

## Klimatisk geomorfologi

Af Axel Schou

### Abstract

*Geomorphological research in the humid tropics since 1945 and new knowledge of the glacial-eustatic sealevel changes has made it necessary to revise the global usage of the peneplain hypothesis. W. M. Davis' cyklus theory was mainly based on investigation results from temperate zones. Erosion landscapes in various climatic zones were looked upon as varieties of a global scheme. New observations indicate that the inter-relationship between valley types, slope development and soil formation varies under different climatic conditions to such a degree, that it necessitates a differentiation between qualitative independent climatic types of landscape evolution. When analysing Central-European landscapes climatic-morphogenetic classifications have to be taken into consideration because relief elements of humid tropical and temperate as well as of arctic type here may occur combined as integrating parts of the recent landscape pattern.*

### Geomorfologisk nyorientering

Siden 2. verdenskrig har geomorfologisk forskning i tropeområdene regnskove og savannebælter gjort store fremskridt, hvorved vor erkendelse er øget med megen ny viden. Det samme gælder for ørkenområderne, om hvis formverden der også er samlet så meget nyt stof, at opfattelsen for en række fundamentale forholds vedkommende må revideres radikalt. Blandt årsagerne til disse forskningsfremskridt kan nævnes flyveteknikkens rapide udvikling, der har muliggjort, at en række tidligere yderst vanskeligt tilgængelige områder nu, dels direkte kan iagttages fra luften, dels ved luftfotogrammetri kan opmåles effektivt på en brøkdel af den tid, der tidligere måtte regnes med. Om den intensive udforskning,

*Fodnote:* Artiklen er en udvidet bearbejdelse af meddelelse givet af forfatteren i Det Kongelige Danske Videnskabernes Selskab den 24. januar 1964 kombineret med emner fra foredrag i Geografforeningen den 14. september 1964.

der takket være flyvningen har kunnet finde sted af polarområderne, foreligger der så mange beretninger, at den må betegnes som almindelig kendt, ligesom de væsentlige forskningsresultater også allerede har fundet indpas i håndbogslitteraturen, som det f. eks. er tilfældet for Indlandsisens vedkommende. For de fugtige og vekselfugtige tropers samt for ørkenområdernes vedkommende er det indsamlede observationsmateriale imidlertid lige så skelsættende. Når det ikke endnu i samme grad har kunnet præge håndbogs- og lærebogsfremstillinger, er grunden den, at en kritisk samlet bearbejdelse af resultaterne med deraf følgende nye synspunkter først har fundet sted i de sidste år. Det kan imidlertid allerede nu overskues, at visse tidligere knæsatte teorier, som hidtil har præget undervisning og dermed gængs opfattelse, synes at miste noget i almenlydighed og dermed i værdi som global forklaringsmulighed. En række synspunkter vedrørende jordoverfladens reliefudvikling i de her omtalte områder synes således at måtte tages op til ny behandling.

Når flyveteknikken har været nævnt som virksom faktor for den geomorfologiske forsknings udvikling, må det samtidig tilføjes, at også andre forhold har spillet en væsentlig rolle, således militært behov for en basisforskning, der muliggør rationel bedømmelse af transportmuligheder i nævnte egne. Med denne begrundelse har en række projekter kunnet få den nødvendige økonomiske støtte. Hertil kommer, at den almindelige tendens til beskæftigelse med U-landsproblemer har spillet ind i væsentlig grad, idet en række stater, der kan betegnes som teknisk uudviklede, netop er lokaliseret til tropezonen. Herved er en række forskningsprojekter blevet iværksat med hensyn til skræntudvikling, jordbundstyper og soil erosion, specielt vedrørende de konsekvenser som rydning af naturlig vegetation og opdyrkning har for dette kompleks af naturforhold. De herved indvundne resultater har vist en række gensidige kausalforbindelser imellem vegetation, relief, klimatype og jordbundsudvikling, som hidtil har været upåagtet.

Det skal anføres, at også den stærke interesse knyttet til olieboring, anlæg af vandkraftstationer, udformning af reservoirsøer, kunstvandingsanlæg og brobygning har bevirket, at en række dalskaber af forskellig type er blevet udforsket yderst detaljeret, hvorved mange nye fakta er indsamlet. Eksempelvis kan nævnes, at der ved de talrige olieboringer i Mississippi-sletten er fremskaffet et enormt materiale af oplysninger vedrørende denne dals bundforhold (fig. 9), hvorved dens udviklingshistorie gennem de skiften-

de istider og interglaciale tider samt i tidsrummet derefter har kunnet belyses særdeles omhyggeligt. Takket være de mange bore-data har dalens tidligere stadier kunnet rekonstrueres rumligt, og resultatet deraf har ikke alene givet et nyt billede af denne dals specielle udviklingsforløb, men har tillige bevirket, at opfattelsen af en lang række fladbundede dale som modne udviklingsstadier i normalerosionsprocessen ikke kan opretholdes, idet såvel Mississippidalens flade bund såvel som en række andre store flade dalbunde ikke repræsenterer et erosionsniveau, men tværtimod et akkumulationsniveau (se fig. 10).

En række forhold, der lå klart belyst for den tempererede zones vedkommende, f. eks. normalerosionens betydning for udformningen af jordoverfladens relief, er ved en generalisering umiddelbart blevet overført til andre klimazoner ud fra den forudsætning, at rindende vands erosion i væsentlige hovedtræk havde samme karakter overalt trods lokale variationer. Dette synspunkt har nu vist sig aldeles uberettiget; floderosionen i tempererede og arktiske områder har vist sig at være ikke blot gradforskellig, men væsensforskellig fra det tilsvarende fænomen i troperne. Almindeligvis vil floder i troperne – bortset fra de unge bjergkæder, recente hævningsområder og vulkanterræner – arbejde i en forvitringsskorpe, hvis væsentlige bestanddel er lerminerale og eventuelt kvarts af sandfraktionens kornstørrelsesorden. Det nødvendige materiale af blokke og rullesten, som betinger en flods erosionsevne, mangler således ganske her med en så stærk nedsætning af erosionsevnen til følge, at denne stedvis er praktisk talt uden betydning for reliefudformningen. Hypoteser som *W. M. Davis'* erosionscyklus-teori, der kalkulerer med normalerosion ved rindende vands aktivitet som væsentlig for terrænuformning i humide områder, har således vist sig kun i ringe grad at kunne anvendes som forklaring for de fugtige tropers vedkommende. Savanne-områdernes vidtstrakte, reliefsvage slettelandskaber i meget forskellige niveauer, ofte betydeligt over havets overflade, adskiller sig da også i en række væsentlige karaktertræk fra de tempererede zoners erosionslandskaber, præget af en, sammenlignet med savanne-bælterne, relativt stor reliefenergi.

Blandt de mange forskere, på hvis resultater den efterfølgende fremstilling er baseret, må enkelte fremhæves som pionerer og skolekabende personligheder. Mississippi-deltaet og dermed også Mississippidalens problematik har været emnet for en lang række arbejder af *Richard J. Russell* og hans medarbejdere i Coastal Studies

Institute, Louisiana State University, Baton Rouge. Sedimentkarakteren i tropefloder er behandlet af *I. P. Bakker*, Amsterdam, fortrinsvis på grundlag af studier i Suriname. *J. Büdel* i Würzburg har specielt beskæftiget sig med den tropiske fladeudvikling og opstillet teorien om afspulingsfladen som normalform for savanne-regionen. Han har i det hele taget betonet de klima-morfologiske synspunkters gennemgribende betydning og i konsekvens heraf fremsat forslag til en opdeling af jordoverfladen i klima-morfologiske regioner. Hvad specielt karstmorfologien angår har *H. Lehmann*, Frankfurt, dels bidraget ved egne grundlæggende undersøgelser, dels indsamlet og klassificeret den samlede viden ud fra nye synspunkter. *J. Tricart* har som leder af Strasbourg Universitetes Centre de Géographie Appliquée specielt beskæftiget sig med den nyindhøstede videns anvendelse ved udnyttelse af naturressourcer: rydning og landbrugsplanlægning i tropeområder, trafikantlæg og andre regionplanlægningsarbejder.

