnits utanför intaget till Storforsen samt mellan Lienön och västra stranden. I den skyddade inre Singåviken ha däremot uteslutande sjöförhållanden varit rådande. Några större massor lakustrala sediment finnas emellertid icke nu här, vilket antingen kan bero på att de borteroderats av Singån efter 1796 eller att de alltid saknats på grund av att den materialförande huvudströmmen ej flutit in i viken, eller denna redan från början varit så upptagen av glacial lera, att ingen plats fanns kvar för sjösediment. Singån har med sin obetydliga vattenmassa varken kunnat giva upphov till någon ström eller transportera några betydande materialkvantiteter. Däremot hava vågorna inom området kunnat nå stor kraft, varför strandzonens utveckling gick snabbt fram mot ett slutstadium med ansenlig erosionsterrass såväl i leran som i moränen.

När detta slutstadium nåddes och när utfyllningen fullbordats i de andra områdena, så att hela sjön blev mogen, kan ej på morfologiska grunder exakt fastställas, men det är i högsta grad antagligt att det skedde ganska tidigt; de morfologiskt effektiva krafterna hava ävenledes varit störst under sjöns första tid och såväl formutbildning som sedimentation då snabbast. Detta antagande stödes helt av CALDENIUS' stratigrafiska och SANDEGRENS växtpaleontologiska undersökningar, som bevisat, att utfyllningen till största delen var fullbordad redan före uttorkningens maximum.

Ragundasjön låg nu mogen en viss tidrymd med fullbildade former samt mättad utfyllning under det vågor och ström ej längre utövade någon mer betydande verksamhet. Därefter inträdde som sagt ett torrt, varmt klimat, som kom Indalsälvens vattenmassa att minskas betydligt och vattenståndet i Ragundasjön att därmed sjunka minst 5,5 m. Härigenom kom sjöns fria vattenyta att draga sig samman till en älvliknande fåra och hela sjöområdet med undantag av Halå- och Singåvikarna att erhålla en utpräglad fluvial karaktär. På de ställen, där strömmen var särskilt stark eller flytande i för verksamhet lämplig riktning, uppkom erosion, som utarbetade en mer eller mindre typisk fluvial ränna. Genom samverkan med vågorna blev erosionsbranten eller strömfårans strandbrink, om man så vill kalla den, stupande och skarpt markerad som en kliff, vars bas dock ej var horisontell och markerande någon vågrät vattenyta utan oregelbunden och lutande. På de ställen, där strömmen ej utövade erosion och vattenytan träffade de långsluttande strandplanen, utbildades antagligen ej något strandhak, så att torrperioden passerade, utan att någon ombildning av den mogna sjötopografien där ägde rum.

När vattenytan efter torrperioden åter steg, kom den att intaga ett läge, som ganska nära överensstämde med första högvattensperiodens. Den högsta strandlinjen inom

Ragundaområdet ligger nu 138,8 m. ö. h., och vid denna nivå stod vattenytan vid tappningen 1796. Om smärre fluktuationer ägt rum i vattenståndet utom den årliga med en normalamplitud av c:a 4 m. kan icke avgöras och har icke heller någon större betydelse för sjöns geomorfologiska utveckling, då obetydligare oscillationer ej givit upphov till några formförändringar.

Genom att vattenytan under andra högvattensperioden återtog ungefär samma läge som under den första eller ett blott obetydligt högre, kommo några genomgripande geomorfologiska processer då ej att äga rum eller konfigurationen i någon nämnvärd grad att ändras. Den mogna sjötopografien från första högvattensperioden kvarstod med undantag för erosionsrännan till stora delar orörd under torrperioden, varför således på sin höjd en omreglering av strand- och bottenplanens översta zon i förhållande till andra högvattensperiodens yta blev följden. Den mer eller mindre djupa strömränna, som uteroderades under torrperioden, blev antagligen på vissa ställen åter delvis fylld och kringliggande sediment underkastade omlagring, på andra kvarstod den dock mer orörd som en markerad bana för sjöns strömdrag. Om denna ränna varit underkastad smärre förskjutningar och riktningsförändringar genom erosion och ackumulation kan ej morfologiskt avgöras men är teoretiskt högst sannolikt. — Omregleringen av strand- och bottenplanen försiggick helt säkert hastigt, så att hela området tidigt återuppnådde sitt mogna viloläge. — Detta är en utveckling, som också kan sammanfattas på följande sätt: med sin i arv från första högvattensperioden erhållna mogna konfiguration, som blott obetydligt förstördes under torrperioden, uppnåddes under andra högvattensperioden endast efter relativt obetydligt morfologiskt arbete ett fullmoget stadium, som i det närmaste torde bibehållit sig oförändrat till tappningen 1796.

KAP. III.

Tappningskatastrofen 1796.

A. Inom Ragundaområdet.

I »Gedungsen eller Ragundasjöns utgräfning» (*14*) berättas och relateras:

Redan under Karl XII:s regering fanns en plan att bana en ny väg för Indalsälven förbi Storforsen, ty detta väldiga fall omöjliggjorde all flottning av timmer, i det varje stock — hur grov den än var — bröts som en sticka i klipprännans vattenvirvlar. Därtill hoppades Ragundaborna, att laxen skulle gå upp till deras strandägor och att hela handeln mellan Jämtland och Sundsvall skulle underlättas. Med kungens död synes emellertid förslaget hava fallit, för att dock åter upptagas vid riksdagen 1761. I sept. 1765 utkom ett kungl. Reskript enligt vilket filosofie magistern sedermera kyrkoherden Jakob Stenius anmodades att undersöka Storforsen och uppgöra ett förslag till älvens reglering. Denna undersökning utfördes på ett både noggrant och praktiskt sätt.

Befolkningen omkring Ragundasjön ägde sedan gammalt den föreställningen, att älven en gång runnit fram genom Lokängsdalen, men att denna ränna sedan rasat igen så att vattnet tvingats åt sidan över Storforsen. Genom den fyllda, gamla fåran tänkte nu Stenius med 1 940 dagsverken gräva en grav ned till sjöns nivå för att sedan sakta föra in vattnet, låta det taga ett naturligt avlopp över Lokängarna och på så sätt sänka sjön och skaffa älven en ny fåra utan stupande fall. Den flod, som skulle uppstå i älven nedanför Ragundasjön vid tappningen, ansåg Stenius endast skulle uppnå $1^1/_2$ alns höjd, då sjön var ytterst smal och grund.

Året efter Stenii undersökningar påbörjades arbetet men avstannade snart »dels i anseende till föga driftighet hos wederbörande, som derwid lade hand, och dels för bristande högbehörigt tillstånd». Detta »högbehöriga tillstånd» erhölls dels på grund av besvär från Västerede byamän, som ägde Lokängarna och önskade ersättning för den skada arbetet gjorde dem, och dels på grund av Kungl Maj:ts nådiga tågordning ej förrän elva år senare eller år 1777. Efter ytterligare ett par års kiv och taxeringar överlämnades hela grävningsarbetet på entreprenad åt bonden Jon Olofsson i Pålgård. Sedan han låtit gräva ett par djupa brunnar i den höga åsen mellan Lokängarna och sjön, uppgavs emellertid åter arbetet såsom outförbart, då leran och mjälan rasade igen allt efter som det grävdes.

Behovet av en flottled förbi den väldiga Storforsen blev emellertid allt mer trängande och 1793 sammanslöto sig samtliga invånarna i Ragunda socken och halva antalet i Stuguns by för att ånyo gripa verket an. Från och med detta år kan man räkna tillvaron av det s. k. Storforsbolaget, vilket ännu finnes kvar — huvudsakligen som part i processer och orsak till permanent stridighet mellan Ragundatraktens invånare. På våren samma år bolaget bildades, påbörjades arbetet som en fortsättning till Jon Olofssons. Så länge aktieägarna själva bedrevo arbetet gick det emellertid knappast framåt, utan stod ungefär på samma fläck tills MAGNUS HUSS från Sundsvall uppträdde på skådebanan.

Handlande till yrket tycks Huss till sin natur varit en begåvad äventyrare, varför han också bar namnet Vild-Hussen. För 100 Rdr erbjöd sig nu Huss att utföra hela arbetet, sänka sjön och skaffa Indalsälven en ny fåra. Huss' plan var lika praktiskt ändamålsenlig som billig, varför den också genast antogs av bolaget. I stället för att med människokraft gräva genom den lättrasade sand- och lerplatån lät Huss vattnet från den lilla Sandviks eller Boängsbäcken göra detta (se fig. 6). För detta ändamål byggdes en 660 m. lång vattenränna av urhålkade stammar över platån ned mot södra sluttningen. Sedan fick det rinnande vattnet självt gräva ut en kanal genom sin erosion. Då Huss emellertid ansåg, att det gick alltför långsamt med den relativt svaga och jämna strömmen, byggdes en stor damm, i vilken vattnet samlades och sedan tömdes i ett slag, varvid den förökade kraften utförde ett storartat grävningsarbete och massor av material spolades ned i Lokängarna. Allt efter som sedan skärningen fortskred, flyttades dammen; »var sjette timma om wåren och en gång om dygnet om sommaren, då bäcken förde mindre watten, öppnades wanligen dammluckan, hvilket två man, hvarje dygn i tur hållna af bolagsmännen, werkställde».

Huss' arbete med åsens genomgrävande gjorde emellertid de nedanför boende byamännen högst betänksamma och fientliga mot hela sjösänkningsföretaget. Allt gjordes också från deras sida att få det att avstanna; attentat förövades mot vattenrännan under mörka nätter, och byamännen ingingo till landshövdingeämbetet med begäran att få arbetet vid vite förbjudet. Ingenting förmådde dock hejda Huss, utan han fördubblade endast sina ansträngningar till den grad, att redan på våren 1795 hela åsen var genomgrävd. Genom att sjön detta år ägde ett ovanligt lågt vattenstånd, fylldes dock ej kanalen, och någon tappning skedde ej.

Tidigt på våren 1796 började Huss ytterligare fördjupa kanalen genom att två gånger dagligen tappa ur Boängsbäckens damm. Och den 30 maj började vattnet sippra in i graven. Vårfloden steg nu dag för dag, och HUSS vidgade ständigt kanalen. Så inträdde den 6 juni, »klar och solbelyst». »I den öppnade grafwen strömmade redan wattnet till en mängd tillräcklig att drifwa ett sågverk.» Ännu vid middagstiden låg dock sjön lika spegelblank och stor som förut. Framemot kvällen byttes vakterna vid dammluckorna, ty den försiktige Anders Persson i Gisselgård insåg nu, att en katastrof var nära förestående. Vattnet hade nämligen fyllt kanalen allt mer och med stor kraft och ständigt ökad hastighet grävt sig en bana fram genom Lokängsdälden. När strömmen till slut nått Indalsälven och fritt kunde rinna fram, fanns intet hinder tillräckligt starkt för att hejda dess lopp. Allt större vattenmassor välvde därför in i

den breda kanalen, träd och stora markpartier rycktes bort från sina fästen och drogos med. Strömmen ökade för varje ögonblick, vattenmassan steg och fallhöjden förstorades, så att tryck och virvlar nådde en ohejdbar styrka, tills slutligen hela den av vårfloden överfulla Ragundasjön kvällde ut i överväldigande våldsamhet. Den sprängde varje föremål i sin väg, sög in i sitt stormande fall föremål i närheten samt fyllde och sopade rent hela den forna flodfåran från lösa avlagringar för att sedan som en mäktig flodvåg vältra sig vidare utför Indalen. Dånet från fallet hördes på tvenne mils avstånd. Storforsen tystnade och blev död. På mindre än tvenne timmar var hela Ragundasjön urtappad och Indalsälvens nya bana öppnad.

Om själva tappningen genom åsen och över Lokängarna skedde med en katastrofartad våldsamhet, så försiggick händelsen betydligt lugnare och utan stort buller uppe i sjön. När Anders Persson med sin båt kommit upp till närheten av Prästgårdsberget, märkte han nämligen, »att den förut så spaka sjön blef till den grad strid, att han med möda kunde få båten framåt». Vattnet fortsatte sedan att sjunka med så stor hastighet, att såväl Anders Persson som ett par andra män, som voro ute och rodde, plötsligt märkte att deras båtar voro grundstötta och kvarblivna på land, medan vattenytan allt mer och mer drog sig tillbaka och föll fot för fot. Den torrlagda marken bestod av en mjuk, dyig »lermörja», uti vilken man varken kunde komma fram eller bakåt, så att roddarna måste arbeta hela natten för att komma upp till den blott ett stenkast avlägsna stranden.

Våldsamheten och storheten i Ragundasjöns tappning under natten till den 7 juni 1796 var någonting alldeles oförenligt med Storforsbolagets planer. I stället för att blott sänka sjön ett par alnar och åstadkomma en mindre och för flottning passande ränna, uttappades hela sjön och en helt ny älvfåra uppkom. Visserligen hade förut borrningar utförts i Lokängen, som givit vid handen, att något fast berg ej anstod på 20 alnars djup, men ingen hade dock drömt om att hela sjön skulle gå ut på ett par timmar och bergbotten först anträffas 60 m. under åsens krön.

Det var också en öde syn och en förstörelsens anblick, som mötte Ragundaborna på morgonen den 7 juni. Sjön var borta, och i dess ställe utbredde sig den svarta, sörjiga bottnen, i vars gölar och hålor fisken sprattlade. All samfärdsel mellan stränderna var avstängd, och snart spreds av dyn och den ruttna fisken en sådan stank, att det t. o. m. var svårt att vistas i den forna sjöns närhet. Oron över vad som tilldragit sig i älvdalen nedanför sjön grep också bolagets män, och de väntade en kostsam ersättning för all den skada deras företag orsakat.

Stor förödelse och förfäran hade också tappningsfloden åstadkommit nere i Indalen; stränderna blevo översvämmade och söndereroderade, hus och hela sågar samt kvarnar bortspolade, väldiga bråtar och dammar av lösbrutet timmer svämmades upp, öar bortrycktes och andra bildades; hela flodloppet fick med andra ord ett nytt utseende och i detalj en ny bana. »Allt hvad lefwande i elfwen fanns förgjordes. Dödade laxar upphemtades sedan i skogen och öfwerst på ängarna, och sönderrifna stycken af dem sågos hängande uppe i tallqwistarne» berättas i Inrikes-Tidningen av den 5 juli samma år.

Angående de omedelbart efter själva tappningen inträffade händelserna ovanför Storforsen kan omtalas, att sedan vattnet sjunkit undan från de grunda bottnarna och

Foto. förf. 1912.

Fig. 20.
Den vid tappningskatastrofen 1796 frilagda dalfåran ovanför nuvarande järnvägsbron.

Foto. förf. 1912.

Fig. 21.
Den vid tappningskatastrofen 1796 frilagda dalfåran nedanför nuvarande järnvägsbron.

koncentrerats i en älvfåra, denna med väldig hastighet skar sig ned i det lösa sjösedimentet. Redan samma natt som tappningen skedde, nådde utskärningen Prästbergsudden, där svåra hinder dock orsakade ett uppehåll i erosionen, så att ett vattenfall bildades, vilket varade i en och en halv vecka. »Sedan det hårda jordlager, som bildat fallets vägg sönderbrutits, fortsatte skärningen uppåt . . . till dess fallet nådde Hammarforsens klippor, där det stannade för alltid.»

Egendomligt nog synes intet människoliv gått förlorat under själva katastrofen. Under de efter tappningen ofta inträdda stora rasen i den nya älvfårans brinkar omkommo däremot en hel del personer särskilt från Kånkbacks och Näsets byar.

Den fördel och vinst Ragunda sockenbor erhöllo av tappningen var ej nämnvärt stor. Visserligen undgingo de den farliga Storforsen och erhöllo i stället en stor, bred ny älvfåra, där timmer kunde flottas och laxen gå upp, och visserligen blottades stora bördiga sjöbottnar, men då innehavarna till de små ägolotterna ofta bo miltals bort, hava de icke till närmelsevis kunnat utnyttja dessa; sällan sättes en plog i marken, och aldrig brukas den rationellt utan användes mest till gräsväxt, som suger ut jorden. Därtill har som sagt långa och dyrbara processer om ägogränsen, vattenrätt m. m. blivit en följd av tappningen, liksom också Storforsbolaget till de lidande byamännen nere i älvdalen fingo betala den ganska kännbara »Storforsgälden» på 2 000 Rdr.

Vad till slut själva upphovsmannen till katastrofen, Vild-Hussen, beträffar så gå om honom olika sägner, vilka samtliga äga något av den dramatiska spänning, som ligger över alla händelserna i »Gedungsen eller Ragundasjöns utgräfning».

Ovanstående sammanfattning av Englunds beskrivning av den stora katastrofen 1796 utgör den mest tillförlitliga framställningen av de händelser, som ej nu kunna verifieras eller uppdagas med direkta fakta. Med stöd av denna berättelse och de morfologiska fenomen, vilka i form av terrasser, utskärningar, erosionsrännor o. s. v. finnas kvar såsom märken efter katastrofen, skola vi nu söka skildra tappningen och de därmed sammanhängande händelserna på ett mer ingående och vetenskapligt sätt.

Själva genombrottet skedde som sagt på ett par timmar och om detta kunna vi icke erhålla några ytterligare upplysningar utöver Englunds, då hela den gamla älvfåran ligger alldeles utspolad (fig. 20, 21). Vad som nu återstår av lerplatån och Lokängarna framgår av fig. 6. Anmärkas bör, att tappningsströmmens erosion höll sig så helt till den gamla preglaciala dalfåran, att omkringliggande sand- och moränmarker nu bilda obrutna stup ned mot älven. Några böjningar eller förändringar av flodens lopp ägde tydligen ej rum utan utgrävningen skedde i en fåra.

Den fortsatta erosionen inom själva Ragundasjöns område försiggick i rak fortsättning till det N—S:liga genombrottet, varför den således kom att gå mitt igenom Sandviken och vidare mot N på östra sidan om Lienön. Det är här av största vikt att framhålla, hurusom sjöns vattenmassa på ett par timmar sjönk undan och drog sig bort från de grunda bottnarna, blottande dem *utan att utöva någon nämnvärd erosion.* Den erosion, som skedde, verkställdes av det tillbakaryckande vattenfallet och endast inom dess relativt begränsade verksamhetsområden samt av biflödena inom deras arbetsfält. Detta överensstämmer fullständigt med tappningen av Arpojaure (*4*), där förändringarna inom sjön endast be-

stodo i vattenytans sänkning och förut vattenbetäckta områdens torrläggning utan någon som helst förändring av deras form. Endast det material, som låg i tappningsrännan eller i dess omedelbara fortsättning blev borteroderat; så snart man kommer det minsta på sidan om denna, ligger däremot sjötopografien ännu orörd.

Som jag i föregående kap. framhållit, var sjön antagligen djupare väster om Lienön, där strömdraget gick fram, än öster om densamma. Trots detta fortsatte dock tappningsfallet i rak fortsättning från genombrottet samt utrensade den härvarande stora preglaciala, kanjonlika dalen (jfr 2) under det att sjöområdet väster om Lienön skonades och nu framträder i sin orörda lakustrala konfiguration.

Norr om Lienön slutar den trånga och av branta bergstup begränsade kanjonlika delen av dalfåran. Fast berg går emellertid fortfarande i dagen på östra älvsidan men på den västra anstår endast lösa avlagringar. Här anträffas också de första sidoravinerna. Dessa bildningar komma senare att mer utförligt behandlas; anmärkas bör emellertid redan här, att deras första anläggande och antagligen även en stor del av deras utbildande torde skett under eller omedelbart efter älvfårans första uteroderande, då marken ännu var lös och därför utglidningar och ras lätt inträffade. Detta gäller särskilt om de fyra stora flacka och grunda depressionerna NV om Lienön, vilka bildats genom direkt utglidning och avslintning av lösa och fuktiga ler- och mjälapartier.

Huru det av älvfåran nu upptagna partiet av norra Singåområdet och Halåområdet var beskaffat före tappningen, är ej bekant, varför erosionens storlek och gång här ej kan fastställas. Eftersom bergdalen här är ganska bred är det dock antagligt, att erosionen lätt kunde utbreda sig åt sidorna och även med stor snabbhet arbeta sig ned i det fina prelakustrala och lakustrala sedimentet, tills slutligen den stora slingrande rullstensåsen nåddes. Denna utövade med sina skilda centra ett ej obetydligt hinder, och bestämde även den fortsatta utformningen av det nya älvloppet (se nästa kap.).

Den oregelbundna och gropiga terrängen på östra älvsidan, söder om Halåområdets stora, jämna bottenplan bildades antagligen också nu under fallets tillbakaryckande. Dess höjdläge (mellan — 12 och — 13 m.) och dess kuperade yta är oförenligt med ett genom utfyllning bildat bottenplan, och dess begränsningsbrant upp mot Halåplanet kan ej vara någon avlastningsbrant utan måste på grund av sin form hava uppkommit genom erosion. Området nedanför (söder om) denna brant skulle således vara en stor erosionsterrass, markerande ett tidigt läge av den eroderande strömmen. Detta är också mycket antagligt, eftersom den ligger i rak fortsättning till den raka erosionsfåran nedanför. Tappningsfallet torde nämligen inom Halåområdet hava arbetat sig tillbaka mot NNV, tills den tillflytande vattenmassan från V tog överhand och bröt in erosionen åt detta håll, så att älvfåran här kom att göra en krök i överensstämmelse med sjöns huvudriktning.

Som förut framhållits, avsmalnar såväl sjöområdet som hela bergdalen väster om Halåområdet för att med en relativt trång passage framgå mellan Näsberget i S och Vågsbergen i N. Strax nedanför gården Träfoten övertvärar rullstensåsen dalen, varför älven här nu bildar ett stritt vatten, benämnt Krokforsen. Enligt utsago av traktens befolkning skulle tappningsfallet här hejdats en stund, vilket också är sannolikt, emedan det storsteniga rullstensgruset måste utövat ett betydligt större hinder för erosionen än den lösa, fina mjälan och leran ovanför och nedanför åsen. Hur länge fallet stod här

är emellertid ej känt; någon längre tid torde det emellertid ej hava varit, om också ENGLUNDS uppgift att erosionen hann ända upp till Prästberget samma natt tappningen skedde, ej får antagas som riktig, då det förutsätter en alldeles enorm erosionshastighet och transport. Allt det material, som låg i flodfårans väg, kunde ej heller forslas bort genom den relativt trånga dalen vid nuvarande järnvägsbron på en så kort tid utan måste stagnation och hinder uppstått genom hopsvämningar. Om man således har all anledning att förlänga tiden för fallets tillbakaryckande till en eller ett par dagar, har dock den nya älvfårans utbildande gått synnerligen snabbt och utgör antagligen en av de största och hastigaste erosionsprocesser, som i historisk tid ägt rum i vårt land.

Ovanför Krokforsen framgår rullstensåsen först på norra älvstranden, så att den största erosionen ägt rum på den oskyddade södra stranden. Sedan övergår åsen till södra sidan, varför en fullständig renspolning av bergväggen skedde på den motsatta norra. Ovanför de båda åcentra äro sluttningarna ned från de kvarliggande listerna av strandplanet uppdelade i avsatser och mindre terrasser, vilka emellertid ej kunna följas några längre sträckor eller ordna sig i regelbundna serier. Nedanför Vågberget ligger dock en bred, stor erosionsterrass, vilken sänker sig från — 22 m. i V till — 30 m. i Ö. Med sin olika höjd, bredd och längd visa de små terrasserna hur erosionen verkat oregelbundet, skärande än här än där, buktande över dalen från den ena sidan till den andra och på så sätt i sicksack sänkande sig ned tills den på — 22 m. koncentrerade sig på norra sidan och här bildade den stora terrassen. — Sedan tappningsfallet ytterligare sänkt flodfåran och dragit sig längre upp, mötte det vid Prästbergsudden den här övertvärande rullstensåsen, som hejdade fallet och kom det att stå stilla en och en halv vecka (enligt ENGLUNDS uppgift).

Genom fallets stillastående uppdämdes vattnet ovanför till en liten sjö eller ett brett älvflöde med fallets stuphuvud som lokal erosionsbas. *Under tappningsfallets uppehåll vid Prästbergsudden bildades den terrass, som på — 16,0 till — 20,5 meters nivå utbreder sig nedanför strand- och bottenplanen vid Hammarstrand och Vikbäcken.* Siffran 20,5 angiver det ungefärliga måttet på Prästbergsfallets krön. Dess höjd kan däremot icke nu exakt fastställas, men antagligen var den rätt betydande, då så väl tradition som ENGLUNDS berättelse framställer fallets uppehåll vid Prästberget som ett av de mest anmärkningsvärda händelserna under hela erosionsprocessen. Nu framrinner älven vid Prästberget på — 32 meters nivå; så djupt hade naturligtvis ej erosionen nått vid tiden för fallets uppehåll, men dess höjd får nog uppskattas till 8—10 m.

Läget av Hammarstrands- och Vikbäcksterrasserna visar, att under Prästbergsfallets tid Hammarforsen började bildas, ty dess fallhuvud ligger på — 17 m. Den förstnämnda terrassen börjar också nedanför Hammarforsens klippor och sträcker sig med avbrott vid Barksanden till omkring 150 m. bortom Vikbäckens nedre lopp. Längre österut finnes ingen avsats och intet plan, som korresponderar med denna terrass, varför man således kan fastställa, att Prästbergsfallet sträckte sig från ovannämnda punkt snett över älven, där de båda små rullstensholmarna nu ligga, och vidare upp mot bergsidan på nordöstra stranden.

Såsom uppkomna genom fluvial erosion luta terrasserna i strömmens riktning, d. v. s. i sin längdutsträckning, men äro däremot relativt plana på bredden, vilket helt skiljer dem från strandplanen, som ju sänka sig utåt från strandlinjen men äro horisontella i längdutsträckningen. Terrassernas yta är i allmänhet jämn utom vid Hammarstrand, där en grund erosionsränna framgår vid basen av begränsningsbranten upp mot strandplanet. Denna brant är väl markerad och invid gamla landsvägen sönderskuren av ett par runda, amfiteaterlika depressioner, vilka tangera varandra, endast lämnande en låg vall samt en liten kon-formig kulle mellan sig. Dessa depressioner stå ej i samband med någon källåder eller bäck och hava ej bildats genom erosion av rinnande vatten utan genom direkt utglidning eller utsilning av det lösa materialet. Då det saknas raskäglor utanför deras mynningar, måste depressionerna hava bildats i samband med terrassen, då vattnet ännu täckte denna och strömmen efter hand kunde bortföra det nedrasade materialet.

Två alldeles likartade depressioner ligga i Barksanden, strax invid landsvägen. Med sin ovala eller nästan alldeles runda form och hopträngda, djupa mynningar hava dessa raviner ej heller bildats genom det rinnande vattnets erosion utan därigenom, att sanden silat eller runnit ut. Någon terrass finnes som sagt ej nedanför Barksanden, men då de båda depressionsmynningarna ligga på alldeles samma nivå som de föregående, är det högst sannolikt, att de också bildats vid tiden för tappningsfallets uppehåll vid Prästberget. — På norra sidan av den första ravinens mynning och mellan denna och den vidliggande finnes nu små lister kvar av tappningsterrassen på — 19,8 m:s nivå. Antagligt är, att dessa rester en gång sammanhängt med terrassen vid Hammarstrand och att denna varit betydligt bredare men under årens lopp blivit förminskad genom älvens erosion, vilken på hela den västra älvstranden nu är mycket stor. Söder om ravinerna utbreder sig tappningsterrassen med en 50—170 m. bred yta. Denna begränsas mot älven av en brant erosionsbrink, mot det ovanliggande gamla strandplanet däremot av en mer långsluttande och ytterst sönderskuren sluttning. Då de flesta av de härvarande ravinerna, utglidningssänkorna och de andra depressionerna sluta blint på terrassen utan fortsättning över denna och utan ackumulationskoner vid mynningarna, måste de i likhet med de förut behandlade hava utformats i samband med terrassen och nått sin slutgiltiga form redan innan genombrottet vid Prästberget skett och vattenytan sänktes av det vidare tillbakaryckande fallet.

Vad den norra och östra stranden inom Hammarstrandsområdet beträffar, finnes här icke någon terrass, samhörig med Prästbergsfallet, utan hela sluttningen bildar — med undantag för ett par små oregelbundna avsatser — ett sammanhängande stup ned från den smala remsa av strandplanet, som nu ligger kvar utanför sjöns högsta strandlinje.

När fallet efter en och en halv veckas uppehåll vid Prästbergsudden genombrutit rullstensåsen, eroderade det sig tillbaka med stor snabbhet tills berggrunden vid Hammarstrand nåddes, Hammarforsen (fig. 22) bildades och all vidare reträtt slutade.

Det djupaste partiet av bergdalen framgår som förut nämnts öster om forsen och är skilt från den nuvarande älvfåran endast av ett smalt landområde (se fig. 14 IV o. V), som 600 m. norr om bron når blott 100 m:s bredd. Om älvens erosion här får fortsätta ostört med samma hastighet som nu, är den tid antagligen ej långt avlägsen, då

ett genombrott sker och älven tager sig en ny fåra, Hammarforsen torrlägges och fallet äter sig tillbaka längre norrut. Orsaken till att strömmen tog vägen över Hammarforsen var, att djupet i sjön här var störst, under det dalens huvudfåra, som förut visats, var alldeles igenfylld och skild från sjön av Bredteg. — Den endast av löst, fint sediment fyllda djuprännan gav sig emellertid tillkänna genom att den största ravinen inom hela Ragundaområdet här kom till utbildning (se kap. IV C).

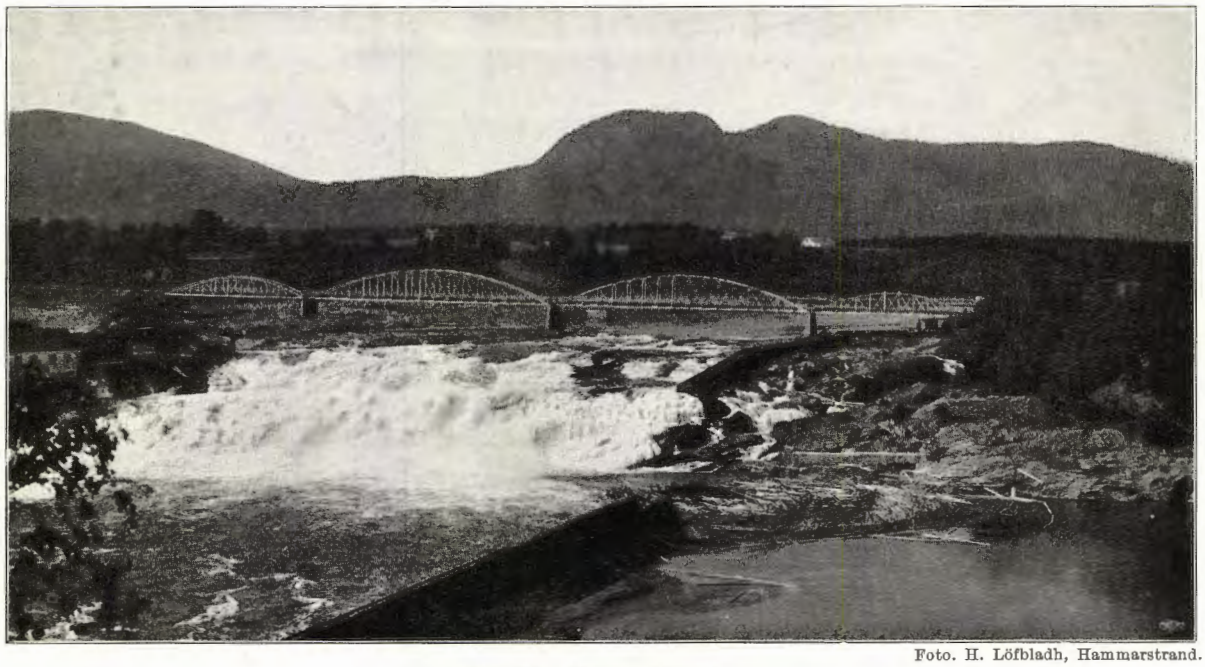


Foto. H. Löfbladh, Hammarstrand.

Fig. 22. *Hammarforsen.*

Tappningsflodens erosion inom området ovanför Hammarforsen erhöll i detta falls stuphuvud en lokal erosionsbas vid — 17 m., som hindrade älven att sänka sin yta under denna nivå. — Då det varken finnes någon skildring över katastrofens verkningar inom området ovanför Hammarforsen eller tydliga erosionsterrasser och andra spår i topografien, ej heller kartor från tiden närmast efter 1796, kan det ej avgöras, vad som här skedde i omedelbart samband med tappningen och vad som senare utformats. På grund härav skildras flodloppets härvarande utveckling alltifrån 1796 till nuvarande tid i ett sammanhang i nästa kapitel.

