

Dalbildning i den arktiska klimatzonen

STEN RUDBERG

Rudberg, Sten: Dalbildning i den arktiska klimatzonen. Geografisk Tidsskrift, Bd. 82, 30-36, november 9. 1982.

The Arctic permafrost zone is thought to be favourable for erosion of fluvial valleys, and three, once glaciated Arctic areas give good examples. All have sedimentary rocks. In adjacent granite and gneiss areas such valleys are rare, and glacial sculpture dominates. It is also found that all sites with young valleys are sides of trough valleys, fiords and sounds – a parallel to V-shaped valleys of once glaciated mountains. The reason is lowering of the local base level. All Arctic areas with young fluvial valleys also had a strong post-glacial uplift.

Sten Rudberg, professor, fil.dr., Göteborgs Universitet, Natureografiska institutionen, Dicksonsgatan 4, S-412 56 Göteborg, Sverige.

PROBLEMFÖRMULERING

Dalbildning i den arktiska klimatzonen utgjorde temat för ett föredrag av mig vid ett periglaciälsymposium i Båstad september 1982. Det upprepades i en något utförligare variant vid ett annat periglaciälsymposium i Göttingen oktober 1982. I båda fallen föranledde föredraget en berikande diskussion. De framlagda synpunkterna redovisas i uppsatsform, ett från vardera symposiet, men i något olika form och självfallet endast med en mindre del av det bildmaterial som nyttjades under symposiet.

En naturlig utgångspunkt utgjorde i båda fallen Búdels välbekanta idé om en klimatmorfologisk zon på höga latituder med intensivare dalbildning än i andra zoner (Zone der exzessiven Talbildung). Ideerna har redovisats i många sammanhang (bl a 1963, 1969, 1981). I den ifrågasvarande klimatzonen har vattendragen större förmåga till djuperosion än i andra klimatbälten. Orsaken är isbildning under marknivå i dalgångarnas berggrundsbotten och lösmateriallager inom de översta delarna av permafrostskikten. Den successivt ökande isbildningen här medför intensiv frostvittring och underlättar därmed vattenerosionen och särskilt djuperosionen, som endast behöver smälta isen för att få färdigt lösmaterial. Totalt sett gynnas alltså dalbildningen. Något nytt fältmaterial till bedömningen av hypotesens kärnpunkt – isbildningens effekter i dalbotten – kan tyvärr inte presenteras här, men frågan om dalbildning i arktiska trakter skall belysas med annat material från i huvudsak tre olika

områden, delvis insamlat före den närmare personliga bekantskapen med Búdels hypotes. Argument både för och emot kan härvid aktualiseras.

De tre huvudområdena är Axel Heibergs Island i Canadas nordvästterritorier (besökt under 80-90 dagar 1961), Grönlands västkust (studerad från båt i reguljär trafik 1970) samt Svalbard (ca 1 månad på Nordaustlandet 1980 och passage med isbrytaren Ymer längs vissa kustområden samt en kort resa med båt i reguljär trafik längs Vestspitsbergen sommaren 1982). Gemensamt för de tre områdena är en tidigare mer omfattande nedisning. De tillhör alla områden med kontinuerlig permafrost. Vissa jämförelser görs även med skandinaviska fjällområden.

AXEL HEIBERG ISLAND

Axel Heiberg Island ligger centrerad kring 80 breddgraden, mäter 40 000 km², utgör i huvudsak ett högland, är nedisat i nutiden till ca. en tredjedel, är uppbyggd av sedimentbergarter och basiska lagergångar och täcken, påverkade av alpin veckning med varierande lagerställningar. Strykningen är nord-sydlig, synklinalerna breda och antiklinalerna smala. Det detaljundersökta området ligger vid innerändan av Expedition Fiord på öns västsida och utgör en dalgång mellan fjordens innerända och fronten på den välbekanta Thompson-glaciären. Omgivande höjder har toppar mellan 800 m och 1000 m. Min huvuduppgift under fältarbetet kom att bli framställningen av en geomorfologisk karta med tonvikt på former skapade genom nutida exogena processer och spåren efter större nedisningar. Kartan var en tidig variant av geomorfologisk karta, utförd utan närmare kännedom om samtida försök på annat håll (Rudberg 1963 a och b, 1969).

Ett viktigt innehåll i kartbilden var vissa iögonfallande fluviala drag med talrika V-dalar och alluvialkoner av varierande storlek. Eftersom underlaget var en fotogrammetriskt framställd höjdkurvkarta med 25 m:s ekvidistans, framgick dalarnas betydelse vid arbetets början. De tekniskt goda flygbilderna gav likaså från en början en god bild av alluvialkonerna. Trots det goda kart- och bildmaterialet blev dock fältarbetet omfattande, då ett viktigt syfte var att kartlägga småskaliga företeelser som smärre alluvialkoner, smärre hållar, isräfflor, vittringsformer, patterned ground mönster, spår av vinderosion etc. Inventeringslinjer i fält blev höjdkurvorna, uppsökta med barometer och terrängstöd (missvisningen var för stor för normalt nyttjande av kom-



Fig. 1. Unga fluviala dalar på Axel Heiberg Island, utskurna i vec-kade sedimentbergarter. Notera V-formen, lösmaterialsulan, spår av lateralerosion, raka dalsidor i 30° vinkel. Förgrund ca 350 m över havet i dalbotten, toppen i bakgrunden ca. 1200 m.