Den efterfølgende fremstilling er baseret dels på en gennemgang af nyere geomorfologisk litteratur, dels på egne iagttagelser fra flyvninger over Sahara og Vestafrika (1956) samt fra rejser i Brasiliens Højland (1956), Mississippi-dalen og -deltaet (1959), og fra Florida og USA's golfkystområde (1964).

### Klima og jordbundstype

Jordbundsforskningens nyeste resultater understreger lige så tydeligt, at en klassificering efter klimatiske faktorer giver den bedste oversigt (fig. 1). Det fremgår tillige klart, at de forskellige jordbundstyper heller ikke kan beskrives som lokale varianter af et enkelt formmønster, idet de to væsentlige, bestemmende faktorer, temperatur og nedbør, varierer så stærkt globalt med hensyn til absolutte værdier, variationer og årstidsfordeling, at der må tales om væsensforskellige grupper af soil-typer. De kemiske processers hastighed er på grund af deres temperaturafhængighed så forskellige, at en række omdannelser i de fugtige troper foregår fire gange så hurtigt som i tempereret zone. De samme processer vil under arktiske forhold forløbe tilsvarende langsommere og under visse omstændigheder helt ophøre. Dette gælder f. eks. omdannelsen af organisk stof i de øvre jordlag, der i de fugtige troper foregår så hurtigt, at den aktuelt forekommende organiske komponent i jordbunden reduceres så stærkt, at den ikke præger jordens farve, som det er tilfældet i den tempereret-arktiske zones muld- og morlag.

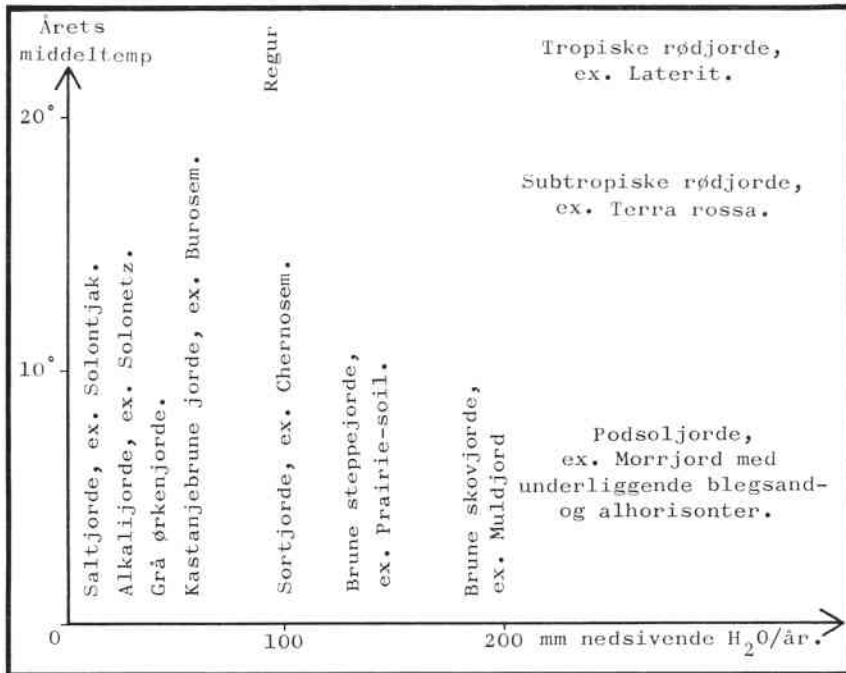


Fig. 1. Skema over relationer mellem jordbundstyper og klimafaktorer. Ordinaten: temperatur. Abscisse: nedsvivende vandmængde.

Fig. 1. Diagram showing interrelationship between soil-types and climate-elements. Ordinate: temperature. Abscissa: percolating amount of water.

Tropejorden vil trods en langt større tilførsel af organisk stof almindeligvis være rødfarvet i en række varianter, betinget af jern- og aluminium-ilter. I de udpræget aride områder vil den store fordamning i forbindelse med den ringe nedbør forårsage en opstigende vandbevægelse i det øverste jordlag, hvorved forhold, der er væsensforskellige fra de humide områder, fremkommer i form af skorpedannelser i overfladen ved udskillelsen af de salte, som har været medført af det opadstigende grundvand, og som efterlades i overfladen ved vandets fordamning. I de vekselfugtige tropen, hvor vandbevægelsen i jorden halvårligt vil skifte mellem op- og nedadgående, vil de lateritskorper, der dannes i tørtiden, kunne resistere og dermed præge overfladejorden på karakteristisk måde. Ethvert synspunkt vedrørende jordbundsdannelse, der bygger på erfaringer fra tempereret zone ud fra den betragtning, at alle jordbundstyper kan forklares som mere eller mindre ekstreme varianter af den tempererede zones, må føre og har ført til fejlslutninger.

### Klimaet og bjergarternes morfologiske resistens

Forvittringsformerne i de forskellige klimabælter kan i deres virkning være så afvigende, at det ikke vil være rigtigt at betragte de forskellige forvitringstyper som varianter af en fælles norm.

Visse krystallers rumfangsændring ved optagelse eller udskillelse af vand har vist sig at være et væsentligt element i de tropiske ørkeners forvittringsdynamik, ved beskrivelsen af hvilken man i lange perioder har koncentreret sig ensidigt om temperatursprængningens betydning. Uden at undervurdere sidstnævnte sprængnings afgørende indflydelse synes det dog nu klarlagt, at de kemiske processer, som man tidligere anså for hæmmet ved ariditeten, spiller en betydelig rolle. Selv om der kun registreres minimale nedbørsmængder, sker der i ørkenområderne ofte en kraftig dugdannelse, og de derved mobiliserede vandmængder, der ikke registreres af vejrstationernes regnmålere, aktiverer en række kemiske omsætninger. Det i porøse bjergarter indtrængende dugvand vil i dagens løb fordampe fra bjergarternes overflade. Herved opstår som normalt fænomen en vandtransport, omend ringe, fra dybere lag mod overfladen, hvor de i opløsning medførte salte afsættes og fremkalder de karakteristiske skorpedannelser, der i beskrivelserne betegnes som „ørkenlak“. Dugdannelsen forklarer også den stedvis relativt frodige vegetation i tropiske klitområder. På 40 m høje vandreklitter nær Cabo Frio ved Brasiliens østkyst observerede forfatteren således i tørtiden en overraskende vegetativ frodighed, som om eftermiddagen, når overfladesandet var varmt og tørt, virkede uforklarlig, idet rodsystemerne trods kraftig udvikling næppe kunne forventes at nå det underliggende grundvands niveau. Ved besøg tidligt om morgenen viste overfladesandet sig på grund af kraftig dugdannelse så gennemvædet, at det virkede som vådt strandsand. Den rigelige forekomst af ofte storbladede planter fik herved sin forklaring.

Det skal i denne forbindelse anføres, at visse bjergarter med hensyn til resistens over for desintegrering kan opføre sig så forskelligartet i tempereret og fugtigt tropisk klima, at de for en geomorfologisk betragtning må opfattes som værende af forskellig kvalitet. Granit, der f. eks. i tempereret klima hører til den mest modstandsdygtige type og derfor ved overfladens reliefudformning almindeligvis vil byde modstand og optræde som „hård“ bjergart, vil i de fugtige troper ved forvitring relativt hurtigt desintegreres, således at der fremkommer grus bestående af de enkelte mineral-korn. I de fugtige troper må sådanne granitter betegnes som „bløde“

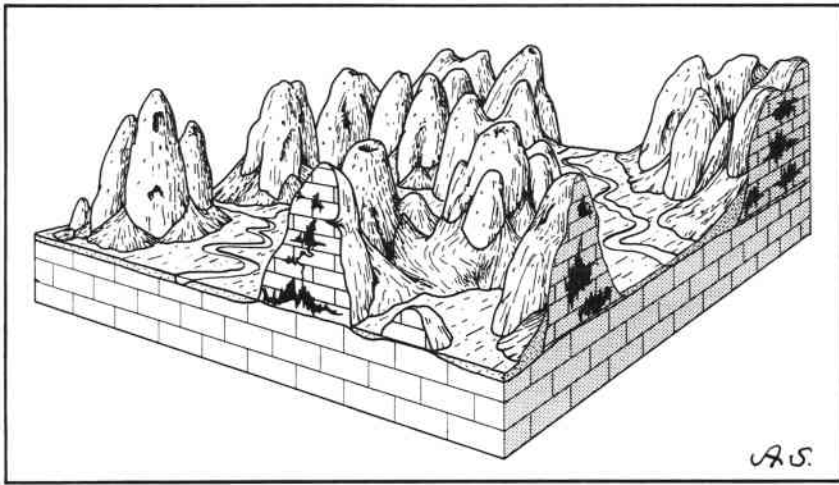


Fig. 2. Tropisk tårn-karst, Sydkina. De indtil 200 m høje kratklædte kalkstens-kegler er gennemsat af hule- og sprækkesystemer. De hæver sig abrupt over fladerne, der er fremkommet ved kalkstenens opløsning. Et dække af residualer betinger den intensive opdyrkning af disse „randpoljer“, hvis store udbredelse i forbindelse med kegle- og tårn-karst relieffet karakteriserer de fugtige tropers karstlandskaber. Axel Schou, del.