B. Indalsälvens delta i Kringelfjärden.

Redan vid skildringen av katastrofen inom Ragundaområdet omnämndes, att tappningsfloden åstadkom stor skada och betydande förändringar i Indalsälvens hela fåra ända från Storforsen ned till Kringelfjärden. Möjligen skulle man genom ett noggrant genomgående av alla de protokoll över taxeringar, inspektioner m. m., som utfördes med anledning av katastrofen, samt genom att sammanställa alla befintliga lantmäterikartor över Indalens nedre lopp kunna nå en ganska säker kännedom om vad som skedde under tappningsflodens framfart. Detta ytterst besvärliga och tidsödande arbete torde emellertid ej giva något särskilt stort utbyte. Förstörelsen av de kvarnar, hus, skogspartier och gärden, som tappningsfloden åstadkom tillika med de uppgrundningar, som blevo en följd av det myckna materialets strandande och våldsamma anhopning, hava nämligen ej något större intresse ur geomorfologisk synpunkt, så länge händelsen ännu står isolerad som en exceptionell och enastående tilldragelse. Om man däremot ämnar underkasta nedre partiet av Indalsälven en systematisk undersökning, måste naturligtvis katastrofhändelserna ingå som ett ytterst viktigt led i undersökningarna.

Ett av de intressantaste partierna av nedre Indalen är emellertid älvens delta i Kringelfjärden. De förändringar, som detta undergick till följd av Ragundakatastrofen, äro även i och för sig betydelsefulla, emedan de utgöra liksom ett slutfacit på vad tappningen åstadkommit. Hit nådde den väldiga flodvågen, och här avlastades huvudparten av det material, den medförde. Då därtill deltats hela geologiska historia liksom dess geomorfologiska utbildning som sagt äger stort allmänt intresse, få katastrofhändelserna ytterligare värde därigenom, att de bilda det utan gensägelse viktigaste ledet i deltautveckling under de sista århundradena. — Då jag nu här går att lämna en översikt av Ragundakatastrofens verkningar inom deltat, vill jag uttryckligen betona de hittills gjorda undersökningarnas ofullständighet, och att de resultat jag här kommer att framlägga, därför endast äga preliminär natur; om tillfälle erbjudes, hoppas jag att senare kunna fullfölja undersökningarna.

I min uppsats om *Hufvuddragen af nedre Indalens morfologi* (2) har jag fäst uppmärksamheten på den egendomligheten, att Indalsälven alldeles invid sin mynning bildar en fors, Bergforsen, samt att älven här gör en alldeles omotiverad krök mot N för att därefter böja tvärt av mot S, under det att själva bergdalen fortsätter sin föregående V—O:liga riktning. Orsaken härtill anser jag ligga däri, att älven spårat ut från sin djupaste fåra, vilken sannolikt böjer av vid Svedje och mynnar ut vid Vivsta, och således kommit helt på avvägar, rinnande i en bana, som icke ursprungligen tillkommit densamma. Sålunda tillhör den vik eller det breda dalföre, i vilket älven nu uppbygger sitt delta, antagligen mer Mjällåns dalgång än Indalens.

Älvens igenfyllning av sin djupaste fåra, omböjningen mot N och därpå mot S, samt utbildningen av de högre liggande partierna av deltat äro ännu icke undersökta och vidkomma icke heller denna avhandling. — För kännedomen om deltats utveckling under de

sista århundradena är en lantmäterikarta i skalan 1 : 8000 av C. CALWAGEN från 1774, omfattande största delen av deltat med undantag av östra utloppsarmen, det viktigaste dokumentet (tavl. 4 A). C. CALWAGENS namn är en borgen för kartans riktighet, ty alla de arbeten, denne lantmätare utfört inom Ragundaområdet, har jag kunnat konstatera vara synnerligen tillförlitliga och detaljerat gjorda. — Kartan av år 1774 har jag sedan på tavl. 4 A kompletterat med tvenne andra lantmäterikartor i 1 : 8000, den ena från 1765 omfattande hela västra stranden av Lövuddsrännan med Färjholmen samt huvudfåran ovanför denna, den andra från 1763 omfattande den sydöstra delen av deltat, den s. k. Västanbäcksrännan. Den sistnämnda är upprättad av C. CALWAGEN, den andra av ENAGIUS, vilken tydligen också gjort ett mycket noggrant arbete, ty dels överensstämmer hans karta fullständigt med C. CALWAGENS inom det gemensamma området och dels har jag kunnat konstatera riktigheten av den återstående delen, som omfattar hela Indalsälvens fåra upp till Bergforsen, genom konnektion med den nuvarande topografien. Vad som fattas på kartorna av deltat är norra delen och mittelpartiet av östra utloppsarmen.

Den bild, som denna kompletterade karta lämnar av Indalsälvens delta från omkring 21 år före Ragundakatastrofen 1796, visar, att Indalsälven i sin mynning var delad i två grenar skilda åt av en hel del uppgrundningsöar. Av dessa var Skeppsholmen störst och skild från de båda andra större öarna, Gubbholmen och Storholmen, av endast smala och antagligen mycket grunda armar. Öster om dessa holmar fanns en hop mindre, av vilka särskilt kan omnämnas den, på vilken låg ett bäverhus, vilket sedan gav namnet åt den långa ö, som kallas Bäverhusholmen. Hur den östra utloppsarmen såg ut, är tyvärr ej känt. Längst åt SO låg emellertid tätt utmed land en rad holmar, som visa, att utloppet här var mycket uppgrundat. Högst sannolikt är därför, att det även i mittelpartiet av älvfåran fanns mindre öar och holmar.

Den västra utloppsarmen, Lövuddsrännan, var däremot alldeles öppen. Stranden bildade en obruten svagt böjd linje från Färjholmen ned till Lövudden, där den böjde av och bildade en vik eller bukt, i vilken lågo tre sjöbodar och en betydande lastageplats. Djupet kan således här ej varit alltför obetydligt.

Den nästa kartan över deltat är från 1824 och omfattar i skalan 1 : 4000 nedre partiet av östra utloppsarmen, eller just det som fattas på de föregående. På grund härav är det icke möjligt att fastställa den utveckling, som här ägt rum. Av största vikt är däremot att observera, att 1824 års deltautbildning visar hela östra utloppsarmen fylld av öar och holmar samt att den endast i oväsentlig grad skiljer sig från den topografi, som angives på en karta från 1861 (tavl. 4 A), och därmed också blott föga från den nuvarande (tavl. 4 C). Som framgår av tavl. 4 A, på vilken de viktigaste förändringarna mellan 1824 och 1861 äro inritade med en streckad linje, hava endast de större holmarna tillvuxit mot S samt Elgsand tillkommit. Skillnaden mellan denna topografi och den nuvarande är nästan ännu mindre. Sandholmen har endast blivit obetydligt större, den lilla Boholmen utvecklats ur en föregående liten ö och Elgsand förskjutits mot V (genom uppmuddring?) samt påbyggts något i N och S.

Den östra utloppsarmen synes således redan 1824 hava varit så utfylld och tilltäppt av deltasediment, att den ej vidare tjänade som bana för större vatten-

massor och materialkvantiteter. Den superakvatiska delen av deltat kan med andra ord sägas vara i det närmaste färdigbildad här i sin nuvarande form redan för omkring 90 år sedan. Den subakvatiska delen kunna vi däremot ej för närvarande yttra oss om, då ännu ej undersökningarna givit några upplysningar om dess utveckling.

Från år 1855 finnes en karta av PILO i skalan 1 : 4000 omfattande hela Lövuddsrännan och södra mittelpartiet av deltat. Den överensstämmer nästan i detalj med S. BERGS från år 1867 i skalan 1 : 16000 över hela deltat, och vi kunna därför direkt övergå till denna (tavl. 4 B). Vid jämförelse mellan BERGS karta och 1774 års faller genast i ögonen den ofantliga utveckling, den västra delen av deltat genomgått under de mellanliggande 93 åren. I stället för i den öppna Lövuddsrännan framrinner nu vattnet i en trång oregelbunden passage mellan en hel arkipelag av öar och holmar. Hela bukten nedanför Lövudden är vidare utfylld, så att den föregående lastageplatsen med sina sjöbodar ligger på torra land, och den stora, vida bukten mellan dessa och Storholmen är så uppgrundad av öar, att det blott framgår ett par trånga rännor mellan dem. Den föregående Storholmen har vidare sammanvuxit med Gubbholmen och denna med Skeppsholmen, så att en enda stor ö bildats. I stället har tillkommit ett nytt Storgrund och alla de nya Sågholmarna. Ett helt nytt landområde kan sägas hava bildats uti innersta delen av Kringelfjärden, och hela det superakvatiska Indalsälvsdeltat från 1774 har nästan fördubblats till storlek och omfång.

Den utveckling, som ägt rum mellan 1867 eller rättare 1855 och nuvarande tid, är i förhållande till den föregående anmärkningsvärt liten. De förändringar, som försiggått i Lövuddsrännan sedan 1867 bero nämligen till allra största delen på de uppmuddringsarbeten, dammbyggnader och igenfyllningar, som verkställts åren efter 1867.

Utom dessa med konst gjorda förändringar inom deltat har dess superakvatiska del, som sagt, ej genomgått någon betydande utveckling under de sista 59 åren. En del holmar, som år 1855 voro skilda åt genom smala och grunda strömarmar, hava blott sammanslutits och bildat större öar t. ex. Såggrundet, Bogrundet och Elgsand. Ovisst är, om Smackgrundet och Laxgrundet tillkommit efter 1867, ty varken PILOS eller BERGS kartor sträcka sig så långt emot S.

Den ofantliga skillnad, som vi sålunda sett föreligga mellan utvecklingen 1774—1855 och 1855—1913 kan omöjligt bero på den första tidsintervallens 23 års större längd, särskilt som vi sett, huru små förändringar, som ägt rum under betydligt längre tid under de senare decennierna såväl inom östra som västra delen av deltat. Då vidare de klimatologiska förhållandena sedan 1774 ej ändrats, så att de kunnat vara orsaken till den olika utvecklingsgraden, måste denna sökas i någon exceptionell tilldragelse under decennierna närmast efter 1774. Utan vidare bevis torde man därför med största grad av sannolikhet kunna påstå, att det är Ragundasjöns tappningskatastrof, som orsakat den stora skillnaden i utveckling under de båda nämnda tidsskedena och att således denna händelse *varit upphovet till den allra största delen av uppgrundningarna och öbildningarna mellan 1774 och 1855.*

Att en stor deltautveckling skulle bliva resultatet av tappningen, kunde man ju också vänta sig, då en väldig vattenmängd på en gång kom att störta fram i älven. Allt det vatten, som med den första flodvågen och även långt sedan under mer normalt vattenstånd kom ned

till mynningen, måste hava medfört ofantliga massor löst material, transporterat såväl svävande som rullande utefter bottnen. ENGLUND berättar också (*14*) enligt protokoll över taxeringar och enligt muntliga meddelanden om den »våldsamma framfart» tappningsfloden hade inom deltat. Befolkningen påstår även, att hela Såggrundet bildades under år 1796 på grund av uppsvämning kring ett nedflutet och »strandat» sågverk. Likaledes uppkom då hela Storgrundet, de flesta öarna av Bogrundet och de små holmarna i Lövuddsrännan. Förändringarna uti östra utloppsarmen kunna som förut nämnts icke exakt fastställas, men man torde dock kunna säga, att denna arm ej på långt när genomgick en så genomgripande förändring som den andra. Detta leder oss till det antagandet, att Lövuddsrännan tjänade som bana för den största vattenmassan och det mesta sedimentet under och efter katastrofen. Den västra rännan var också, som nämnts, före 1796 den öppnaste och bredaste och den som således erbjöd den lämpligaste banan för strömmen.

Beträffande kartan över det nuvarande stadiet (tavl. 4 C) bör först nämnas, att den utgör en kopia av den lantmäterikarta i skalan 1 : 8000, som Indalsälvens flottningsbolag lät upprätta 1903 i och för nybyggnaderna för timmerflottningen och som med stort tillmötesgående ställts till mitt förfogande av kapten A. LUNDSTRÖM. Lodningarna och ett par smärre ändringar i öarnas begränsningar utfördes av mig i jan. 1913; samtliga lodningar äro för tydlighetens skull utsatta på kartan.

I sin nuvarande utbildningsform äger deltat liksom redan 1774 tvenne huvudgrenar, vilka genom uppmuddring och strandskoningar hållas öppna och fria. Lövuddsrännan är den största och bredaste samt banan för huvudströmmen; den östra är mer uppgrundad och mindre i bruk. Över den förras bottenkonfiguration från Färjholmen ned till Lövudden har jag förut (*5*) publicerat en kopia av den ytterst detaljerade och noggranna karta, som flottningsbolaget låtit upprätta 1911. Denna visar, som jag förut beskrivit, att strömmen slingrar på bottnen i ett båglopp sammansatt av skilda djupbäcken, av vilka de största och djupaste ligga tryckta intill stranden, de mindre belägna mitt i älvfåran, här bildande »övergångar». Utan överensstämmelse i de nästan raka stränderna, visar strömmens båglopp exempel på den bottenkonfiguration, som i allmänhet förekommer uti »fasta», korrigerade flodbäddar. I samma avhandling hade jag också anledning att lämna en översikt av Lillåns utveckling från 1763 till 1911, för att visa, huru den först breda och blott obetydligt böjda strömrännan allt mer böjts och smalnat av till en typisk bågform med utpräglade djupbäcken vid de konvexa stränderna och »övergångar» på de mellanliggande sträckorna.

Nedanför Lövudden har jag icke kunnat utföra så många lodningar att någon tillfredsställande bild erhållits av älvbäddens bottenkonfiguration, utan lodningarna äro här liksom undersökningarna i sin helhet endast preliminära. Det största lodade djupet är 7 m. och beläget alldeles invid den stora östra pålarmen, något nedanför älvkröken vid dess landfäste. Beträffande själva mynningsområdet har jag redan i kap. II lämnat en kortfattad beskrivning till detaljkartan fig. 13. — Det landfasta deltaområdet vid Lövuddsrännan börjar först omkring 700 m. innanför deltats avlastningsbrant. Mellanliggande parti utgöres av ett nästan alldeles jämnt *ackumulationsplan ovanför 1-meters djupkurvan*. Detta subakvatiska deltaplan sträcker sig vidare fram på andra sidan av Löv-

uddsrännan, omger Smack- och Laxgrundet och utbreder sig med en stor vidd utanför den östra rännans mynning. »Grundkanten» eller deltats avlastningsbrant stupar brant ned från detta plan; den största lutningen anträffas vid Lövuddsrännans mynning, där den belöper sig till omkring 15—22°.

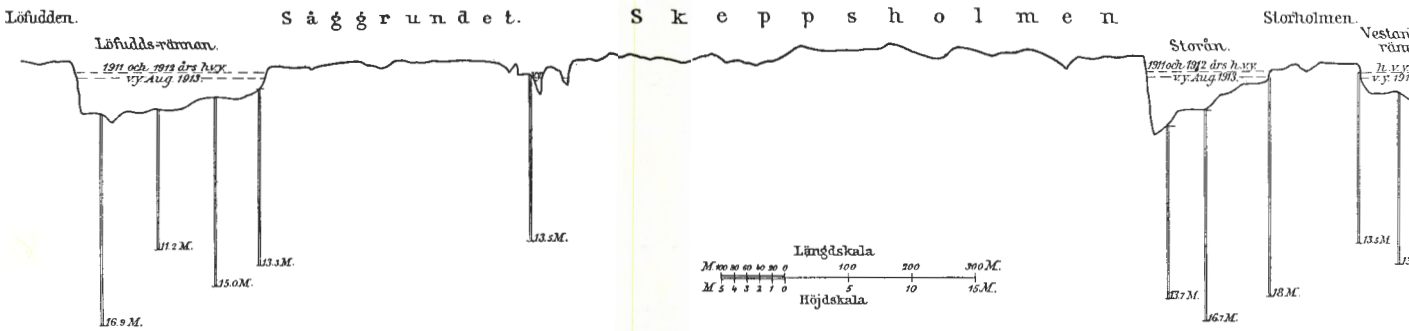


Fig. 23. *Profil med djupborrningar över Indalsälvens delta i Kringelfjärden* (enligt H. WACHTMEISTER).

Genom tillmötesgående av ing. H. WACHTMEISTER har vidare fig. 23 erhållits, visande en profil över deltat från Lövudden till Västanbäck (A—B på tavl. 4 C), med de borrresultat angivna, som verkställdes för ostkustbanans räkning. Borrningarna, som utfördes med $^3/_4$ »rundstål», sträckte sig i allmänhet till det djup, där 4 man med 40 stötar ej vidare förmådde sänka borret. Samtliga borrprov visade »fin sand, något finare mot botten». »Vid 4 à 6 m. anträffades ett eller två dm.-tjocka lager av blålera».

KAP. IV.

Ragundaområdets utveckling efter katastrofen 1796.

A. Indalsälven.

Sedan de vida, grunda bottnarna torrlagts vid själva uttappningen och vattnet koncentrerats i en fåra, vilken av det tillbakaryckande vattenfallet uteroderades och sänktes med stor snabbhet, tills Hammarforsens klippor blottades och erosionen hejdades, blevo förhållandena något lugnare. Om således själva den våldsamma katastrofen kan anses avslutad i och med Hammarforsens bildande och ovanför liggande dalpartis första erosion med detta falls tröskel som erosionsbas, fortsatte dock kraftiga och stora fluviala processer som direkta efterverkningar till katastrofen. Den mellan Storforsen och Hammarstrand liggande älven fick ju sin erosionsbas plötsligt sänkt med 35—37 m. (om man tager kanjonbotten som lokal erosionsbas för Ragundadalen) och det ovanför Hammarforsen liggande partiet med 10—11 m., varför det naturligtvis behöves och ännu fordras ett mycket stort arbete för utbildandet av den nya flodfåran. De geomorfologiska processerna fortsätta också ännu med stor intensitet. Detta är särskilt fallet ovanför Rävanäset, där det storsteniga rullstensgruset lägger betydande hinder i vägen för den fluviala utvecklingen. Nedanför Hammarforsen äro processerna något lugnare på grund av de goda erosionsmöjligheterna, som här varit rådande. Partiet mellan Krångedeforsarna och Rävanäset befinner sig också ännu i sitt allra första ungdomsstadium, under det älven nedanför Hammarforsen hunnit skapa sig ett mognare lopp. Vid Hammarforsen ligger därför gränsen mellan två skarpt skilda partier av älvloppet.

Hela Indalsälvens flodlopp inom Ragundaområdet är ett av de yngsta i vårt land och såsom exakt daterat till sin ålder över huvud taget ett av de märkligaste fluviala fenomenen, vi äga. En detaljerad geomorfologisk och hydrografisk undersökning av detsamma, som kunde giva en noggrann kännedom om utvecklingen under de gångna 117 åren och en exakt karakteristik av det nu uppnådda stadiet i den fluviala cykeln har emellertid ännu icke kunnat utföras, emedan Ragundaundersökningen — som redan i inledningen framhållits — till hela sin planläggning var rent geologisk med huvudintresset inriktat på sjöns historia fram till 1796. Med det iakttagelsematerial, som hitintills samlats, skola vi dock söka giva en översikt av älvens utveckling sedan tappningen och det nu uppnådda stadiets viktigaste egenskaper och former.

Vid skildringen av katastrofen framhölls, att den djupa dalfåran vid genombrottet liksom också det ovanför liggande kanjonlika partiet under själva uttappningen och tim-

marna omedelbart efteråt till största delen blevo uteroderade och renspolade från allt löst material, beroende på att strömmen här var våldsammast, dalsidorna branta och fåran smal. Efter 1796 torde därför detta område icke varit utsatt för några nämnvärda förändringar.

Ovanför Lienön upp till Hammarforsen skedde visserligen den ojämförligt största erosionen under tappningsfallets tillbakaryckande, liksom också huvuddragen av den nya älvfåran redan då utbildades, men sin nuvarande nivå och sitt nuvarande lopp i detalj har den först efter hand erhållit genom de processer, som ägt rum under hela tiden fram till året för kartans upprättande, och vilka skola fortsätta långsamt omdanande och utvecklande floden.

Foto. H. Löfbladh, Hammarstrand 1914.

Fig. 24. *Indalsälvens strand vid gamla landsvägsbrons västra fäste (under lågvatten).*

Den närmare utformningen av detta älvparti torde hava tillgått på följande sätt:

När tappningsfallet nått Hammarforsens klippor och den första, häftiga erosionen utskurit en fåra i de lösa, fina sjösedimenten, mötte strömmen under sitt fortsatta arbete en ansenlig massa rullstensgrus på västra sidan nedanför forsen. Detta lade stora hinder i vägen för erosionen, och ännu bildar gruset en skyddande bård till den förut omtalade tappningsterrassen. På den motsatta östra sidan har däremot en betydande utskärning skett, och en stor eda bildats av den kraftiga bakström med virvlar, som här gått upp från fallet. Erosionen skulle här ännu fortsätta och edan utvidgas, om ej en stor stenpir byggts upp för att hindra timret att flyta in i edans kretsström. Denna stenpir har emellertid också haft till följd, att strömmen pressats ned mot södra stranden vid gamla landsvägsbrons brofäste, där den nu utövar en kraftig erosion. Vanligtvis sker denna till största delen eller nästan uteslutande under högvatten, då strömmen flyter fram alldeles invid den genom ras och sättningar branta och kala älvbrinken. Vid lågvatten torrlägges nämligen en mer eller mindre bred strandremsa (fig. 24 och 25)

ofta beströdd med rullstenar, ditförda under högvatten från närliggande åsparti och tjänstgörande som ett erosionsskydd. På ställen, där något strandplan ej finnes, sker erosionen även under lågvatten t. ex. nedanför brofästet vid Barksanden (fig. 26) eller mellan de vidliggande ravinmynningarna. Här ter sig nämligen stranden som fig. 25 (nedre fig.), där högvattensgränsen endast utmärkes av en liten urholkning, i vilken ofta stockar stranda och bliva kvarliggande. Nedanför denna blir den tvärbranta brinken något mer sluttande, men tillskärpes åter vid lågvattensgränsen. Ofta igenrasar urholkningen efter högvattnet, så att högvattensgränsen då endast utmärkes av framstickande stockändar. Beträffande själva erosionsprocessen hänvisar jag till beskrivningen av Krokvågsområdet (s. 76).

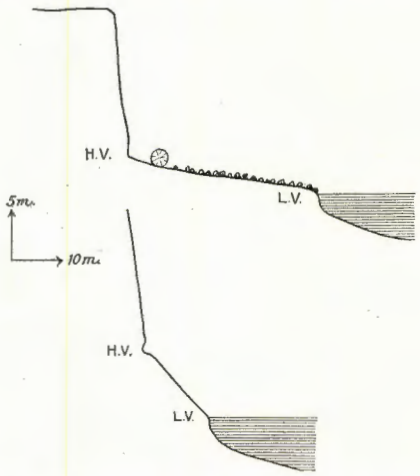


Fig. 25. *Tvärprofiler över Indalsälvens nuvarande stränder.* (Jfr. fig. 24 och 26.)

På östra sidan, nedanför gamla kyrkan, mötte älven under sin fortskridande djuperosion glacifluvialt material, anhopat som en åskörtel, något utanför dalens branta bergsluttning. På sidorna om åsen låg fint, lätteroderbart sediment, så att strömmen här utskar tvenne fåror, mellan vilka det glacifluviala materialet bildade ett grund eller en ö, som nu framstår som ett landfast näs. Då båda fårorna voro i bruk samtidigt, pågick en strid om vilken av dem, som skulle bliva banan för den största vattenmassan och till slut ensam rådande. Under den fortsatta djuperosionen mötte snart morän och fast berg i den östra grenen, under det erosionen ostört kunde fortsätta i den västra. På grund härav blev den förra allt mer övergiven och uppgrundad, under det den andra tillväxte, vidgades och fördjupades och nu är banan för hela strömmen. Ännu för 30 år sedan framflöt dock enligt meddelande en betydande ström i den östra rännan; nu finnes den blott kvar som en lång, smal och vid högvatten fylld vik eller kanal samt såsom några små nästan igenvuxna dammar.

Det utrensade, storsteniga och blockrika glacifluviala materialet på näset går i dagen endast vid dess norra spets, här bildande en hög, åsformig anhopning, vilken tjänstgjort som skydd mot strömmens erosion. Söder om denna sänker sig terrängen och övergår i fint material sålunda bildande, vad tyska hydroteknici kalla »skuggan» (Schatten) till erosionshindret. Denna utbildningsform återfinnes på flera ställen inom Ragunda och kan även betraktas som allmänt förekommande fenomen vid unga flodlopp. En anhopning av grovt material, stora stenar eller uppstickande berghällar tjänstgöra som ett värn mot strömmen, bryta den eller länka den åt sidan, så att bakomliggande område kommer i lä, hindras att borteroderas eller t. o. m. blir platsen för ackumulation. Ett exempel i smått på samma fenomen lämna de bestånd av Myricaria, som i stor mängd växa på de under högvatten översvämmade låga planen såväl ovanför som nedanför Hammarforsen. Vid lågvatten ligga nämligen bakom dessa buskar långa stråk av fint material, som ackumulerats i lä om dem, under det omkringliggande område alldeles renspolats från alla finare kornstorlekar (fig. 27). Nedanför näset ligga de båda förut omnämnda

Foto. C. C:zon Caldenius.

Fig. 26. *Älvytans erosionshak för högvatten vid profil 13, S om Barksanden.*

Foto. förf. 1912.

Fig. 27. *Ackumulationsvallar av sand i lä om Myricaria-stånd vid Ammeråns mynning.*

öarna med kärnor av rullstensgrus och utgöra rester av det åsparti, som bildade Prästbergsfallet. Ännu har älven icke fullständigt förmått genombryta detta, utan här finnes en strid ström, som vid högvatten nästan övergår till fors.

Efter att här ha övertvärat dalen framgår rullstensåsen en lång sträcka utmed södra dalsidan, där den nu bildar ett långt näs. Emedan det glacifluviala materialet ligger anhopat ett stycke utanför dalsidan, kom strömmen under den första tiden efter tappningen att dela sig och uterodera tvenne fåror, en genom den smala passagen på högra sidan och en i den betydligt bredare på vänstra sidan. Den senare uteroderades snabbare på grund av det mindre motståndet i dess fåra. Nu återstår av den andra endast en grund sänka från Vikbäckens mynning österut. Sänkan övergår emellertid 200 m. längre nedåt i en betydligt djupare ränna, bestående av en serie långsträckta, 2—3 m. djupa dammar, skilda åt av låga ler- och mjälavallar. Vid högvatten stå dessa dammar i öppen kontakt med älven, varför således näset då fortfarande bildar en ö. När denna fåra övergavs såsom bana för en mer eller mindre stark ström, har jag icke erhållit säker kännedom om, men torde det icke hava varit tidigare än för c:a 30 år sedan. Näsets yta, som sänker sig från — 26,9 m. i V till — 28,1 m. i Ö, torde däremot blivit blottlagd mycket tidigt, vilket bland annat styrkes av att en här stående tallstubbe, huggen 1908, äger 76 årsringar.

På motsatta sidan ligger den förut omtalade erosionsterrassen, skonad för vidare förstörelse genom sitt skyddade läge i lä om Prästbergsudden. Omkring 1 200 m. nedanför denna udde övergår terrassen i ett typiskt näs, som skjuter fram, där det föregående slutar på andra sidan. Rullstensåsen övertvärar nämligen här för andra gången dalen för att sedan ett kort stycke framgå invid den norra dalsidan. Det glacifluviala materialet träder nu i dagen som skilda små höjdsträckningar, mellan vilka ligger en lång, smal damm, i sin västra del splittrad i tre grenar och åt öster fortsättande i en nästan helt uttorkad sänka, vilken genom ett par små vattensamlingar mynnar ut strax nedanför Krokforsen. Dammens yta ligger nu omkring 2 m. över medelvattenståndet, och den gamla sidofåra, som den representerar, torde övergivits ganska tidigt. Eftersom dalen här är smal, uteroderades den nya huvudfåran antagligen mycket snabbt, så att strömmen tidigt lokaliserades och koncentrerades i sin nuvarande bana. Denna är relativt fast, eftersom den sidan, invid vilken strömmen flyter, utgöres av storblockig morän och berghällar. Under den långa tid älven framflutit här, har den morfologiskt effektiva kraften, ur stånd till någon större lateral erosion, huvudsakligen utlösts i vertikal erosion. Älven äger också här ett rätt betydande djup (se sid. 69).

Vid Krokforsen övergår rullstensåsen från norra stranden åter till den södra, där den uppbygger ett långt näs, omkring vilket älven flyter i en svagt böjd båge med bred fåra (fig. 28). Det glacifluviala materialet bildar nu det skyddande översta partiet av näset samt träder sedan i dagen som en strandskoning strax söder om Halåns mynning. Liksom de föregående näsen äger även detta vid basen av dalsidan en rad dammar, sammanbundna och åt sidorna fortsättande i grunda sänkor, representerande en gammal, nu helt övergiven sidofåra.

Av en lantmäterikarta av år 1801 framgår, att älvstranden på vänstra sidan nedanför Halån då bildade en stor utbuktning, där viken eller edan nu ligger. Den högra

stranden finnes visserligen ej utritad på nämnda karta, men tydligt är, att älven ännu 1801 måste övertäckt största delen av det nuvarande näsets nedre del. Under denna tid framrann antagligen älvens huvudmassa i den högra, nu övergivna fåran. Allteftersom åsen vid Krokforsen blev genombruten, länkades emellertid strömmen av mot norr och utarbetade en fåra ovanför rullstensanhopningen, varvid älvens vänstra sida vid och nedanför Halåmynningen utsattes för stark erosion. Då materialet här till största delen utgjordes av fint fjord- och sjösediment, kunde såväl den laterala utvidgningen som den vertikala fördjupningen fortskrida snabbt; däremot blottades såväl morän som rullstensgrus efter hand uti den södra grenen. När denna blev helt övergiven, kan ej avgöras. — Så småningom framkom i den stora norra fåran det yttersta partiet av den ås,

Foto. förf. 1913.

Fig. 28. *Indalsälven nedanför Krokforsen.*

som följer Halådalen. Nu framträder denna som en lång utskjutande udde, kallad Martinsöret. Då denna är så låg, att den helt överflytes vid högvatten, har den icke tjänat till mycket skydd för nedanför liggande älvbrink, utan erosion har här fortgått med stor intensitet, tills en pålarm byggdes ut från stranden som ett effektivt skydd.

Nedanför denna erosionsbrant ligger det femte och sista näset, skjutande ned där det föregående slutar på motsatta älvsidan. Detta näs skiljer sig emellertid rätt väsentligt från det föregående, ty dels ligger det något högre över älvytan än dessa och dels saknas glacifluvialt material på dess övre sida, varför strömmen icke brutits i två grenar. På grund härav saknas dammar och sänkor vid basen av dalsidan, men däremot finnas längre ut på näset grunda erosionsfåror, som visa hur älven successivt sänkt sig ned under sin förskjutning åt V. Den längst ned belägna fåran är ännu vattenfylld och i bruk under högvatten. För närvarande torde icke någon nämnvärd erosion äga rum här, utan älven har inkommit i en relativt fast fåra.