Fig. 1. Young fluvial valleys on Axel Heiberg Island. Note the V-shape, the valley train, traces of lateral erosion, straight valley-sides in 30°. Foreground ca 350 m above sea level in the valley bottom, the peak in the background ca 1200 m.

pass). Kartan utfördes i färgmanuskript men har tyvärr aldrig publicerats annat än i delavsnitt i svart-vitt (Rudberg 1962, 1969). Dessa ger en bild av det fluviala mönstret och dess detaljer, som vi i korthet refererar nedan.

Daltätheten är betydande, dock endast i extrema fall så hög att sidorna möts i kammar. Även små vattendrag har dalar, och alla dalar slutar med alluvialkoner, av vilka många är stora men dock alltid mindre än själva hålförmen. I dalstråken och särskilt deras nedre avsnitt ryms vanligen en »lösmaterial-sula« (valley train). Den stiger med påtaglig gradient, men oftast utan vattenfall. Fast berg i dalbottens mitt är sällsynt, men en liten brant i fast berg följer ofta ena eller båda dalsidorna i den vanligtvis tvära övergången mellan lösmaterial-sula och dalsida. I dalarnas övre, smala avsnitt kan lösmaterial-sulan saknas. Lösmaterialet är ofta stentigt, ibland grovstentigt och normalt föga rundat. Vattenflödet i dalbotten var under större delen av sommaren 1961 ringa, och ofta fanns inget vatten alls. Flödet gick gärna som en smal sträng längs endera dalsidan. En i flertalet detaljer likartad beskrivning av arktiska smådalar har givits av Poser från Svalbard och Östgrönland (Poser 1932, 1936) och av Büdel från Edgeöya och Barentsöya (Büdel 1969).

Dalgångar finns i alla storlekar, från fåror några meter djupa till sådana med mer än 100 m:s sidhöjd. De större dalgångarna är ofta brantsidiga, med raka sluttningar i ca 30° eller något brantare, oftast lösmaterialtäckta och med

karaktär av talussluttningar. Tunt jordtäckte kan ibland avslöja en underliggande sluttning av ungefär samma lutning i hållunderlaget. Vissa sluttningar har småbranter i fast berg överst uppe – rester av »free face« (?). Många av dalgångarna, särskilt bland de mindre och minsta, har asymmetrisk tvärprofil. Oftast är i sådana fall strukturberoendet påtagligt, med brant sida vid inåt mot omgivningen fallande bergartslager. Om dessutom andra inflytanden medverkat till asymmetrin kunde ej fastställas, och asymmetriproblemet skall ej närmare diskuteras här.

Landskapet har på det hela taget en starkt fluvial prägel. Med ibland tätliggande V-dalar, med stora alluvialkoner och med breda »valley trains«, som har talrika tecken på lateralerosion, har landskapet starka reminiscenser med torr-områdenas bergtrakter (konvergensformer), t ex med de landskap som möter i Sinaiöknen (där berggrunden dock inom snarlika områden kan vara kristallin). Synintrycket är vid första anblicken överraskande men har tidigt kommenterats (Rudberg 1963 a).

Detaljstudier visar att området tidigare haft en starkare nedisning än nu. Isräfflor förekommer sparsamt och små rundhällar mycket sparsamt i resistentare lager av kvartsitisk sandsten. Huvudriktningen följer dalgången utför från öst mot väst, men yngre riktning i sned vinkel mot dalgången förekommer. Räfflor på högre nivå än 250 m ö h har ej iakttagits, men vittringen tilltar markant i höjddled. Långtransporterade flyttblock kunde med bristande kännedom om berggrunden ej registreras inom det delajundersökta området men förekom på öns östra sida. De yngre räfflorna med svagare terrängberoende visar existensen av ett tidigare mäktigare istäcke, vars ålder dock ej kan anges. En huvuddel af V-dalarna ligger under forna isytor enligt rimliga antaganden om mäktigheten hos en partiellt terräng-oberoende landis. Har vi således här ett exempel på en omfattande fluvial omgestaltning av ett landskap med tidigare glacial prägel? Att rundhällar är sällsynta har redan sagts, men även klippbacken och strukturella plockningsformer är ytterst sparsamt förekommande.

Den fluviala formerna är icke inskränkta till omgivningen av Expedition Fiord. V-dalar förekommer på många andre delar av Axel Heiberg Island och flerstädes på Ellesmere Island – längs t ex Eureka Sound och Griley Fiord, även här i sedimentbergarter. Breda dalbottnar i skarp vinkel mot markerade, men låga dalsidor förekommer i det flacka landet på Axel Heiberg Islands östsidan, närmast Eureka Sound. Dalar delvis av kanjontyp har utskurits i Somerset Islands flackt liggande sedimentbergarter.

Vilka är då de verksamma processerna? Erfarenheterna från ett enda år kan självfallet inte ge ett avgörande svar. Väderleksdata (Rudberg 1963b och 1969) finns för längre perioder, främst från stationer inom något avstånd (Eureka, Isachsen). Vi kan räkna med kallaste månad $\div 35^{\circ}$ – $\div 38^{\circ}$, 3 månader med medeltemperatur över 0° , antalet frostfria dagar troligen mindre än 60. Nederbördssiffror är svårare att generalisera. De närmaste stationerna har årsnederbörds-



Fig. 2. Ung fluvial dal på Disko-ön, Vestgrönland, med alluvialkon, lömateriaisula och raka dalsidor. Berggrunden flackt-liggande sedimentbergarter. Höjdskillnad inom området ca. 800 m.

Fig. 2. Young fluvial valley on the Disko Island, western Greenland, with alluvial fan, valley train and straight valley sides. The bedrock flat-lying sedimentary rocks. Relative relief ca 800 m.