*Fig. 2. Tropical karst landscape, South China. The scrubcovered limestone cones, the interior of which is characterized by caves, rise abruptly over a plain formed by corrosion of the limestone. This plain is covered with layers of fertile residual-clay, which explains the intensive cultivation.* Axel Schou, del.

bjergarter, og de vil ikke under reliefudformningen kunne betinge fremstående partier. Det hernævnte forhold kendetegner også strand-sandets karakter i troperne på steder, hvor det hidrører fra granit-bjergarters forvitring. Langs Det Brasilianske Højlands Atlant-kyst, hvor sandstrand forekommer over en flere tusinde km lang strækning, fremtræder denne ejendommelighed tydeligt for den, der er vant til strandsand ved danske udligningskyster. Nær nedbrydnings-lokaliteterne er dette tropiske strandsand karakteriseret ved de store skarpkantede mineralkorn, idet afrundingsgraden her er ganske ringe, da rigelig tilførsel af nyt materiale fra nedbrydningslokaliteterne ganske dominerer.

#### Klimatisk karsttypologi

Også med hensyn til karstfænomenerne er der væsentlige forskelle på disses formverden i tempereret og tropisk zone. Den klassiske karstmorfologiske landskabstyper, enkeltelementer og udviklingsstadier afviger i så mange træk fra tropernes, at en indordning i et fælles system ikke er mulig. De forskellige former for tropisk

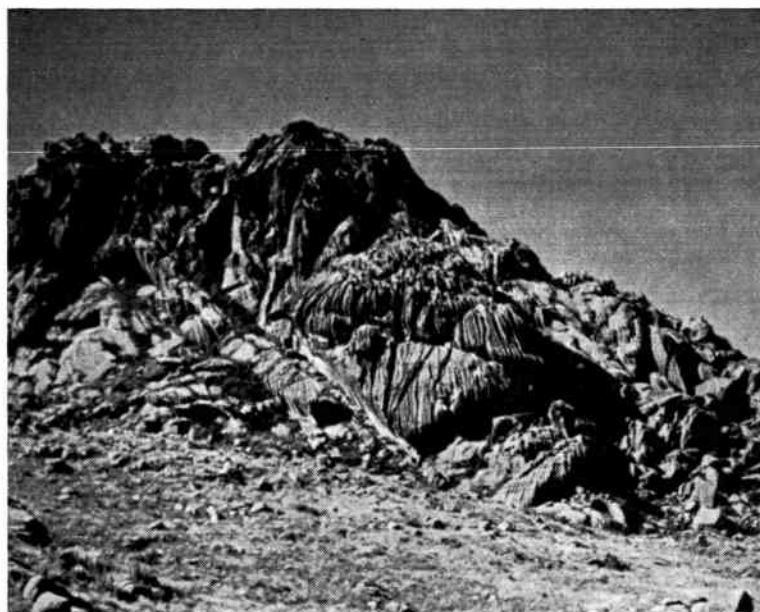


Fig. 3. Karstlignende opløsningsrelief på ikke-kalkstensbjergarter i troperne. Lapias på nefelinsyenit, Itatiaia, Sierra Mantiqueira, Brasilien.

Axel Schou, fot. 1956.

Fig. 3. Karst-like gullies, lapias, on nephelinsyenitic peak, Itatiaia, Sierra Mantiqueira, Brazil.

Axel Schou, fot. 1956.

kegle-karst minder ikke som overfladeform betragtet i synderlig grad om Mellem- og Sydeuropas karstlandskaber med karrenfelder og doliner. At disse landskabsformer i begge tilfælde er resultat af kalkstens opløselighed i  $\text{CO}_2$ -holdigt vand, giver selvfølgelig visse fællestræk som f. eks. huledannelser og underjordisk dræning, men udviklingsforløbet gennem en række stadier er meget afvigende i de forskellige klimazoner. I de fugtige tropen synes fremskredne stadier af kegle-karst bræmmet af brede flader, „randpoljer“ (fig. 2), dannet ved kalkstens opløsning ned til et niveau, afhængigt af den underjordiske dræning, at være en hyppigt forekommende landskabstype. Dette forhold kan vække undren ud fra den betragtning, at muligheden for opløsning af  $\text{CO}_2$  i vand aftager med stigende temperatur. Dette forhold kompenseres dog derved, at der i de fugtige tropen almindeligvis er tale om betydeligt større ned-sivende mængder af vand. Der skal i denne forbindelse gøres opmærksom på, at de for karstnaturen karakteristiske former, som f. eks. den på stejlvægge forekommende dannelse af lodrette furer,



lapies, som i de tempererede zoner udelukkende er knyttet til kalkstensbjergarter, i de fugtige troper også kan fremkomme på bjergarter af anden karakter. Den ved de højere temperaturer betingede større opløsningsevne for nedløbende vand i troperne kan f. eks. fremkalde lapiering på stejlvægge af nefelinsyenit, som det er tilfældet på Itatiaia-toppen i Brasiliens Højland (fig. 3).

#### Klima-jordbund-vegetation komplekset

Plantebælternes klimatiske afhængighed har længe ligget klart belyst. Såvel *Köppens* som *Vahls* og *Thornthwaits* systemer registrerer dette kausalforhold med vekslende vurdering af de forskellige klimafaktorerens betydning. Også vekselvirkningen mellem vegetationsform og jordbundsudvikling er et tidligere udforsket tema. Nyere undersøgelser over planternes stofproduktion baseret på eksakte målinger har dog i en række tilfælde bevirket, at visse traditionelle begreber har måttet optages til revision. Dette gælder f. eks. opfattelsen af den tropiske klimaks-vegetation, regnskoven.

Ved vurderingen af den tropiske regnskov som indikator for jordbundens frugtbarhed og dermed for miljøets potentielle muligheder for landbrugsproduktion vil det også være at erindre, at denne skovtypes enorme bruttostofproduktion for en væsentlig dels vedkommende atter nedbrydes i den lange, varme tropenat, i hvilken kulsyreassimilationen er standset, medens respirationsprocessen fortsætter for fuld kraft. Herved opbrændes så store dele af det i dagens løb producerede stof, at nettostofproduktionen i en tropisk regnskov ved Guinea-kysten har vist sig at være næsten af samme størrelse, som den er i gammel dansk bøgeskov. Bøgeskoven udnytter den lange nordiske sommerdag til stofproduktion, og i den korte kølige sommernat er respirationsaktiviteten så ringe, at kun ganske lidt af det opbyggede stof atter nedbrydes. Dette sensationelle faktum er konstateret ved en dansk plantefysiologisk forskningsindsats (*Detlev Müller og Jørgen Nielsen*).