I sammanfattning kan det efter tappningen 1796 utbildade flodloppet från Hammarforsen ned till Döda fallets karakteriseras på följande sätt. Erosionen har med bergkanjons botten vid Lienön som bas hunnit så djupt genom de fina fjord- och sjösedimenten att älvfåran på flera ställen blottats och nu begränsas av dalens fasta berggrund, morän och rullstensås, varför vidare erosion på dessa ställen i hög grad försvåras; älvfårans lopp, är således på dessa ställen relativt fastlagt. Det glacifluviala materialet, som ligger anhopat i dalens djupaste partier som en rullstensås, har genom sin stora massa och utsträckning varit den viktigaste faktorn vid älvloppets senare utveckling. Nu bildar rullstensgruset långa, låga landområden eller näs, mellan vilka älven buktar i oregelbundna krökar, eller också träder det i dagen endast på näsens övre spet-

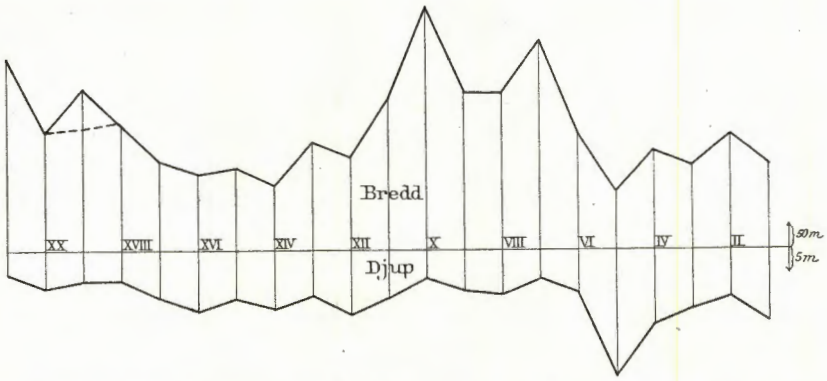


Fig. 29. *Djup- och breddkurvor över Indalsälven mellan Hammarforsen och järnvägsbron.*

sar som erosionsskydd för bakomliggande partier av fint material. Där de mitt emot näsen liggande älvstränderna utgöras av fast berg, morän eller annat svåreroderbart material, är älvfåran smal; på andra ställen, där finare, mer lätteroderat material bildar älvbrinken och strömmen flyter tätt intill denna, äger däremot en betydande lateral erosion fortfarande rum, så att älven här visar stora utvidgningar. På grund härav äger älven ett oregelbundet lopp med ömsom trånga passager med stritt vatten, ömsom breda med lugnare vatten.

För att i någon mån få en föreställning om älvbäddens konfiguration har jag upplodat älven på 18 ställen. Genom den betydande bredden och den ofta starka strömmen samt bristen på fullgoda redskap hava resultaten av dessa lodningar blivit endast approximativa och preliminära. På kartan äro utom mina lodningar även utsatta de av *Hydrografiska byrån* uppmätta båda profilerna närmast ovanför och nedanför järnvägsbron samt den vid Hammarstrand från gamla landsvägsbrons västra fäste tillika med de två, som upplodats av ingenjör E. Engström och C. C:zon Caldenius, den ena från Vikbäckens mynning till Prästberget och den andra från Kopparhällan till Remmarna. Samtliga siffror hänföra sig till ± 0 på pegeln vid järnvägsbron. Trots profilernas fåtal och ofullständiga upplodning giva lodningarna dock en översikt av djupförhållandena samt visa tydligt huru bredd och djup i stort sett stå i omvänt förhållande till varandra (jfr *5*). För att ge en översikt härav har jag på fig. 29 avsatt profilernas bredd uppåt från 0-linjen och deras maximala djup

nedåt från samma linje samt sammanbundit punkterna till kurvor. Som synes stå dessa i god konnektion med varandra; ju större bredden är, desto mindre är djupet och ju mindre bredden desto större djupet. Det största djupet (17 m.) når älven i sin trängsta passage vid profil V. De breda profilerna VII, X, XIX och XXI[1] visa de minsta siffrorna på 4 och 3,1 m. Samma obetydliga maximidjup äger profil XVIII antagligen beroende på att älven här är rak, så att strömmen ej förstärkts till kraftigt djuperoderande verksamhet; profilen kan därför jämföras med det regelbundna bågloppets övergångar. Ungefär samma bredd men dubbelt så stort djup äger profil XII mitt för Halåns mynning, emedan åns delta här skjuter ned i älven och gör själva djupfåran smal och strömmen koncentrerad på ett enda ställe. Profilerna XIV och XVI äro smala och djupa, emedan någon betydande lateral erosion, som förut framhållits, här ej kan äga rum genom de fasta strändernas motstånd, utan strömmens kraft utlöses huvudsakligast uti vertikal erosion. — Som sammanfattning av lodningsresultaten kan sägas, att profilernas bredd och djup med avseende på läget uti flodloppet icke visa någon utpräglad regelbundenhet; profilerna äro än breda och grunda, än smala och djupa, förlänande strömmen olika hastighet och arbetskraft. Ingen utjämning mellan profil-areorna eller strömhastigheterna har ännu uppnåtts utan ungdomsstadiets oregelbundna förhållanden äro rådande.

I samband härmed bör påpekas det för hela flodens utveckling betydelsefulla faktum, att själva bergdalen är abnormt smal i förhållande till den breda, stora älven. Detta beror delvis därpå, att älven är »övervattnad» (jfr *2*), då den, såsom Högbom först framhållit, upptager hela Storsjöområdets avrinningsvatten, vilket egentligen skulle tillfalla Ljungans dräneringssystem. På grund av detta kommer den fluviala cykel, som började efter isens tillbakaryckande i den av glacialt och postglacialt material fyllda dalen, att bliva till viss grad stympad. Flodens krökar och bukter få nämligen aldrig rum att utveckla sig fritt eller »taga ut svängen» utan komma alltid att förbliva tilltryckta och förkrympta. Den horisontella utvecklingen kommer med andra ord att hindras av de närbelägna dalsidorna och något fullt utvecklat båglopp ej att kunna bildas. Slutstadium i den fluviala cykeln kan därför icke nås förrän hela Indalen utvecklats till sådan mognad och storlek, att dess bottenbredd blivit överensstämmande med älvens bredd och därmed tillräcklig för de fullständiga flodbågarna. I anseende till jordytans instabilitet och klimatets snabba växlingar torde det emellertid vara mycket osäkert, om denna utveckling någonsin hinner fullbordas, innan den avbrytes av en ny cykel med annan erosionsbas eller annan vattenmängd.

Om vi nu övergå till den ovanför Hammarforsen liggande delen av det nya älvloppet, bör först upprepas, att den högt belägna erosionsbasen i Hammarforsens fallhuvud hindrat älven att skära sig djupt ned och i någon nämnvärd grad blotta den fasta berggrunden eller moränen. Genom älvens höga läge uti dalen befinna sig också bergsidorna långt ifrån varandra, varför älven ägt större utrymme och möjligheter till fri och snabb utveckling än inom föregående områden. Ett svårt hinder häremot bildar emellertid den

[1] Lodningsprofilerna räknas från järnvägsbron uppåt älven, så att n:r V är belägen i bergkanjons smalaste parti S om Lienön, n:r VII 600 m. N om nämnda ö, X 850 m. nedanför Halåns mynning, XIX utgår från Vikbäckens mynning och XXI från gamla landsvägsbrons västra fäste.

i områdets övre parti högt liggande rullstensåsen, vars stora centra och sammanhängande ryggar här kvarhållit älven på ett ännu yngre utvecklingsstadium än nedanför Hammarforsen. Fallkurvan är också här betydligt brantare, i det den höjer sig från 122 m. ö. h. vid Hammarforsen till 137 m. ö. h. nedanför Krångedeforsarna eller 15 m., av vilka 13 m. kommer på den korta sträckan ovanför Ammer; strömmen är därför inom det sistnämnda området strid och bildar en hel serie forsar, liksom också älvens bredd och djup här växla snabbt mellan vida gränser.

Strax ovanför Hammarforsen har älven på grund av de goda laterala erosionsmöjligheterna utskurit sitt bredaste och mest öppna parti (fig. 30). Skärningen har i V trängt så tätt intill sjöstrandlinjen att blott en 10—70 m. bred remsa av strandplanet

Foto. H. Löfbladh, Hammarstrand.

Fig. 30. *Indalsälven ovanför Hammarforsen.*

återstår mellan denna linje och nuvarande älvbädden. Vid Kopparhällan har fast berg blottats, som hindrar vidare erosion, men för övrigt utgöres hela västra stranden av löst material. Om erosionen inom det breda mittpartiet kan icke lämnas några närmare upplysningar, då vi sakna kännedom om sjöns härvarande bottenkonfiguration. Men sannolikt är, att området, såsom beläget mitt för Hammarforsen blev uteroderat med stor snabbhet till en djup, bred strömfåra. Den utanför Rävanäset belägna ön blev antagligen också mycket tidigt bortskuren. Allteftersom djuperosionen framskred, blottades emellertid den rullstensås, som här framgår mitt i flodfåran (se fig. 14 V). Åsen framstår nu vid lågvatten som tvenne låga öar förbundna med en bank; på Rävanäset fortsätter den som en hög rygg.

I motsats mot den västra stranden, som genom det framskjutande Rävanäset nu kommit i lä för strömmen, är den östra fortfarande starkt utsatt för erosion, i det strömmen flyter tätt utmed den branta brinkens oskyddade bas. Särskilt är det parti av stranden, som ligger framför mynningen av den preglaciala djuprännan öster om Hammarforsen, utsatt för förstörelse så väl genom älven som genom vinden. De erosionsprocesser, som här förekomma, hava noggrant skildrats av HÖGBOM (*19*), och det finnes därför icke mycket att tillägga. Vinderosionen, som är mycket effektiv, verkar naturligtvis mest vid stark blåst, då mjäl- och lerpartiklar sopas med och falla ned innanför på den härvarande dynzonen. Denna har helt och hållet bildats efter tappningen, är 400 m. lång och består av sju skilda kullar, av vilka den högsta når 10 m. över landsvägen i S. HÖGBOM framhåller att dynerna flytta sig

Foto. förf. 1913.

Fig. 31. *Eoliska erosionsfenomen i Remmarna.*
(Överst sanddyner.)

inåt mot vidliggande ravin med stor hastighet; vid några dagars storm skulle således förskjutningen uppgått till 3 à 8 cm., där den var som störst. De finaste partiklarna ackumuleras ej på dynerna utan spridas ut över innanför liggande terräng, där de anhopas till ett lösslager, »vilket emellertid ej bildas hastigare än att det tillåter uppkomsten och fortbeståndet av ett slutet grästäcke» (*19* s. 94). På själva älvbrinken har vinden givit upphov till egendomliga nischformiga eller trattliknande urholkningar (fig. 31), uppkomna genom vertikalsprickor (fig. 31 åt höger), förstorade genom torkning och ras samt vidgade genom vindens utsvarvning medelst virvlar (*19* s. 96). Dessa trattar kunna nå en betydande storlek, tränga djupt in i »remmen» och utvidgas genom sprickor, så att stora partier isoleras och framstå som »vindraukar» försedda med underliga och fantastiska former. Trots vinderosionens ansenlighet är dock älvens utskärning större och mer betydelsefull, ty utom att den vid högvatten transporterar bort de talusbildningar och dejektionskäglor, som bildats nedanför branten på den här-

varande smala strandremsan, undergräver också strömmen »remmen» så att årligen stora partier rasa ned. Dessa ras befordras i hög grad av sprickorna och »raukbildningarna».

Vid Rävanäset avsmalnar älven betydligt och framgår i en $1^1/_4$ km. lång, trång fåra mellan rullstensåsen på ena sidan och en storblockig morän på den andra. Ovanför näset vidgar sig åter älven och bildar en bred, rak fåra med lugna strömförhållanden. Den tidigare utskärningen har antagligen här gått jämnt och utan störande inflytande. Morän har blottats på södra stranden mitt emot Krokvåg, så att stranden nu ej är utsatt för erosion utan äger en ganska långsluttande träd- och gräsbevuxen sluttning. Strax ovanför Rävanäset har erosionen däremot varit så stor, att den trängt in över den forna sjöns strandlinje; utvidgningen av älvfåran fortfar ännu genom flytning och utglidning av strandbrantens mjäla (se vidare s. 101).

Foto förf. 1913.

Fig. 32. *Krokvågsområdet vintertid.*
(I förgrunden till vänster yttersta partiet av raset den 11—13 jan. 1913.)

På norra stranden har en betydande lateral erosion försiggått ända till slutet av 1800-talet, men nu är den i det närmaste avstannad. Gerilån uppbygger icke något delta i älven eller utövar något större inflytande på dess strömförhållanden. Indalsälven kan därför sägas hava uppnått en viss grad av lugn på den raka sträckan mellan Rävanäset och Hoo. Någon garanti för att tillståndet skall förbliva detsamma i framtiden finnes dock ej, då stark erosion åter kan inträda, om strömmen av någon anledning — t. ex. av det ovanför liggande Krokvågsområdets fortsatta utveckling — länkas in mot de oskyddade strandbrinkarna.

Utanför Hoo fanns som förut nämnts under sjöstadiet en stor och ganska långsträckt ö, vilken nu är helt borteroderad. — Området omedelbart ovanför (fig. 32) är det, som för närvarande är utsatt för den största fluviala erosionen och för de mest genomgripande

topografiska förändringarna inom Ragunda. Över detta område (Krokvågsområdet) har jag upprättat en mätbordskarta i skalan 1 : 5 000 (tavl. 2) samt på densamma inritat de olika strandlägena enligt lantmäterikartorna av år 1818, 1859 och 1897. Dessa kartor, som sträcka sig ända upp till Ammer, synas efter allt att döma vara ganska väl gjorda. Konnektionen med min karta har gjorts så noggrant som möjligt med stöd av en oförändrad landsväg och ett par gårdar så att de inritade strandlinjerna torde ge en relativt tillförlitlig föreställning om erosionens gång och storlek sedan 1818. Små fel finnas visserligen i lantmäterikartorna; så t. ex. skär 1818 års strand in uti 1859 års på ett ställe, men huvudriktningen av dem torde dock trots detta vara riktig. Tyvärr känna vi här ej något om sjöns konfiguration, då erosionen trängt in över den norra sjöstrandlinjen, så att denna inom hela området ej längre finnes i behåll på något ställe.

Hur mycket som här blev borteroderat under själva katastrofen kan nu ej avgöras, men antagligen skedde den första utskärningen i fortsättning på den långa, raka O—V:liga bana, som tappningsfloden utskar från spetsen av Rävanäset, så att en obruten fåra bildades upp till Ammeråns mynning. Under älvens fortsatta utveckling (se fig. 33)

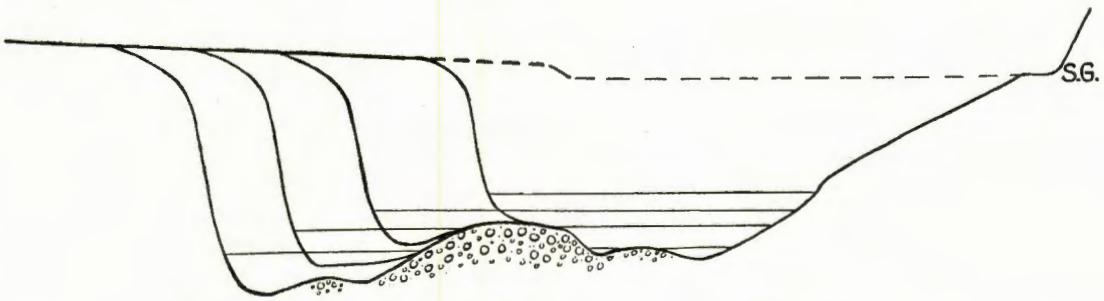


Fig. 33. *Schematisk framställning av Krokvågsområdets utveckling.*
(Höjdskalan mycket överdriven.)

blottades emellertid i bädden ett åscentrum, vilket försvårade vidare djuperosion och tvingade strömmen att utarbeta en sidofåra norr omkring detta i likhet med förhållandena nedanför Hammarforsen. Allteftersom den nya fåran bildades genom att förskjutas och fördjupas mot N, desto mer blev den första banan övergiven och torrlagd. Nu framstår den som en under lågvatten torr, grund sänka vid basen av rullstensnäset; under högvatten är den däremot ännu vattenfylld och tages då i anspråk av en mindre sidoström. Samtidigt med denna utveckling kommo allt större partier av åscentret över vattenytan, först som grund och öar och sedan som landfasta strandremsor, vilka tillökade näset mot N, allteftersom flodbädden försköts. Ju längre denna förskjutning framskred, desto mer bågnade älven och desto mer pressade strömmen upp mot dess yttre norra sida, så att erosionsintensiteten här successivt tillväxte. Detta framgår också av de olika strandlägena, vilka visa, att strandförskjutningen under de första 41 åren (mellan 1818 och 1859) var ganska obetydlig, under de därpå följande 38 åren (mellan 1859 och 1897) betydligt större för att slutligen under de sista 15 åren fram till 1912 tillväxa ofantligt. Enligt tillförlitlig uppgift skulle t. o. m. hela den stora marktriangel, som ligger utanför punkt X, där älvbrinken är 23 m. hög, blivit bortskuren sedan 1904.

Nu har erosionen här något saktat, emedan en skyddande udde av morän blottats ovanför, men fortfarande flyter vid högvatten en eroderande sidoström tätt utmed älvbrinken. För närvarande äger den största erosionen rum i den västra viken, där strömmen pressas hårt upp intill stranden och stora ras årligen ske med en betydande förskjutning av älvfåran.

Redan förut (*5*) har jag i samband med diskussionen om lateral och vertikal erosion i den fluviala cykeln påpekat det obetydliga djup, som älven äger inom hela Krokvågsområdet. Det största lodade djupet belöper sig nämligen icke till mer än 4,6 m., vilket icke är större än det som älven med samma bredd skulle äga på en rak sträcka, där någon lokalisering av strömmen på den yttre sidan eller en förhöjning av strömenergien genom centrifugalkraften ej finnes. Längst åt V är icke djupet mer än 2,5 m., ehuru älven här gör en skarp båge och strömmen är mycket stark. Orsaken härtill ligger som sagt däri, att den morfologiskt effektiva kraften till sin allra största del kommer till utlösning i lateral erosion, så att den vertikala undertryckes. Om den laterala erosionen av någon anledning hejdades eller upphörde, skulle den vertikala förstoras och älvfåran nå ett betydligt större djup samt framstå som ett djupbäcken i förhållande till vidliggande raka sträckor. Någon anledning till förminskning i lateral erosionsintensitet inom den närmaste tiden finnes emellertid ej, ty dels har antagligen älven ännu ej nått den böjningsgrad, efter vilkens uppnående centrifugalkraften och därmed också utvecklingshastigheten avtager och dels har ännu ej i viken något motståndskraftigare material blottats utan hela brinken utgöres av fin lera och mjäla.

Någon direkt överensstämmelse med S. De Geers beskrivning av rasområden och erosionsföreteelserna vid Dalälven (*13*) lämnar icke Krokvågsområdet, ty här visar älvloppet en relativt regelbunden utveckling med en erosion, vars orsak, gång och resultat stå i direkt påvisbart kausalsammanhang. Några plötsliga och korta rasperioder med mellanliggande lugntider, som S. De Geer anser förekomma i Dalälven och som allmän företeelse i »våra finsediment» finnes ej. Då några systematiska och detaljerade undersökningar av unga flodlopp och deras utveckling ännu ej utförts i någon nämnvärd utsträckning vet man över huvud taget föga om de processer och lagar, som där förekomma och bestämma älvfårans utbildning. Om ändock tillfälligheter här ofta spela en stor roll och utvecklingen ej följer en bestämd, regelbunden gång utan söker sig trevande fram på skilda banor, stå dock alla företeelser i intimt samband med varandra och de till synes plötsliga och oförmedlade rasen och stora erosionsprocesserna äro beroende av lagbundna företeelser i den fortskridande utvecklingen.

Det glacifluviala materialet i de partier av älvbädden, som blivit frilagda till öar eller övergått i det landfasta näset, är nu så utvaskat av strömmen, att dess översta lager på de flesta ställena bildar en anrikningszon eller ett skyddslager av det grova material, strömmen ej mäktat bortföra. Genom dettas motståndskraft eroderas icke i någon nämnvärd grad de partier av själva näset eller de forna strömfåror, som under högvatten utsättas för strömmen. De senare användas däremot ännu som transportled för suspenderat och även rullande material i form av sand och finare grus. En del av detta kommer till avsättning i lä om uddar, uppstående hinder o. s. v. eller hejdas och stannar, då vattnet sjunker

och strömmen ej längre förmår föra det framåt. Vid torrläggning kvarligger då materialet ofta i vackra och för studium lämpliga transportbankar (jfr *5*).

Ett rätt stort intresse erbjuder den sköldformigt välvda nordöstra udden av näset. Under högsta vattenståndet transporteras nämligen sand och finare grus upp för den långsluttande stötsidan samt faller ned och ackumuleras på den branta läsidan, så att den tillväxer och förlänges åt Ö. Under lågvattnet, då strömmen lokaliserar sig i sin djupränna och framrinner tätt utmed läsidans bas, eroderas och förstöres dock åter udden. En ständig strid äger därför rum mellan ackumulationen under högvatten och erosionen under lågvatten; ibland torde den ena överväga, ibland den andra. — Allteftersom älven eroderar sin bana mot N, kommer emellertid allt mindre vatten att flyta över näset och allt större områden förbliva torra, så att den tid ej torde vara långt avlägsen, då den nordvästra udden ej längre utsättes för växlande ackumulation och erosion utan bildar en av strömmen orörd del av det landfasta näset.

Själva erosionen på norra älvbrinken, som mäter en höjd av 20—25 m., sker framför allt genom strömmens korrasion, vilken dock i hög grad torde understödjas av grundvatten,

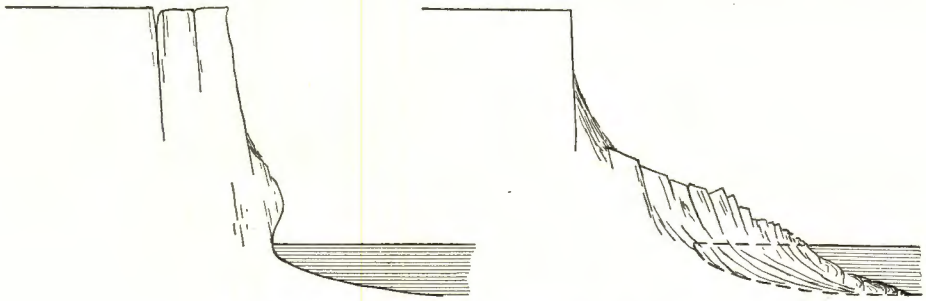


Fig. 34. *Schematisk framställning av ett ras.*

regn, tjällossning och snösmältning. Så fort strömmen inkommer i Krokvågsområdet vid norra älvbrinken, färgas den också genast starkt gulbrun av lera och mjäla. Detta är naturligtvis särskilt fallet efter ras, då stora mängder material rivits upp samt vid våt väderlek, då regnet spolar ned mjälan från den bara brinken. Men även annars sker här en betydande erosion genom den direkta strömfriktionen, emedan älvbrinken stupar brant ned i vattnet utan strand; härigenom kan erosionen också pågå såväl under hög- som lågvatten hela året om. I jan. 1913 gick sålunda älven ännu öppen i 20 graders köld efter en lång tid av stark frost samt eroderade brinken så mycket, att vattnet var alldeles gulbrunt som på sommaren, och ett stort ras skedde (se nedan). — Med avseende på vattenståndet och erosionen bör vidare påpekas det ej oviktiga förhållandet, att vattnet under älvens frysning ofta stiger eller »stämmer», som befolkningen kallar det. Det kalla älvvattnet, som avkyles vid ytan hindras nämligen här av den starka strömmen att frysa samt sjunker och bildar vid bottnen en tjock issörja. Denna kan nå en sådan mäktighet att älven höjs ända till en meter över vattenståndet vid frostens inträdande.

Genom strömmens erosion undermineras älvbrinken och rasar, när stabiliteten upphör. Dessa ras ske på så sätt (se fig. 34) att först stora vertikalsprickor bildas parallellt

med brinken mer eller mindre långt in från dess ytterkant. Dessa sprickor vidgas sedan dels genom strömmens underminering med de därav följande små sättningarna och glidningarna och dels genom regnvattnets nedsippring och avspolning av sprickans väggar samt till slut även genom frost- och issprängning. När undermineringen brutit stabiliteten och brinken ej längre kan stå, sker raset, i det att markpartiet sjunker och glider ut i älven. Vid de stora rasen torde sällan några verkliga överfall äga rum med nedtumlande av jordpartier, utan de ske i form av sättningar eller förkastningar. Dessa ras kunna nå en mycket stor omfattning och innehålla ända till 5 000 m³. Mellan två besök vid älvbrinken i den västra viken den 11 och 13 jan. 1913 skedde ett ras, vilket på grund av mätningar, som händelsevis företogos den 11, ganska noggrant kunde uppskattas till 3 900 m³. På fig. 32 ses längst åt vänster det yttersta partiet av den utglidna jordmassan. I älven uppväckte raset en så kraftig våg, att den invid land och omkring öar liggande dm.-tjocka isen bröts i flak, vilka pressades upp och skötos in under varandra inom ett område av 200 m. radie. Orsaken till detta ras mitt i vintern var brinkens underminering av älven. Möjligen hade det också underlättats av stark isbildning i såväl vertikala som horisontella sprickor och genom det djupa snötäckets tryck. I allmänhet ske emellertid de största rasen först efter högvattnet i juni och juli, då älvens yta åter sjunker. Som HAGEN (*18*) framhållit, upphör nämligen då det mottryck, som vattnet utövar på brinken, så att utglidningar och småras ske nedanför högvattenslinjen i det uppmjukade lösa materialet. Undermineringen når därför snabbt den storlek, att jämvikten i brinken upphäves och ras uppstå.

Ovanför mynningen till Ammerån, vars utveckling och förhållande till huvudälven senare komma att behandlas, gör älven nu en tvär krök mot N och bildar Dövikens Storeda[1] (se tavl. 3 och fig. 35 samt 36). Denna visar genom sin form och förflutna utveckling alldeles samma fenomen som Krokvågsområdet, ehuru Storedan redan uppnått ett betydligt mer utvecklat stadium och en för tillfället avslutad utveckling.

Enligt en lantmäterikarta av år 1756, vilken emellertid är ytterst otillfredsställande och svår att konnektera med den nuvarande topografien, skulle sjöstrandlinjen bildat en svag båge mot S strax V om Ammeråns mynning samt sedan skjutit in som en grund vik nedanför Dövikens gård. Vikområdet ligger ännu ganska orört kvar, under det att vidliggande partier åt S varit underkastade genomgripande förändringar. I överensstämmelse med de skildrade förhållandena inom Krokvågsområdet utskars antagligen även här under tiden omedelbart efter själva katastrofen en rak O—V:lig älvfåra som fortsättning till den nedanför liggande långa, då ännu obrutna älvsträckan. Efter kort tid mötte dock djuperosionen glacifluvialt material, som tvingade strömmen att utarbeta ett nytt lopp N omkring hindret; ju mer den nya fåran utbildades och försköts mot N och NO, desto större partier av åsgrusanhopningen blevo torlagda och överförda till en landfast halvö; samtidigt blev också den första O—V:lig rännan vid halvöns bas allt grundare.

[1] Med »eda» förstås här hela den krök älven och dess strandbrant bilar och ej blott strömmens virvlar samt bakvatten.

Edans vidare utveckling har tyvärr ej kunnat fastställas så väl som Krokvågsområdets, ty de lantmäterikartor, som finnas från 1804 och 1845—48, äro icke fullt tillfredsställande och därför svåra att konnektera med min karta av 1912. De på tavl. 3 inlagda strandlägena få därför endast betraktas som approximativa. Tydligt är dock att erosionen mot N började mycket tidigt efter tappningen och den första rännans utskärning. Redan 1804 förefanns således en markerad inbuktning, där sjön förut bildat en rät linje; under de 41—44 åren till 1845—48 försköts älvfåran omkring 50 m. mot N. När edan uppnådde sin nuvarande form, kan ej med bestämdhet avgöras; sedan 1886 har dock ej någon nämnvärd förändring förekommit. Med samma läge och strömförhållanden som nu torde icke heller någon större lateral erosion vidare äga rum utan har som sagt områdets utveckling för tillfället i det närmaste avstannat. Detta beror

Foto. förf. 1912.

Fig. 35. *Dövikens Storeda.*

dels därpå, att storblockig morän blottats utmed hela norra stranden (fig 36), grovt rullstensgrus anhopats på södra och delvis även på östra stranden samt pålning och risning företagits i sydöstra hörnet. Dessutom har älven i sitt nuvarande läge utarbetat edan till en sådan storlek och form, att strömmen ej längre flyter fram i de banor och med den styrka, att stranderosion kan förekomma. Visserligen inkommer strömmen under högvatten med mycket stor hastighet uti edan, men först flyter den ett stycke utanför stranden, endast skjutande in bakvatten och mindre virvlar intill stranden, och sedan skärs den tvärs över den nordvästra viken för att träffa östra stranden ungefär på dess mitt. Här har hastigheten i hög grad förminskats och strömmen torde icke längre mäkta transportera det dm.-stora rullstensgruset på stranden. Därefter passerar strömmen över den sydöstra viken, når södra stranden omkring 75 m. utanför vikens innersta

punkt och flyter sedan fram utmed denna, men hindras av de stora rullstensblocken att erodera. Endast på ett par ställen når således själva huvudströmmen intill stranden. I den nordöstra och sydöstra viken äger däremot en kraftig virvelrörelse rum, som i den förra eroderar den oskyddade lerstranden.

Eftersom sålunda den laterala erosionen inom området är helt avslutad eller endast försiggår i mycket liten utsträckning, kommer strömmens morfologiskt effektiva kraft huvudsakligast till utlösning i vertikal erosion och transport. *Inom edan når också älven sitt djupaste lodade parti inom hela Ragundaområdet med undantag av klippkanjon ovanför järnvägsbron.* Edan upplodades med stor noggrannhet under lågvattnet i april 1913 av hemmansägaren N. Wickström och resultatet framgår av fig. 36, där djupkurvorna äga två meters ekvidistans. Som synes, äger älven ett ända till 11,3 m. djupt bäcken i sitt NÖ parti. Detta djupcentrum begränsas uppåt älven av en grund rullstensbank, över vilken älven bildar stritt vatten, och åt S slutes det av en lång, smal rygg, vars krön

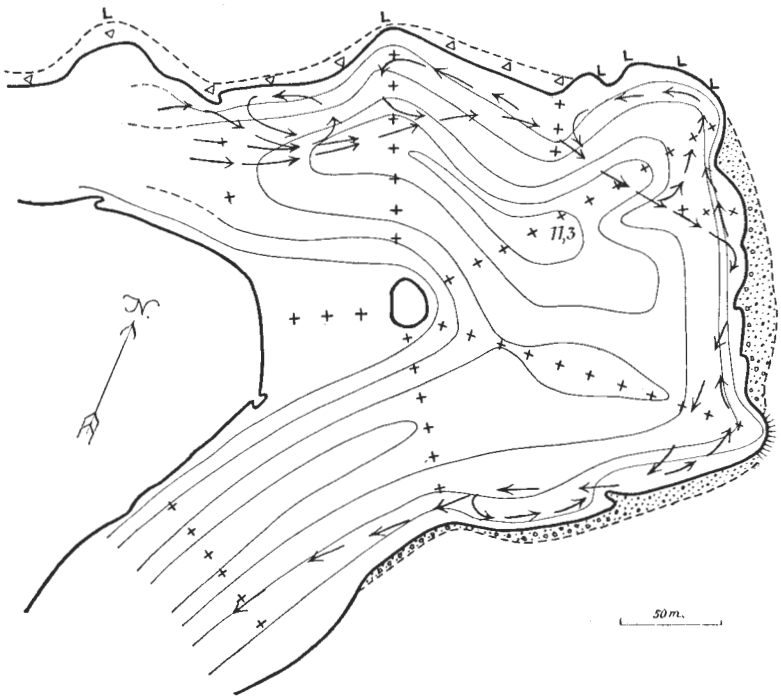


Fig. 36. *Dövikens Storeda.*
Djupkurvor för varannan m.

ligger mellan 4,8 och 6,0 meters djup. Nedanför denna bildar älven en 7—9 m. djup regelbunden och rak fåra, vilken först strax ovanför Ammeråns mynning grundas upp till 4 m. (se tavl. 3). — Observeras bör, att djupförhållandena ofta ändras på grund av de starka och oregelbundna virvelbildningarna, som måste vara rådande på bottnen, och på grund av den stora transporten av material, som försiggår genom edan. Sålunda skilja sig de mått, jag lodade på isen runt hela stranden i jan. 1913, väsentligt från de Wickströmska. Den nordöstra viken hade fördjupats

med 1,5—2,3 m. och den sydöstra med 0,5 m. Enligt Wickström »vänder edan» också på våren, så att strömförhållandena under vinterns lågvatten äro andra än under vårens och försommarens högvatten. Tyvärr har ej en hel serie lodningar under olika tider kunnat företagas så att älvens förändringar med till- och avtagande vattenmassa och strömhastighet kunnat exakt fastställas. En fortskridande upprensning och fördjupning torde dock ske under lågvattnet, då visserligen strömmen är svag, men det i transport varande materialet så obetydligt, att erosionen är större än under det starkströmmiga men hårt belastade högvattnet. På vintern är vattnet också relativt klart, under vårfloden däremot grått och ytterst grumligt. Strax före vårfloden skulle således edan vara djupast, och strax efter densamma mest uppgrundad. Lodningarna från jan. och april bestyrka detta, då de som sagt utvisa en betydlig fördjupning av vikarna under mellantiden. Förhållandena äro således alldeles lika dem som skildrats från Indalsälvens mynning vid deltat i Kringelfjärden, där mynningsbanken bygges upp under högvatten och sakta eroderas under lågvatten. — Beträffande den långa banken från ön in i sydöstra viken torde den möjligen vara ackumulerad vid någon sjunken stock eller dylikt som hinder.