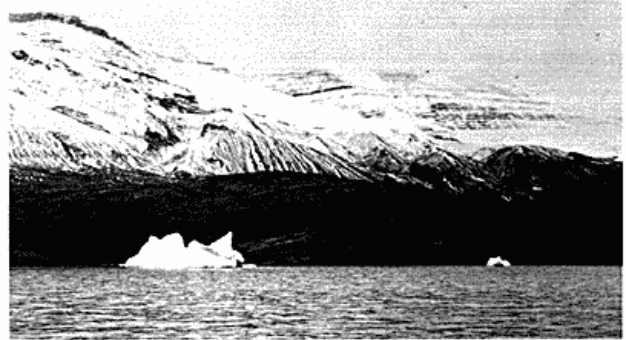


Fig. 3. Södra sidan av Umanakfjorden, Vestgrönland. V-formiga dalar dominerar sedimentbergarterna och basallagren i bakgrunden, men glacialsulptur är helt förhärskande i förgrundens prekambrika gnejs. Topparna i bakgrunden ca. 2000 m.

Fig. 3. Southern side of the Umanak Fjord, western Greenland. V-shaped valleys prevail in the sedimentary rocks and the basalt layers in the background, but glacial sculpture dominates the Precambrian gneiss in the foreground. Peaks in the background ca. 2000 m.

siffror under 100 mm. Inom området kring Expedition Fiord ligger värdet troligen över 100 mm, var 1961 150 mm (se nedan). Undersökningsåret 1961 var snötäcket tunt, luckert, sällan mer än ett par dm. Omfördelningen genom snödröj hade varit ringa, men hade varit större inom andra delar av ön (Scheihalvön i öster). Snösmältningen gick snabbt – troligen delvis genom sublimation – och gav litet vatten och inga högvattentoppar av betydelse. Flertalet små vattendrag hade helt obetydlig vattenföring under större delen av undersökningsperioden. Många hade sinat helt.

Vattenföringen var däremot allmänt hög och materialtransporten stor i samband med två kraftiga lågtrycksregn (30 mm på 24 timmar). Avrinningsprocenten måste var hög inom området, med sparsom eller ingen vegetation, närliggande tjällyta, frekventa vittringsjordar av finkorniga skifferflagor, krustbildning ibland på sådant material eller finkornig morän, raka och okomplicerade sluttningar och glaciärytor med helt övervägande ytdränering. Frekvensen av sådana nedderbördstillfällen kan inte anges statistiskt, men stratigrafien inom undersökta firnområden registrerar liknande situationer med hög fuktighet (Müller 1963). Allt befintligt material på lösmaterial-sulorna transporterades under flödestopparna 1961, i extremfall även block i ton-storlek (i ett vattendrag med tillskott från glaciär-smältvatten).

Sammanfattningsvis kan om Axel Heiberg Island sägas att det fluviala draget är landskapsdominerande inom stora delar av de nu isfria områdena. De glaciala dragen träder starkt tillbaka och särskilt vad småformerna beträffar. Den undersökta stora dalgången mellan Thompson-glaciären och Expedition Fiord har dock ett allmänt drag av stor trågdal, och andra trågdalssektioner förekommer. Spår av tomma glaciärnischer kan också noteras.

VESTGRÖNLAND

Från uppsatsens andra huvudområde har också vissa data publicerats, som berör huvudproblemet (Rudberg 1972).

På Disko-öns norra sida, som vetter mot Vaigatsundet, uppträder V-dalar och alluvialkoner, starkt påminnande om formerna på Axel Heiberg Island. Berggrunden består av flackt liggande cretacciska och tertiära sedimentbergarter med överliggande flacka basaltbäddar (Henderson et al. 1976). Daltätheten varierar, är i några avsnitt så tät att dalslutningarna möts i smala kammar. Oftast återstår dock delar av den äldre landytan mellan dalarna. Det finns V-dalar både i den brantare övre bergsidan och i den flackare och mjukare nedre delen (t ex vid den forna kolgruveorten Qutdligssat). Terrängen har delvis snarlika höjdskillnader som på Axel Heiberg Island men når delvis drygt 1900 m. Nügssuaq-halvön på Vaigats andra sida har icke närmare examinerats längs Vaigatsundet, men dess norra sida längs Umanakfjorden har samma V-dalslandskap, åtminstone in till trakten av Umanak samhälle. Höjdskillnaderna är betydande, maximalt över 2000 m. Vissa dalar är stora, har utbildats i den större och brantare övre delen av sluttningen, andra tillhör liksom på Diskoön den flackare nedre delen av sluttningen. Plana lösmaterial-sulor av samma typ som beskrivits från Axel Heiberg Island förekommer liksom alluvialkoner.

Om de aktuella områdena varit helt eller partiellt täckta av inlandsis tycks inte vara slutgiltigt avgjort, men indikationer i form av glacialsulptur på de yttersta öarna och sub-marina moränbågar visar att inlandsisen vid något tillfälle täckt huvuddelen av allt nu isfritt land. Övre isgränser i yttre kustbandet ligger mellan 300-900 m och över 1000 m inom mellersta delarna av nutidens isfria landremsa. De högsta topparna på Disko-ön och Nügssuaq-halvön torde ha varit nunatakker. Hur långt Wisconsin-Würm-isen nådde är icke

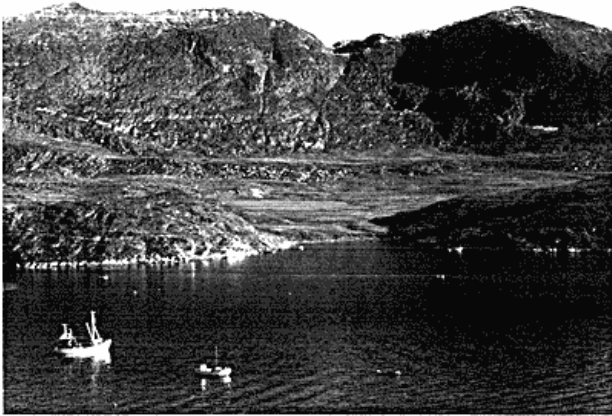


Fig. 4. Gnejsterräng vid Frederikshåb, Vestgrönland, helt präglad av glacialsulptur. Yngre fluviala former saknas.