Den tropiske regnskoves voldsomme dimensioner og store bruttostofproduktion har kunnet lede til den opfattelse, at denne zone, hvor såvel temperaturforhold som nedbørsmængder er optimale eller i hvert fald ikke hindrer vegetativ livsudfoldelse, med hensyn til landbrugsmuligheder måtte være af enorm rigdom. Opdyrkning efter rydning af regnskov har imidlertid gang på gang givet anledning til skuffelser, der måtte tydes på den måde, at den tilsyneladende rigdom var problematisk. Forklaringen har som oftest været den,

at rydning af den naturlige vegetation har bragt sammenhængen mellem jordbundsdannelsen og planternes stofproduktion ud af balance, idet bl. a. de store reservoirmængder af organisk stof, som repræsenteres af regnskovens bladmængde, grene og stammer, og som indgik i cirkulationen som en væsentlig faktor, nu ikke mere var til stede. I andre tilfælde har rydning af regnskovene på skrånende terræn bevirket, at soil-erosion, der under regnskovene var hindret af dennes „stødpudevirkning“ over for kortvarige, voldsomme nedbørspåvirkninger, nu ikke mere var til stede. Mange steder har gully-erosionen kunnet udvikle sig i sådanne dimensioner, at væsentlige dele af madjorden er forsvundet med en sterilisation af overfladen til følge.

#### **Klimatisk-geomorfologisk dalsystematik**

Det har som før nævnt vist sig nødvendigt ved behandling af jordbundstyperne at tale om væsensforskellige former for jordbund, fordelt globalt i et mønster, hvis form bestemmes af de to klimafaktorer: temperatur og nedbør. På samme måde vil det være nødvendigt ved behandling af geomorfologiske problemer at anlægge det synspunkt, at daltyper i de forskellige klimaregioner ikke betragtes som varianter af en enkelt grundform, men som kvalitativt forskellige specialtyper. Idet der selvfølgelig må regnes med overgangsformer, må tre klimatisk-geomorfologiske hovedtyper for dale og dermed for udvikling af erosionslandskaber opstilles:

A. *Den vidtstrakte tropiske afspulingsflade*, præget af flodernes yderst ringe erosionsevne og store sedimentføring af opslemmede finkornede bestanddele, karakteriseret ved små gradienter og de overalt forekommende levée-strukturer på grund af de stadige forlægninger af strømløbene.

B. *Den tempererede zones daltype* med de talrige variationer af sidernes udformning, der skyldes substrat og erosionsstadium, som udførligt behandlet af *W. M. Davis*.

C. *Den arktiske dal*, hvis skræntudvikling præges af jordflydningen, som igen er betinget af permafrosten, den ringe fordampning og dermed følgende tilbøjelighed til vandfyldning af hele porevolumen med solifluktion til følge på alle skrånende flader.

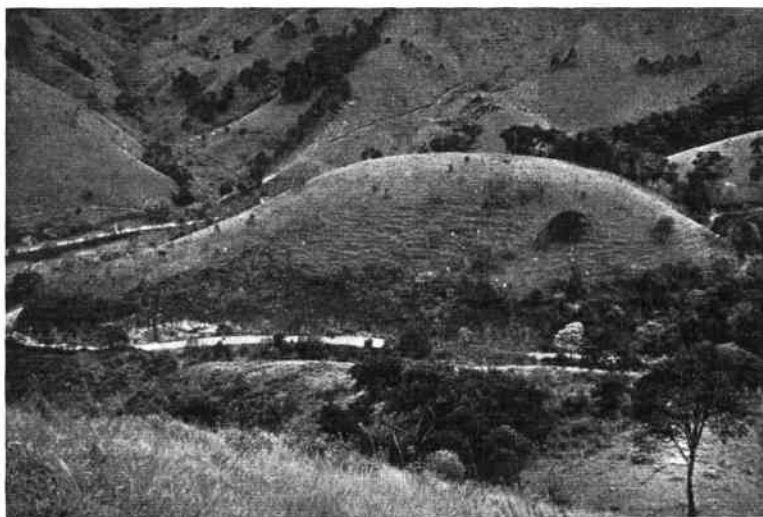


Fig. 4. Bakkerelief i tropisk forvittringsskorpe, „half orange topography“. Brasiiliens Højland, Sierra Mantiqueira. Konvekse skræntprofiler forårsaget ved de hældningsformende processers dominans over vandløbenes erosions- og transportevne. Detailrelief af terrassetter („fårestier“) og termithøer.

Axel Schou, fot. 1956.

*Fig. 4. Hills with convex slopes in tropical weathered surface layers, Sierra Mantiqueira, Brazil. The convex slopes being a result of the domination of the slope-forming processes over the erosion and transport abilities of the water courses.*

Axel Schou, fot. 1956.

#### **Den klimabetingede balance mellem floderosion, skræntudvikling og jordbundsdannelse**

W. M. Davis' hypotese vedrørende reliefudviklingen var baseret på flodernes evne til at nedskære dalsystemerne, hvis skræntudvikling ved integrering efterhånden kunne nå at præge hele overfladens udformning, hvorved et erosionslandskab opstod. Alt efter hvorvidt denne dissekeringsproces af landmasserne var fremskredet, blev erosionslandskabet betegnet med gløser som ungt, modent og gammelt. Som eksempel fra Danmark kan nævnes bakkeølandskabet, hvis oprindelige morænelandskaber og glaciofluviale overfladeformer skabt af Riss-Saale istidens gletschere og smeltevandsstrømme i den siden da forløbne tid er transformeret totalt til et erosionslandskab, idet hele overfladen nu udelukkende præges af moden skræntudvikling i en sådan grad, at det kun af jordbundstyperne fremgår, at der er tale om oprindelige glaciallandskaber.

Erosionslandskabets detailudformning influeres af substratet og især dettes modstandsevne mod vandløbserosion og forvitring. Ud fra disse synspunkter skulle det være muligt at nå til en klassifi-

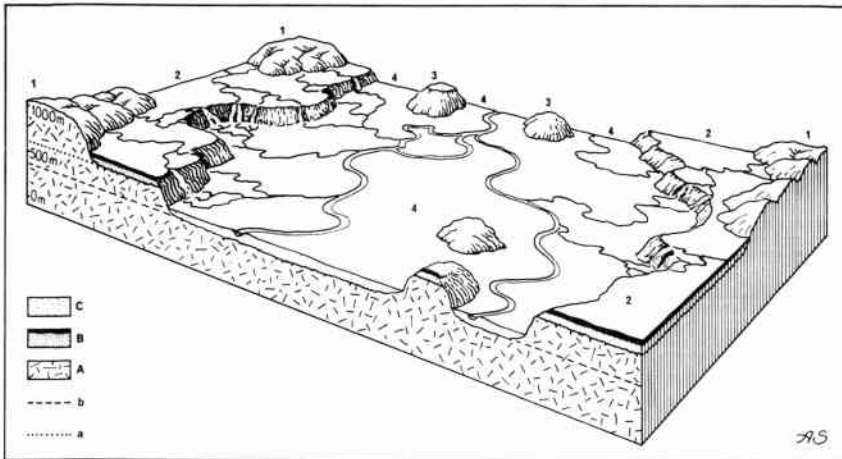


Fig. 5. Recent tropisk afspulingsflade dannet ved dybdeforvitring i forbindelse med materialetransport under flodooversvømmelser. Nigers kildeområde (Tinkisso-floden).

Længste blokkant: 15 km. Overhøjning: ca. 4 gange. Profil efter J. Büdel (1963).

A. Undergrundslag (basalt og dolerit). B. Forvittringsskorpe af kaolinrigt rødler med dække af recent flodaluvium. Mægtighed 10—30 m. C. Bauxit-lag, 10—15 m, med lateristisk jernhorisont, 2—4 m, som dæklag.

a. Forvittringsbasis i tertiærtid. b. Recent forvittringsbasis. 1. Gamle massiver, normaleroderet, maksimalhøjde ca. 1000 m. 2. Sentertiær fladeudvikling i 800 m niveauet. 3. „Inselberg“, d. v. s. rester af den tertiære flade, dissekeret ved afspulingsfladens horizontale udvidelse. 4. Recent afspulingsflade, bredde ca. 7—10 km. Fladen oversvømmes i regntiden. En række render er periodisk vandførende. Forvitring sker hele året i niveauet mellem undergrundens faste bjergarter og forvittringsskorpens rødlerlag. Transport af materiale sker ikke lineært i flodløb, men over hele fladen. De begrænsende vægge er under stadig tilbagerykning. Floderosionen ubetydelig på grund af manglende arbejdsmateriale (blokke, rullesten). Flodernes sedimentføring består næsten udelukkende af lerfraktionen; som følge deraf ingen sonderdeling af gamle flader ved normalerosion. De mæandrerende floder danner vandfald ned over kanterne og fortsætter deres slyngede løb på den recente flade. Tilsvarende tertiære erosionsflader i Mellemeuropa, f. eks. Mellemtysklands bjerge, er stærkt sønderskåret af dalsystemer og helt opløst til erosionsbjergland, så den oprindelige tropiske flade kun findes bevaret enkelte steder. Axel Schou, del.