Till slut bör omnämnas, att även vinderosion förekommer på älvbrinkarna kring edan. Som O. Tamm (*24*) visat, finnes på planet 158,9 S om edan ett rätt utbrett lager flygsand, vilket på grund av den rika barrskogsvegetationen hindrats att ansamlas till dyner, och i stället bildar ett lösslager, vilket invid strandbranten i medeltal är 30 cm. mäktigt men på sina ställen når ända till 60 cm.

Ovanför Dövikens Storeda ligger Indalsälvens minst utvecklade område och sålunda det ur cykelsynpunkt sett yngsta loppet. Rullstensåsen ligger här så högt, att redan sjön helt begränsades av dess höga branta sidor. Efter tappningen kom därför älven att nästan uteslutande arbeta i detta grova, svåreroderbara material, så att utformningen av den nya fåran gått mycket långsamt. Ännu är fallkurvan mycket brant, och älven bruten i en massa små stridvatten och forsar, skilda åt av bredare och djupare partier. Ingen regelbundenhet finnes i loppet, utan utvecklingen fortskrider med ömsom erosion ömsom ackumulation och ständiga omkastningar samt förändringar i strömbanorna. Älvbrinkarna utgöras antingen av höga, obrutna rullstenssluttningar med 25—30 graders lutning, eller av storblockig morän; nära intill Krångedefallen träda dessutom berghällar av diabasbreccia i dagen. På grund härav kommer också den fortsatta utvecklingen här att gå långsamt.

Området närmast nedanför Krångedeforsarna, vilket visserligen alltid ägt stark ström och uteslutande fluvial karaktär, men på grund av 138,8 m.-strandlinjens närvaro måste räknas till Ragundasjöns område, kvarstår med undantag av en obetydlig lateral utvidgning som före katastrofen. — Genom Krångedeforsarnas bergtröskar har erosionsbasens sänkning vid Döda fallet under katastrofen 1796 icke haft något som helst inflytande på älven ovanför nämnda forsar.

B. Tillflödena.

Inom Ragundaområdet upptager Indalsälven endast tre tillflöden av någon större betydenhet nämligen Singån, Halån och Ammerån.

Singån inmynnade i Ragundasjön före 1796 längst in i Singåviken. Under själva katastrofen sjönk (enligt kap. II) vattnet undan från de grunda strand- och bottenplanen utan att i någon nämnvärd grad erodera dem. Då vidare det tillbakaryckande vattenfallet ägde ett smalt, begränsat verksamhetsområde, kom största delen av Singåområdet att ligga oberört av de häftigaste katastrofhändelserna och endast utsatt för den lilla Singåns erosion.

På grund av den snabbhet, med vilken såväl vattnet drog sig bort från strand- och bottenplan som tappningsfallet uteroderade den forna kanjonlika dalrännan, kom Singåns erosionsbas att mycket fort förflytta sig från vikens inre del till älven strax ovanför nuvarande järnvägsbron samt sjunka från sjöytan (138,8 m. ö. h.) till älvens yta (omkring 101—105 m. ö. h.). Härigenom fick ån en brant fallkurva samt kunde utveckla en stor arbetsintensitet. — Nu för ån under högvatten omkring 6 sm^3 och vid lågvatten 1 sm^3.

Den utveckling, Singån genomgick, skiljer sig rätt betydligt från Indalsälvens. Den senares relativt smala dal höll erosionen inom trånga gränser, koncentrerade den på djupet och kom den att utskära obrutna, branta dalsidor i sjömjälan. Singåområdet var däremot brett och öppet och därför fritt för både lateral och vertikal erosion samt dessutom till största delen uppbyggt av glacial lera.

Närmast utanför sjöstrandlinjen kunde ån ej utskära någon betydande erosionsdal, emedan morän blottades redan på —7 m. Omkring 400—500 m. utanför strandlinjen sjunker emellertid moränbottnen till obekant djup, men ån har dock trots detta icke förmått sänka sin bädd till närheten av Indalsälvens yta på 101—105 m. ö. h., emedan storblockig morän åter träder i dagen såsom lokal erosionsbas på — 20 m. i åns nedre lopp.

Stora utglidningar i den slippriga, vattendränkta leran bidrogo antagligen i hög grad till erosionens stora omfattning. Några flodterrasser kommo därför icke att bildas eller kvarstå, utan topografien blev småkuperad och ytterst oregelbunden med hålor, mindre kullar och vida, grunda sänkor, som sträcka sig upp mot sjöstrandlinjen.

Singåns hela erosions- och transportarbete måste hava gått mycket hastigt, ty dels förflyttades erosionsbasen 2,5 km. och sänktes med ända till 35 m. och dels var enligt Englund vattenståndet ovanligt högt under våren 1796, vilket innebär att även biflödena förde ymnigt med vatten. Emedan den vertikala erosionen var avstängd vid —20 m. men den horisontella däremot fri, utskar Singån en mycket vid och öppen depression. Då Indalsälvens ström och vattenmassa vid åns mynning i bergkanjon var mycket stor och dalen rak utan dödvatten eller skyddande vikar, blev antagligen Singåns börda omedelbart upptagen och bortförd. Något delta har denna lilla å säkert aldrig ägt, vilket ävenledes befordrat dess erosionshastighet.

Ett fullt bindande bevis på hastigheten i Singåns utveckling efter tappningen 1796 lämnar en karta av år 1801. Av denna framgår det nämligen, att Singån redan 5 år efter

katastrofen uppnått ett lopp, som i det stora hela överensstämmer med det nuvarande (fig. 37). — De små förändringar, som ägt rum under de 111 åren till 1912, äro emellertid av ett ganska stort intresse för kännedomen om den allmänna fluviala cykeln. Åns nedersta parti mellan A och B, som på grund av den blottade moränen äger ett brant fall och ännu befinner sig i sitt första utvecklingsstadium, har undergått de största förändringarna. Detta beror därpå, att ju mer erosionen trängt ned i moränunderlaget, desto mer har dettas ojämnheter framträtt och gjort sig gällande i loppet. Åns fåra har som synes också blivit betydligt mer bruten och buktig än 1801; en stor högerbåge har utvecklat sig i dess mellersta del och tvenne krökar i dess översta parti. — Det ovanliggande loppet mellan B och D har, som förut nämnts, ägt morängrunden vid B till lokal erosionsbas. Eftersom ån är omgiven av lätteroderbar lera har dess utveckling här redan nått ett relativt moget stadium. Fallkurvan är mycket svagt lutande, strömmen därför obetydlig och loppet mjukt bågigt. Av särskilt intresse är att observera hurusom de skarpa och oregelbundna krökarna mellan C och D i 1801 års lopp ombildats till mera mjuka och jämna bågar, ty detta kan möjligen vara tecken på en pågående utveckling till ett regelbundet meanderlopp. Antagligen tyder uppkomsten av de små böjningarna mellan B och C, där loppet 1801 var i det närmaste rakt, på samma sak. — I samband härmed kan upprepas vad jag redan i inledningen till denna avhandling framhöll nämligen att hela Ragundaområdet kan betraktas som ett stort experimentalfält för geomorfologiska och då särskilt för fluviala processer. Den nuvarande konfigurationen är sålunda blott ett övergående stadium eller en fas i den utveckling eller cykel, som började våren 1796 och allt framgent skall fortsätta och vara värd samma intresse som nu och förut. Singåns nu skisserade utveckling är därför endast början på den bana, som inleddes genom erosionsbasens förflyttning och sänkning 1796, och de små förändringar, som kunna påvisas hava ägt rum sedan 1801 äro blott begynnelsen på den utveckling som lagbundet skall skrida vidare framåt under kommande tider.

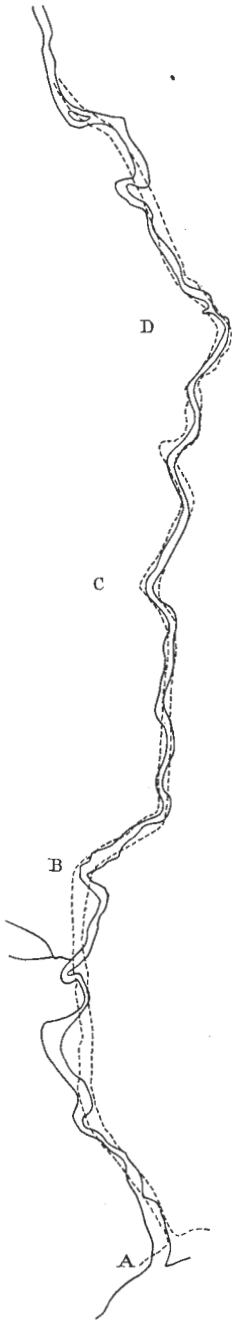


Fig. 37. *Singåns lopp 1801 (den streckade linjen) och 1912.* Skala 1 : 15 000.

Halån. Som förut framställts, utmynnade Halån före 1796 i en lång, smal vik, som under hela sjötiden antagligen hade mer fluvial än lakustral karaktär. Mot S utvidgade sig viken till det vida men grunda Halåområdet. Liksom inom Singåområdet drog sig vattnet vid katastrofen 1796 bort från hela detta område med stor snabbhet på samma gång som Indalsälven hastigt skar ut sin nya fåra. Redan på ett par dagar torde därför Halåns erosionsbas sänkts från sjöns strandlinje ned till Indalsälvens yta på c:a — 30 m. och förflyttats från vikens innersta punkt mot S med omkring 3,5 km. Inom det alldeles nya och förut fluvialt obearbetade område, som på så sätt plötsligt utbredde sig för Halån, började den hastiga och starka strömmen slingra fram under effektivt erosionsarbete.

Ehuru det översta, smala partiet av området var begränsat av en rullstensås, skedde dock erosionen här ganska lätt, då det glacifluviala materialet till största delen utgjordes av sand och fint grus. Då emellertid någon betydande djuperosion ej kunde äga rum på grund av att det uppkom högt belägna lokala erosionsbaser uti det nedre loppet, blev en stor lateral erosion följden och utvecklingen försiggick hastigt. Det nuvarande loppet äger också här en överraskande mogen karaktär (se tavl. 5). Det utmärker sig därigenom att ån slingrar i vida bågar, skilda åt av låga sandnäs belägna uti ett flodplan, som sträcker sig nästan alldeles fram till den forna sjöstrandlinjen. Omkring 1 800 m. N om landsvägsbron har ån skurit sig in över strandlinjen och där utbildat en vacker båge, vilken för närvarande årligen utvidgas genom jordflytning (se härom s. 100); 400 m. längre S ut passerar ån med ett smalt pass genom den här övertvärande rullstensåsen, vilken antagligen under en tid tjänstgjort som en lokal erosionsbas. — Tyvärr har jag ej funnit någon karta över Halåns översta parti från tiden mellan 1796 och 1889, varför något närmare fastställande av utvecklingens gång och hastighet ej kunnat göras. Ännu fortgår dock utformningen av bågloppet i det de skilda krökarna vidgas, bågna och allt mer jämnas i förhållande till varandra. Så pass fullbordat torde det dock vara, att Halåns översta parti inom Ragundaområdet kan sägas hava uppnått ett fullt moget stadium uti den fluviala cykeln under de 116 år, som förflutit från katastrofen till undersökningsåret 1912.

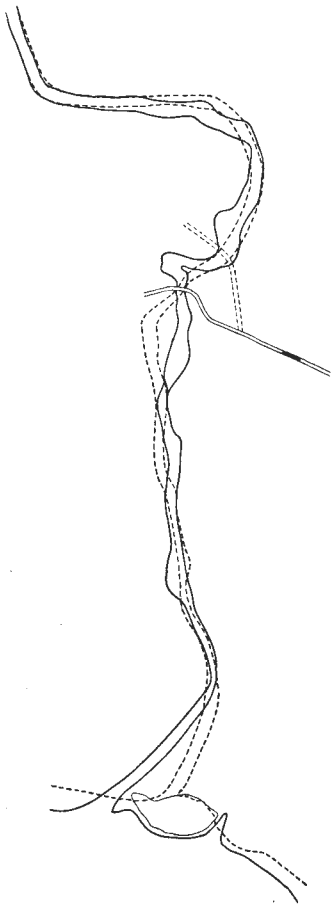


Fig. 38. *Halåns lopp 1801 (den streckade linjen) och 1912.* Skala 1 : 15 000

Nedanför genombrottet 1 800 m. N om landsvägsbron har djuperosionen varit större och ån har därför icke förmått utarbeta ett så brett flodplan och moget lopp som ovanför detsamma; dalen är i stället här rak och så smal, att åbädden upptager största delen av bottnen. Omkring 300 m. norr om nuvarande landsvägsbron mötte ån en stor anhopning av glacifluvialt material, som tvingade den att böja tvärt av mot öster under utarbetande av en trång skarpt markerad dal. Alldeles i närheten av den forna sjöstrandlinjen, där morän redan började blottas, fann strömmen möjlighet att bryta sig vidare väg mot S. Detta kunde dock ej ske på en gång utan uppstod här åter en lokal och tillfällig erosionsbas, över vars tröskel ån bildade ett fall, som blott långsamt sänktes och ännu ej är fullt utplanat.

Nedanför detta andra genombrott låg en lätteroderbar terräng, vilken dock redan upphörde vid nuvarande landsvägen, emedan en ny rullstensbank här bildade en dämmande barriär. Denna genombröts också blott långsamt i en trång passage. Hindrad av detta senare pass' falltröskel att utöva någon betydande vertikal erosion, kom strömmen att i det lätteroderbara området ovanför utöva en betydande lateral erosion, så att området nu framträder som en stor utvidgning på den annars smala ådalen. Beträffande

tiden för detta partis utveckling kan ett mycket gott maximivärde för detsamma erhållas genom en lantmäterikarta över hela Halåns nedre lopp från år 1801. Denna karta, som med säkerhet kunnat konnekteras med den av 1912, visar nämligen att ån redan 5 år efter katastrofen här intog ett lopp som ungefär motsvarar det nuvarande (se fig. 38). Den obetydliga utveckling, som ägt rum sedan dess, består huvudsakligen i bildningen av den skarpa kröken åt V strax ovanför bron och den därav följande anläggningen av flodloppet nedanför bron.

Söder om rullstensbarriären vid nuvarande landsvägsbron mötte ån först de lätteroderade ler- och mjälalager, som uppbyggde Halåvikens stora bottenplan, och därefter finare och grövre glacifluvialt material. Detta bildade dock ej så stora körtlar eller centra att

Foto. H. Löfbladh, Hammarstrand 1914.

Fig. 39. *Halån och dess erosionsdal (sedd från landsvägsbron mot söder).*

lokala erosionsbaser eller svårare hinder uppstodo, utan ån kan sägas hava ägt ett fritt erosionsfält ända ned till Indalsälvens nya fåra. Då denna, som nyss nämndes, redan efter en mycket kort tid nederoderades till omkring — 30 m. men genombrytningen vid landsvägsbron gick ganska sakta med ett blott långsamt sänkande av det uppkomna fallets tröskel blev åns fallkurva inom detta nedersta parti av Halån särdeles brant och strömmen därför stark; erosionen har också här varit effektiv och snabb, trots det grova glacifluviala materialets svåreroderbarhet. — Någon tvär och skarpt begränsad djup dal med obrutna sidor bildades emellertid ej som inom vissa partier av Indalsälven; icke heller förekom en så betydande lateral erosion med stora utglidningar som vid Singån, utan dalbildningen försiggick på så sätt, att ån slingrade sig fram inom sitt erosionsfält samtidigt eroderande lateralt

och vertikalt samt terrasserande dalsidorna. Några stora vida bågar hunno dock aldrig bildas, ty på grund av erosionsmaterialets grovlek och strömmens stora hastighet måste oupphörliga hinder hava rests i åbädden, så att strömmen ofta kom att kasta, övergiva sina gamla banor och bryta in på nya. Härigenom blevo också de under de olika strömlägena uppkomna terrasserna små och smala, överskärande varandra samt oregelbundna till sitt läge.

På vänstra stranden ligga sålunda överst de små nischterrasserna på respektive —17,7, —18,0 och —18,5 meters nivå. Deras ytor äro ojämna och lutande ned från dalsidan på grund av utglidningar och ras från denna. Nedanför den tredje och minsta terrassen skjuter det fram en bred udde eller »sporre» (*9*). Söder om denna sträcker sig den största och vidaste vänsterbågen djupt in i Halåvikens bottenplan. Som framgår av kartan är även dess yta ojämn och småkuperad, beroende på ras och utglidningar. — Den högra strandens terrasser äro i allmänhet något bredare och bättre utbildade samt försedda med jämnare ytplan och mer markerade begränsningsbranter än de föregående.

Halåns stora erosionshastighet inom området nedanför landsvägsbron bevisas till full evidens av den förutnämnda lantmäterikartan av 1801. Av denna framgår nämligen, att även det nedersta partiet av ån 5 år efter katastrofen 1796 ägde nästan alldeles samma lopp som nu. Den största förändringen sedan 1801 är åns förflyttning från innersta delen av högra terrassen närmast S om bron till ett mer centralt läge i dalen; denna förändring står i direkt samband med den förut omnämnda utbildningen av den skarpa kröken ovanför bron. De små förskjutningar uti nedre loppet, som blevo en följd härav, äro alltför obetydliga att lägga någon större vikt vid, särskilt som kartornas egna fel och konnektionens väl kunna belöpa sig till samma mått.

Orsaken till att ån under tiden närmast efter tappningskatastrofen ägde en mycket snabb utveckling i sitt nedre parti men sedan en obetydlig, var att erosionsbasen plötsligt blev betydligt sänkt men sedan legat ganska oförändrad. Ju längre utvecklingen framskred och ju mera ån sänkte sitt lopp ned mot erosionsbasen, desto mindre blev också strömhastigheten och desto långsammare utvecklingen. En mycket viktig bidragande orsak härtill var också att rullstensmaterialet, i vilket ån eroderade, allt eftersom utvecklingen framskred, blev mer utvaskat, så att allt större mängder grovt material anrikades på bottnen, under det att det finkornigare bortfördes. Då nu som sagt strömstyrkan också avtog, så att ån mäktade transportera allt mindre material, kom dess lopp att bliva fängslat och bundet samt kvarhållet i ett ur cykelsynpunkt sett outvecklat stadium. Så t. ex. framrinner nu nedersta delen av ån som en enda lång fors över fullständigt utvaskat rullstensmaterial; den fortsatta utvecklingen går därför här ytterst långsamt. Ett liknande långt forsparti finnes 300 m. N om landsvägsbron på det ställe, där ån bryter genom den förut omtalade åsbarriären. Den ringa materialmassa, strömmen här förmår erodera under högvatten, samlas nedanför forsen i en deltaliknande bildning, vilken under stark ström sakta förskjutes framåt men under lågvatten ligger stilla (se tavl. 5, där rullstensmaterial är utritat i forsen och deltats ytterkant markerad med en böjd linje). Nedanför deltabranten bildar ån en djup, vid göl. Strax nedanför bron ligger även ett litet forsparti (se fig. 39), som slutar uti ett delta, liksom det föregående uppbyggt av det under transport stående rullande materialet.

Det skulle varit av stort intresse att i detalj kunna följa Halåmynningens utveckling i förhållande till Indalsälven, men detta låter sig icke göra, då 1801 års karta är den enda, som finnes från tiden mellan katastrofen och 1886; därtill synes mynningsområdet ej vara så tillfredsställande kartlagt som de övriga områdena. Enligt kartan skulle emellertid ån efter 1801 förskjutit sig något åt V men däremot ej i någon nämnvärd grad utvidgat sitt deltaområde. Detta senare är i sin helhet ganska obetydligt, vilket visar, att Indalsälven förmått upptaga det mesta av Halåns material. För närvarande transporterar ån endast obetydligt material, vilket till största delen utgöres av sand, som uppbygger det förut (s. 28) beskrivna lilla deltat.

Ammerån. Ammerån är det största biflödet Indalsälven upptager inom Ragundaområdet; under lågvatten för den enligt *Hydrografiska byråns* siffror 4,75 sm^3 och under flodtid 20,9 sm^3; fig. 40 återgiver vattenståndskurvan för år 1911.

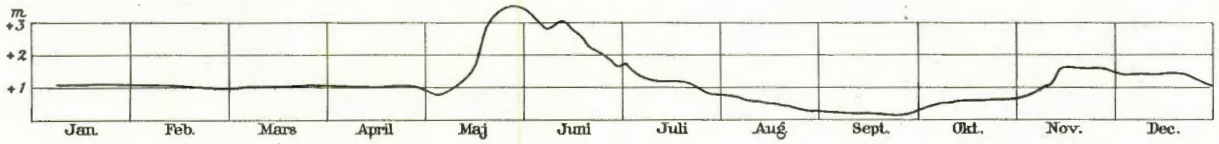


Fig. 40. *Ammeråns vattenståndskurva 1911* (enligt Hydrografiska byrån).

Som jag framställt i kap. I, ackumulerades i den skarpt markerade och djupa Ammerdalen redan under isens recession så mycket material, att det endast fanns obetydlig plats kvar för postglacialt sediment. De plan, som nu utbreda sig omkring Ammerån, äro därför till största delen uppbyggda av glacifluvialt material samt glacial lera. Då landet steg och åmynningen försköts framåt, eroderades planen. Från denna tid härstamma de erosionsrännor, som på ett par ställen överskära planet. På tavl. 3, som omfattar nedersta partiet av Ammerån, äro dessa rännor ej utritade med undantag av den lilla, korta fåran på östra spetsen av 160-metersplanet ovanför Storedan.

Utom dessa fåror utbildades också de nu kvarliggande terrasserna på hög nivå invid Ammerån. Då landet steg sakta och därtill stora sedimentbildningar, som förut framhållits, dämde Indalen vid Bispgården och gjorde det ovanför liggande Ragundaområdet till ett avstängt bäcken redan vid tiden för 160-metersnivåns uppkomst, kunde åns laterala erosion utveckla sig långsamt under bildande av relativt stora, plana och blott obetydligt lutande terrasser. På vänstra stranden kvarligger sålunda nu ett betydande erosionsplan på 157—150 m:s nivå, begränsat inåt av en 10 m. hög, svagt böjd brant och utåt av den forna sjöns eller rättare Ammerälvens strandbrant. På grund av bäckraviner och utglidningar i de båda branterna är planet i detalj något ojämnt. Nedanför detta plan vidtager ett annat, som på 145 m:s nivå sträcker sig fram som en smal terrass ända till landsvägen i kartans östra ytterkant. Det vidliggande planet på 163 m:s nivå upplöses så småningom utanför kartområdet samt övergår S om landsvägen i en bred svacka på omkring 145—140 m. ö. h. Denna är åt S skild från Indalsälven av en hög åsrygg och har möjligen en gång tjänat som bana för älven, innan denna fann sin fåra S om åsen och där förblev stationär. — På högra stranden av Ammerån finnas för närvarande icke några större

terrasser i behåll, då ån här efter tappningen eroderat bort betydande partier. Ett par smala erosionsplan på 149 och 142 m:s höjd ligga dock ännu kvar i skydd av den utstickande udden 167,6, och S om den tvära landsvägskröken utbreder sig ett fält på 147—148 m:s nivå, inåt begränsat av en obruten brant av 14 m:s höjd. Åt Ö är detta plan nedskuret till en lägre terrass på 141 m:s nivå.

Ammeråns sänkning ned genom de lösa avlagringarna fortsattes utan störande avbrott tills Storforsens klipptröskel (131,6, m. ö. h.) kom upp till vattenytan och bildade en fast erosionsbas för det ovanliggande Ragundaområdet. Sedan Ragundasjön då bildats, utgjordes Ammeråns erosionsbas av sjöns vattenyta. Denna kom genom åns föregående erosion i Ammerdalen att sträcka sig ända upp till Lövledsforsen, 3 km. N om Ammer. Om således strandlinjen kan följas i topografien ända hit upp, har dock hela Ammerviken, som förut nämnts, alltid ägt mer utpräglade fluviala egenskaper än lakustrala. En märkbar ström gjorde sig enligt uppgift gällande ända ner till Ammer, och erosionsarbetet i åbädden fortsattes antagligen en lång tid efter klipptröskelns uppkomst i Storforsen. Allt eftersom åns fåra blev utvecklad med breda, stora tvärsektioner och det omgivande materialet utvaskat, avstannade emellertid erosionen alltmer, så att ån antagligen till slut endast tjänstgjorde som en transportled för det från övre loppet och från mindre biflöden erhållna materialet. — Under torrperioden var Ammerån helt säkert mycket reducerad. Emedan dess erosionsbas då sänktes genom hela sjöytans fall, uppstod liksom inom det övriga sjöområdet en rätt ansenlig fluvial erosion. När vattenståndet åter steg och intog ungefär samma läge som förut, utjämnades emellertid så småningom, vad som utförts under torrperioden, så att ån snart intog ett lopp, som till sitt läge och sin natur överensstämde med det, som rådde före torrperioden. När katastrofen inträdde 1796, torde därför Ammerviken sedan länge legat i vila, och den där förekommande strömmen endast kommit till användning för transport av erhållet material.

För en ingående uppfattning av Ammeråns dalutveckling efter 1796 är det naturligtvis av största vikt att känna vikens eller åbäddens utseende före katastrofen. Emedan erosionen efter 1796 skurit bort hela den västra stranden och stora partier av den östra, kan man icke av den nuvarande topografien erhålla någon tillfredsställande kunskap om sjöns härvarande utseende. En lantmäterikarta av 1756 omfattar just själva terrassområdet på tavl. 3, men är tyvärr mycket otillfredsställande och svår att konnektera med den nuvarande topografien. På tavl. 3 och fig. 42 A har jag dock sökt inrita strandlinjerna så noggrant som omständigheterna tillåta. Den högra stranden ovanför udden 141,5 torde vara den säkraste, då den motsatta, kvarliggande strandlinjen varit en god styrlinje för konnektionen; likaså torde den senares fortsättning över den stora, runda vänsterterrassen vara ganska riktig, då man här kunnat använda landsvägen till konnektionslinje. Nedanför udden 141,5 äro däremot stränderna osäkra, särskilt den västra. — Nedanför planet 158,9 (ovanför Storedan) går det nu fram en skarpt markerad horisontell strandlinje på 138,4 m:s höjd, vilken antagits som vikens begränsning. Otvivelaktigt är detta riktigt, men 1756 års karta överensstämmer icke på något sätt med ifrågavarande strandlinje utan visar en konturlinje, som med en stor krök svänger ut mot SO i likhet med den på kartan inlagda streckade linjen. Att kartan av 1756 skulle vara till den grad felaktig, att något parti av den streckade linjen skulle motsvara 138,4 m:s linjen, är ej antagligt,

utan sannolikt angiver den förra en lågvattensgräns, vilket innebär att området mellan denna och 138,4 m:s linjen under sjöstadiet utgjort ett lågt näs. Att strandlinjen 138,4 ej bildats efter tappningen som en erosionslinje, bevisas utom av dess horisontalitet även av en huggen fura, som stod på densamma och enligt uppgift var över 120 år eller med andra ord härstammade från tiden före katastrofen. Oaktat strandlinjerna således äro osäkra i detalj, torde deras huvudriktning och läge dock vara så pass riktig, att man vid behandlingen av terrassystemens utveckling utan risk för större fel kan utgå från dem.

Sedan Ammerviken eller rättare Ammerån inom Ragundaområdet legat i vila en mer eller mindre lång tid, skedde katastrofen 1796. Då ån låg långt från genombrottet, skedde ej den första erosionen och nedskärningen så snabbt eller uppstodo med ens så genomgripande förändringar som vid Halån och Singån; ej heller fick Ammerån sin erosionsbas så djupt sänkt som dessa, emedan ån inmynnade i området ovanför Hammarforsen, under vars fallhuvud på — 17 m. Indalsälven ej förmådde sänka sin yta. Då älven dessutom blott långsamt förmådde erodera sig ned mot denna nivå till följd av de stora rullstensanhopningarnas motstånd uti dalfåran (särskilt den vid Krokvåg), kom Ammeråns fallkurva aldrig att bliva så brant och dess ström så häftig som Halåns. Detta hade till följd att de geomorfologiska processerna kommo att ske långsammare d. v. s. de hade längre tid och bättre tillfälle till utveckling. Detta är ett faktum av vikt att observera, då det är en av orsakerna till skillnaden mellan Halåns och Ammeråns terrassområden.

Det översta partiet av Ammerviken var omgivet av grovt rullstensgrus, varför erosionen här icke kunde uträtta något större arbete. Fåran sänktes blott obetydligt samt förminskades i bredd, så att den förut lugna och relativt vida viken ombildades till en smal och forsande å. Något längre ned, där tillfälle erbjöds för större djuperosion, skar strömmen däremot snabbt ut en djup fåra, som slingrade mellan de härvarande stora åscentra; den fortsatta erosionen kom därför att ske oregelbundet med utarbetande av edor och uppgrundningar. I motsats mot Halåns övre parti visar därför Ammeråns ett alldeles outvecklat lopp med forsar och lokala djupcentra, oregelbundna krökar och svängar samt höga och branta brinkar.

Inom området för tavl. 3 och fig. 42 skedde den första erosionen antagligen på högra stranden, där denna böjer ut mot NV (se fig. 42 A och B). Materialet utgjordes här av lätteroderat sediment, varför erosionen kunde försiggå hastigt och utan större hinder. Mycket fort torde också den lilla terrassen på 136,4—136,7 m. skurits ut och ån sänkt sig vidare ned mot planet 132,7—131,9. Den motsatta, vänstra stranden, som låg i lä om en utskjutande, hög åsudde (vars sydligaste del är antydd på kartan med ett par backstreck) och till stor del bestod av morän, utsattes ej genast för erosion, men vattnet drog sig däremot snabbt bort från stranden på grund av åbäddens sänkning på högra sidan. Nu ligger också vid vänstra stranden en smal remsa av vikbottnen orörd kvar som en terrass utanför den forna strandlinjen.

Sedan erosionen fortgått en tid på högra sidan och flodbädden här sänkts, började dock utskärningen också på vänstra sidan för att sedan fortsätta jämsides med den uti nedre loppet. Någon lokal anhopning av särskilt grovt rullstensgrus eller moränmaterial fanns ej, som kunde bilda hinder eller någon lokal, tillfällig erosionsbas, utan strömmen

ägde liksom inom Halmåns nedre lopp ett fritt erosionsfält. På grund härav kom åns fallkurva att förbliva obruten och relativt jämn under sin sänkning med undantag av mindre lokala stockningar och tillfälliga uppdämningar, orsakade av den betydande sedimentmassa, ån medförde.

Erosionsföreteelserna vid den vänstra stranden äro på grund av de tydliga märken de kvarlämnat i den nuvarande topografien särdeles upplysande i och för en rätt uppfattning av hela åns utveckling och dalerosionen. Det är därför lämpligast att de redan nu skildras i sin helhet i stället för att omnämnas efter hand i samband med de olika strömlägen, som successivt uppkommo under utvecklingens framåtskridande.

Först bör då observeras, att alla erosionsrännor och terrassbranter visa, att strömmen här ägt en mot dalens längdutsträckning mycket avvikande riktning. Detta kan endast hava berott på att ån alltid här bildat en skarp båge, vilken tvingat strömmen in i en V—O:lig bana. Närvaron av en sådan båge bevisas utom av strömrännor och terrassbranter på den vänstra stranden även av en lantmäterikarta av 1804 (se fig. 42 D), som här upptager en större och skarpare svängd krök än den nuvarande.