Fig. 4. Gneiss relief at Frederikshåb, western Greenland, completely dominated by glacial sculpture. Younger fluvial forms are lacking.

klarlagt, några räknar med isfronter föga utanför de nutida, men en snabb och ganska betydande landhöjning motsäger idén, och isen kan även nu ha nått de nyssnämnda moränbågarna, åtminstone i äldre faser av Weichsel-Wisconsin (Weidick 1976). En betydande del av V-dalarna har legat under detta istäcke eller är yngre.

Klimatet är i nutiden mindre kallt än på Axel Heiberg Island, kallaste månad $\div 13^{\circ} - \div 16^{\circ}$, 4 (5) månader med medeltemperaturer över 0° och årsnederbörd kring 200 mm (Wernstedt 1972).

Ett nytt moment tillförs diskussionen i Västgrönland, när terrängavsnitt i kristallin berggrund kan studeras i omedelbar anslutning till sedimentberggrundens dallandskap. Uppskjutande partier av det prekambrika underlagets gnejs – delvis lyfta genom förkastningar – förekommer i ett par mindre avsnitt vid Umanakfjorden (se Tectonic/geological map of Greenland, Hendersen et al. 1976). I gnejsen saknas unga dalar, och terrängen är helt präglad av vanlig glacialsulptur med rundhällar och strukturstyrd plockning. Observationen har regional tillämpning. Få eller inga V-dalar men välutvecklad mjuk glacialsulptur och branter med strukturstyrd plockning är helt förhärskande drag inom dominerande delar av den prekambrika kristallina berggrunden från Julianehåb i söder till Upernavik i norr. Bland branterna kan ingå såväl glaciala läsidor som marina kliff-former. I något enstaka fall har V-dalsformer kombinerade med alluvialkoner observerats, t ex vid Eriksfjorden (Tunugdliarfik) mellan Narssarsuaq och Narssaq i söder. Det är här fråga om någon enstaka större dal och eventuellt ett mer permanent vattendrag. Grönlandsexemplen utmynnar i kontrastparet sediment-berggrund och kristallin berggrund.

SVALBARD

Det tredje huvudområdet innehåller kontrastparet Vestspitsbergen vid inre Isfjorden och Nordaustlandet med



Fig. 5. V-formiga dalar med alluvialkoner, sidodalar till Adventdalen, Vestspitsbergen, eroderade i flacktliggande sedimentbergarter. Höjdskillnader inom området 8-900 m.

Fig. 5. V-shaped valleys with alluvial fans, tributary valleys to the Advent valley, Vestspitsbergen, eroded in flat-lying sedimentary rocks. Relative relief 9-900 m.

Prins Oscars Land. Inom förstnämnda området och särskilt kring Adventsdalens öppna breda dal uppträder V-dalar precis som på Axel Heiberg Island eller Disko-ön. Daltätheten är delvis hög, dalsidorna kan mötas i kammar som på den exemplifierande illustrationen, som visar några av de större dalarna med topphöjder inom det synliga området på 800-900 m. Dalsidorna visar samma raka sluttningar med vinklar på ca. 30° som inom de två andra huvudområdena. Även smärre dalar förekommer med mellanliggande ytor tillhörande den äldre terrängen. Även mycket små vattendrag har dalar. Alluvialkoner och lösmaterialsulor kompletterar bilden och likheten med de övriga huvudområdena. Berggrunden uppbyggs av mesozoiska sedimentbergarter, flackt liggande som i Vestgrönland.

Klimatet, illustrerat med den icke helt representativa station Isfjord Radio (Åkerman 1980) påminner mer om Vestgrönland än Axel Heiberg Island, med årstemperatur $\div 4^{\circ} - \div 5^{\circ}$, kallaste månad $\div 10^{\circ} - \div 11^{\circ}$, fyra månader med medeltemperatur över 0° , men med genomsnittlig årsnederbörd på 400 mm. Temperaturgången i den i sammanhanget aktuella Adventdalen är kontinentalare och nederbörden lägre, årstemperatur $\div 5,5^{\circ}$, 3-4 månader temperatur över 0° , årsnederbörd 200 mm. (Steffensen 1969). Snösmältningen ger icke några mer påfallande högvatten-toppar (muntl uppgift av O. Liestöl).

Unga dalgångar på Vestspitsbergen har tidigare beskrivits av Poser (1936) från bl a trakterna kring Ny Ålesund, varifrån detaljbeskrivning lämnats av en rad smådalar från de flackare, lägre delarna av sluttningen, påminnande om motsvarande dalar på Vestgrönland. Karakteristiskt är breda lösmaterialsulor, i markant vinkel mot relativt låga dalsidor, få vattenfall, grovt, föga rundat material, sällan berg i dagen

men relativt brant totalgradient. Även här har vi sedimentberggrund. I likartad bergartsmiljö återfinns daltypen på Kongsöya i öster och på Barentsöya och Edgeöya enligt Búdels beskrivningar (1981).