Fig. 5. Tropical sheet wash plain. Tinkisso river in the Niger source area. Long block edge: 15 km. Exaggeration of height scale 4 x. Profile from J. Büdel (1963).

A. Bed-rock (basalt and dolerite). B. Caolin-rich red clay covered by recent river sediments. C. Bauxite with lateritic ironpan.

a. Tertiary weathering base level. b. Recent weathering base level.

1. Mature eroded old mountains. Level ab. 1000 m. 2. Tertiary sheet wash plain, 800 m level. 3. „Inselberg“, resisting parts of the tertiary plan, dissected by horizontal widening of the sheet wash plain. 4. Recent sheet wash plain, dimensions about 7—10 km. The plain is flooded in the raining season. The weathering is a constant running process in the level between unattacked substratum and the layers of the weathering material. Surface transport of material is not bound to the river courses but happens over the total surface. The limiting rock walls are constantly retreating. River erosion is insignificant, because the river sediments only consist of the clay fraction. As a consequence of this ancient erosion surfaces are not dissected by river erosion. The meandering rivers form waterfalls over the stiff slopes and continue as meandering rivers on the recent plain. Axel Schou, del.

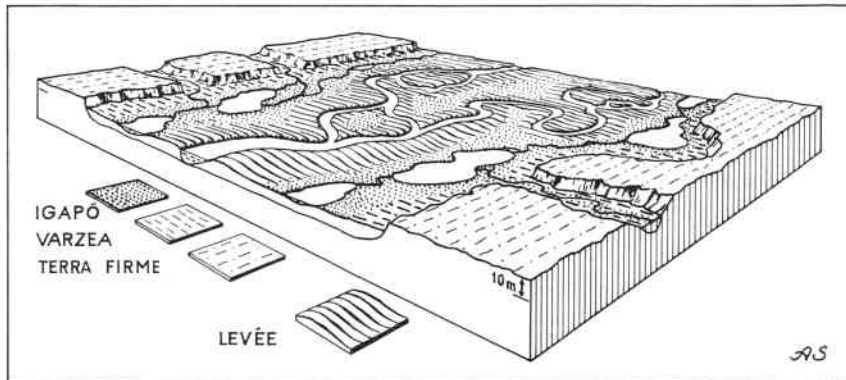


Fig. 6. Den tropiske afspulningsflades detailrelief nær strømlobene. Schematisk fremstilling af sammenhængen mellem overfladeformer og vegetation i Amazonområdet.

Oversvømmelsesperiodernes varierende varighed betinger en karakteristisk zonerings af plantesamfund. Levées langs alle flodløb forårsager forekomst af lavninger mellem flodløbene og erosionskanten, der danner afspulningsfladens ydre afgrænsning. Disse lavninger vil have langvarig vanddækning, og stedvis vil der være lavvandede søer hele året. Denne zone præges af Igapó-vegetationen, et plantesamfund bestående dels af former med flydeblade, som f.eks. *Victoria Regia*, dels af rørsump, i hvilken en række *Panicum*-arter indgår sammen med høje Araceer. De omgivende, lidt højere beliggende arealer ligger tørre længere tid og bærer en regnskov af Varzea-type, der ikke når den tropiske regnskovens fulde højde. I denne indgår af palmer bl. a. *Euterpe*, der leverer de spiselige palmeskud, en række *Ceiba*-arter samt *Cecropia*. Den sidste forms procentiske andel tiltager i sekundær regnskov og kan således benyttes som indikator for tidligere opdyrkning. Områderne uden for afspulningsfladen, Terra firme, er dækket af en højstammet regnskov, mindre artsrig end Varzea-samfundet og med mindre stofproduktion, idet den mangler det tilskud af næringsstoffer, som i Varzea-zonen følger med oversvømmelserne. Axel Schou, del.

Fig. 6. Detailrelief of a tropical sheet wash plain around a watercourse. Schematic block diagram showing the interrelationship between surface relief and vegetation in the Amazon region.

Between the levées and the bordering cliffs the water cover resists for longer periods and in the shallow throughs lakes may occur the whole year. This zone is characterized by the Igapó-vegetation consisting partly of plants with floating leaves, partly by reed vegetation. The surrounding higher level areas are covered by tropical rain forest of Varzea-type. The rainforest on Terra firme, the non-flooded area, is not so rich in species as the Varzea forest and not so fast growing because it lacks the supply of nutrition materials which is a result of the flooding. Axel Schou, del.

ficering af samtlige erosionslandskaber ved anvendelse af relevante betegnelser for stadium og substratkarakter. Forudsætningen for hele denne tankegang var imidlertid den, at floderosionen omend med talrige variationer kunne betragtes som værende et fænomen af samme karakter overalt med hensyn til væsentlige hovedtræk. Det var således en a priori forudsætning, at længdeprofilen over-

alt tenderede mod en idealkurve af hyperbel-karakter, asymptotisk nærmende sig det vandrette plan, erosionsbasis, d.v.s. havniveauet, eller for de øvre daldeles vedkommende eventuelle modstandsdygtige bjergarter, der kunne fungere som lokale erosionsbaser.

Alle floders faldkurver viser individuelle afvigelser fra idealkurven, bl. a. som nævnt på grund af lokale erosionsbaser. Endvidere præges samtlige længdeprofiler af, at der til stadighed har fundet ændringer sted i erosionsbasis' beliggenhed ved isostatisk eller eustatiske niveauforandringer. Nye erosionscykler er stadig under udvikling.

Undersøgelser over tropefloders vandføring og sedimentlast har imidlertid vist, at disse floders erosionsevne er så forskellig fra, hvad der er tilfældet i tempererede og arktiske egne, at de ikke bør betragtes som analoge fænomener. *Bakkers* undersøgelser af Surinames floder viser, at de medførte sedimenter hovedsagelig er lermineraller i opslemning samt finsand. Erosionsevnen er derfor så ringe, at den kan betragtes som ikke eksisterende sammenlignet med en Norrland-ely, der medfører blokke, rullesten samt grus og sand af de grovkornede fraktioner, hvorved evnen til at nedskære lejet selv i grundfjeldsbjergarter er stor. Lejets nedskæring kan karakteriseres som en integrering af tætliggende jættegryder, hvis uddybning som påvist af *O. Angeby* er en relativt hurtigt forløbende proces.

Forholdet får sin forklaring i det faktum, at de fleste og største tropefloder ikke arbejder i substrater af bjergartskarakter, men i forvitringsskorper af stor mægtighed, bestående i væsentlig grad af lermineraller. Disse floder kommer til at mangle det blokmateriale, som alene betinger erosionens intensitet. Den lineære dybdeerosion og dermed den tilbageskridende erosion af alle vandløbs øvre løb bliver derved betydningsløs.

I dette modsætningsforhold mellem flodernes dynamik i og uden for troperne må man også søge forklaringen på den ejendommelige forskel, der er på landskabernes storformer i de pågældende områder. Det typiske afrikanske landskab i savanneregionen er karakteriseret ved de enormt udbredte højsletter liggende i forskellige niveauer. Gennem disse slettelandskaber snor de store floder sig med en karakter, der efter *Davis'* systematik må betegnes som moden. Vandføringen viser enorme årtidsvariationer. Store dele af året har floden karakter af „braided river“ med talrige anastomoserende, lidet konstante løb. I flømtiden er til gengæld så store dele af flodområdet overskyldt, at flodløbet er vanskeligt at limitere.