Sedan vattnet sålunda dragit sig undan från området närmast utanför den vänstra strandlinjen och här kvarlämnat en remsa av bottnen opåverkad, började erosionen i rak O—V:lig riktning under utarbetande av planet på 134,8—135,0 m:s nivå. Åstranden utgjordes då under någon tid av den 1—2 m. höga begränsningsbranten upp mot det orörda strandplanet på 136,6 m:s nivå, och ån intog ett lopp, som ungefär torde motsvara det i fig. 42 B inritade. Den nästan tvärt emot den forna vänstra stranden flytande strömmen strävade naturligtvis att erodera stranden och här bilda en båge. Genom att den till stor del utgjordes av morän, mötte emellertid strömmen så starkt motstånd, att erosion omintetgjordes och strömmen tvingades att tvärt böja av mot S och flyta vidare fram utmed terrassbrantens fot. Detta förhållande var rådande under hela utvecklingen och äger ännu rum, vilket gör att alla erosionsfåror sluta blint mot strandterrassens brant eller äga en blott svag böjning ned mot densamma. Intressant är också att iakttaga, hurusom ett par av rännorna sluta med en stor hop block vid branten, dels utspolade ur denna och dels ditförda av strömmen och sedan kvarlämnade, när strömmen, försvagad av motstöten böjde av mot S.

Dessa rännor eller forna strömfåror växla betydligt i bredd och storlek samt äro i allmänhet begränsade av markerade, tvära branter av 1—15 dm:s höjd; de täckas alltid i bottnen av ett mer eller mindre tjockt och brett lager frispolade rullstenar, vilkas storlek oftast överstiger det omkringliggande grusets. Dessa stråk eller »gator» av kullersten kunna nå olika bredd; uti smala rännor upptaga de i allmänhet hela bottnen, vid bredare däremot endast mittelpartiet. Om rännan svänger, så böjer blockstråket, som tydligen markerar banorna för den starkaste strömmen, upp mot den konvexa stranden i full enlighet med strömläget uti bågar och krökar. Endast på ett par ställen hava vallformiga anhopningar av grovt material iakttagits som verkliga »strömryggar». Den största av dessa ligger på vänstra stranden N om bron, strax nedanför siffrorna 133,3 och 132,6. Den höjer sig endast ett par dm. över omgivningen samt utgöres av nästan jämnstora rullstenar av 2—3 dm:s diameter. Utan tvivel överensstämmer den morfologiskt med G. De Geers

»current-ridges» på Dals Ed (*12*) och utmärker liksom dessa vägen för den starkaste strömmen. Om den är en direkt ackumulationsbildning och således från början anhopad som en vall på botten av ån eller senare utpreparerad genom erosion på sidorna efter att först hava bildat »stengatan» i en plan erosionsränna, är ej med säkerhet avgjort. Det senare alternativet torde dock vara mest antagligt i betraktande av de växlingar i erosion och ackumulation, som varit rådande.

En god upplysning om de ovannämnda bildningarnas natur och uppkomstsätt och därmed även om hela terrasseringens mekanik erhålles i den naturliga skärning, som finnes i den nuvarande åns vänstra strandbrink. Profilen (fig. 41) visar från åns yta till omkring 2,2—4,5 m:s höjd fin strömlagrad sand, vilken tvärt avbrytes av grovt material. Vid den oregelbundet förlöpande kontakten ligga de största kornstorlekarna (rullstenar med 1,5—3 dm:s diameter) anhopade som ett markerat lager. Över detta blir materialet mer heterogent men visar en »strömgata» av stora rullstenar i mitten av erosionsrännan 133,8. Den övriga delen av rännan samt erosionsterrassen 135,0 uppbygges av grus samt rullstenar av 1—0,2 dm. i diameter. Ungefär samma material bildar den kvarliggande vallen mellan erosionsrännan och planet 133,3. Detta senare uppbygges däremot av något finare material, i det de största stenarna i allmänhet ej nå över 0,2 dm:s diameter.

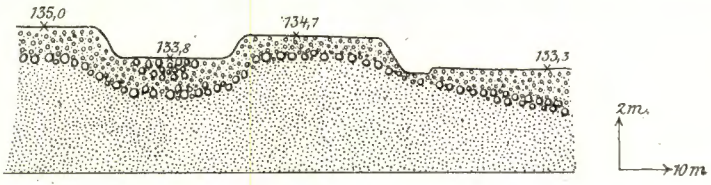


Fig. 41. *Skärning genom vänsterterrasserna 135,0, 134,7 och 133,3.*

Frågan är nu hur denna markerade kontaktzon bildats samt i vilket förhållande det täckande ytlagret står till den underliggande sanden. Denna senare är otvivelaktigt glacifluvial och ligger orubbad på samma plats, där glaciärälven avlagrat den, ty den kan direkt följas in i den stora rullstensåsen N om skärningen samt anträffas också över hela dalgången i mer eller mindre stor mäktighet. Ovanliggande grova material är till sin natur även glacifluvialt, men torde däremot icke befinna sig i primärt läge utan är ditfört först vid tappningserosionen 1796.

Den teoretiska kunskapen om det rinnande vattnets erosion och transport samt direkta fakta rörande liknande terrassbildningar som denna stöda antagandet om ytlagrets natur utav »tappningslager». Den eroderande strömmen uppifrån ådalen kom nämligen ej obelastad och med klart vatten utan medförande stora massor sediment. Detta fördes till största delen rullande fram utefter bottnen i form av transportdeltan (*5*). Den morfologiskt effektiva kraft, som återstod efter transportarbetet, kom till utlösning uti erosion, varigenom nya sedimentmassor rycktes lösa och bragtes i transport. Obegränsade kvantiteter kunde emellertid ej upptagas och dessutom sänktes ju jämsides med erosionen strömmens fallkurva, så att dess hastighet och kraft blev mindre. Snart nåddes således det stadium, då strömmen ej längre förmådde framforsla allt sedimentet utan måste kvarlämna eller »tappa» en del. Det material, som då först ackumulerades, var naturligtvis det grövsta. Eftersom trans-

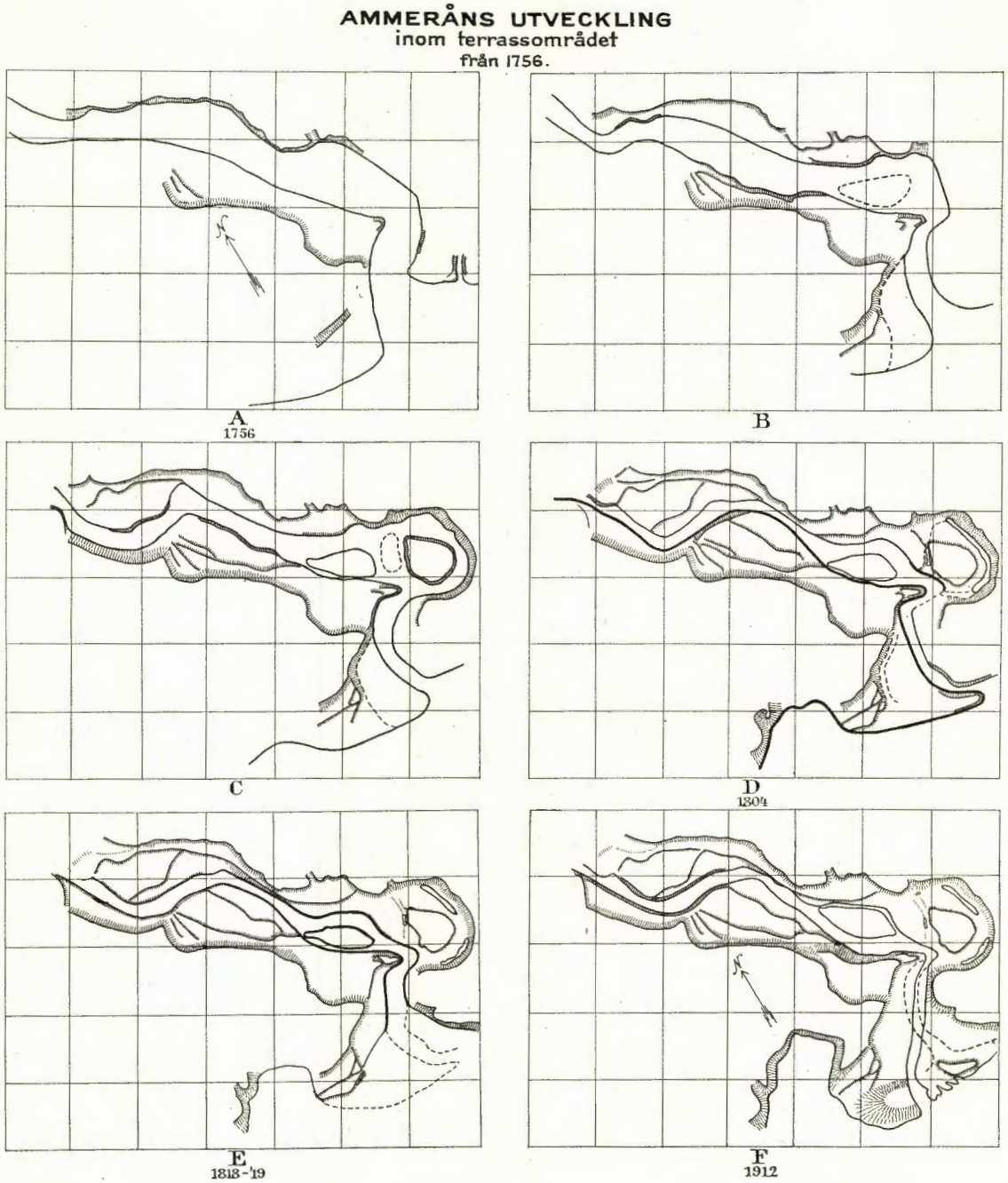


Fig. 42.
Skala 1 : 30 000.

portkraften stiger med sjätte potensen av hastigheten, inses hur liten reduktion i strömbanans lutning och därmed i dess hastighet som behöves för att de största materialstorlekarna ej längre skola kunna hållas i aktuell rörelse utan stanna. Genom detta successiva »tappande» av material kommer strömmen att så småningom flyta fram över ett acku-

mulationstäcke eller en stensättning, som mer eller mindre skyddar underliggande delar för erosion. De mindre kornstorlekarna förmår strömmen ännu rulla fram över de större, men allteftersom hastigheten avtager, ackumuleras även de, och ett ytlager bildas, som avtager i kornstorlek uppåt.

Liknande lagringsförhållanden som de nu beskrivna möta något längre nedför ån vid udden 167,6. Här anstår nämligen underst fin sand, som något under erosionsterrasserna tvärt avbrytes av grovt grus med stenar av ända till 2—3 dm:s diameter; uppåt de mer långsamt bildade prelakustrala planen på 142,2 och 149,4 m:s nivå övergår däremot sanden i fin mjäla.

Efter denna detaljbeskrivning övergå vi nu till en översikt av Ammeråns utveckling (fig. 42) inom området för tavl. 3. Åbäddens förskjutning i horisontell led och sänkning i vertikal led skedde inom det översta partiet på så sätt att den lilla flodkrök, som redan måste hava förefunnits i det första stadiet (fig. 42 B) — utbildat strax efter katastrofen — förstorades alltmer och eroderades framåt. Samtidigt med den högra stranden förflyttades också den vänstra genom strömmens fortsatta erosion. Om denna erosion skett utan avbrott, så att stranden hade förskjutits kontinuerligt, skulle det eroderade området kommit att äga en jämn lutning nedåt dalen. Nu arbetade emellertid strömmen oregelbundet, så att den flöt längre på det ena stället än på det andra. På de förra platserna kom således strömmen att utarbeta en högre eller djupare strandbrant, vilken vid åloppets fortsatta förskjutning och områdets torrläggning framstod som en erosionsbrant.

Närmast nedanför den första eller äldsta terrassbranten, mellan 135,0 och 133,8, ligger den förut omnämnda breda strömfåran, som antagligen till sin bildning är samtidig med branten. Därpå följer den lilla vallen 134,7, som åt S begränsas av nästa markerade brant. Denna leder i sin tur ned till ett stort plan på 133,3 till 132,5 m:s höjd; detta är emellertid uppdelat i flera strömfåror och strömvallar, av vilka den största är markerad på kartan och förut omnämnd. Detta plan begränsas slutligen åt S av en långsluttande erosionsbrant, vilken tagits som strand för det andra erosionsstadiet (fig. 42 C). Liksom de föregående terrassbranterna och strömrännorna slutar även denna blint emot den vänstra branten upp till strandterrassen, men visar däremot icke en så tvärställd riktning som den första utan förlöper mer i NNV—SSO i överensstämmelse med det nuvarande loppet.

Oaktat det är svårt och mycket vanskligt att söka fastställa sambandet och ordningsföljden mellan de olika terrasserna på en dals båda sidor, har jag dock på grund av den noggrannhet med vilken jag sökt utrita och avväga de olika strömlägena inom terrassområdet, på fig. 42 sökt rekonstruera utvecklingens gång. Härvid har den största ledning vunnits av de lantmäterikartor, som finnas över området från åren 1756, 1804, 1818—1819 och 1886. Då dessa emellertid ej varit alldeles tillförlitliga eller fullständiga utan endast upptagit delar av området, har jag med stöd av den nuvarande topografien rekonstruerat stadierna A, D och E. Av de övriga angiva B och C två stadier, under vilka någon särskilt skarpt markerad terrass eller erosionsbrant utbildats. Med någon av dessa som utgångslinje har jag sedan med tillhjälp av avvägningssiffrorna, erosionsrännorna och terrassbranterna konstruerat upp det mest sannolika läget för det återstående åloppet. På grund

av den nyssnämnda svårigheten att konnektera strömlägena på de olika dalsidorna få naturligtvis dessa båda figurer ej anses exakt angiva åloppets läge och utseende, utan äro de helt säkert behäftade med fel. Trots detta torde de dock angiva och förtydliga gången av utvecklingen samt utgöra förmedlande länkar mellan det orörda sjöstadiet A och det redan långt utvecklade stadiet D. — Vad figurerna vidare angår, har jag vid deras ritande använt samma metod som FISHER (*15*), nämligen att för varje stadium endast angiva de uppkomna topografiska drag, som kvarstått under den fortsatta utvecklingen och nu ingå i kartan av år 1912. På så sätt får man denna gradvis fullbordad i samband med utvecklingen. Uti stadierna D och E äro de tjocka linjerna uppdragna enligt lantmäterikartorna; den övriga topografien är därefter kompletterad i överensstämmelse med ovan anförda principer.

Nedanför nuvarande landsvägsbron utvidgade sig sjöområdet, i det den vänstra stranden böjde av mot Ö och bildade en öppen vik. Denna kom under Ammeråns utveckling att förstoras och utvidgas, så att den efter hand bildade det största och mest välutvecklade erosionsområdet. Detta beror därpå, att strömmen, som de kvarvarande erosionsbranterna och rännorna visa, styrts över dalen vid nuvarande landsvägsbron, så att den pressat upp mot den oskyddade och av lätteroderbar lera och mjäla bestående vänstra sidan. Så fort erosionen här väl en gång kommit i gång fortsatte den, då några hinder ej lades i dess väg. — Om således den vänstra sidan utsattes för en kraftig och effektiv erosion, förblev däremot den högra i lä för strömmen. Allt eftersom ån försköts och sänktes åt Ö, grundades därför denna sidan upp och torrlades i likhet med »näsen» inom de förut skildrade områdena vid Krokvåg och Dövikens Storeda. Ett grund måste därför här snart hava bildats och så småningom utvecklats till en ö. Detta antagande får full bekräftelse genom 1804 års karta, vilken just vid högra åsidan upptager en stor långsträckt holme.

Utvecklingen av den återstående sträckan fram till Indalsälven är mycket svår att fastställa, till stor del beroende på den osäkerhet, som här förefinnes beträffande sjöstrandlinjen. Området utanför den förut omtalade 138,4 m:s strandlinjen torrlades antagligen genast, i det vattnet drog sig bort från densamma utan att giva upphov till erosion, varför området nu också kvarligger som en orörd strandplanterrass. Den lilla triangelformiga terrassen på 132,9 m:s nivå utskars också tidigt. Den större terrassen, som utbreder sig nedanför denna och nyssnämnda strandplan, tillhör på grund av sitt läge antagligen Indalsälvens erosionsområde och torde på grund av sin höjd (129,9 m.) även blivit utbildad under ett av de tidigaste skedena. I det av fig. 42 B illustrerade första erosionsstadiet flöt antagligen redan en sidogren av ån under högvatten fram vid basen av den höga branten upp till planen 158,9 och 141,0. Huvudfåran torde emellertid, på grund av de upplysningar som 1804 och 1818—1819 års kartor giva, hava bildat en skarp krök omkring udden 134,1 samt sedan flutit i en svag båge åt S och SO samt till slut med en vid mynning slutit till Indalsälven. — Denna senares utveckling inom området för Dövikens Storeda har förut beskrivits.

I och med uppkomsten av Ammeråns första stadium bestämdes gången för hela den fortsatta utvecklingen, i det denna genom frånvaron av svårare hinder i åbädden be-

stod uti ett regelbundet fortsättande av de påbörjade processerna. — Sålunda utvecklade sig loppet i det översta partiet genom att åkröken vidgades och försköts mot S, så att stadiet D snart uppkom. Likaledes fortsatte erosionen att förstora vänsterbågen nedanför bron, under det att den motsatta stranden blev alltmer uppgrundad. Något landfast område utgående som en halvö från udden 141,5 torde emellertid icke hava funnits, utan den förut omnämnda holmen och det grund, som sedermera måste uppstått i bågens centrum (stadium C), voro skilda åt från varandra och från stränderna av grunda strömarmar.

Genom vänsterbågens skärpa kom strömmen vid dess nedre ända att styras över till högra stranden, där den framflöt nedanför uddarna 141,5 och 134,1. Då stranden här var svåreroderbar, kunde emellertid ej någon utvidgning ske, utan tvingades strömmen att böja av mot S för att sedan med en stor sväng fortsätta ut mot Indalsälven. — Anmärkas bör i samband härmed, att vänsterbågen i sin södra del begränsas av en hög åskulle av grovt grus, som här legat lik ett fast block eller en »sporre».

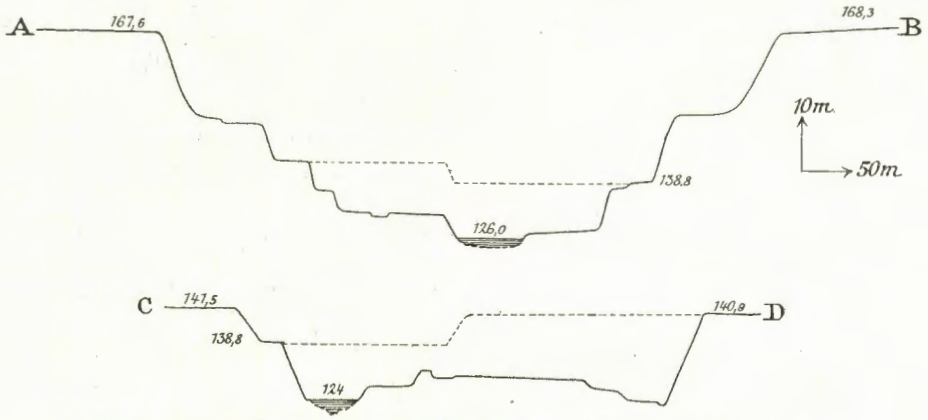


Fig. 43. *Tvärprofiler över Ammerådalen inom terrassområdet.* (Tavl. 3.)

När huvudströmmen inom den stora vänsterbågen till slut intagit det läge, som nu markeras av de båda dammarna vid den höga erosionsbrantens bas, och då nått ett så framskridet utvecklingsstadium, att bädden i densamma var överfördjupad, skedde en avskärning genom en av de förut omnämnda strömgrenarna. Bågen blev härigenom »dödad». Omedelbart efter avskärningen flöt dock antagligen ännu en sidoström fram i den forna huvudrännan, men denna blev snart helt övergiven och avstängd till en »korvsjö» genom att den nya fåran snabbt fördjupades. Den bågterrass, som härvid torrlades, kom således att luta inåt (se fig. 43 C—D). Den lämnar ett vackert exempel på en terrassering, som helt slutförts utan något som helst »kontrollerande inflytande» (*10*) från dalsidans berggrund eller några andra yttre hinder. Hela bågens utveckling och fullbordan giver också exempel på slutstadiet eller målet för den fluviala utvecklingsprocess, vars tidigare stadier så väl illustreras av den under fullt utarbetande stående Krokvågsedan och den mognare Döviksedan.

För att erhålla någon noggrannare kännedom om hur lång tid utvecklingen fram till stadiet D tagit, bestämde jag hösten 1912 medelst ett tillväxtborr åldern på de till synes äldsta furorna på området. Resultatet av de 32 åldersbestämningarna var i så måtto tillfredsställande, som jag fann ett 100 år gammalt träd på så låg nivå som 130,8 m. strax ovanför bron på högra stranden, ett 90 år gammalt på 132,6 m:s nivå vid vänstra stranden ovanför profil fig. 43 A—B samt ett 95-årigt mitt i den stora vänsterbågens centrum vid siffran 128,8. Utav dessa siffror kunde man draga den slutsatsen, att stadiet D redan var uppnått för omkring 100 år sedan och att den betydande utveckling, som lett fram till detta, således skett på 16 år. Hundra år utgjorde följaktligen ett minimivärde, som visserligen var ganska grovt, men ändock inneslöt utvecklingstiden inom en bestämd gräns. Vid genomgående av Lantmäteriarkivets kartor över Ragunda socken fann jag emellertid vintern 1913 den förut omnämnda kartan av år 1804, vilken sänkte *maximigränsen för uppnåendet av stadiet D till 8 år.* — Detta tidsmått äger liksom de från Singån, Halån och vissa partier av Indalsälven särskilt intresse genom att höra till de första exakta uppgifter som mig veterligen finnas om fluvial utvecklingshastighet. Därför äro också dessa tidsmått, som kunnat fastställas på grund av sammanträffandet av flera lyckliga omständigheter bland de värdefullaste resultat, som Ragundaområdet givit ur geomorfologisk synpunkt.

Vad 1804 års karta vidare beträffar, så är å densamma endast högra åstranden fullt utritad, under det den vänstra blott är angiven från mynningen vid Indalsälven till den tvära kröken vid udden 141,5; dessutom upptager kartan en liten sträcka rakt Ö om sistnämnda plats. Av denna linje framgår, att rännan 126,6—126,4 då ej längre var i bruk, utan att älvens huvudfåra gick fram utmed udden 141,5, vilket i sin tur bevisar, att den stora vänsterbågen avskurits. Detta senare framgår till yttermera visso därav, att bågens stora erosionsbrant är utritad med en streckad linje och området mellan denna och ån angiven som »uppgrunnings-jord». De felande sträckorna av högra strandlinjen äro inlagda med stöd av avvägningssiffrorna och den mer fullständiga kartan av år 1818—1849. Det smala partiet från mynningen upp till udden 141,5 visar, att kartan måste angiva åns lågvattenslopp, ty redan under föregående stadium C måste rännan utmed den stora branten upp till planen 158,9 och 141,0 varit tagen i anspråk för en sidoström under högvatten. Området mellan denna och huvudarmen har därför liksom nu utgjorts av ett lågland, som under flodtid överflöts och därmed i hög grad förstorade åns yta. — Läget av Indalsälvens strandlinje inom området för Dövikens Storeda har jag redan förut behandlat.

Den nästa lantmäterikartan över Ammerån är från 1818—1819. Åloppet överensstämmer då i det närmaste med 1804 års och till sina huvuddrag även med det nuvarande. Den största skillnaden från detta senare är, att en ö ligger lika tätt tryckt intill högra stranden som en annan nu ligger intill den vänstra. Något tvivel om kartans riktighet torde ej finnas, ty då den sträcker sig ända upp till Krokvåg — där 1818—1819 års strand är inlagd efter densamma, — har jag kunnat konstatera dess noggrannhet genom konnektion på flera ställen med den nuvarande topografien. — Som synes äger ån på kartan ett mycket brett mynningsområde, vilket antagligen beror på att den uppgjorts under rådande högvatten. På grund av det övriga loppets likhet med 1804 års har jag enligt denna senare med en streckad linje sökt utrita lågvattensfåran.

Efter 1819 äga vi först en karta av 1845—1848, å vilken emellertid den högra strandlinjen är uppritad endast ovanför bron, där den visar alldeles samma läge som nu, samt inom Storedans område, där den utlagts och förut (s. 79) beskrivits; den vänstra åstranden saknas helt och hållet utom på en 50 m. lång sträcka vid brohuvudet. Därpå följer den detaljerade, stora kartan från år 1886, vilken sommaren 1912 använts till underlag vid upprättande av tavl. 3 (stadium F på fig. 42).

Redan 1818—1819 års karta visar som sagt ett ålopp, som till sina huvuddrag överensstämmer med det nuvarande. Den viktigaste förändringen, som ägt rum mellan 1819 och 1912, är otvivelaktigt öns förskjutning från högra till vänstra stranden. Denna betydande förändring berodde antagligen delvis på att vänstra stranden strax ovanför nuvarande landsvägsbron utsattes för erosion, så att en svag inbuktning här bildades och strömmen styrdes ned mot högra stranden. Brobyggnader hava möjligen också inverkat på strömlägena och erosionen. — Vidare bör framhållas den uträtning, som den skarpa bågen vid udden 134,1 undergått och vilken måste ägt rum efter 1886, då lantmäterikartan ännu återgiver åbädden starkt böjd som de streckade linjerna på fig. 42 F angiva. Till slut har också mynningsområdet undergått en betydande utveckling. Detta leder oss in på det viktiga kapitlet om Ammeråns förhållande till Indalsälven.

Kartan av år 1756 visar, att Ammerån mynnade ut i Ragundaälven, som sjön här kallades, i en vik som måste hava legat skyddad för ström. Redan under sjöstadiet ägde därför antagligen Ammerån ett delta. När tappningen skedde och Ammerån började skära ut sitt nya lopp, förde den ut stora materialkvantiteter i Indalsälven. Om icke viken redan förut varit fylld av åns delta, måste den nu genast hava blivit det. Det återstående materialet kom därför att föras ut till älvens huvudström. Föga sannolikt är dock, att denna förmådde upptaga hela Ammeråns stora och grovkorniga börda, utan en del blev ackumulerad, varvid älvens vatten styrdes ned mot södra stranden, där den största erosionen kom att äga rum. För närvarande är också sjöstrandlinjen här borteroderad, och Indalsälven flyter delvis utanför den forna sjöns område. De låga och uteslutande av glacifluvialt material bestående områdena omkring nedre loppet av Ammerån torde därför icke utgöra rester av den primära åbädden utan vara partier av åns eget delta, till största del uppbyggt efter 1796.

Ju längre utvecklingen sedan framskred och Ammerån skar ned sin bädd samt därigenom fick mindre fallhöjd, desto mindre och finkornigare blev det ut till Indalsälven framförda sedimentet. Samtidigt härmed avtog emellertid också Indalsälvens strömstyrka genom denna älvs nedskärning, så att dess ström ej heller längre mäktade upptaga så stort och mycket material som förut. En ständig strid har därför varit rådande mellan Ammerån och Indalsälven om herraväldet inom mynningsområdet, om den förra skulle kunna bygga upp sitt delta i den senare och pressa undan dess ström eller om huvudälven skulle förmå upptaga biflodens hela börda, upprätthålla jämvikten eller t. o. m. inkräkta på Ammeråns område genom erosion.

I unga dräneringssystem segra i allmänhet biflödena, då deras fallkurvor betydligt överstiga huvudflodens; därför kunna de föra så grovt material, att huvudfloden ej förmår upptaga det, utan ackumulation äger rum. Raskäglor och biflodsdeltan äro där-

för vanliga vid dylika floder, vilket redan RICHTHOFEN påpekat och sedan DAVIS (*11*) ofta framhållit. I äldre, mer utvecklade flodsystem, där biflödena och huvudfloden sänkt sina fallkurvor och därför båda föra finare material, tager den senare vanligtvis överhand, då det nu är vattnets massa, som avgör striden. Indalsälven och Ammerån, som befinna sig i ett ytterst ungt eller tidigt utvecklingsstadium, följa den allmänna regeln, i det Ammerån som sagt inkräktat betydligt på Indalsälven.

Ett förhållande, som givit Ammerån stor hjälp vid uppbyggandet och bevarandet av sitt ackumulationsområde, har varit Indalsälvens förskjutning mot NO under bildande av Dövikens Storeda, ty ju mer denna utvecklats, desto mer har Indalsälvens ström förts ned mot södra älvstranden. Åmynningen kom således att ligga i lä och dess medförda material att bliva skyddat för huvudälvens starkaste ström. Den senares makt har dock i så måtto gjort sig gällande, att ån mycket länge varit böjd nedåt i Indalsälvens flytriktning eller med andra ord »släpats med» huvudfloden. Denna lilla maktmanifestation har emellertid under de sista 26 åren även brutits, i det Ammerån förmått arbeta upp sin mynning så långt, att dess nedre lopp blivit rakt och flytande i nästan rät vinkel mot huvudälven.

Det är nu intressant att iakttaga och följa den pågående kampen mellan de båda vattendragen. Under högvatten flyter Indalsälven fram över hela den sköldformiga udden 124,3 samt vidare i västlig riktning över terrassen 123,5. Ammeråns vatten pressas då delvis ned i sin gamla fåra mellan terrasserna 123,5 och 125,3, men allteftersom högvattnet avtager och Indalsälven drager sig tillbaka i sin djupfåra, äter sig Ammeråns mynning uppåt V, eroderande den under högvattnet upp- och framåtbyggda udden 124,3. Stridens förlopp kan uttryckas så: huvudälven äger överväldet under högflod, då dess större vattenmassa tager ut sin rätt; ackumulation äger då rum, och Ammerån drives tillbaka mot Ö; under lågvatten däremot tager Ammerån igen sitt förlorade område och gräver sig upp genom det nyackumulerade materialet; olika år når den olika långt mot V.

Storleken på de krafter, som äro rådande här, är beträffande Indalsälven: under exceptionellt lågvatten 65 sm^3, under normalt lågvatten 80 sm^3, under normalt högvatten 1 600 sm^3, under exceptionellt högvatten 2 360 sm^3 och under medelvatten 260 sm^3 samt beträffande Ammerån under lågvatten 4,75 sm^3 och under högvatten 20,9 sm^3 (allt enligt *Hydrografiska Byråns* siffror).

Om således mynningsområdet på visst sätt kan anses som väl utvecklat, befinner sig däremot det övriga loppet ännu i ungdomsstadiet. Visserligen har detta, som ovan visats, genomgått en betydande utveckling, varvid fallkurvan sänkts betydligt ned till erosionsbasen, men samtidigt har som vid Halån det omgivande materialet blivit allt mer och mer utvaskat, så att det nu lägger svåra hinder i vägen för den fortsatta erosionen och binder åbädden i en viss bana. Strax ovanför landsvägsbron är den vänstra åstranden fast och liksom sitt övre parti svår att erodera, emedan stora moränblock ligga utanför vattenlinjen och bryta strömmen. Längre uppåt fortsätter den förut skildrade utvecklingen, i det ån eroderar krökens högra strand och jämsides därmed drager sig bort från den motsatta stranden. Nedanför landsvägsbron styres strömmen nu ned mot högra sidan och har här kraftigt eroderat den höga branten allt sedan den stund efter 1818—1819

då strömriktningen omlades; för närvarande är stranden förstärkt genom byggnad, så att erosionen i hög grad minskats. Efter den tvärböjda krökens uträtande vid udden 134,1 har den vänstra stranden nedanför stora terrassen häftigt angripits av ån. Då dess material utgöres av ganska grovkornigt rullstensmaterial, har emellertid en liten fors uppstått här.

Ovan lämnade beskrivning över Ammeråns utveckling inom Ragundaområdet efter katastrofen 1796 visar ju stora olikheter med dem som förekommit vid Singån och Halån. Från den förra skiljer sig Ammerån helt och hållet genom att i stället för ett öppet vitt erosionsfält, till största delen uppbyggt av glacial lera, äga en begränsad smal åbädd eller vik till stor del omgiven av glacifluvialt material, lämpat för terrassering. De stora åskörtlar eller åscentra, som funnos uti Halåns lopp och där förorsakade svåra hinder i form av lokala erosionsbaser och olikartade utvecklingsprocesser inom skilda partier, saknas också inom Ammeområdet. Det glacifluviala materialet i Ammerdalen försvårade emellertid i hög grad utvecklingen fram till ett moget stadium. Genom utvaskning och anhopning av det grövsta materialet på dalens botten har dessutom den nuvarande ån i hög grad bundits och dess lopp stannat på ungdomsstadiet; något moget parti som Halåns övre lopp finnes ej. — Beträffande det stora terrassområdet vid Ammeråns nedre parti bör särskilt framhållas, att det i motsats mot Halåns blivit bildat genom den successiva utvecklingen av ett vattendrag, vilket mycket snart efter tappningen erhöll ett bestämt lopp. Några bågterrasser uppkomna genom strömkastningar samt banförändringar finnas icke, utan de lågt terrasserade erosionsplanen äro bildade genom strömmens ojämna erosion och förskjutning snett nedåt i en och samma riktning. Orsaken till denna skillnad ligger däri, att Halån ägde ett öppet och förut fluvialt alldeles obearbetat erosionsfält, där tillfälle erbjöds för en ganska stor rörelsefrihet, under det att Ammerån allt ifrån början framrann i en lång, smal vik eller åbädd med markerade, höga stränder, vilka genast bundo erosionsströmmen i en bestämd bana och där kvarhöll den.