Prins Oscars Land på Nordaustlandet är som redan antytts en kontrast. Här dominerar Hecla Hoeck-formationens kristallin, huvudsakligen graniter, gnejser, kvartsiter och skiffrar (Flood et al. 1969). Daltätheten är ringa. Unga floddalar saknas nästan helt, men den breda lösmaterialsulan med markerad övergång till brantare dalsidor återfinns i de fall vattendrag skurits in i äldre lösmaterialavlagringar, och särskilt i äldre strandvallsmaterial, om materialgrovleken är måttlig (i kvartsitmaterial men mindre påtagligt i granitmaterial). Ett större undantag finns med Stegas kanjondal i gnejs- och granitberggrund i halvöns södra del. Denna dal passeras dock av ett större och mer permanent vattendrag, som torde svara för en viktig del av dräneringen från nordöstra delen av Austfonnas stora platåis. Dalgången avviker från flertalet tidigare beskrivna dalar, icke bara genom mer kontinuerligt vattenflöde utan även genom rikligt med berg i dagen nära botten och enstaka erosionsformer av kolktyp. I Prins Oscars Lands kristallina terräng är strandformerna de mest spektakulära inom norra delen med långa kliffbranter, men i södra delen de glaciala plockningsformerna i de branter som mindre starkt berörts av marin omgestaltning. Rundhällsområden och småsjöar av klippbäckentyp förekommer frekventare i halvöns södra del.

DISKUSSION

Vi kan summera de hittills presenterade resultaten. I den arktiska klimatzonen förekommer i tre representativa exempel, inom tidigare starkare nedisade områden, unga fluviala dalar allmänt och med betydande täthet, med välutbildade V-dalar även kring små och intermittenta vattendrag – men frekvensen är påtaglig endast inom områden med sedimentär berggrund. Inom samma områden är de glaciala detaljformerna sparsamt företrädda, typiska rundhällslandskap saknas – eller försiktigare uttryckt: har inte observerats i traditionella former. I granit- och gnejsterräng är förhållandet omvänt. De fluviala formerna saknas med undantag för något enstaka fall, men det synes då vara fråga om förhållandevis stora vattendrag. Förhärskande är de glaciala formerna, rundhällar, klippbäcken och större plockningsbranter, där detaljerna alltid visar starkt strukturberoende.

Att de fluviala formerna är svagt utvecklade i den kristallina berggrunden kan ha flera orsaker: 1) större resistens mot vittring och erosion generellt sett, 2) starkt inslag av glaciala former med rundade stötsidor och oregelbundna, strukturpräglade läsidor samt plockningsformer av karaktär slutna håligheter, vilka alla länkar vattenflödena och hindrar flödenas samling i större dräneringslinjer.

Att de glaciala ledformerna av traditionell typ saknas i sedimentberggrund kan också ha mer än en orsak: 1) De kan ha funnits men lätt förstörts efter deglaciationen på grund av låg vittringsresistens eller 2) De har aldrig utvecklats på

det sätt vi vant oss att betrakta som karakteristiskt. Under tidigare faser av problembehandlingen föreföll det förstnämnda alternativet som det rimligaste – enstaka rundhällar kan t ex observeras. Med ökad erfarenhet av skilda bergartsmiljöer har det andra alternativet börjat framstå som alltmer sannolikt. Sålunda är förekomst av rundhällformer i Sverige i hög grad bergartsrelaterad. Våra kambrosiluravlagringar saknar i stort sett rundhällar av normalt snitt, detsamma gäller de permiska diabaserna på platåbergen i Västergötland, där pelarförklyftningens små 6-sidiga celler ej erbjuder goda möjligheter för den kombination av plockning och slipning som skapar rundhällarna. Urbergets graniter och gnejser har denna gynnsamma kombination av lätt-vittrade och lättroderade sprickzoner och resistent mellanliggande partier och detta dessutom i lokalt eller stråkvis växlande mönster, som i sin tur betingar den regionala variationen i storlek och lutningsvinklar som kännetecknar alla större rundhällsområden. Inte ens fjällkedjans skiffrar bjuder alltid den gynnsamma kombinationen, vilket klart visas av kontraster mellan de geologiska fönstrens rundhällspräglade prekambrium och omgivande, mjukare skulpterade fjällskifferslutningar (t ex fönstret vid Torne träsk västända). Lågmetamorf sedimentbergarter har sällan kontrasten mellan sprickzon och högresistent mellanpartier som rundhällsbildningen – och för den del även bildningen av smärre, välavgränsade klippbäcken – förutsätter.

För att fortsätta diskussionen om de unga fluviala dalarna har ett anmärkningsvärt förhållande hittills icke berörts annat än i förbigående, när det t ex angivits från Axel Heiberg Island att en större dal med viss U-dalskaraktär genomkorsar det detaljundersökta området eller det nämnts att Vestgrönlands V-dalar hör hemma i fjordlandskap. Det kan tilläggas, att Vestspitsbergens diskuterade V-dalar uppträder kring Isfjorden och Adventdalens eller Björndalens stora trågdalar.