Detaljeret traditionel kortoptagelse i stor målestok har således ringe aktuel brugsværdi. En geomorfologisk kortlægning af oversvømmelseszoners varighed, deres maksimale afgrænsning og lavvandsstrømmenes forløb bedømt med hensyn til konstans kan give et langt mere anvendeligt kortmateriale. På overgangen mellem de forskellige højsletteniveauer dannes de brede vandfald, der er så karakteristiske for savanneregionerne såvel i Afrika som Sydamerika. Den hastige nedskæring i en brudkant, som et sådant vandfald foretager i den tempererede zone, hvorved en canyon-agtig dal af større eller mindre længde – afhængig af hvor lang tid vandfaldet har kunnet virke – formes neden for faldet, som det er tilfældet for Niagara's vedkommende, forekommer ikke almindeligt i troperne.

Rapporter fra *Bakkers* ekspeditioner vedrørende den fauna af fastsiddende snegle, der forekommer i vandfaldene, belyser på ejendommeligt måde disse vandfaldslokaliteters store alder, idet der i de forskellige vandfald har kunnet udvikle sig endemiske arter, hvilket må formodes at have været hele jordperioder og altså kan tages som indikator for disse vandfaldslokaliteters konstans. At Afrika med hensyn til vandfaldsenergi indtager en fremtrædende stilling, får også sin forklaring derigennem, at vandfaldenes lokalisering og dermed højde er yderst stabil.

Den manglende erosionsevne hos tropefloderne bevirker endvidere, at skræntudviklingsprocessen almindeligvis forløber med større hastighed end flodens nedskæring, hvorved de for tropene typiske konvekse dalprofiler får deres forklaring. Materialet, der bevæger sig nedad skrænterne, når ikke at blive fjernet af den i dalbunden løbende vandmasse i samme udstrækning, som det tilføres, hvorved ophobning finder sted undervejs. Skrænter bliver herved yderst labile, og skredfænomener er så hyppige, at skrednicher i dalsiderne er et normalt stormønster, terrassetter et almindeligt detailfænomen. Skredtunger ud i dalbunden er ligeledes så hyppige, at de, når der er eroderet skrænter i dem ud mod flodløbet, kan virke som dalterrasser og derved give anledning til geomorfologisk misopfattelse. Hvor daltexturen er tæt, vil de fra nærliggende dale udformede konvekse skrænter mødes i vandskelshøjden, hvorved et erosionslandskab kommer til at bestå af halvkugleformede bakker, en overfladeform, der træffende betegnes med den amerikanske term: „half-orange topography“. I Brasiliens Højland, hvor forvitringsskorpen har en gennemgående mægtighed på 40–60 m, præges så udstrakte arealer af denne overfladeform, at der tales om „mare

del morros“, et „bakkehav“. For den, der er vant til den tempererede zones konkave dalprofiler i løse bjegarter, er modsætningen til de tropiske konvekse skrænthældninger så påfaldende, at den præger sig meget stærkt i erindringsbilledet (fig. 4).

Det skal endvidere understreges, at de meget hurtigt forløbende forvittringsprocesser, betinget af tropernes høje temperaturer, bevirker, at jordbundsdannelsen og udviklingen af soilprofiler i de fugtige troper sker med så stor hastighed, at disse processer igen med hensyn til effektivitet overgår udformningen af skrænthældningerne.

Sammenlignet med, hvad der sker i tempererede egne, kan der altså her tales om en principiel intensitetsforskel mellem de tre for landskabsudviklingen så væsentlige processer: floderosion (F), skræntudvikling (S) og jordbundsdannelse (J). Hvis man med *Birots* pædagogisk vil præcisere disse forhold ved at opstille en ulighed-formel mellem de tre fænomener, vil den for de fugtige troper og de tempererede zoners vedkommende skulle skrives med omvendte ulighedstegn:

De tempererede zoner:  $F > S > J$

De fugtige troper:  $F < S < J$

Når forholdene således med hensyn til væsentlige kausal-sammenhænge er de diamentralt modsatte, er det forståeligt, at de synspunkter med hensyn til reliefudviklingen ved normalerosion, som er opnået ud fra observationer i tempererede områder, ikke umiddelbart kan overføres som gældende i de fugtige troper. Daludformningen i troperne er ikke og kan ikke forklares som en variant af den daludformning, man kender fra den tempererede zone. En hævet overfladeblok vil i de fugtige troper gennemløbe en reliefudformningsproces præget af forvitring og rindende vands aktivitet, der principielt er helt forskellig fra den erosive dissekering, der finder sted i tempereret zone. Medens fladekaraktren vil bevares og eventuelt udvides til at omfatte stadig større arealer i savanneområderne (se afsnit: De tropiske afspulingsflader), vil en hævet blok med fladekaraktren uden for tropezonen hurtigt miste denne ved dal-systemers nedskæring og den tilbagerykkende vandløbserosion, hvorved den oprindelige flade efterhånden reduceres og sluttelig helt forsvinder, som det er tilfældet for en række mellemeuropæiske lokaliteters vedkommende, hvor en tidligere udviklet flade nu kun spores som plateaurester, eventuelt som et topkonstansniveau.





Fig. 7. Tropisk blokstrøning, Brasiliens Højland, São Paulo. Blokke af lokal dybgrundsbjergart, afrundede ved forvitring, resisterende hvor forvitringsskorrens lerbestanddele er bortvasket.

Axel Schou, fot. 1956.

Fig. 7. Round blocks of local bed-rock resisting in places where the clay components of the weathered surface have been washed away.

Axel Schou, fot. 1956.

### De tropiske afspulingsflader

I den del af tropebæltet, der klimatisk præges af et skifte mellem tørtid og regntid, synes udviklingen af udstrakte flader at være et normalt led i landskabsudviklingen. Langs Coromandel-kysten på Deccans østside forekommer f. eks. en sådan flade, Tamilnad Sletten, med en gennemsnitlig bredde på 100 km og højde indtil godt 200 m. Dens reliefforhold er detaljeret behandlet i en monografi af *J. Büdel*. Denne lavtliggende slette grænser med brat overgang til en højereliggende slette af samme karakter, Bangalore Sletten, beliggende i 750–900 m niveauet. Tamilnad Slettens gennemsnitshældning er ganske ringe, kun 0,6°. De maximale hældninger mellem de yderst svage ophvælvninger, der fungerer som vandskel, og de svagt afgrænsede flade, trugformede lavninger, der samler det afstrømmende vand i regntiden, indtil vandmængden bliver så stor, at hele sletten praktisk talt har et tyndt vanddække, er maksimalt 1,7°. Tamilnad Slettens dybgrund er granit, og traditionelt ville den blive beskrevet som penepian eller abrasionsflade. Büdels undersøgelser synes dog at vise, at sletten er en recent dannelse under stadig udvidelse, af karakter grundforskellig fra penepianet, idet fladeerosion her ikke har været og ikke er medvirkende ved ud-

formningen. Sletter af samme karakter har så vid udbredelse i tropene, et det er nærliggende at sætte deres dannelse i forbindelse med disse egne specielle forvitnings- og erosionsforhold. Fig. 5 er konstrueret på grundlag af J. Büdels beskrivelse fra Nigers kildeområde i Vestafrika.

J. Büdel opstiller hypotesen om de dobbelte udjævningsflader, en nedre på grænsen mellem fast bjergart og forvitringsskorpe samt en øvre, hvis reliefkarakter bestemmes af flodernes afspulende virksomhed under regntidsoversvømmelserne. Den nedre flade er året igennem under konstant nedbrydning, idet der her på grund af tropernes høje temperaturer og de i dybden herskende ensartede fugtighedsforhold foregår en kraftig forvitring, hvorved den faste moderbjergarts overflade stadig forlægges til lavere niveau. Forvitringsprocessen er den dominerende faktor ved denne fladedannelse, der altså i modsætning til peneplan-dannelsen ikke har nogen relation til erosionsbasis. Forvitringsskorpens mægtighed er varierende, men almindeligvis adskillige meter. I Brasilien kan den på Det Brasilianske Skjolds overflade sættes til 40–60 meter. På fladerne langs Deccan's østkyst angives mægtigheden til 10–15 meter. Forvitringsskorpens dimensioner vil i høj grad være afhængig af, hvor hurtigt materiale fjernes fra overfladen, og de processer, hvorved dette sker, er stærkt varierende. Såfremt der fjernes mindre materiale, end der nydannes ved forvitring, vil forvitringsskorpens mægtighed kunne nå langt større dimensioner, og disse vil da være afhængige af det tidsrum, i hvilket forholdet mellem forvitring og afspuling har været nogenlunde konstant. Der er observeret forvitringsskorper med en mægtighed af 60 m over store strækninger, og de maximale tal målt på steder, der gennem hele jordperioder har været udsat for kraftig forvitring uden tilsvarende fjernelse af materiale, angives til 600 m.