C. Ravinerna.

Uti de föregående kapitlen har på flera ställen omnämnts de raviner och depressioner, som finnas uti älvbrinkarna och till större eller mindre längd sträcka sig in i de vidliggande strand- och bottenplanen. — Ravinerna äro tvärt nedskurna, smala och djupa dalar, oftast utbildade i mjäla, samt kunna antingen äga eller sakna ett rinnande vatten i sin botten. Väl utbildade och rikligt förekommande bilda de det för Norrlands älvdalar så karakteristiska niplandskapet, varför de också benämnas »nipdalar» (*13*). De andra depressionerna äga inom Ragundaområdet vitt olika former, men äro oftast grunda och flacka sänkor med oregelbunden begränsning, beroende på att de till största delen bildats genom utglidning och ras av det omedelbart efter katastrofen ännu lösa och blöta sjösedimentet.

Dessa raviner och depressioners bildningssätt hör intimt samman med det särskilt på senare tider livligt omskrivna jordflytningsfenomenet, vilket är alltför komplicerat för att här utförligare behandlas. Omnämnas bör dock att Högbom (*20*) och S. De Geer (*13*) anse nipdalarna till största delen eller helt och hållet bildade genom flytning och att någon erosion genom öppet rinnande vatten ej förekommer därvid. Med avseende på Ragundaområdets raviner kan jag ej ansluta mig till denna åsikt, utan jag anser dem hava bildats av bäckar och rännilar som dock i mer eller mindre hög grad *understötts* av jordflytning. Om nipdalar inom andra områden kan jag ej yttra mig.

Det vackraste aktuella exemplet på jordflytning, jag iakttagit inom Ragundaområdet, är vid Halåns högra sida 1 800 m. ovanför landsvägsbron. Här sker nämligen på en bågformig sträcka av 225 m:s längd för närvarande en mycket stor utglidning av den mjäliga leran, varvid den inom området växande granskogen rasar ned, så att träden luta

Foto. förf. 1911.

Fig. 44. *Jordflytningsområdet vid Halån.*

i alla vinklar, brytas och tumla om, vändande de stora rotkronorna upp i vädret (fig. 44 o. 45). Området visar därför en förstörelsens anblick, och det ser ut, som om en häftig storm gått fram däröver och kullslagit skogen. Jordflytningen sker emellertid ej med samma intensitet över hela bågen utan är koncentrerad på vissa ställen, där den giver upphov till flacka, grunda sänkor, ofta med trånga mynningar, genom vilka jorden väller fram lik en tung lava i flytvalkar och strömfåror för att sedan utbreda sig nedanför i en flack kon (fig. 45). Några djupa raviner finnas ej; icke heller mynnar det ut någon rännil uti branten, varför de skålformiga depressionerna uteslutande äro bildade genom jordflytning. Däremot rinner vid högvatten en gren av Halån fram ett stycke utanför branten, varvid den största delen av den nedflutna mjälan bortföres, så att det icke uppstår någon stockning eller utfyllning utan plats beredes för nya massor att flyta

ned. Under mitt besök, som ägde rum mitt i högsommaren, pågick blott en obetydlig flytning, men uti såväl depressionerna som de utanför liggande konerna var mjälan lös. hal och på sina ställen t. o. m. såpliknande.

Foto. förf. 1911.

Fig. 45. *Jordflytning vid Halån.*

Foto. förf. 1912.

Fig. 46. *Mynningen av ravinen strax N om Rävanäset samt vidliggande älvbrink med utflytande mjäla och lera.*

Ett annat ställe där jordflytning äger rum i någon större skala är som förut nämnts strax ovanför Rävanäset, på den här förekommande höga flodbrinken (fig. 46).

Området är här alldeles öppet och flytningen sker i ett sammanhängande täcke eller som en bred lavaström uteroderande branten till en svag båge. Även denna plats besökte jag under högsommaren efter en tid av stark värme och torka. Jordflytningsområdet kunde man därför beträda då dess yta utgjordes av ett fast, hoptorkat och av flytvalkar ytterst skrovligt lager. Under detta täcke var emellertid jorden lös, så att man sjönk ned; och på ett par ställen var den t. o. m. så fuktig att en sakta flytning ägde rum. Området var därför likt en på ytan stelnad men i sitt inre ännu rörlig lavaström. — Andra ställen, där enbart jordflytning utan någon erosion av rinnande vatten iakttagits, är mitt emot Ammeråns mynning samt på ett par platser inom Singåområdet. I likhet med de föregående områdena ha på intet av dessa verkliga raviner utbildats utan endast flacka, grunda depressioner eller vida, bågformiga insänkningar i älvbrinkarna.

De större och mindre utglidningsdepressioner, som jag haft anledning att omnämna under den föregående beskrivningen av tappningskatastrofen och den därmed sammanhängande utskärningen av Indalsälvens och dess bifloders dalar, äga också samtliga denna öppna, grunda form. I viss mån hava nog dessa tidigt uppkomna sänkor i älvbrinkarna bildats på ett något annat sätt än de nyss skildrade. En kontinuerlig, sakta utflytning av material har nämligen på många ställen ersatts av en plötslig utglidning eller borthalkning av större eller mindre sammanhängande partier av terrängen. Denna var nämligen, som förut framhållits, uppblött till en lös »smörig» massa under tiden närmast efter katastrofen, så att det ofta förekom, att stora partier gledo ned eller flöto ut från de nybildade älvbrinkarna. Exempel på sådana har jag redan omnämnt vid skildringen av Ragundaområdets skilda partier.

En speciell art äro de amfiteaterliknande depressionerna, som finnas uti Barksanden vid Hammarstrand. På grund av att materialet här utgjorts av sand, har antagligen ej någon direkt utglidning av stora, sammanhängande partier eller någon jämn och snabb flytning i form av en sammanhängande ström ägt rum, utan sanden har runnit eller silat ut genom den trånga mynningen. Dessa depressioner hava, som förut bevisats, färdigbildats redan under den tid, då tappningsströmmen låg hejdad som ett vattenfall vid Prästbergsudden.

Så fort en samlad vattenström rann fram på ett ställe, där utglidning eller flytning försiggick, eller förhållandena voro lämpade därför, bildades i stället för grunda, vida depressioner en mer eller mindre djup, smal ravin. Uti det mjuka, ofantligt lätteroderade material, varav sjöbottnen bestod efter tappningen och som blott långsamt torkade ut och blev fast, fordrades ej någon betydande vattenmassa för att utbilda en relativt stor ravin. En tillfällig liten rännil, som endast fanns till under veckorna närmast efter katastrofen såsom utlopp för kvarlämnade vattensamlingar i strand- eller bottenplanens håligheter kunde helt säkert vara tillräcklig orsak till en rätt betydande dal. Om denna därför nu slutar blint utan spår av något öppet rinnande vatten, är det dock min bestämda övertygelse att ett sådant funnits en gång under dess bildningstid såsom eroderande kraft. På ett par ställen inom Ragundaområdet finnas dylika små raviner, som nu sluta utan någon fortsättning i ett vattendrag, men de flesta, och bland dessa alla större, äga ett öppet rinnande vatten på sin botten eller visa där och i sin fortsättning

märken efter ett sådant. Dessa märken kunna vara ytterst obetydliga och endast härröra från en under våren eller starka regn vattenförande bäck eller blott utgöras av ett dike.

Ett rätt upplysande exempel på ravinbildning av detta slag är en liten inskärning 350 m. ovanför Vikbäckens mynning i den med Prästbergsfallet samhöriga erosionsterrassen. Enligt tillförlitlig uppgift började den bildas år 1907; fig. 47 angiver dess form sommaren 1912. Terrassen, som är uppbyggd av varvig mjäla, är invid ravinen alldeles plan samt stupande brant ned i älven. Grundvatten har jag icke sett framkomma vid brantens bas invid älvytan; den enda vattentillgången är från ett litet täck-

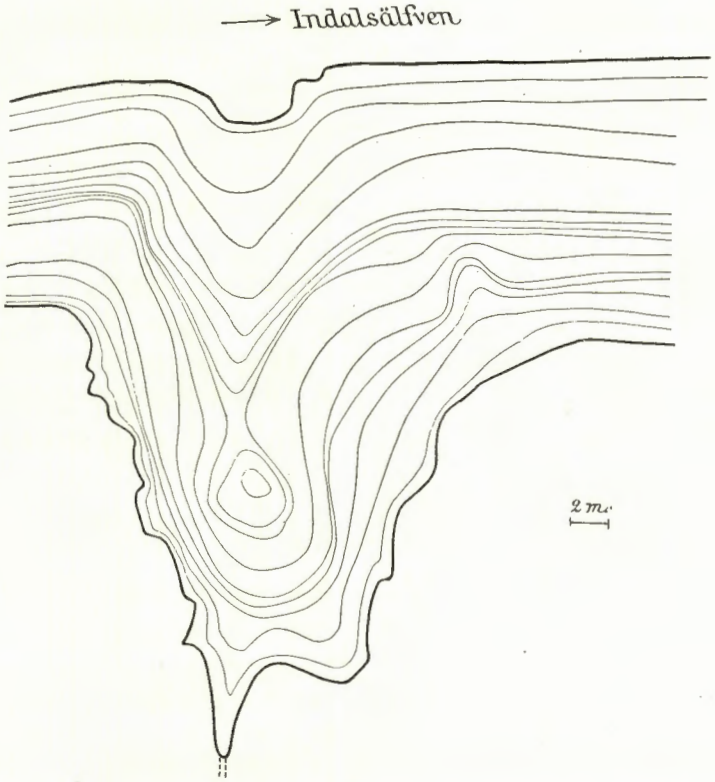


Fig. 47. *En 5 år gammal ravin mellan Barksanden och Vikbäcken.*
Kurvorna med 1 m. ekvidistans.

dike, vilket mynnar ut i ravinens innersta punkt (på fig. 47 angivet med två streckade linjer). Oaktat diket är litet och endast vattenförande under våt väderlek, måste det tydligen vara den yttersta orsaken till ravinbildningen. Denna har tillgått så, att det rinnande vattnet i diket först eroderat sönder det skyddande vegetationstäcket, så att en öppen ränna bildats. Så fort mjälan blottats och ett »sår» bildats i terrassen, fortsatte erosionen snabbt genom vattenströmmens direkta, fluviala erosion och genom mjälans flytning. Mjälans övergående i ett viskost tillstånd åstadkoms utom av dikesvattnets infiltration även till stor del av älven, ty denna underminerade icke blott terrassbranten, så att ras uppstodo, utan dess vatten inträngde antagligen även i den av dikesströmmen redan upp-

mjukade och uppblötta mjälan. I allmänhet torde älvströmmen icke bringa strandens mjäla i flytning; så fort däremot ett grundvatten eller något annat rinnande vatten mynnar ut i älven, torde den i mer eller mindre hög grad understödja jordflytningen.

Såväl det rinnande vattnets fluviala erosion som jordflytningen underminerar ravinens sida, så att de för all ravinbildning ytterst viktiga rasen uppkomma. Dessa ske emellertid ej på det sätt, att partikel efter partikel faller ned från sidan och bildar en raskägla, utan större och mindre sammanhängande partier brytas av i block, som vid jämviktens upphävande taga överbalansen och ramla ned, lämnande kvar en brant vägg. Denna förmår sedan stå med en höjd av ända till 6 m. i 80—90 graders vinkel. I allmänhet äro också ravinerna tvärt och skarpt begränsade utan förmedlande övergångar.

Sönderbrytandet i block understödjes i ej oväsentlig grad av frostsprängning i de genom undermineringen uppkomna sprickorna i ravinsidan. Tillräckligt vida, avspolas de också av nedsipprande vatten, så att ravinerna liksom älvbrinkarnas rasområden ofta äro omgivna av en zon med stora vertikalsprickor i marken. — Genom att det rinnande vattnet nästan uteslutande är koncentrerat på vertikal erosion i den lätteroderade mjälan, kan man säga, att rasen och flytningen utföra den egentliga laterala utvidgningen.

Bredvid den i flytning stadda branten N om Rävanäset skjuter det in en betydande ravin, som nu står under hastig utbildning (fig. 48). I mynningen (fig. 46) är den omkring 45 m. bred och 15,5 m. djup för att sedan snabbt smalna av och stiga, så att den blott 80 m. längre upp äger en bredd av 15 m. och ett djup av 2—3 m. Härifrån fortsätter den i en bäckdal, som endast under fuktig väderlek för vatten. Ravinsidorna stupa överst mycket brant, i det de antingen stå med 80—90 graders vinkel eller också äro överhängande; sedan antaga de en lutning av omkring 30—40° och råkas i en trubbig vinkel vid bottnen. Denna är i det närmaste omöjlig att beträda, då den är belamrad med stora mjälablock, som ligga över varandra, samt dessutom utgrävd och underminerad av bäckfåran. Denna senare framgår därför än i öppen dager som en djup, brant ränna och än som en tunnel under mjälablocken; under mitt besök förde bäcken icke något vatten och ingen som helst jordflytning kunde iakttagas uti ravinen. Botten på fåran visade emellertid såväl inom ravinen som utanför, att bäcken ibland för rätt ymnigt med vatten; detta styrkes också av uppgifter att hela området under vårsmältningen är omöjligt att beträda, då bäcken rinner häftigt och mjälan är alldeles uppblött. Endast ett litet obetydligt delta fanns kvar vid mitt besök utanför bäckmynningen, beroende på att älven vid vårflod når upp till första höjdkurvan på figur 48 och då eroderar bort vad som bäcken hunnit ackumulera och sedan upptager allt material, som under flodtiden föres ut. — Utan tvivel är denna blott temporärt verksamma bäck orsaken till ravinen, liksom också dess fluviala erosion är den mest verksamma kraften vid ravinens utbildande; jordflytningen tillika med de stora rasen understödja den hastiga utvecklingen.

De flesta av Ragundaområdets övriga raviner äro redan färdigbildade eller deras nuvarande utveckling så långsam, att ett vegetationstäcke hunnit få fäste inom dem. På flera ställen stå dock de översta partierna av sidorna ännu branta och bara samt äro då och då utsatta för sönderbrytning i större och mindre block. Dessa raviner utbildades antagligen till största delen omedelbart efter tappningskatastrofen, då marken ännu var mjuk och

uppblött och därigenom ytterst lätteroderad. Utvecklingen fortsatte emellertid även sedan marken hunnit torka och mjälan få en sådan fasthet, att den kunde stå i lodräta väggar.

De flesta ravinerna inom Ragundaområdet äga den smala, djupa, tvärbranta tvärprofil, som gör dem lika breda klyftor eller kanjons. Längden beror först och främst på mjälans utsträckning och mäktighet. De båda största äro Vikbäckens dal och ravinen Ö om Hammarforsen (i den preglaciala djupfåran). Den förra är till allra största delen uteroderad fluvialt av Vikbäcken, som endast i underordnad grad understötts av jordflytning. — Vikbäckens mynning uti Indalsälven liknar en flods estuarium i havet och är även bildad på analogt sätt. Indalsälven förmår nämligen icke blott upptaga och frakta bort

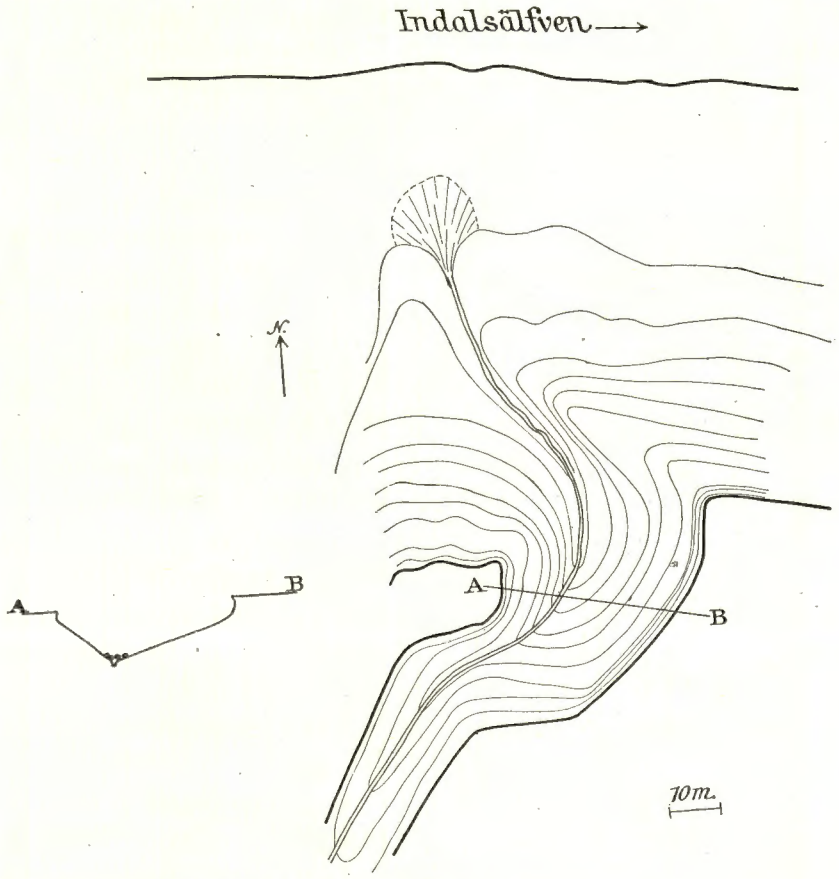


Fig. 48. *Ravin strax N om Rävanäset.*
Kurvorna med 1,5 m. ekvidistans.

allt det material bäcken medför utan eroderar även dess mynningsområde, så att detta blivit betydligt vidare och djupare än vad bäcken ensam skulle kunna gjort. Erosionen äger huvudsakligast rum under högvatten, då strömmen i älven är stark och oregelbunden, så att vattenståndet än stiger än sjunker i bäckmynningen, bringande dess vatten i en pulserande fram- och återgående rörelse, vilken väl kan jämföras med havets ebb och flod. Förstärkt av bäckens egen ström äger det utflytande vattnet en betydande massa och hastighet och förmår därför kraftigt erodera bottnen och sidorna.

Den stora ravinen i Indalens preglaciala djupfåra Ö om Hammarforsen (se fig. 14 IV och V) överensstämmer med Vikbäcksdalen men är i sitt nedre parti något smalare och djupare. På bottnen framrinner en liten bäck, vilken under torra somrar sinar ut, under höst och vår däremot för ymnigt med vatten. Liksom Vikbäcksdalen är därför denna ravin antagligen till största delen bildad genom fluvial erosion. Erosionen är nu i det närmaste avslutad och ett kraftigt bestånd av björk och al med en rik undervegetation har funnit plats på ravinens botten och de nedre delarna av dess sidor. Bäckens mynning bildar också en liten estuarie-liknande utvidgning, där älvvattnet ständigt pulserar ut och in, beroende på de vågor och ojämnheter i vattenståndet, som det närliggande fallet förorsakar. Vid ett par tillfällen i juli 1912 kunde jag således räkna till 8 pulsslag på 10 minuter. — Ju längre upp i ravinen man kommer, desto högre ligger morängrunden och desto mindre mäktighet får mjälan. Formen ändras därför efter hand. Ovanför landsvägsbron har ravinen blivit betydligt vidare och öppnare med mer långsluttande sidor, och då man kommer upp mot sjögränsen och ovanför denna, kan dalen ej längre gå under namnet ravin.

Typiska raviner, liknande Vikbäcksdalen och nedre partiet av ravinen Ö om Hammarforsen, äro de båda, som ligga inom Hammarstrandsområdet S om Barksanden, samt ett par mindre ovanför Hammarforsen och inom Halå- och Singåområdena. De äga emellertid ej något speciellt intresse och behöva därför icke här särskilt beskrivas.

Upplysningar till tavlor och figurer.

Det kartmaterial, som använts till underlag för de topografiska fältundersökningarna, har utgjorts av kopior uti 1:10000 av de mycket noggranna lantmäterikartor i skalan 1:4000, vilka upprättades i sex blad över »Ragunda Uppgrunningsjord» mellan åren 1886 och 1887, och vilka användes vid laga skifte åren 1891—94. Dessa kartor omfatta största delen av sjöområdet från Döda fallet till Ammer. Partier, som ej voro inlagda på dessa kartor, utritades i skalan 1:10000. På andra ställen, där älven sedan 1886—87 eroderat stranden, har denna inmätts med TESDORPHS tub. Från Ammer till Lövledsforsen och Krångedeforsarna utgick jag från det topografiska kartbladet i 1:50000. Resultatet av de topografiska undersökningarna äro återgivna på tavl. 1, där strandlinjen utmed hela sjön är utritad, samt på tavl. 5, vilken utgör en kopia av arbetskartorna uti 1:10000 nedtransporterad till 1:20000. Likaledes utgör fig. 19 en kopia av arbetskartan nedtransporterad till 1:20000. Höjdsiffrorna på tavl. 5 äro med få undantag (dessa äro försedda med?) avvägda med TESDORPHS tub samt angiva djupet under Ragundasjöns forna strandlinje 138,8 m. ö. h. Såsom utgångspunkter hava i de flesta fall valts de på topografiska kartbladen utsatta fixpunkterna samt de, som ing. ENGSTRÖM bestämde för *Hydrografiska byråns* räkning sommaren 1911.

Ragundasjöns strandlinje har avvägts på fyra skilda punkter: vid Hammarstrand med utgångspunkt från *Hydrografiska byråns* fixpunkt vid Hammarforsen, nedanför Ragunda gamla kyrka med utgångspunkt från fixpunkten vid nya kyrkan, vid järnvägsbron med utgångspunkt från precisionsfixpunkten vid brohuvudet samt till slut vid Ammer med utgångspunkt från fixpunkten vid landsvägsbron. De värden jag på dessa ställen erhöll från flera mätningar av strandlinjen varierade sinsemellan på 1 och 2 dm.; talet 138,8 utgör ett medelvärde av dem.

Över områden, som ägt särskilt intresse, har upprättats mätbordskartor i större skala. Så uppgjorde jag kartan, tavl. 2, över Krokvågsområdet i 1:5000 under hösten 1912; lodningarna utfördes i jan. 1913. Likaledes upprättades kartan, tavl. 3, i skalan 1:5000. Såsom underlag begagnades här en lantmäterikarta av år 1886, vilken nedtransporterats från 1:4000. Denna upptog dock endast östra stranden, så att den västra fick inmätas med kompass och tub. Samtliga siffror äro avvägda med TESDORPHS tub och angiva höjden över havet. Över Dövikens Storeda gjordes en särskild mätbordskarta i skalan 1:2500, nedtransporterad till $^2/_3$ på fig. 36. — Ammeråns stadier A, D och E på fig. 42 hava erhållits genom att först konnektera de nedtransporterade lantmäterikartorna med originalkartan i 1:5000, utrita linjerna på denna samt sedan fotografera ned det så erhållna originalet till 1:15000. Detta har sedan använts till underlag för kompletteringen av de olika stadierna.

Fig. 2 över Döda fallets kanjon upprättades på isen i jan. 1913; partiet närmast stupet hade inmätts hösten 1912. Fig. 47 har inmätts med måttband; fig. 48 med kompass och TESDORPHS tub; höjdkurvorna äro i båda fallen avvägda med WREDES spegel.

Tavl. 4 är kommenterad i kap. III. — Faxälvens delta i Helgumsjön (fig. 11) lodades från isen i jan. 1913 med det topografiska kartbladet i skalan 1:50000 som underlag.

Resümee.

Der erste, der das Ragundagebiet wissenschaftlich untersucht und eine zusammenhängende Beschreibung seiner geologischen und geographischen Geschichte geliefert hat, ist Prof. A. G. HÖGBOM (*19*). — In Verbindung mit seinen geochronologischen Untersuchungen hat Prof. G. DE GEER 1909 und 1911 das grosse warwige Sedimentprofil bei Vikbäcken innerhalb des früheren Gebiets des Ragundasees aufgemessen (»A Thermographical record of the late-quarternary climate», »Postglaziale Klimaveränderungen», Stockholm 1910 und »A Geochronology of the last 12,000 years», Compte Rendu du XIe Congrès Géologique International, Stockholm 1912). Im Frühling 1911 übertrug Prof. DE GEER dem Verf. sowie C. C:ZON CALDENIUS und R. SANDEGREN die fortgesetzte Untersuchung des ganzen früheren Seegebietes.

Die vorliegende Abhandlung stellt das Ergebnis meiner geomorphologischen Untersuchungen in Ragunda während der Jahre 1911—1913 dar. Der Umstand, dass die Ragundauntersuchung zunächst als eine geologische geplant war, hat veranlasst, dass der vorliegende geomorphologische Teil aus einer *Beschreibung der geomorphologischen Geschichte des Ragundasees* besteht.

KAP. I.

Die Entstehung des Ragundasees sowie der Storforsen und seine Entwicklung.

A. Die Entstehung des Ragundasees.

Als das Inlandeis abschmolz, lag das Ragundagebiet (Taf. 1) tief gesenkt, befand sich aber in raschem Steigen. Die höchste Uferlinie des Baltischen Meeres (B.G.) ist an zwei Stellen nivelliert worden, am Ovsängberget 237 m ü. d. M. und bei Näset 242 m ü. d. M. Gestützt auf diese Zahlen habe ich in Taf. 1 die B.G. mittelst einer gestrichelten Linie eingezeichnet. C. C:ZON CALDENIUS (*6*) hat die Rezession des Inlandeises von dem Gebiet genau studiert. Während dieses Rückganges bildeten sich mächtige Osen in den Tälern. Die grössten sind in dem südlichen Talzweig des Indalen östlich von dem See Gesunden belegen und erreichen 60—80 m an Mächtigkeit; sie verstopfen hier die tiefste Talfurche, so dass der Fluss seinen Weg durch den höheren, nördlichen Zweig nehmen muss, wobei er die Krångede-Wasserfälle bildet. In der Hauptfurche des übrigen Indalen schlängelt sich ein grosser Os an den tiefsten Stellen dahin. Profile in diesem zeigen an mehreren Plätzen eine linsenförmige (Fig. 1) oder gebänderte Struktur, wahrscheinlich auf Unterschieden in der Abschmelzung und auf Veränderungen in den Fliessrichtungen des Gletscherstromes beruhend. Das Tal der Ammerå wurde so von glazifluvialem Material ausgefüllt, dass kaum anderes Sediment hier Platz zum Akkumulieren erhalten hat.

Als das Eis sich zurückgezogen hatte, schoben während des fortgesetzten Steigens des Landes die Ströme und Flüsse ihre Mündungen in den Tälern vor, indem sie die postglazialen Deltaterrassen aufbauten. An der Mündung der Ammerå liegt deren Oberfläche auf einem Niveau von 160—165 m, ist aber wahrscheinlich nicht primär, sondern abradiert. Hochbelegene Deltaterrassen können nur bis Gevåg und Rävanäset verfolgt werden; danach erweitert sich das Tal, so dass das Flusssediment es nicht ausfüllen konnte. Bei der jetzigen Eisenbahnbrücke verschmälert sich indessen das Tal wieder, so dass das postglaziale Sediment zwischen der Brücke und Fors Ebenen bis zu 160 m ü. d. M. aufgebaut hat (Taf. 1). Da ausserdem der glaziale Ton sich zu solcher Mächtigkeit in der tiefen Hauptfurche des Tales 1 km südlich von der Eisenbahnbrücke angehäuft hat, dass

seine Oberfläche gleichfalls 160 m ü. d. M. erreicht, so kann man sagen, dass das Ragundatal zu einem geschlossenen Becken von dem unterhalb desselben liegenden Fjord bereits zur Zeit der Entstehung des Niveaus von 160 m abgesperrt wurde.

Während der fortgesetzten Hebung des Landes nahm der Wasserstrom seinen Weg seitwärts (östlich) von der versperrten tiefen Talfurche. Als der Gebirgsgrund in der neuen Bahn bei der Entstehung des 131,6 m-Niveaus entblösst wurde, wurde der Ragundasee aufgestaut. Über die Gebirgsschwelle floss der See ab, durch den mächtigen Wasserfall Storforsen.

Der Ragundasee besass die für aufgestaute Talseen typische langgestreckte, schmale Form mit in die anstossenden Nebentäler hineinragenden Buchten. Die oberste Uferlinie liegt nun 138,8 m ü. d. M. und ist als Grenzlinie für das Seegebiet auf Tafel 1 und 5 genommen worden. — Der See wurde im Jahre 1796 entwässert; das trockengelegte Gebiet wird nun von dem Indalsälv durchflossen (Taf. 1, wo der hellblaue Ton das vorige Seegebiet, der tiefblaue Ton die jetzige Indalsälv markiert).

B. Der Storforsen und seine Entwicklung.

Als der Ragundasee 1796 entwässert wurde und der Indalsälv seine frühere präglaziale Furche wieder einnahm, wurde der Storforsen trockengelegt und erhielt den Namen Döda fallet (Toter Fall). Unterhalb des Döda fallet liegt ein Cañon (Fig. 2 und 3), der einen kleinen See (Fig. 5) beherbergt. Die Passschwelle des Storforsen, die nun 131,6 m ü. d. M. liegt, ist während der ganzen Existenz des Sees dieselbe gewesen.

Der erste Teil des Cañons ist breit und auf dem Boden mit grossen Blöcken und Geröll bedeckt. Bei Profil II verschmälert sich indessen das Cañon höchst beträchtlich und bildet die nächste Partie, um sich bei Profil III wieder zur dritten Partie zu erweitern. Die beiden letztgenannten Partien werden von dem See eingenommen, dessen grösste gelotete Tiefe 11,5 m beträgt. — Das ganze Cañon muss nach dem letzten Inlandeise auserodiert worden sein, denn teils finden sich keine Moränenblöcke in dessen oberster Partie, sondern alle Steine bestehen aus dem Gneisgranit, in welchem das Cañon herausgearbeitet ist, und teils ist die Form des Cañons mit den unregelmässigen Seitenlinien und seinen hervorragenden Spitzen durchaus unvereinbar mit der Annahme, dass es von einen Inlandeis durchflossen worden ist.

Die Ursache für die Ausbildung des Cañons in drei verschiedenen Partien muss die sein, dass die Wassermenge im Storforsen gewechselt hat, so dass zuerst einen Periode mit hohem Wasserstand geherrscht hat, danach eine mit niedrigerem (der Austrocknungsperiode des nächsten Kap. entsprechend) und zum Schluss wieder eine mit hohem. — Die Topographie des Cañons berechtigt nicht dazu, über die Dauer dieser Perioden Schlussfolgerungen im Einzelnen zu ziehen.

Der Storforsen erreichte seine volle Fallhöhe bei der Entstehung des 100—105 m-Niveaus, und zu dieser Zeit begann das Cañon ausgearbeitet zu werden. Dies geschah zu einem sehr grossen Teil durch Evorsion oder mittelst Ausstrudelung von Riesentöpfen. Solche finden sich jetzt in grosser Anzahl an und gleich oberhalb des Steilabsturzes (Fig 4). — Die schönsten Evorsionsphänomene, die Verf. beobachtet hat, finden sich indessen in der Rinne des Nolströmmen bei Trollhättan (Fig, 7, 8 und 9). Hier fliesst nun unter starkem Wirbel eine Wassermasse von 180 sm^3 durch eine enge Furche deren Seitenwände und Boden dicht mit Töpfen, Löchern, Nischen und anderen Evorsionsspuren besetzt sind. Die Rinne macht auch den Eindruck, dass sie durch das Ausdrechseln des Wassers mittelst Läufer vollständig ausgebohrt worden ist. Sowohl am Nolforsen als am Storforsen ist der Gebirgsgrund infolge seiner Unebenheiten für Evorsion geeignet gewesen, Material für Läufer ist auch reichlich vorhanden gewesen, und das Wasser hat eine für die Arbeit geeignete Fliessrichtung gehabt.

Gestützt auf eine Landmesserkarte von 1776 ist Fig. 6 gezeichnet worden. Sie gibt die Gegend um den Ausfluss des Ragundasees herum wieder.