En mot bakgrund av dessa erfarenheter genomförd förnyad totalgranskning av observerade V-dalar inom de tre diskuterade områdena visar att de samtliga tillhör sidorna på starkt glacialt präglade storformer. Det gäller således övriga lokaler på Axel Heiberg Island, lokalerna på Ellesmere Island vid Eureka Sound och Griley Fiord, kanjondalarna på Somerset Island och det gäller såvitt kan bedömas de tidigare helt istäckta mindre öarna i östra delen av Svalbard (Edgeöya, Barentsöya, Kongsöya) – även om sunden ibland här är så breda, att deras glaciala prägel träder tillbaka. Glacialerosionen har inneburit en skärpning av dalsidornas lutning i de stora dal- och fjordformerna och de öppna sunden – eller med andra ord en sänkning av den lokala erosionsbasen som kunnat initiera effektiv fluvial djuperosion. Men sänkning av den lokala erosionsbasen har även skett på annat sätt, då samtliga huvudområden även haft en markerad postglacial landhöjning, och därmed en mera generell sänkning av erosionsbasen, med klar effekt, om frilagda forna havsbottnarna haft sådana lutningsförhållanden, att branta fallkurvor gynnats i de efter landhöjningen bildade vatten-

dragen. De högra dalavsnitten kan mest vara ett svar på glacialerosionens sänkning av lokala erosionsbaser, medan vissa lägre liggande dalsidor – som vid Vaigat, Umanakfjorden eller Ny Ålesund snarare sammanhänger med landhöjningen.

Med denna tolkning har de diskuterade dalarna många paralleller inom tidigare nedisade områden utanför den nutida arktiska zonen, i de bergområden som blivit starkt omvandlade av glacialerosion med trågdalssystem som slutresultat. I sådana landskap har under mellanistider och efter istiden skurits ut V-formiga dalar eller kanjonartade dalsektioner genom daltröstklar eller i övergången mellan hängande bidalar och huvuddal. Inte minst dessa senare kan ofta ha en betydande längd. Dessa unga fluviala dalar är normalföreteelser även inom kristallin berggrund som i Skandinavien (västnorska dalar, Gudbrandsdalen, dalarna kring Jotunheimen, dalar inom storkuperade delar av svenska Lappland). Gjessing som beskrivit många fall av unga V-dalar i Norge (1965-66) benämner dem »canyons of adjustment« i mer påtagliga exempel.

En naturlig fråga blir hastigheten i denna dalbildning och speciellt hur stor del som kan tillskrivas den postglaciala fluviala erosionen. Någon regionalt omfattande undersökning i frågan finns ännu icke, men problemet berörs i andra sammanhang (Gjessing 1955-56, 1965-66). Det finns exempel på V-dalar, där nutida erosion och vittring verkar effektiv. Men det finns också exempel på att vattenfall över glacial brantfacett endast skapat en mindre ränna. Det rörekommer V-dalar med svag men synlig glacial omgestaltning. Isräfflor har påträffats långt ned efter sidorna på V-dalar (muntl uppgift av O Liestöl). I sådana fall har den postglaciala erosionen endast resulterat i en mindre sektion i dalarnas botten. En mer utsträckt bildningstid för V-dalarna är därmed en öppen möjlighet, liksom förmågan att överleva partiell eller fullständig isbetäckning med bibehållen identitet. Inom dalavsnitt med nutida isfrontändringar på Axel Heibergs Island, kan man iaktta hur nedre delarna av V-dalar partiellt fyllts av is genom utlöpare från huvuddalens avancerande/nyss avancerade större istunga.

SLUTORD

Debatten om det finns en arktisk zon med extrem dalbildning eller icke har i denna korta uppsats i någon mån hyfsats och strukturerats. Ett absolut avgörande argument för eller emot har inte lämnats. Men det synes vara klart, att den påfallande bildning av unga, fluviala dalar som iaktas i flera arktiska trakter inte enbart kan skyllas på en klimatstyrd hög intensitet i de exogena processerna. Förändringar i den lokala basnivån genom glacialerosion och allmän landhöjning är normalt en faktor att räkna med. Intrycket att fluvial dalbildning i ett periglacialt klimat kan vara en snabb process kvarstår dock med de många fallen av stor daltäthet, vissa stora dalar, V-dalar även hos små och efemära vattendrag – men med reservationen: i sedimentär berggrund. De skandinaviska V-dalarna – många i nutiden belägna långt

ned i barrskogszonen och med troligen ringa effekter av den postglaciala erosionen – skulle i de mer storskaliga fallen som förklaring till uppkomsten måhända behöva perioder med effektivare processkombinationer, och i så fall kunde kallare delar av interglacaltiderna utgöra en saknad länk.

Hur som helst fordrar teorin om speciellt effektiv dalbildning i permafrostzonen mer fältdata rörande nutida processer för slutgiltig verifiering. Det gäller: fler observationer av isbildning enligt Büdels modell, frekvensen av tillfällen med hög materialtransport (snösmältning under exceptionella förhållanden, stora regn), mätningar av materialtransporten, volymeräkningar av alluvialkonerna med beaktande av förhållandet att totalvolymen delvis kan utgöras av is (uppgift från Svalbard av O Liestöl). Den iakttagna, stora kontrasten mellan sedimentära och kristallina bergarter (granit och gnejs i första hand) kan prövas i fältexperiment eller laboratorieförsök i långa tidsserier med bergarter med stor variationsbredd i resistens (från granit till kritkalk). Är skillnaden mellan extremerna som 1:10, 1:100, 1:1000? Sådana försök planeras vid Naturgeografiska institutionen i Göteborg.

Skillnaden i glacial detaljskulptur inom olika bergartsmiljöer är ett specialkapitel något utanför uppsatsens huvudtema. Här fordras mer fältdata och särskilt observationer av hällytans karaktär inom områden med sedimentär berggrund, som nyss frilagts från is, där sådana ideallokaler nu måtte finnas.

SUMMARY

VALLEY FORMATION IN THE ARCTIC CLIMATE ZONE

A starting point is the idea of Büdel about a zone of »pronounced valley formation« at high latitudes. The supposed reason is the »ice rind« or an ice layer at the top of the permafrost, causing strong frost weathering, which prepares river erosion. New »ice rind« observations are not presented, but three Arctic examples of young V-shaped valleys are discussed. The three areas have continued permafrost and had a more extensive glaciation in the past.