Ved denne kraftige forvitring et større eller mindre stykke under overfladen vil moderbjergarten alt efter sin struktur desintegreres på forskellig måde. Grundfjeldbjergarter, der er gennemsat af sprækkesystemer, vil i et øvre lag opdeles i blokke, bestemt af sprækkesystemernes retninger og tæthed. Blokkene vil på grund af overfladeforvitringen efterhånden antage runde former, og på lokaliteter, hvor forvitringsskorpens hovedbestanddel er lermine- raler, bortvaskes, vil ophobninger af disse blokke kunne være så landskabsprægende, at det har givet anledning til betegnelsen „boulder landscape“ (fig. 7). Disse tropelandskaber, karakteriseret ved blokstrøningen, vil trods bjergarternes forskellige karakter ofte have

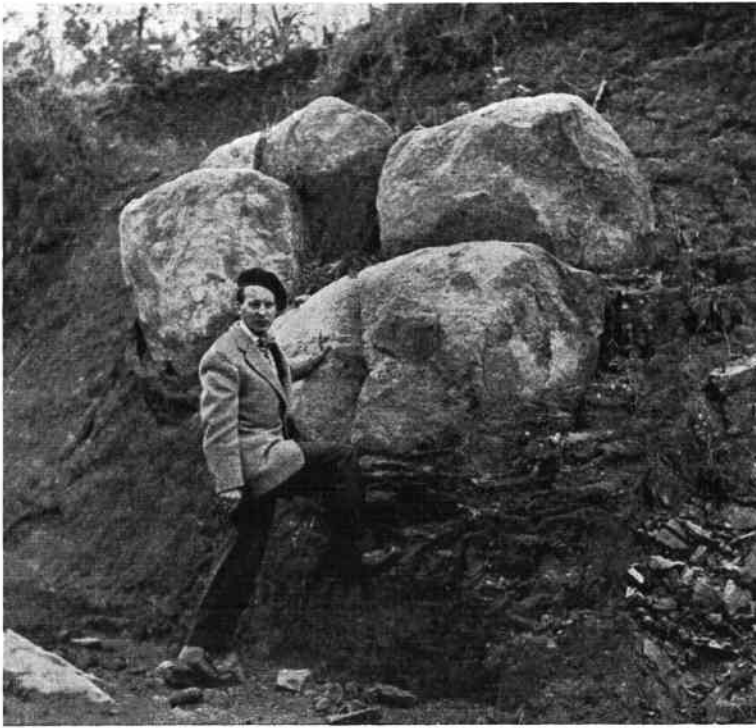


Fig. 8. Blokke in situ i overgangslag mellem fast fjeldgrund og forvittringsskorpe. Vejskæring i Paraiba-dalen, Brasilien. Axel Schou, fot. 1956.

*Fig. 8. Boulders in the intermediate layer between solid rock substratum and weathered surface layer. Road cut, Paraiba Valley, Brazil.*

Axel Schou, fot. 1956.

et fælles præg. Blokkenes afrundede overflader kan give dem et udseende, der minder om erratiske flytteblokke, og denne lighed med moræneblokke har givet anledning til visse misforståelser. Når bloksamlingerne i Serra da Mantiqueira i Brasilien omkring toppen Itatiaia har kunnet tolkes som vidnesbyrd om et isdække her i sidste glacialtid, er dette en følge af, at disse blokophobninger umiddelbart kan minde om blokmoræner. En gruppe af nordiske geografer, deriblandt forfatteren, der i 1956 besøgte området med det formål at søge den hypotese, der var opstillet af *de Martonne*, bekræftet eller afkræftet, kom til det resultat, at alle spor af glacial slibning og gletscherpåvirkning af blokkenes overflade manglede. Vurderinger på klimatologisk basis om muligheden for en gletscherdækning af Itatiaia gav også til resultat, at denne top (2900 m) beliggende 21° syd for Ækvator næppe har haft arktisk klima ud fra den viden, man nu har om temperaturforholdene i sidste istid. Blokkene må

her som overalt på overfladen af Brasiliens Højland opfattes som resultat af forvitring i forbindelse med afspuling. Når disse blokke i visse tilfælde fremtræder med skarpkantede former, kan det forklares som resultat af temperatur-sprængninger. De afsprængte dele med fortsættelsen af den afrundede overflade ligger almindeligvis umiddelbart ved siden af hovedblokken. Når ganske lignende blokophobninger forekommer uden for troperne, f. eks. i Mellem-europas bjergegne på steder, der er således beliggende, at de ikke har været overflydt af sidste istids gletchere, kan det forklares som resisterende overfladeformer skabt i et tropisk milieu i tertiærtiden. Efter disse tegn at dømme skulle tropiske afspulingsflader med tilhørende blokophobninger have haft en stor udbredelse svarende til den, som samme overfladeform i recent udformning nu har i tropeområderne.

De tropiske afspulingsflader vil i regntiden delvis være oversvømmet, idet flodernes store vandføring bevirker, at vandet går over de svagt markerede bredder. De vandmasser, der således dækker overfladen, vil på grund af de svage hældninger kun langsomt bevæges nedad, og om nogen nedskæring i overfladen er der ikke tale. Derimod vil forvitringsskorpens lerminerale opslemmes i vandmasserne, hvorved der sker en transport fra praktisk talt hele overfladen og dermed en formindskelse af dennes absolutte højde over havet. De afstrømmende vandmasser vil for store dele af fladernes vedkommende ikke danne egentlige flodløb, men svagt markerede lavninger udformes snart det ene, snart det andet sted. Langs hovedflodløbene vil en del sediment ved flomtidens begyndelse afsættes under dannelse af levéer. Herved får den tropiske afspulingsflade til trods for, at den må opfattes som et erosionsfænomen, en vis lighed med akkumulationsområder, som de fremtræder i store flodsletter og deltaområder (fig. 5).

Op over de tropiske afspulingsflader hæver sig højdedrag, bestående af resistente bjergarter, som efter afspuling af forvitringsskorperne træder frem i landskabet som bjerggrupper af meget varierende dimensioner fra lave skjoldformede opragninger af dybgrunden (Schildinselberg) til flere hundrede meter høje massiver af Sukkertop-fjeldtypen. Sukkertop-fjeldenes afrundede form bevares trods kraftig afskalning (exfoliation). Afskalningen har forskellig karakter, idet der dels er tale om egentlig exfoliation på grund af spændingsudløsning mellem en stærkt ophedet og dermed udvidet overflade og de indenfor liggende lag, der på grund af den dårlige varmeledning ikke når overfladens temperatur. Denne af-

skalning drejer sig om skæl af en mægtighed varierende fra få millimeter til nogle centimeter alt efter bjergartens karakter. En afskalning af meget større dimensioner er i langt højere grad medvirkende til formudviklingen. De flager, der med adskillige decimeters mægtighed løsnes og kurer nedad, opfattes nu almindeligvis som resultat af sprækkedannelse på grund af den trykaflastning, der har fundet sted, efter at disse dybgrundsmassiver ved denudation er kommet frem i overfladen.