Nun führt der Indalsälv an der Eisenbahnbrücke 92 sm^3 bei normalem Niedrigwasserstand und 1,680 sm^3 bei normalem Hochwasserstand. Ungefähr dieselbe Wassermasse hat der Storforsen während der letzten Hochwasserperioden gehabt.

KAP. II.

Die Ufer- und Bodenkonfiguration des Ragundasees.

A. Allgemeiner Teil.

In einer früheren Arbeit (*3*) habe ich hervorgehoben, dass die ungebrochene Welle keine nennenswerte geomorphologische Arbeit am *Ufer* ausübt, sondern dass dies den Brandungen und den Strömungen zukommt. — Es herrscht auch ein bedeutender Unterschied in der Entwicklung zwischen den Ufern, die aus solchem Material bestehen, das rollend längs dem Boden transportiert wird, und denjenigen, die aus Material bestehen, das schwebend transportiert wird. Bei den erstgenannten wird die Akkumulationsterrasse oft gleich einer Deltafront in unmittelbarer Fortsetzung an die Erosionsterrasse aufgebaut, bei den letzteren kommt dagegen das Ufermaterial erst in tieferem Wasser ausserhalb der Uferstelle zur Absetzung.

Die Entwicklung der Uferterrassen übt grossen Einfluss auf die Wellen aus, indem die sukzessiv zunehmende Breite des Ufers bewirkt, dass die Wellen sich immer weiter von der Uferlinie ab brechen, so dass die wirksamen Kräfte an dieses Linie geringer werden. — Bei einem See mit regelmässig, jährlich fluktuierender Wasseroberfläche ist es der normale Hochwasserstand, der hauptsächlichst die Entwicklung und Form des Ufers bestimmt. Damit Erosion an dem Ufer stattfinden soll, ist erforderlich, dass das Uferprofil eine gewisse Neigung besitzt; sonst gleiten die Wellen hinüber und verlaufen, ohne zu erodieren. Im allgemeinen fehlen daher Erosionsabhänge nach dem Niedrigwasserstande an den sanft abfallenden Uferterrassen. — Der wechselnde Wasserstand des Ragundasees hat vermutlich eine Jahresamplitude von 4 m besessen (Fig 10 A).

Damit eine *Delta* gebildet werden soll, muss der Fluss hinreichend kräftig und seine Sedimentmasse hinreichend gross sein, um die destruktiven Kräfte des Meeres oder des Sees zu überwinden. Negative Niveauveränderung ist im allgemeinen notwendig, damit das Delta superaquatisch werden soll. Gewöhnlich wachsen die Deltas mit einer markierten Front an, die an der Mündung des Stroms eine konvexe Form aufweist (Fig. 13, das subaquatische Delta des Indalsälv an der Hauptmündung im Kringelfjärden; die dicke Linie = Tiefenkurve für 1 m, die anderen Kurven sind für je 2 m gezogen; die Punkte bezeichnen die Mündungsbarre). Bisweilen werden unausgefüllte Partien als Seen oder Teiche zurückgelassen (Fig. 11, das Delta des Faxälv im Helgumsjön; die Kurven für je 3 m).

Fig. 12 gibt die Entwicklung des Deltas des Halå im Indalsälv innerhalb des Ragundagebiets während der Zeit 19.—30. Juli 1912 an. Der Wasserstand im Älv ist zwischen dem 19. und 30. um 4,9 dm gesunken. Da der Halå wenig Material mit sich führt, bestand die Deltavergrösserung in den Stadien B, C und D aus Erosionsmaterial von bezw. A, B und C, so dass eine ständige Umlagerung des Deltamaterials stattfand. Das Geschiebe wurde in Form des Transportdeltas (*5*) vorwärtsgeführt. Das suspendierte Material, das der Halåtransportierte, kam nicht an der Halde des Deltas zur Absetzung, sondern wurde weiter in den Strom hinausgeführt, bis grössere Tiefen mit ruhigerem Wasser erreicht wurden. Mitbeförderte Pflanzenreste wurden am Fusse der Halde akkumuliert (in Fig. 12 C durch eine Reihe Kreuze angegeben).

Wenn ein mit feinem Material beladener Fluss in einen See mündet, in welchem keine starken Wellen und Ströme seinen eigenen Strom hindern, wird das Material über grosse Teile des Bodens akkumuliert. Geht dieser Prozess ungestört fort, so wird der See allmählich ausgefüllt, und es wird eine *Ausfüllungsebene* gebildet (DAVIS' (*11*) »Seeebene»). Diejenigen Partien dieser Ebene, die innerhalb der Uferzone zu liegen kommen und ihren morphologisch effektiven Kräften ausgesetzt sind, erhalten eine schwache Neigung von der Uferlinie aus und müssen morphologisch zum Ufer gerechnet werden. Der übrige Teil, der vom Ufer unabhängig ist, wird dagegen mehr horizontal und kann mit dem Namen *Bodenebene* belegt werden. Wenn Bodenebene und Uferebene ihre volle Entwicklung und Höhe im Verhältnis zu der regulierenden Wasseroberfläche erreicht haben, kann der See als mit Sediment *gesättigt* bezeichnet werden.

Der Ragundasee war bei der Entwässerung 1796 ganz gesättigt und hatte das Endstadium seiner Entwicklung erreicht.

B. Spezieller Teil.

Der Ragundasee hat infolge seiner Länge und äusserst unbedeutenden Breite innerhalb des Gebietes oberhalb Hammarstrand (Tafel 1) mehr den Charakter eines breiten Stromes als den eines Sees gehabt. Zwischen Hammarstrand und Döda fallet (Tafel 5) dürfte er trotz seiner grösseren Breite gleichfalls fluviale Eigenschaften in gewissen Partien besessen haben, so dass seine geomorphologische Entwicklung sowohl fluviale als lakustrale Erscheinungen aufweist.

Das *Singågebiet* erstreckt sich vom Döda fallet hinein in das Singåtal und aufwärts an Lienön vorbei. Es ist die breiteste und weiteste Partie des Sees gewesen. Ein Profil vom Westufer über Lienön zum Ostufer (s. Tafel 5) zeigt das Aussehen wie in Fig. 14 I. Nach aussen von der Westuferlinie breitet sich eine sanft abfallende, zuerst steinbestreute, dann reine Uferterrasse aus, die auf dem Niveau von — 4 m durch einen 2,6 m hohen Erosionsabhang abgebrochen wird. Bei Lienön findet sich eine ähnliche Steile 160 m aussen von der Uferlinie; sie liegt hier aber zwischen — 5,5 und — 8,9 m. Zwischen den Erosionsabhängen breitet sich ein gleichförmiger Boden aus, der sich langsam zum Döda fallet hinabsenkt. Die Abhänge setzen sich beiderseits vom Profil I fort. Sie müssen während einer *Austrocknungsperiode* ausgebildet sein, wo der Wasserstand ungefähr 5,5 m niedriger war als der, der durch die Hochwasserstrandlinie bei 138,8 m ü. d. M. bezeichnet ist. Die Austrocknungsperiode muss auf klimatologischen Ursachen beruhen und entspricht BLYTT-SERNANDER's subborealer Zeit.

Wann die Austrocknungsperiode eintrat, lässt sich nicht geomorphologisch feststellen. C:ZON CALDENIUS' stratigraphische und R. SANDEGREN's pflanzenpaläontologische Untersuchungen haben aber den Beweis dafür erbracht, dass der See *vor derselben mit Sedimenten gesättigt* war.

Die jetzigen Uferstreifen auf der Ostseite des Indalsälv sind wahrscheinlich Resté einer zusammenhängenden Uferebene, die vor 1796 sich um Lienön herumerstreckte. — Die Uferausbildung im südlichen Teile des Singågebiets von der Eisenbahnbrücke bis zum Eisenbahntunnel stimmt im grossen und ganzen mit der im Osten und Westen überein. Die Seetopographie der Singåbucht selbst ist aber während und nach der Entwässerungskatastrophe 1796 ziemlich zerstört worden. Noch liegt jedoch beiderseits vom Singån am weitesten nach W in der Bucht eine breite Uferebene, die nach aussen hin sukzessiv in eine horizontale Bodenebene übergeht.

Der grösste Teil des *Halågebietes* bestand aus der Bucht, die der See im Haläta1 bildete. Innerhalb der unteren, weiten Partie desselben haben wahrscheinlich während der ganzen Existenz des Sees lakustrale Verhältnisse geherrscht, in der schmalen oberen Partie dagegen fluviale. Das erstere Gebiet war bei der Entwässerung vollständig ausgefüllt und wird nun von einer flachen Ebene (Fig. 15) eingenommen, die nur von der Erosionsfurche des Halå unterbrochen ist. Der Uferlinie zunächst ist diese Ebene eine typische Uferterrasse, bestreut mit Steinen und Blöcken und geneigt; weiter nach aussen zu geht sie in die Bodenebene über. Die Grenze zwischen diesen beiden Teilen liegt in der oberen Partie der Bucht auf ca. — 4 m, in der unteren auf ca. — 6 m, was darauf beruht, dass die Wellen innerhalb der letzteren kräftiger gewesen sind und daher zu grösseren Tiefen hinab zu wirken vermocht haben.

Innerhalb des ganzen Halågebiets fehlen jetzt die Erosionsabhänge der Austrocknungsperiode, indem diese an gewissen Stellen (längs dem Südufer) wahrscheinlich bei der Entwässerungskatastrophe zerstört wurden und innerhalb der grossen Bucht vermutlich niemals ausgebildet gewesen sind, da ein erosionskräftiger Strom hier nicht vorhanden war und die Wellen die flachen Ufer- oder Bodenebenen nicht erodieren konnten.

Die Partie zwischen dem Halågebiet und Hammarstrand ist schmal und während gewisser Zeiten wahrscheinlich ausgesprochen fluvial gewesen. Die Seetopographie desselben wurde zum allergrössten Teil während und nach der Katastrophe 1796 zerstört. Fig. 16 illustriert das zurückgebliebene Ufer des Sees unterhalb des Gutes »Träfoten». Bei Prästbergsudden findet sich die einzige Erosionsterrasse (Fig. 17) in anstehendem Gestein, die innerhalb des Ragundagebiets beobachtet worden ist. Sie ist in eine für Erosion und Verwitterung geeigneten Diabasbreccie herausgearbeitet worden.

Das *Hammarstrandgebiet* war von Anfang an eines der tiefsten und hat daher erst ausgesprochene lakustrale Entwicklung durchgemacht. Bei der Entwässerung 1796 war es mit Sediment gesättigt; jetzt hat der

Indalsälv einen grossen Teil der Seetopographie zerstört. Auf der Ostseite liegt aber jetzt noch ein 50 m breiter Uferstreifen (Fig. 18), nach C:ZON CALDENIUS zur Hälfte aus einer Erosionsterrasse, zur Hälfte aus einer Akkumulationsterrasse bestehend. Auf der Südseite des Gebietes sind besonders beiderseits vom Vikbäcken die Uferebenen wohlerhalten (Fig. 14 II); sie gehen hier nach aussen hin in eine Bodenebene auf — 5 m über. Bei den nördlicheren Bachravinen erreicht die Erosionsterrasse in dem glazialen Ton eine Breite von 100—150 m.

Auf Grund einer Landmesserkarte des Sees von 1756 ist die Insel Bredteg, gleich östlich von dem jetzigen Hammarforsen, mittelst einer gestrichelten Linie auf Tafel 5 eingezeichnet worden. Östlich von Bredteg liegt die tiefe, präglaziale Talfurche, die jetzt von Fjord- und Seesedimenten ausgefüllt ist. Auf der Westseite der Insel ragt dagegen der Gebirgsgrund als eine Schwelle (Fig. 14 IV) hoch empor. Infolge des Vorhandenseins dieser Gebirgspartie und der danebenliegenden grossen Insel Bredteg hat seit der ersten Zeit des Sees hier eine Sperre im Tal bestanden, die das Wasser in eine enge Furche zusammengedrängt hat, so dass hier ein bedeutender Strom sowohl während der Hochwasserperioden als während der Niedrigwasserperiode vorhanden gewesen ist.

Innerhalb des *Gebietes oberhalb des Hammarforsen* hat der Ragundasee, wie oben erwähnt, den Charakter eines breiten Stromes gehabt. Jetzt wird auch der grösste Teil des früheren Seegebietes von der Talfurche des Indalsälv eingenommen, die sogar an ein paar Stellen sich über die Seeuferlinie heraus erodiert hat. Bei Rävanäset liegt aber noch jetzt im Schutze des hohen Oses ein verhältnismässig unberührtes Gebiet aus der Zeit des Sees her (Fig. 19). Die Depressionen, die von dem Moor und dem Teich eingenommen werden, sind wahrscheinlich »Kette-holes». Die Ursache dafür, dass der letztere nicht von Seesedimenten ausgefüllt worden ist, ist vermutlich darin zu suchen, dass der materialführende Strom niemals bis an das Gebiet herangereicht hat.

C. Zusammenfassung der geomorphologischen Entwicklung des Ragundasees.

Eine eingehende Kenntnis von der Ufer- und Bodenkonfiguration bei der ersten Entstehung des Sees ist jetzt infolge des Mangels einer hinreichenden Anzahl tiefgehender Profile und wegen der Zerstörung bei und nach der Katastrophe 1796 nicht zu erhalten. Man dürfte jedoch mit einem hohen Grade von Wahrscheinlichkeit sagen können, dass das Gebiet oberhalb des Hammarforsen immer mehr fluvial als lakustral gewesen ist, während dagegen das Hammarstrandgebiet, die untere Partie der Haläbucht und die ganze Singåbucht lakustral gewesen sind; die zwischenliegenden Gebiete hatten sowohl lakustrale als fluviale Eigenschaften, die später besonders während der Austrocknungsperiode hervortraten. — Durch diese Charakteristik ist auch die geomorphologische Entwicklung der verschiedenen Gebiete ihrer Natur nach angegeben worden.

Die Erosion, die innerhalb des Gebietes oberhalb Hammarstrand während der Hebung des Landes und der sukzessiven Verschiebung der Strommündung stattfand, dauerte wahrscheinlich auch noch fort, nachdem die Felsenschwelle des Storforsen zu dem Wasserspiegel emporgetaucht war und eine feste Erosionsbasis für den nach aufwärts liegenden Teil des Indalsälv bildete. Zunächst muss diese Erosion relativ rasch in den losen Ablagerungen vor sich gegangen sein, so dass das stromähnliche Seegebiet bald beträchtlich erweitert und vertieft wurde. Nachher machte der Strom sich nicht mehr so scharf geltend, sondern lakustrale Prozesse und Erscheinungen stellten sich ein und traten mehr und mehr hervor, so dass das Gebiet allmählich ein Mittelding zwischen See und Strom wurde, jedoch mit überwiegendem Hervortreten der fluvialen Momente. Dieses stromähnliche Seegebiet erreichte auch bald ein reifes Stadium, welches beibehalten wurde, bis die Austrocknungsperiode eintrat.

Beträchtlich verschieden gestaltet sich die Entwicklung des Hammarstrandgebietes. Infolge seiner Beschaffenheit als ausgesprochenes Seebecken kam es hier zu einer Akkumulation auf dem Boden und einer Wellenerosion an den Ufern. Diese Prozesse gingen so schnell von statten, dass das ganze Gebiet schon vor der Austrocknungsperiode mit Sediment gesättigt und völlig reif wurde. — Die Entwicklung der übrigen Gebiete hat ihren Hauptzügen nach mit den oben behandelten übereingestimmt. Ist die Breite und Tiefe unbedeutend gewesen, so dass der Strom sich scharf geltend gemacht hat, so hat die Entwicklung mehr dem nördlichen, fluvialen Gebiet geähnelt, im entgegengesetzten Falle hat sie mehr Übereinstimmung mit der des Hammarstrandgebiets gezeigt. Im Einzelnen die Kombination von fluvialen und lakustralen Erscheinungen, die geherrscht haben, festzustellen, ist unmöglich.

Als die Austrocknungsperiode anbrach, war nach C:ZON CALDENIUS und R. SANDEGREN'S Untersuchungen das ganze Seegebiet ausgefüllt und geomorphologisch betrachtet reif. Während dieser Niedrigwasserperiode zog sich indessen die Seeoberfläche zusammen und bildete eine schmale Furche, in welcher (mit Ausnahme der Halå- und der Singåbucht) fluviale Verhältnisse herrschten, so dass sie eine stromähnliche Form erhielt. Im übrigen bestand die Seetopographie nahezu unverändert fort.

Beim Steigen des Wasserspiegels nach dem Ende der Austrocknungsperiode nahm er wieder ungefähr dieselbe Lage wie vorher ein, weshalb durchgreifende geomorphologische Prozesse nicht zustande kamen, sondern möglicherweise nur kleinere Umlagerungen und Neuregulierungen der Oberflächenzone der Ufer- und der Bodenebene. Die fluviale Rinne der Niedrigwasserperiode wurde, teilweise umgewandelt, von dem Strome des Sees übernommen. — Die Entwicklung kann daher folgendermassen zusammengefasst werden: mit seiner von der ersten Hochwasserperiode her ererbten reifen Konfiguration, die nur unbedeutend während der Austrocknungsperiode zerstört wurde, erreichte der See während der zweiten Hochwasserperiode nach nur unbedeutender geomorphologischer Arbeit ein vollreifes Stadium, das sich bis zur Entwässerung im Jahre 1796 nahezu unverändert erhalten haben dürfte.

KAP. III.

Die Entwässerungskatastrophe 1796.

A. Innerhalb des Ragundasees.

Schon unter Karls XII. Regierung bestand der Plan, dem Indalsälv einen neuen Weg über die Lokängarna (siehe Fig. 6) zu eröffnen, da der Storforsen alles Holzflössen und allen Verkehr auf dem Fluss zwischen Ragunda und den abwärts liegenden Kirchspielen verhinderte. Viele Unternehmungen wurden auch begonnen, um dem Strom eine neue Rinne zu graben, alle aber scheiterten, bis ein gewisser M. Huss, genannt der »wilde Huss», die ganze Sache für 100 Riksdaler übernahm. Huss liess den Boängsbach (Fig. 6) sich durch die stauenden Tonmassen hindurcherodieren, und am 6. Juni 1796 wurde der ganze Ragundasee entwässert. Der Storforsen wurde zum Döda fallet trockengelegt, und der Indalsälv fand seine früher versperrte präglaziale Stromrinne wieder.

Der eigentliche Durchbruch bei den Lokängarna spielte sich während ein paar Stunden ab, und das Gebirgstal wurde hier (Fig. 20, die präglaziale Talfurche oberhalb der Eisenbahnbrücke; Fig 21, dieselbe unterhalb der Brücke) vollständig von Sedimenten freigespült. Innerhalb des Sees zog sich das Wasser rasch von der seichten Ufer- und Bodenebene weg, ohne sie zu erodieren, und konzentrierte sich dann in einer Rinne, die von dem zurückweichenden Wasserfall mit grosser Geschwindigkeit herauserodiert wurde. Nördlich von Lienön, wo der cañonähnliche Teil des Gebirgstales endet, geschah die Erosion zuerst in NNW-licher Richtung, d. h. in unmittelbarer Fortsetzung der abwärts liegenden geraden Strecke und bildete die Erosionsterrasse, die sich jetzt auf — 10 bis — 13 m unterhalb der Ebenen der Halåbucht ausbreitet. — Zwischen dem Halågebiet und dem Hammarstrandgebiet wirkte der Strom bald gegen die rechte, bald gegen die linke Seite der Talfurche, konzentrierte sich aber schliesslich gegen die linke, wo die Terrasse zwischen — 22 und — 30 m Niveau herauserodiert wurde. — Bei Prästbergsudden lagen mächtige Schottermassen, die die Erosion hemmten und bewirkten, dass der Entwässerungsfall ungefähr eine Woche lang stillstand. Während dieser Zeit wurde die Terrasse gebildet, die auf — 16 bis — 20 m Niveau sich unterhalb der Ufer- und Bodenebene bei Hammarstrand und am Vikbäcken ausbreitet. Gleichzeitig wurden auch die Ravinen und Depressionen ausgeschnitten, die sich im Abhang zur Ufer- und Bodenebene hin finden. Westlich von Bredteg wurde schliesslich die hier liegende Gebirgsschwelle entblösst, so dass der Hammarfors (Fig. 22) gebildet wurde und der Passpunkt dieses Falles zu einer festen Erosionsbasis für die Erosion des Stromes innerhalb des stromaufwärts liegenden Gebiets wurde.

B. Das Delta des Indalsälv im Kringelfjärden.

Im Indalen unterhalb des Döda fallet und innerhalb des Deltagebiets des Stromes im Kringelfjärden geschahen grosse Veränderungen während und unmittelbar nach der Entwässerungskatastrophe. Besonders ist

hierbei die Entwicklung des Deltas während des Jahres 1796 bedeutsam. — Taf. 4 A zeigt das Aussehen des Deltas nach Landmesserkarten von 1774 und 1765 sowie die Veränderungen innerhalb des östlichen Mündungszweiges, die durch Karten von 1824 und 1861 haben festgestellt werden können. Taf. 4 B zeigt das ganze Delta nach einer Karte von 1867. Ein Vergleich mit Taf. A ergibt, dass der ganze westliche Mündungsarm und die Bucht südlich von Lövudden, die 1774 ganz offen lagen, jetzt mit Sedimenten angefüllt worden sind, so dass sie nun von einem Archipel von Inseln eingenommen sind. Der unvergleichlich grösste Teil dieser Zunahme des Deltas muss im Jahre 1796 geschehen und durch die Entwässerung des Ragundasees verursacht worden sein. Taf. 4 C zeigt das Aussehen des Deltas im Jahre 1912 (die Zahlen geben Tiefen in Metern nach meinen Lotungen im Winter 1912 an). Die Veränderungen im Delta seit 1867 beruhen zum grössten Teil auf Baggerarbeiten und Regulierungen der Stromrinnen. — Zu beachten ist die grosse subaquatische Deltaebene, die zwischen der Uferlinie und der 1 m-Tiefenkurve liegt und sich beiderseits von Elgsand erstreckt. Fig. 23 stellt ein Profil über das Delta von A zu B auf Taf. 4 C dar. Die Tiefbohrungen erstrecken sich nur bis zu der Tiefe, wo 4 Mann mit 40 Stössen nicht mehr den Bohrer zu senken vermochten; das Material des Deltas besteht in überwiegendem Grade aus feinem Sand.

KAP. IV.

Die Entwicklung des Ragundagebiets nach der Katastrophe 1796.

A. Der Indalsälv.

Der Indalsälv zwischen dem Döda fallet und den Krångede-Wasserfällen ist sicherlich eines der interessantesten fluvialen Gebiete, die Schweden aufzuweisen hat. Bei der Entwässerungskatastrophe am 6. Juni 1796 wurde die Erosionsbasis des Stromes um etwa 35 m gesenkt, und damit begann innerhalb des Ragundagebiets ein neuer Zyklus, dessen nun erreichtes Stadium somit seiner Entwicklungszeit nach exakt bestimmt ist. Die Entwicklung des Stromes von 1796 bis 1912 ist auch das bisher bestbekannte Beispiel der fluvialen Prozesse, die in einem jungen Flusslaufe in unseren norrländischen Tälern vorkommen.

Nach der ersten, raschen Herausskulptierung des Strombettes während und unmittelbar nach der Entwässerung des Sees gestalten sich die Verhältnisse etwas ruhiger. Die Gebirgsschwelle des Hammarforsen war auch entblösst worden, so dass sie eine lokale Erosionsbasis auf — 17 m für den Strom oberhalb des Falles bildete. Am Hammarforsen liegt daher die Grenze zwischen zwei verschiedenen Partien des Stromlaufes.

Innerhalb des Gebietes unterhalb des Hammarforsen bestimmte der auf der Talsohle liegende grosse Os zum grössten Teil die weitere Entwicklung des Stromes. Der Os bildet grössere und kleinere Zentren von grobem glazi-fluvialem Material, die abwechselnd an der rechten und an der linken Talseite liegen.

Dem ersten Oszentrum begegnete der Strom an der linken Talseite unterhalb Gamla kyrkan (Alte Kirche). Da es indessen nicht ganz dicht an der Talseite, sondern etwas ausserhalb derselben lag, so fand die Erosion auf beiden Seiten statt unter Ausbildung zweier Stromrinnen. In der inneren stiess der Strom jedoch bald auf Moräne und anstehendes Gestein, so dass die Erosion hier gehindert wurde; dagegen konnte sie in der äusseren ungestört vor sich gehen, so dass diese Rinne somit allmählich zur Stromfurche des Hauptstromes wurde. Vor 30 Jahren floss noch ein bedeutender Nebenstrom in der östlichen Rinne; nun ist diese jedoch ganz verlassen und liegt nur als ein schmaler, bei Hochwasser gefüllter Kanal und als ein paar Teiche da. Zwischen den Teichen und der Hauptrinne ist nun ein landfestes »Näs». Das glazifluviale Material tritt nur an dem obersten Teil des Näses hervor und bildet hier einen Schutz gegen den Strom, so dass der stromabwärts liegende, aus feinerem Material aufgebaute Teil der »Schatten» des Erosionshindernisses ist. — Dicht oberhalb Prästbergsudden überquert der Os das Tal. Hier wurde auch, wie oben erwähnt, der Entwässerungsfall gehemmt, und noch heute bildet der Strom hier eine Stromschnelle. Unterhalb dieser Stelle liegt also das Oszentrum an der rechten Talseite. Wie an voriger Stelle sind auch hier zuerst zwei Rinnen vorhanden gewesen, eine auf jeder Seite des Osschuttes; nun ist aber nur die äussere im Gebrauch, während die andere als eine Reihe Teiche daliegt. Auf der entgegengesetzten Seite des Geschiebenäses befindet sich die obenerwähnte Erosionsterrasse in einem Niveau

von — 22 bis — 30 m. Die Terrasse geht 1,200 m unterhalb Prästbergsudden in das dritte »Näs» über. — Unterhalb des Gutes Träfoten überquert der Os wieder das Tal, und der Indalsälv bildet hier die zweite Stromschnelle, Krokforsen. Der Strom fliesst dann in einem weiten Bogen mit breiter Rinne (Fig. 28) nördlich von dem niedrigen vierten Näs. Aus einer Landmesserkarte von 1801 geht hervor, dass das Stromufer auf der linken Seite unterhalb des Halå einen grossen Vorsprung bildete, wo jetzt sich eine Bucht findet. Der grösste Teil der Wassermasse des Stromes floss zuerst in der Rinne, die jetzt als ein paar seichte Teiche am Fusse der rechten Talseite vorhanden ist. In dem Masse wie der Os am Krokforsen durchbrochen wurde, nahm indessen der Strom seinen Weg nach Norden hin und arbeitete allmählich die jetzige Rinne aus. — Das letzte, fünfte Näs liegt auf der linken Seite, 1,5 km unterhalb der Mündung des Halå. — Der übrige Teil des Tales bis zur Eisenbahnbrücke wurde bereits bei der Entwässerung 1796 so ausgespült, dass keine weitere Erosion oder Umlegung der Stromrinne vorgekommen ist.

Um das Gesagte zusammenfassen, so kann der nach der Entwässerungskatastrophe 1796 ausgebildete Stromlauf von Hammarstrand bis zum Döda fallet folgendermassen charakterisiert werden. Die Erosion ist mit dem Boden des Gebirgscañons bei Lienön als Basis so tief durch die feinen Fjord- und Seesedimente gelangt, dass die Stromrinne an mehreren Stellen den festen Gebirgsgrund des Tales, Moräne und Os, entblösst hat und jetzt von ihnen begrenzt ist. Der Os ist wegen seiner Grösse der wichtigste Faktor bei der späteren Entwicklung des Stromes gewesen. Nun bilden dessen Zentren niedrige Landgebiete oder »Näse», zwischen denen der Strom in unregelmässigen Krümmungen fliesst. Wo die den Näsen gegenüberliegenden Stromufer aus anstehendem Gestein, Moräne oder anderem schwer zu erodierendem Material bestehen, ist die Stromrinne schmal; an anderen Stellen, wo feineres, leichter erodierbares Material das Stromufer bildet und der Strom dicht neben diesem hinfliesst, hat dagegen eine bedeutende laterale Erosion stattgefunden, so dass es hier zu grösseren Erweiterungen der Stromrinne gekommen ist. — Die Stromerosion geschieht an Stellen, wo eine Uferebene vorhanden ist (Fig. 24), hauptsächlich während des Hochwassers, wo die Wasseroberfläche sich bis an die steile, ungeschützte Uferkliffe heran erstreckt (Fig. 25, oberes Bild); an Stellen ohne Uferebene findet die Erosion dagegen auch während des Niedrigwassers statt, wobei die Hochwassergrenze nur als eine Aushöhlung in der Ufersteile ausgebildet wird (Fig. 26 und Fig. 25, unteres Bild).

In Fig. 29 sind die Breiten- und Tiefenverhältnisse des Stromes graphisch zusammengestellt. Die Breite ist nach oben, die Maximaltiefe auf derselben Profillinie nach unten hin von der Nullinie abgetragen. Wie man sieht, liefert die Kurvenform, trotz ihren Mangelhaftigkeit, Beispiele dafür, dass Breite und Tiefe in umgekehrtem Verhältnis zu einander stehen. Die Lage der Profile im Stromlaufe zeigt in Bezug auf Breite und Tiefe keine ausgesprochene Regelmässigkeit. Der Strom ist mit anderen Worten noch nicht in ein reifes entwickeltes Zyklusstadium eingetreten, sondern befindet sich noch im Jugendstadium.

Innerhalb des Gebietes oberhalb des Hammarforsen hat die Bergschwelle desselben den Strom gehindert, sich unter — 17 m zu senken, weshalb die losen Sedimente im Tale nicht so tief durchschnitten worden sind wie unterhalb des Falles. Dagegen hat der hier hoch liegende Os der Entwicklung des Stromes schwere Hindernisse in den Weg gelegt.

Dicht oberhalb des Hammarforsen hat der Strom infolge der guten lateralen Erosionsmöglichkeiten sein breitestes Gebiet ausgeschnitten (Fig. 30). Eine Insel, die vor 1796 unterhalb des Rävanäset lag, ist ganz zerstört worden, und die Erosion ist an mehreren Stellen bis dicht an die frühere Seeuferlinie vorgedrungen. Bei Remmarna, auf dem linken Stromufer oberhalb des Hammarforsen, findet ausser der Stromerosion auch eine Winderosion statt. Letztere hat eigentümliche Nischen und Trichter in der Ufersteile (Fig. 31) gebildet und eine Reihe Sanddünen auf dem schmalen Bodengebiet zwischen dem Strom und der Ravine aufgebaut (siehe Fig. 14 V). — Beim Rävanäset verschmälert sich der Strom bedeutend, um oberhalb desselben wieder weiter zu werden. Zwischen dem Rävanäset und Hoo ist die Stromrinne gerade, die Stromverhältnisse ruhig und die Ufer keiner nennenswerten Erosion ausgesetzt.

Oberhalb Hoo liegt das Krokvågsgebiet (Fig. 32 und Tafel 2), das gegenwärtig der stärksten fluvialen Erosion und den durchgreifendsten topographischen Veränderungen unterliegt. Die Seeuferlinie ist hier ganz wegerodiert, indem der Strom sich nun über das frühere Gebiet des Sees hinauserstreckt. Die Uferlinien der Jahre 1818, 1859 und 1897 sind nach Landmesserkarten gezeichnet. — Die erste Erosion des Stromes innerhalb des Krokvågsgebiets geschah wahrscheinlich in Fortsetzung der geraden ost-westlichen Bahn, die er vom

Rävanäset an eingehalten hatte. Da jedoch grobes, glazi-fluviales Material bald entblösst wurde, wurde der Strom gezwungen, eine Rinne nördlich um das Hindernis herum auszuarbeiten. Je mehr diese neue Rinne vertieft und nach N zu verschoben wurde, um so seichter wurde die erste Stromrinne, und um so mehr wurde die Ospartie in festes Landgebiet übergeführt (s. die schematische Fig. 33). Nun stellt sich die Rinne als eine bei Niedrigwasser trockene, bei Hochwasser noch wasserführende flache Depression dar, und das Geschiebematerial baut das davor liegende Näs auf. Gleichzeitig damit, dass die Stromrinne nach Norden hin verschoben und gebogener wurde, wurde auch der Stromstrich mehr und mehr an das linke Ufer gedrängt, so dass die Erosion hier an Stärke zunahm (vgl. die verschiedenen Uferlagen auf Taf. 2). Jetzt findet eine beträchtliche Erosion sowohl bei Hoch- als bei Niedrigwasser statt; so z. B. kam es zu einem grossen Erdrutsch von 3,900 m^3 zwischen dem 11. und 13. Jan. 1911. — Die Erdrutsche werden hauptsächlich durch die Unterminierung des Stromes verursacht. Wenn die Stabilität in der Ufersteile aufhört, sinkt und gleitet die durch Spalten losgemachte Bodenpartie in dem Strom hinein (Fig. 34). — Infolge der sehr grossen lateralen Erosion im Krokvågsgebiet ist die Tiefe innerhalb desselben unbedeutend, trotz des scharfen Bogens, den der Strom dort macht. Die morphologisch effektive Kraft wird nämlich so sehr für laterale Erosion in Anspruch genommen, dass die vertikale Erosion in hohem Grade unterdrückt wird (vgl. *5*).