Most attention is paid to an area on Axel Heiberg Island, Canada NWT, with folded sedimentary rocks. It was mapped 1961 in an geomorphological map, partially published 1969 in a black-and-white version. It shows a high number of young fluvial valleys, of various size. They all have alluvial fans, and in the lower reaches usually valley trains, with steep gradients, poorly rounded material, and outcrops in lateral positions. Preserved glacial striae are found up to 250 m a.s.l. Small and medium-scale forms of glacial erosion (roches moutonnées, rock basins) are rare, but the main valley of the area is an open trough valley. The snow melt 1961 produced small water quantities, but two low pressure rains (30 mm in 24 hrs) caused bank-full discharge and transport of all available grain sizes.

The second area is a part of western Greenland including the Disko Island and the southern side of the Umanak Fiord. Here series of young V-shaped valleys, with alluvial fans and valley trains are cut in sedimentary rocks and basalt layers, but it is also found that such valleys are absent in the Precambrian crystalline basement of the same area or in other parts of the coastal granites or gneisses. Exceptions are few. The glacial sculpture, however, is well devel-

oped, with roches moutonnées, rock basins and structural forms.

In Vestspitsbergen similar V-shaped valleys with alluvial fans are found in the sedimentary rocks (Advent valley) but not in the gneiss and granite areas of Nordaustlandet Island, where glacial forms are frequent.

It thus seems clear, that the frequency of young fluvial valleys is strongly related to rock type and structure. The reason for lack of fluvial forms in gneiss and granite is probably a combination of general resistance to denudation and difficulties for concentration of water courses on roche moutonnée surfaces and structurally controlled steep rock faces. The reason for lacking glacial forms in the sedimentary rocks is either that they were destroyed by postglacial weathering, or that they never existed in traditional form. The author is more in favour of the latter alternative. The ideal prerequisite for formation of roches moutonnées and small rock basins are networks of erodible fissure zones and hard rock inbetween.

A close examination of the described V-shaped valleys indicate that they all belong to the sides of major trough valleys, fiords or sounds of once glaciated areas, which means sites where the local base level was lowered. It is further clear, that the areas have experienced post-glacial uplift, with a general lowering of the base level.

By these statements the hypothesis of pronounced valley formation is somewhat weakened, but might still be partly correct. More field evidences are needed to prove it.

LITTERATUR

- Büdel, Julius* (1963): Klima-genetische Geomorphologie. Geogr. Rundschau, Heft 7 p 269-286.
- Büdel, Julius*, (1969): Der Eistrinden-Effekt als Motor der Tiefenerosion in der exzessiven Talbildungszone. Würzburger Geogr. Arb. Mitt. der Geographischen Gesellschaft, Heft, 25. Würzburg.
- Büdel, Julius* (1981): Klima-Geomorphologie. 2. veränderte Auflage. Berling Stuttgart. 1981.
- Flood, B. – Gee, D. G. – Hjelle, A. – Siggerud, T. – Winsnes, T. S.* (1969): The Geology of Nordaustlandet, northern and central Parts with Geological Map 1:250 000. Norsk Polarinst. Oslo.
- Gjessing, Just* (1955-56): Om iserosion, fjorddal- og dalendedannelse. Norsk Geogr. Tidsskr., Bind XV, h. 5-6. Oslo.
- Gjessing, Just* (1965-66): Some Effects of Ice Erosion on the Development of Norwegian Valleys and Fjords. Norsk Geogr. Tidsskr., Bind XX, h. 8.
- Henderson, G. – Rosenkrantz, A. – Schiener, E. J.* (1976): Cretaceous – Tertiary sedimentary rocks of West Greenland. Geology of Greenland (ed. Escher, A. – Watt, W. S.) p. 341-362. Odense.
- Müller, Fritz* (1963)ed.: Axel Heiberg Island Research Repts., McGill Univ., Montreal, Jacobsen-McGill Arctic Research Expedition, Prel. Rept., 1961-62. Montreal.
- Poser, Hans* (1932): Einige Untersuchungen zur Morphologie Ostgrönlands. Meddel. om Grönland, Bd 94, nr. 5.
- Poser, Hans* (1936): Talstudien aus Westspitzbergen und Ostgrönland. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd XXIV.
- Rudberg, Sten* (1963a): Geomorphological Processes in a Cold Semi-arid Region. Axel Heiberg Island. Preliminary Report 1961-62 by F. Müller et al. McGill Univ. Montreal.
- Rudberg, Sten* (1963b): Morphological processes and slope development in Axel Heiberg Island, Northwest Territories Canada. Nachr. der Akademie der Wissenschaften in Göttingen II. Math. phys. Klasse, Nr. 14, Göttingen.
- Rudberg, Sten* (1969): Distribution of Small-scale Periglacial and Glacial Geomorphological Features on Axel Heiberg Island, Northwest Territories Canada. The Periglacial Environment. Past and Present (ed. Troy L. Péwé) Montreal.
- Rudberg, Sten*, (1972): Periglacial zonation – a discussion. Göttinger Geogr. Abh., H. 60. Göttingen.
- Steffensen, E.* (1969): The Climate and its Recent Variations at the Norwegian Arctic Stations. Meteorologiska Annaler Vol 5, No 8. Oslo.
- Tectonic/Geological Map of Greenland by the Geol. Survey of Greenland. Skala 1:2.500.000. Sammanställd av *Escher, A. med ass. av Henriksen, N., Dawes, P. R. och Weidick, A. J. P. Trap*: Danmark V udg. XIV: Greenland. 1970, Köpenhamn.
- Weidick, Anker* (1976): Glaciation and the Quaternary of Greenland. Geology of Greenland (ed. Escher, A. och Watt, W. S.) p. 431-458. Odense.
- Wernstedt, Frederic L.* (1972). World Climatic Data: Climatic Data Press. Lemont, Peensylvania.
- Åkerman, Jonas*, (1980): Studies on Periglacial Geomorphology in West Spitsbergen. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avhandl. LXXXIX. Lund.

oped, with roches moutonnées, rock basins and structural forms.