Gleich oberhalb der Mündung des Ammerå macht der Indalsälv einen grossen Bogen nach Norden und bildet die grosse Ausbuchtung Dövikens Storeda (Fig. 35, 36 und Taf. 3). Die Entwicklungsgeschichte desselben stimmt ihren Hauptzügen nach mit der des Krokvågsgebiets überein; der Storedan hat aber jetzt ein bedeutend mehr entwickeltes Stadium erreicht und erfährt gegenwärtig kaum eine Vergrösserung. — Einer Landmesserkarte von 1756 gemäss hätte die Seeuferlinie eine schwache Ausbuchtung gebildet, wo das Stromufer jetzt eine tiefe Einbiegung macht. Schon 1804 hatte der Strom hier eine Bucht ausgeschnitten, die dann sukzessiv erweitert und vertieft wurde. Seit 1889 hat jedoch eine nennenswerte laterale Erosion nicht stattgefunden, sondern die morphologisch effektive Kraft des Stromes ist in vertikaler Erosion und Transport ausgelöst worden. Infolgedessen ist der Strom innerhalb des Storedan auch sehr tief und weist sogar die grösste gelotete Tiefe (siehe Fig. 29, wo die Tiefenkurven für je 2 m gezogen sind) innerhalb des ganzen Ragundagebiets mit Ausnahme des Cañons oberhalb der Eisenbahnbrücke auf. Wegen des grossen Transports von Material durch das Gebiet wechseln die Tiefenverhältnisse bedeutend im Laufe des Jahres; der Strom ist am tiefsten unmittelbar nach Niedrigwasser, am seichtesten nach Hochwasser.

Zwischen den Krångedefällen und dem Storedan fliesst der Strom zwischen hohen Ufern aus glazi-fluvialem Material. Dieses letztere hat der fluvialen Entwicklung so grosse Hindernisse in den Weg gelegt, dass der Strom hier unfahrbar ist, indem er eine ganze Reihe von Stromschnellen bildet. Diese Partie des Stromes ist auch die wenigst entwickelte.

B. Die Zuflüsse.

Der Singå. Als der Wasserspiegel des Sees bei der Entwässerungskatastrophe 1796 sich von der Ufer- und Bodenebene zurückgezogen hatte, begann der Fluss eine rasche Erosion in den leichterodierbaren Fjord- und Seesedimenten. Die Entwicklung ging so schnell vor sich, dass der Fluss bereits 1801 einen Lauf hatte, der im grossen und ganzen mit dem jetzigen übereinstimmte (siehe Fig. 37, wo die gestrichelte Linie den Lauf von 1801, die ausgezogene den von 1912 angibt). Die kleinen Veränderungen, die während der 111 Jahre zwischen 1801 und 1912 stattgefunden haben, sind indessen von recht grossem Interesse. Die unterste Partie des Flusses (zwischen A und B, Fig. 37) fliesst über grossblöckige Moräne, hat einen steilen Fall und ist sehr unentwickelt. Diese Partie hat die grössten Veränderungen seit 1801 durchgemacht, was darauf beruht, dass, je mehr der Fluss in die Moränenunterlage hineingedrungen ist, um so mehr die Unebenheiten dieser letzteren hervorgetreten sind und sich im Flusslaufe geltend gemacht haben. Die Partie zwischen B und D besitzt Moränengrund bei B als lokale Erosionsbasis, ist sehr schwach geneigt, ganz von Glazialton umgeben und zu voller Reife entwickelt. Auf der Strecke B—C, wo der Fluss 1801 ganz gerade war, sind ein paar schwache Bogen zustandegekommen, wahrscheinlich auf eine fortgehende Entwicklung zu einem Mäanderlauf hindeutend. Ebendafür spricht auch der Umstand, dass die unregelmässigen Krümmungen zwischen C und D gleichzeitig ebener und regelmässiger geworden sind.

Der Halå. Bei der Entwässerungskatastrophe 1796 wurde mit grosser Geschwindigkeit die ganze Halåbucht trockengelegt, und das Wasser des Sees in einer relativ schmalen Rinne konzentriert, die von dem Entwässerungsfall rasch herauserodiert wurde. Die Erosionsbasis des Halå wurde somit binnen einer sehr kurzen Zeit von der Uferlinie des Sees bis auf den Wasserspiegel des Indalsälv auf etwa — 25 m gesenkt und von dem innersten Teil der Halåbucht nach Süden hin um ca. 3,5 km verschoben. Hierdurch war für den Halå ein zuvor ganz fluvial unbearbeitetes Gebiet entblösst. In diesem schnitt der Fluss seine neue Rinne schnell aus.

Infolgedavon, dass grosse Oszentren im unteren Laufe des Flusses lokale Erosionsbasen bildeten und damit der Tiefenerosion Hindernisse in den Weg legten, kam es dazu, dass der Fluss in seinen oberen Gebiete hauptsächlich lateral arbeitete. Es ist hier auch eine breite Aue ausgebildet worden, in welcher der Fluss mit einem wohlausgebildeten Bogenlauf dahinfliesst. — Weiter abwärts haben die Schuttanhäufungen zu einer verschiedenen Entwicklung des Flusses geführt. Ungefähr 400 m nördlich von der jetzigen Chausseebrücke stiess so der Fluss auf ein Oszentrum, das ihn zwang, scharf nach Osten unter Ausarbeitung einer schmalen Talfurche abzubiegen. Dicht neben der früheren Seeuferlinie fand der Fluss eine Möglichkeit, sich einen weiteren Weg nach Süden hin zu bahnen. Noch ist jedoch der Osschutt nicht völlig durchschnitten, sondern der Fluss bildet hier eine Stromschnelle. Bei der jetzigen Chausseebrücke lagen wieder glazifluviale Materialanhäufungen im Wege, die nur langsam durchbrochen wurden. Unmittelbar oberhalb derselben übte der Fluss in dem hier leichterodierbaren Material eine bedeutende laterale Erosion aus, so dass das Gebiet nun als eine grosse Erweiterung an dem sonst schmalen Tale hervortritt. — Unterhalb der Chausseebrücke ist das Erosionsfeld zwar frei von grösseren lokalen Hindernissen gewesen, war aber doch schwererodierbar, da es zum grössten Teil aus grobem glazi-fluvialem Schutt aufgebaut war. Durch gleichzeitige vertikale und laterale Erosion wurden hier kleine Talterrassen ausgeschnitten. Diese gelangten jedoch nie zu einer grossen Breite, da der Fluss keine Gelegenheit erhielt, grosse Bogen zu bilden. Das grobe Erosionsmaterial muss nämlich in seinem Laufe Hindernisse in den Weg gelegt haben, so dass der Fluss oft neue Wege einschlug und in neuen Richtungen erodierte. — Gleichwie beim Singå ist jedoch die Talentwicklung sehr rasch vor sich gegangen. Eine Landmesserkarte von 1801 zeigt nämlich einen Flusslauf, der seinen Hauptzügen nach mit dem jetzigen übereinstimmt. Die Ursache dafür, dass der Halå sowie der Singå zuerst eine sehr rasche Entwicklung, später aber eine unbedeutende hatte, ist die, dass die Erosionsbasis plötzlich um einen bedeutenden Betrag gesenkt wurde, dann aber ziemlich unverändert gelegen hat. Je weiter die Entwicklung fortschritt und der Fluss seine Bahn nach der Erosionsbasis hin senkte, um so geringer wurde auch die Stromgeschwindigkeit und um so langsamer die Entwicklung. Gleichzeitig wurde auch das glazi-fluviale Material im Halåtal ausgewaschen, so dass die gröberen Korngrössen auf dem Boden angereichert, die kleineren dagegen weggeführt wurden. Der gegenwärtige Lauf, der sich noch im ersten Stadium des fluvialen Zyklus befindet, ist daher durch das ausgespülte Material der Ufer gebunden.

Der Ammerå. Der Ammerå ist der grösste Zufluss, den der Indalsälv innerhalb des Ragundagebiets aufnimmt; bei Niedrigwasser führt er 4,75 sm^3, bei Hochwasser 20,9 sm^3; Fig. 40 gibt die Wasserstandskurve für das Jahr 1911 wieder.

Bei der Hebung des Landes nach dem Abschmelzen des Eises schnitt der Ammerå in den lockeren Sedimenten, die das Tal ausfüllten, grosse Erosionsterrassen aus (auf Taf. 3 mit heller gelber Farbe angegeben).

Während des Seestadiums besass die lange, schmale Ammerbucht mehr fluvialen als lakustralen Charakter. Eine bedeutende Stromerosion hat aber wahrscheinlich nicht nach der Austrocknungsperiode stattgefunden, sondern die Bucht oder »das Flusstal innerhalb des Ragundasees» hat während langer Zeit vor der Entwässerungskatastrophe in Ruhe gelegen, und der Strom ist hauptsächlich für den Transport von aus dem oberen Laufe und aus kleineren Zuflüssen erhaltenem Material in Anspruch genommen worden.

Dadurch, dass das Ammertal weit von dem Durchbruch bei Lokängarna lag, kam es bei der Entwässerungskatastrophe 1796 nicht zu so raschen und durchgreifenden Veränderungen wie beim Singå und Halå. Auch erhielt der Ammerå seine Erosionsbasis nicht so tief gesenkt wie diese, was zur Folge hatte, dass seine Erosion langsamer vor sich ging und gleichzeitig Gelegenheit erhielt, sich besser zu entwickeln. Dieser Unterschied tritt besonders bei einem Vergleich zwischen dem Terrassengebiet des Halå unterhalb der Chausseebrücke und dem des Ammerå innerhalb des Gebiets der Taf. 3 (mit tieferer gelber Farbe) hervor. — Innerhalb dieses letzteren besass die Seeuferlinie eine Lage, der ungefähr die dicke ausgezogene und gestrichelte Linie auf Taf. 3 entspricht. Nach der Entwässerungskatastrophe 1796 geschah die erste Erosion an dem rechten Ufer, wo dieses nach NW

oberhalb der jetzigen Chausseebrücke ausbiegt (Fig. 42 A und B). Sehr schnell dürften auch die Terrassen 136,4—136,7 und 132,5—131,9 ausgeschnitten und eine scharfe Biegung oberhalb derselben gebildet worden sein (Stadium B, Fig. 42). Im weiteren Laufe der Entwicklung wurde diese Biegung durch Erosion an der äusseren, rechten Seite erweitert; gleichzeitig zog sich das Wasser von der entgegengesetzten Seite fort. Da die Erosion nicht kontinuierlich und gleichmässig geschah, sondern der Stromstrich länger an der einen Stelle als an der anderen floss, erhielt die nach und nach trockengelegte linke Seite eine unregelmässige Oberfläche mit Erosionsabhängen, Rinnen und Stromrücken. Diese enden blind auf der linken Ufersteile, indem diese — aus grossblöckiger Moräne aufgebaut — den Strom zwang, scharf aus seiner west-östlichen Richtung nach Süden abzubiegen. An ein paar Stellen enden auch die Erosionsrinnen in einer Anhäufung von Blöcken und Geröll, aus der Steile herauserodiert oder von dem Strom akkumuliert, als dieser nach der Abbiegung geschwächt wurde.

Fig. 41 gibt ein Querprofil der Ufersteile durch eine Partie der linken Flussseite wieder. Zu unterst steht glazi-fluvialer Sand im primärer Lage an, jäh abgebrochen und überlagert von im Zusammenhang mit dem Ausschneiden der Terrasse akkumuliertem gröberem Schotter. Auf dem Kontakt gegen den Sand liegt ein markiertes Lager grosser Gerölle. Auf dem Boden der Erosionsrinne 133,8 ist gleichfalls eine Konzentration gröberen Materials; dieses bildet gleichsam eine gepflasterte Strasse in der Mitte der Stromrinne und markiert die Bahn des stärksten Stromes. Der Erosionsabhang zwischen der Ebene 135,0 und der Erosionsrinne 133,8 ist als Uferkontur für das Stadium B, Fig. 42, genommen worden.

Unterhalb der jetzigen Chausseebrücke, wo die östliche Seeuferlinie eine schwache Bucht bildete, fand die grösste Erosion statt und erreichte die Flussentwicklung auch ihr reifstes Stadium. Der Strom wurde dicht oberhalb der jetzigen Chausseebrücke von der rechten Seite nach der linken hinübergelenkt. Da diese letztere aus leichterodierbarem Sediment bestand, so konnte der Strom einen grossen Bogen herauserodieren. In dem Masse, wie dieser erweitert wurde, wurde das rechte Ufer seichter und seichter; ein Grund bildete sich hier, der bald in eine Insel überging. Eine andere Insel muss nach und nach auch in dem Zentrum des grossen Bogens entstanden sein (Stadium C, Fig. 42). Als schliesslich der Strom die Lage eingenommen hatte, die jetzt durch die der beiden Teiche an der Basis der hohen Erosionssteile markiert wird, wurde der Bogen abgeschnitten (»cut off»). Unmittelbar nach dem Abschneiden floss wahrscheinlich noch ein Nebenstrom in der früheren Rinne, bald aber wurde sie ganz aufgegeben und zu einem geschlossenen Teiche abgesperrt (Stadium D, fig. 42). Die Bogenterrasse, die damals gebildet wurde, neigte sich einwärts (Fig. 43 C—D). — Sie zeigt das Endstadium der Entwicklung, deren frühere Stadien so wohl durch das unter voller Erosion stehende Krokvågsgebiet und den reiferen Dövikens Storeda illustriert wurden.

Die hier geschilderte Entwicklung des Ammerå hat höchstens 8 Jahre in Anspruch genommen, denn aus dem Jahre 1804 findet sich eine Landmesserkarte, auf der die Ufer des Flusses die Lage einnehmen, die die dicke Linie in Fig. 42 D zeigt. Die übrige Topographie ist im Anschluss an die Detailkarte Taf. 3 rekonstruiert.

Nach 1804 findet sich eine Karte aus den Jahren 1818—1819, die einen Flusslauf (Fig. 42 E) zeigt, der im grossen und ganzen mit dem jetzigen (Fig. 42 F und Taf. 3) übereinstimmt, ausgenommen das eine Insel sich damals ebenso dicht am rechten wie jetzt eine andere am linken Ufer befand. Die Ursache für diese bedeutende Veränderung in dem sonst ziemlich unberührten Laufe muss die veränderte Lage des Stroms, d. h. seine Verschiebung vom linken nach dem rechten Ufer hin, gewesen sein. Nach dieser Richtungsveränderung hat eine bedeutende Erosion an dem Südufer unterhalb der jetzigen Chausseebrücke stattgefunden. Durch Uferbekleidung ist dieses jetzt jedoch geschützt worden. Auf einer Karte v. J. 1889 zeigt der Fluss einen sehr gebogenen Lauf von der Landspitze 141,5 an bis zum Indalsälv (Fig. 42 F, die gestrichelten Linien); nun ist der Lauf beträchtlich ausgeglichen, und der Fluss fliesst fast in rechtem Winkel zum Hauptstrom.

Was das Verhältnis zwischen dem Ammerå und dem Indalsälv betrifft, so ist zunächst zu betonen, dass der Fluss vor der Katastrophe in den See an einer Stelle einmündete, wo wahrscheinlich kein Strom sich geltend machte, da das Westufer des Ammerå sich in Form einer Landzunge nach Süden ausbuchtete (siehe Fig. 42 A). Wahrscheinlich besass daher der Ammerå schon damals ein kleineres Delta in dem »Ragundastrom», wie der See hier genannt wurde. Als die Entwässerung stattfand und die Erosion des Ammerå begann, wurde vermutlich sofort die Bucht ausgefüllt und dass übrige Material zum Hauptstrom hinbefördert. Wahrscheinlich vermochte jedoch dieser nicht alles Material aufzunehmen, sondern ein grosser Teil wurde akkumuliert. Der

Strom musste hierdurch nach Süden hinabgedrängt werden, so dass seine grösste Erosion an dem rechten Ufer stattfand. Gegenwärtig fliesst auch der Strom hier ausserhalb der früheren Seeuferlinie des Sees. — Der Ammerå ist bei dem Aufbau und der Erhaltung seines Akkumulationsgebiets in hohem Grade durch die Verschiebung des Indalsälv nach Norden hin innerhalb des Dövikens Storeda unterstützt worden, denn je mehr der Strom hier sich ausbuchtete, um so mehr wurde der Strom nach dem entgegengesetzten Ufer der Ammeråmündung hingedrängt. — Zurzeit streiten der Ammerå und der Indalsälv um den Besitz innerhalb des Mündungsgebiets. Der Verlauf dieses Kampfes lässt sich so angeben: der Hauptstrom ist am stärksten während der Hochflut, wo seine grössere Wassermasse sich geltend macht; Akkumulation findet dann statt in seiner Rinne, und der Ammerå wird nach Osten zurückgedrängt; bei Niedrigwasser nimmt dagegen der Ammerå sein verlorenes Gebiet wieder in Besitz und gräbt sich empor durch das eben zuvor akkumulierte Material auf der schildförmigen Landspitze 124,8; in verschiedenen Jahren reicht er verschieden weit nach Westen hin.

Die Terrassengebiete des Ammerå und des Halå sind, wie man sieht, sehr verschieden. Die Ursache hiervon liegt ausser in dem obenerwähnten Umstande, dass die Erosionsbasis des Halå eine bedeutend tiefere Senkung als die des Ammerå erfuhr, wobei die Entwicklung des ersteren sich rascher und gewaltsamer gestaltete als die des letzteren, auch darin, dass der Halå ein offenes, zuvor ganz unbearbeitetes Erosionsfeld besass, während der Ammerå in einer langen, schmalen Bucht oder einem Flussbett dahinfloss, dessen hohe Ufer von Anfang an den Strom an eine bestimmte Bahn fesselte, woselbst sich dann die Entwicklung vollzog.

C. Die Ravinen.

Innerhalb des Ragundagebiets ist an ein paar Stellen ein bedeutendes Erdfliessen beobachtet worden. Das grösste Gebiet ist auf der rechten Seite des Halå 1,800 m oberhalb der Chausseebrücke belegen. Hier vollzieht sich auf einer bogenförmigen Strecke der Ufersteile ein sehr umfangreiches Ausgleiten des Tones, wobei der Nadelwald innerhalb des Gebiets zu Fall gebracht wird (Fig. 44 und 45). Das Fliessen geschieht indessen nicht gleichmässig über die ganze Strecke hin, sondern ist auf gewisse Stellen konzentriert, woselbst es zur Entstehung flacher, seichter Depressionen führt, oft mit enger Mündung, durch welche die Erde gleich einer zähen Lava mit Flusswülsten und Stromrücken dahinfliesst, sich unterhalb der Mündung zu einem flachen Kegel ausbreitend (Fig. 45). Auch gleich oberhalb des Rävanäset findet ein umfangreiches Ausgleiten von »Mjäla» aus der hohen Südseite des Indalsälv her statt (Fig. 46).

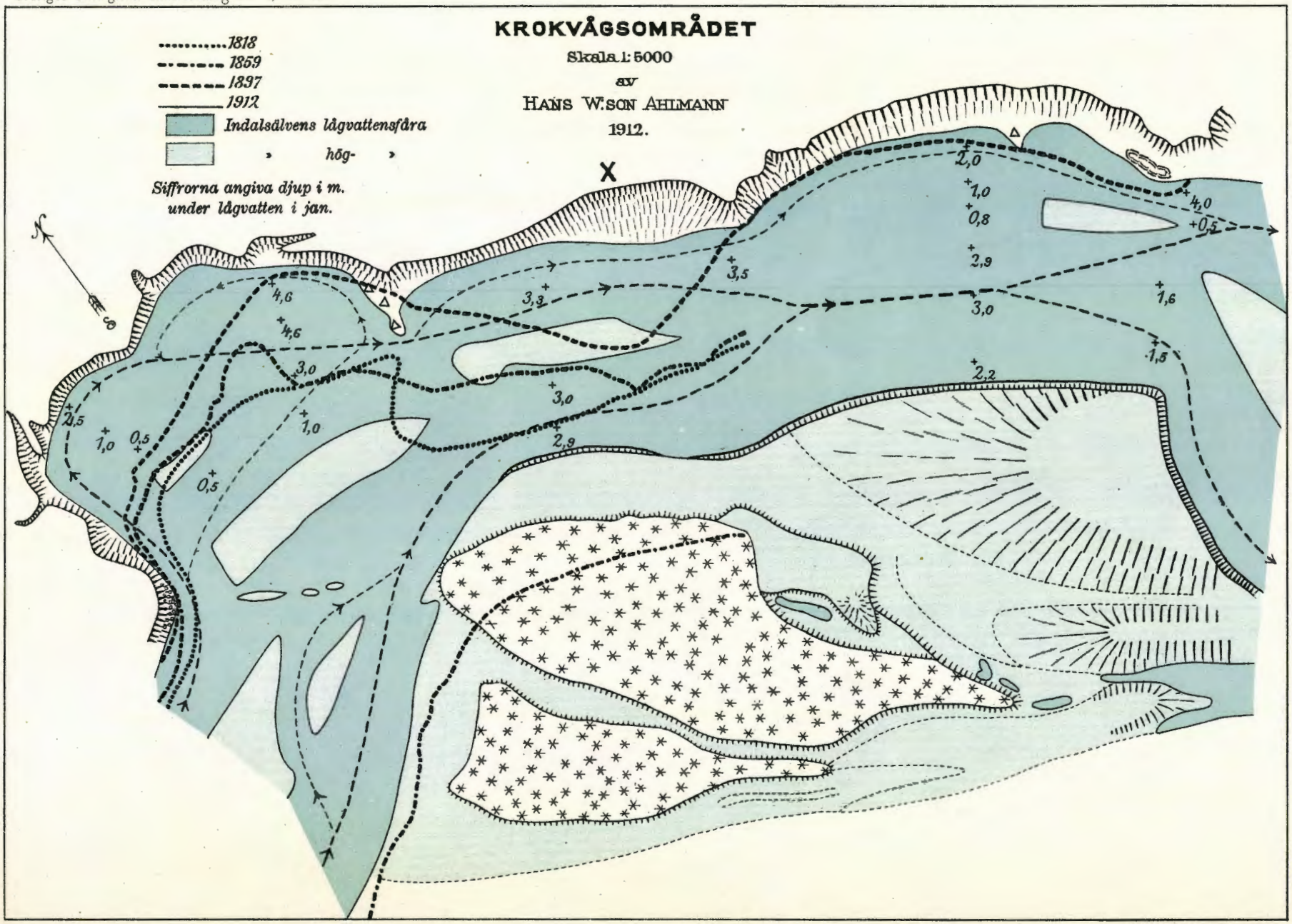
Die Depressionen, die durch Ausgleiten oder Ausgiessen von Ton und »Mjäla» gebildet werden sind seicht und offen. Innerhalb des Ragundagebiets finden sich auch kleinere Täler oder Ravinen mit grosser Tiefe, unbedeutender Breite und sehr steilen Seiten. Diese sind hauptsächlich von einem fliessenden Wasser herauserodiert worden, wenn sie auch jetzt eines Baches in ihrem Boden entbehren oder blind in der Ufer- und Bodenebene enden. Zum grössten Teil sind sie während der Zeit gleich nach der Katastrophe 1796 gebildet worden, als das Sediment aufgeweicht und äusserst leicht erodierbar war. Unbedeutende, kleine Bäche, die jetzt nicht mehr vorhanden sind, haben damals zur Entstehung recht bedeutender Ravinen führen können.

Fig. 47 zeigt eine 5 Jahre alte Ravine 350 m oberhalb der Mündung des Vikbäcken. Ein Drainzug mündet in ihren innersten Teil aus und hat wahrscheinlich letzthin die Ravine verursacht. Durch das Wasser des Drainzuges und den Strom des Indalsälv wird die Ufersteile unterminiert, und es kommt zu den für die Ravinenbildung so bedeutungsvollen Erdrutschen. Grosse blockförmige Partien der Ravinenseite werden dann losgebrochen und fallen herunter, eine steil aufrechtstehende Wand zurücklassend. — Eine andere Ravine, die sich in aktueller Ausbildung befindet (Fig. 48), ragt seitwärts von der in Fliessen begriffenen Steine oberhalb des Rävanäset hinein. Auf dem Boden zieht eine teilweise von grossen, heruntergefallenen Mjälablöcken überdeckte Bachrinne hin. Ungeachtet diese nur bei nasser Witterung wasserführend ist, dürfte doch die dann vorkommende fluviale Erosion der wichtigste Faktor bei der Ausbildung der Ravine sein.

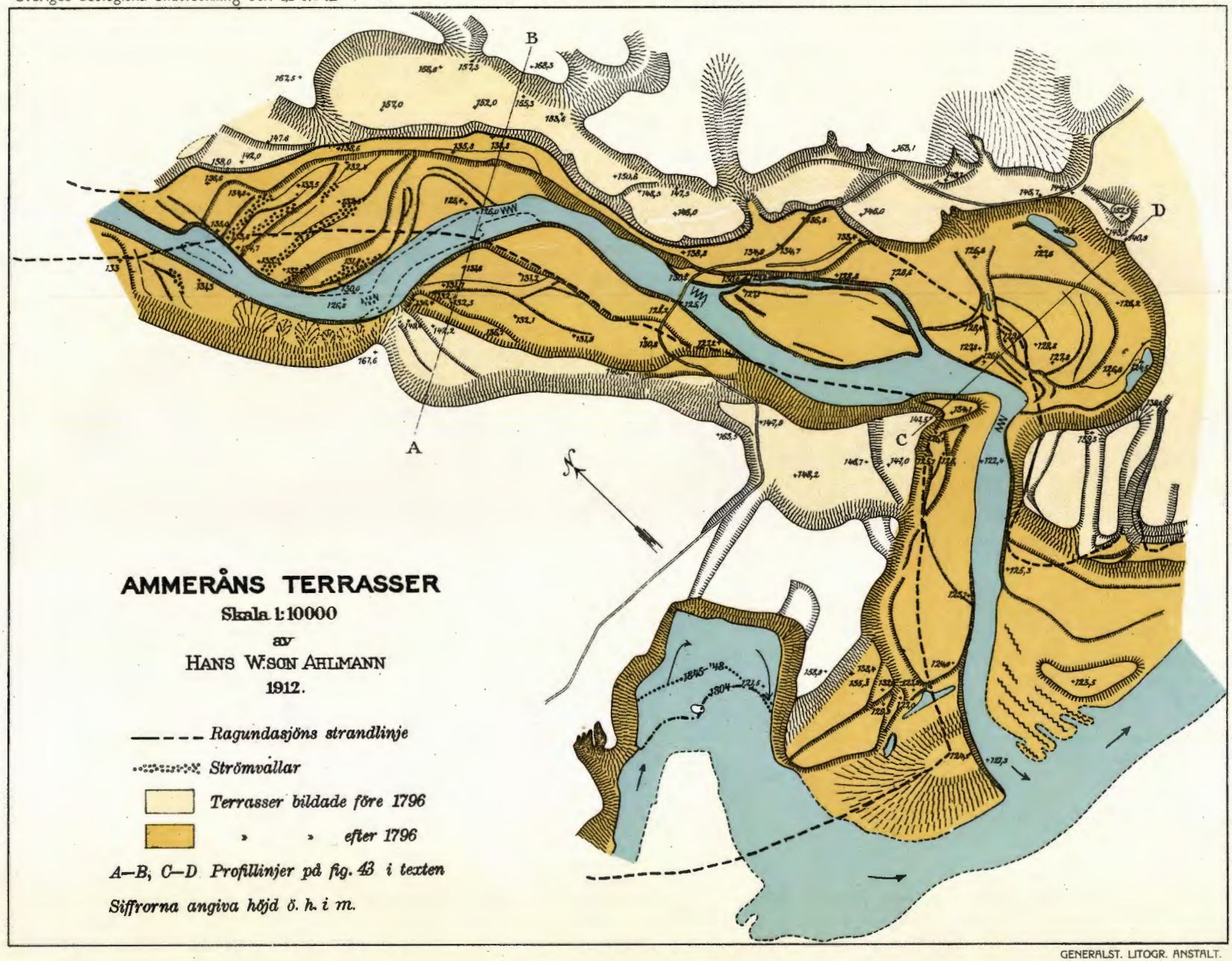
Die grössten Ravinen sind das Tal des Vikbäcken und die Ravine in der präglazialen Tiefrinne östlich vom Hammarforsen (siehe Fig. 14 IV und V). Ihre Entwicklung ist nun abgeschlossen oder so langsam, dass eine geschlossene Vegetationsdecke mit Beständen von grossen Bäumen auf den Seiten und den Böden der Ravinen Platz gefunden hat.

Anförd litteratur.

1. AHLMANN, H. W:SON, CARLZON, C. och SANDEGREN, R.: The quarternary history of the Ragunda Region, Jämtland (Preliminary Report). G. F. F. Bd 34. Stockholm 1912.
2. AHLMANN, H. W:SON: Hufvuddragen af nedre Indalens morfologi. Ymer 1914.
3. » » Strandzonens allmänna morfologiska utveckling med särskild hänsyn till insjöar. Ymer 1914.
4. » » The morphology of the Arpojaure. G. F. F. Bd 36. Stockholm 1914.
5. » » Beitrag zur Kenntnis der Transportmechanik des Geschiebes und der Laufentwicklung des reifen Flusses. S. G. U. Ser. C. N:o 262. Stockholm 1914.
6. CARLZON, C.: Inlandsisens recession mellan Bispgården och Stugun i Indalsälfvens dalgång i Jämtland. G. F. F. Bd 35. Stockholm 1913.
7. CHAMBERLIN, TH. and SALISBURY, R.: Geology I. London 1906.
8. CREDNER, G. R.: Die Deltas. Petermanns Mitt. Ergänzungsheft 56. Gotha 1878.
9. DAVIS, W. M.: River terraces in New England. Bull. Museum Comp. Zool. Vol. XXXVIII. 1902.
10. » » The terraces of the Westfield River, Mass. Amer. Journal of Science. 4 Ser. XIV. 1902.
11. » » Die Erklärende Beschreibung der Landformen. Berlin und Leipzig 1912.
12. DE GEER, G.: Dal's Ed, some stationary ice-borders of the last glaciation. G. F. F. Bd 31. Stockholm 1909.
13. DE GEER, S.: Niplandskap vid Dalälfven. S. G. U. Ser. C. N:o 252. Stockholm 1914.
14. ENGLUND, J. A.: Gedungsen eller Ragundasjöns utgräfning. Stockholm 1853.
15. FISHER, E. F.: Terraces of the West River, Brattleboro, Vermont. Proc. of the Boston Soc. of Nat. Hist. Vol. 33. Boston 1906—07.
16. FOREL, F. A.: Le Leman. Lausanne 1892.
17. FRANZIUS, L.: Wasserbau am Meere und in Strommündungen. Der Wasserbau. III Bd. des Handbuches der Ingenieurwissenschaften. Leipzig 1901.
18. HAGEN, G.: Handbuch der Wasserbau. III Theil, I Bd Berlin 1878.
19. HÖGBOM A. G.: Om Ragundadalens geologi. S. G. U. Ser. C. N:o 182. Stockholm 1899.
20. » » Om s. k. jäslera och om villkoren för dess bildning. G. F. F. Bd 27. Stockholm 1905.
21. LIDÉN, R.: Geokronologiska studier öfver det finiglaciala skedet i Ångermanland. S. G. U. Ser. Ca. N:o 9. Stockholm 1913.
22. PENCK, A.: Morphologie der Erdoberfläche. Stuttgart 1894.
23. SHAW, E. W.: The mud lumps at the mouths of the Mississippi U. S. Geol. Survey, Professional-Paper 85-B. Washington 1913.
24. TAMM, O.: Die Auslaugung von Calciumkarbonat in einigen Böden der Ragundagegend. G. F. F. Bd 36. Stockholm 1914.
25. Guide Books of Excursions in Canada, Vol. I N:o 4. Ottawa 1913.



GENERALST. LITOGR. ANSTALT.



GENERALST. LITOGR. ANSTALT.