In Vestspitsbergen similar V-shaped valleys with alluvial fans are found in the sedimentary rocks (Advent valley) but not in the gneiss and granite areas of Nordaustlandet Island, where glacial forms are frequent.

It thus seems clear, that the frequency of young fluvial valleys is strongly related to rock type and structure. The reason for lack of fluvial forms in gneiss and granite is probably a combination of general resistance to denudation and difficulties for concentration of water courses on roche moutonnée surfaces and structurally controlled steep rock faces. The reason for lacking glacial forms in the sedimentary rocks is either that they were destroyed by postglacial weathering, or that they never existed in traditional form. The author is more in favour of the latter alternative. The ideal prerequisite for formation of roches moutonnées and small rock basins are networks of erodible fissure zones and hard rock inbetween.

A close examination of the described V-shaped valleys indicate that they all belong to the sides of major trough valleys, fiords or sounds of once glaciated areas, which means sites where the local base level was lowered. It is further clear, that the areas have experienced post-glacial uplift, with a general lowering of the base level.

By these statements the hypothesis of pronounced valley formation is somewhat weakened, but might still be partly correct. More field evidences are needed to prove it.

LITTERATUR

- Büdel, Julius* (1963): Klima-genetische Geomorphologie. Geogr. Rundschau, Heft 7 p 269-286.
- Büdel, Julius*, (1969): Der Eistrinden-Effekt als Motor der Tiefenerosion in der exzessiven Talbildungszone. Würzburger Geogr. Arb. Mitt. der Geographischen Gesellschaft, Heft, 25. Würzburg.
- Büdel, Julius* (1981): Klima-Geomorphologie. 2. veränderte Auflage. Berling Stuttgart. 1981.
- Flood, B. – Gee, D. G. – Hjelle, A. – Siggerud, T. – Winsnes, T. S.* (1969): The Geology of Nordaustlandet, northern and central Parts with Geological Map 1:250 000. Norsk Polarinst. Oslo.
- Gjessing, Just* (1955-56): Om iserosion, fjorddal- og dalendedannelse. Norsk Geogr. Tidsskr., Bind XV, h. 5-6. Oslo.
- Gjessing, Just* (1965-66): Some Effects of Ice Erosion on the Development of Norwegian Valleys and Fjords. Norsk Geogr. Tidsskr., Bind XX, h. 8.
- Henderson, G. – Rosenkrantz, A. – Schiener, E. J.* (1976): Cretaceous – Tertiary sedimentary rocks of West Greenland. Geology of Greenland (ed. Escher, A. – Watt, W. S.) p. 341-362. Odense.
- Müller, Fritz* (1963)ed.: Axel Heiberg Island Research Repts., McGill Univ., Montreal, Jacobsen-McGill Arctic Research Expedition, Prel. Rept., 1961-62. Montreal.
- Poser, Hans* (1932): Einige Untersuchungen zur Morphologie Ostgrönlands. Meddel. om Grönland, Bd 94, nr. 5.
- Poser, Hans* (1936): Talstudien aus Westspitzbergen und Ostgrönland. Zeitschr. f. Gletscherkunde, Bd XXIV.
- Rudberg, Sten* (1963a): Geomorphological Processes in a Cold Semi-arid Region. Axel Heiberg Island. Preliminary Report 1961-62 by F. Müller et al. McGill Univ. Montreal.
- Rudberg, Sten* (1963b): Morphological processes and slope development in Axel Heiberg Island, Northwest Territories Canada. Nachr. der Akademie der Wissenschaften in Göttingen II. Math. phys. Klasse, Nr. 14, Göttingen.
- Rudberg, Sten* (1969): Distribution of Small-scale Periglacial and Glacial Geomorphological Features on Axel Heiberg Island, Northwest Territories Canada. The Periglacial Environment. Past and Present (ed. Troy L. Péwé) Montreal.
- Rudberg, Sten*, (1972): Periglacial zonation – a discussion. Göttinger Geogr. Abh., H. 60. Göttingen.
- Steffensen, E.* (1969): The Climate and its Recent Variations at the Norwegian Arctic Stations. Meteorologiska Annaler Vol 5, No 8. Oslo.
- Tectonic/Geological Map of Greenland by the Geol. Survey of Greenland. Skala 1:2.500.000. Sammanställd av *Escher, A. med ass. av Henriksen, N., Dawes, P. R. och Weidick, A. J. P. Trap*: Danmark V udg. XIV: Greenland. 1970, Köpenhamn.
- Weidick, Anker* (1976): Glaciation and the Quaternary of Greenland. Geology of Greenland (ed. Escher, A. och Watt, W. S.) p. 431-458. Odense.
- Wernstedt, Frederic L.* (1972). World Climatic Data: Climatic Data Press. Lemont, Peensylvania.
- Åkerman, Jonas*, (1980): Studies on Periglacial Geomorphology in West Spitsbergen. Medd. Lunds Univ. Geogr. Inst. Avhandl. LXXXIX. Lund.