Overgangen mellem afspulingsfladen og det omgivende højere terræn, evt. mod høje opragende egentlige „Inselberge“, er almindeligvis tydeligt markeret ved et skarpt profilknæk. De højere partier rejser sig abrupt op over fladen, hvorved modsætningen imellem denne og bjergpartierne yderligere understreges. I denne overgangszone virker de nedbrydende kræfter, forvitringen og afspulingen, i samme niveau med en udbredelse af fladen på bjergpartiernes bestøvnings til følge. Løse sedimentmasser kan også forekomme i svagt hældende ophobning rundt omkring bjerggrupperne. De har været sammenlignet med ørkenområdernes pedimentflader, men har dog ofte en anden karakter, idet de i væsentlig grad præges af den aflejring af materialet, der finder sted under oversvømmelsen, hvorfor de også har været betegnet som „Spülpedimente“. De tropiske afspulingsflader må betegnes som typisk for Savanne-områderne, og det vil af den forudgående skildring fremgå, at de ikke i deres udformning med hensyn til niveau er afhængige af nogen erosionsbasis, da floderosionen er uden betydning. Vandløbene mangler det grove materiale: sediment-lasten, som skulle muliggøre en dybdeerosion, og sideerosionen er også betydningsløs. Den tilbageskridende erosion, der er den primært virkende faktor ved et områdes erosive dissekering, mangler også her. I højere bjergområder omkring de tropiske afspulingsflader er den almindelige normalerosion selvfølgelig virksom, og i overgangszonerne mellem disse bjergpartier og fladerne kan en række overgangsfænomener påvises f. eks. lokal dybdeerosion i afspulingsfladens trugformede dallavninger efter „dal i dal princippet“. Hvor forskellige dele af jordskorpen ved forskydning langs brudlinier er bragt i forskelligt niveau, kan fladerne udformes i forskellige højdeniveauer adskilt ved bratte brudkanter. Afspulingsflader af den type kan iagttages under dannelse mange steder i nutiden, således som før nævnt på Deccan's østside. Uden for troperne vil en række plateauflader antagelig kunne forklares som oprindelige tropiske afspulingsflader, idet en række af de karakteristiske enkeltformer, blokophobninger, „Schildinselberge“, fo-

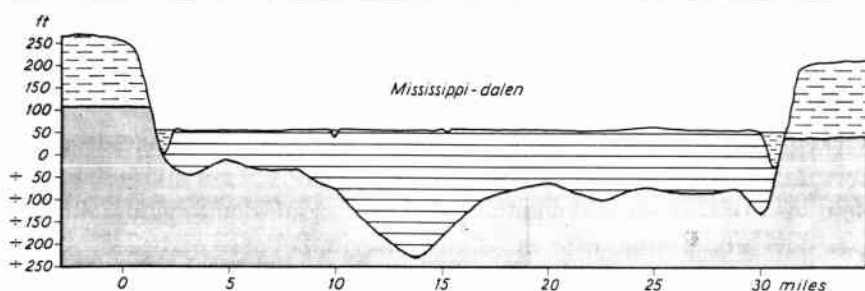


Fig. 9. Tværsnit af Mississippi-dalen ved Natchez, Miss. USA. Den fladbundede dal er ikke et erosionsfænomen, men skyldes sedimentation i floddalen som følge af den postglaciale, eustatiske havstigning på 140 m i forbindelse med den isostatisk sænkning af Mississippi-delta regionen på grund af sedimentbelastningen. Delvis efter H. Fisk.

Fig. 9. Cross section of the Mississippi Valley at Natchez, Miss. USA. The recent flat bottom being a result not of normal erosion but of sedimentation caused by the postglacial eustatic uplift of sea level, 140 m, combined with recent isostatic downwarping of the Mississippi-delta region. Partly from H. Fisk.

rekommer, ligesom der på steder, hvor der har været mulighed derfor, f. eks. i spalter og hulrum i forkarstede overflader kan påvises resisterende dele af tropisk rødjord. Når disse flader hidtil i stor udstrækning har været betegnet som peneplaner, altså som floderosionens slutresultater, må det nu hævdes, at de i en række tilfælde kan siges at have en helt anden oprindelse, nemlig den at være dannet ved den her beskrevne afspuling i tropiske savanneområder. Når det erindres, hvor mange sammenstødende gunstige omstændigheder, der skal til for at betinge dannelsen af et udstrakt peneplan i henhold til W. M. Davis' cyklusteori, og man samtidig har de recente tropiske afspulingsfladers dimensioner in mente, virker det sandsynligt, at mange fladedannelser, der tidligere har været betegnet som „peneplane flader“, „hævede peneplaner“, „dissekerede peneplaner“ etc., med rimelighed er at betragte som rester af den for de vekselfugtige troper i nutiden så typiske overfladeform: afspulingsfladen (fig. 6).

#### Peneplan-hypotesens revision

W. M. Davis' hypotese om normalerosionens stadier regner med et slutstadium, peneplanet. Herved forstås den udstrakte flade, der er fremkommet ved integrering af et flodsystems fladbundede dale. Peneplanet er altså et sletteland fremkommet ved gamle, meandre-rende floders sideerosion. Betegnelsen peneplan, „næsten fladt“, antyder, at der forekommer et relativt svagt relief, idet de højeste partier udgør de sidste rester af vandskelsområderne. Den fuldstændig plane flade vil teoretisk aldrig kunne etableres, da al floderosion er

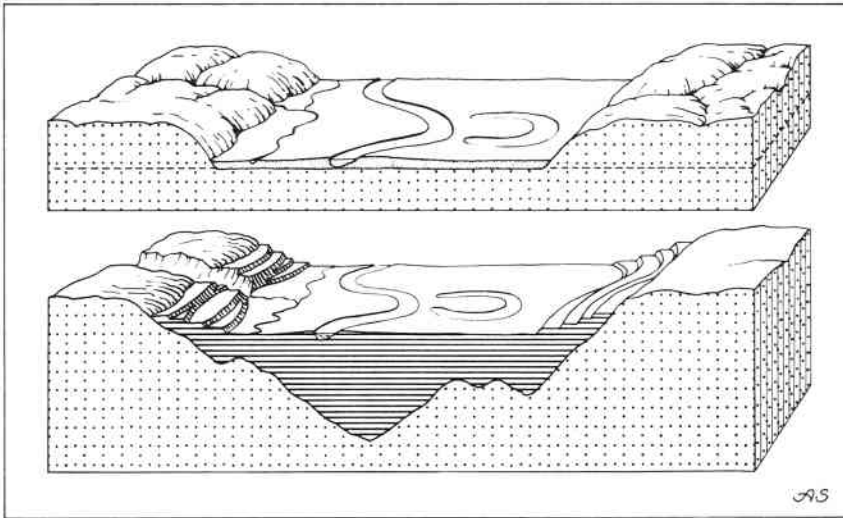


Fig. 10. De fladbundede dalbundes tilblivelse.

*Øverste blok: Dalbunden som erosionsfænomen.*

Dalbundsfladen under flodalluviet skabt ved flodens erosion. Niveaueet bestemt af lokal dybdegrænse for floderosion. Profilhak mellem bund og dalside resultat af flodens sideerosion i omgivende substrat. Ved fortsat sideerosion vokser dalen i bredde, og ved integrering af dalsystemers flade dalbunde fremkommer, iflg. Davis' hypotese, peneplanet som erosionsprocessens slutstadium. At fladbundede dale kan dannes ved erosion, er dokumenteret i talrige tilfælde. Isostatisk og/eller eustatiske bevægelser vil almindeligvis hindre peneplanets dannelse ved at indlede ny erosionscyklus.

*Nederste blok: Dalbunden som akkumulationsfænomen.*

Dalbundsfladen er fremkommet ved opfyldning i et ældre system af erosionsdale. Niveaueet bestemt af den postglaciale havstigning på ca. 140 m. Profilhak mellem dalbund og dalside udformet i gamle dalbundsaflejringer, der danner terrasser svarende til dalbundens relativt højere niveau i interglacialtiderne. Nutidige store floddale er oftest denne type som konsekvens af havstigningens globale udbredelse, f. eks. Mississippidalen (sml. fig. 9).

Axel Schou, del.

Fig. 10. Genesis of the mature valley bottom.

*Upper blockdiagram: The valley bottom formed by river erosion.*

*Lower blockdiagram: The valley bottom formed by accumulation.*

*A dominant part of the great mature valleys must be classified as accumulation phenomena as a consequence of the postglacial eustatic 140 m rise of sea-level (cfr. fig. 9). Further explanation: see summary.*

Axel Schou, del.

betinget af en vis gradient i flodløbet, og alle skræntudlignende processer kræver en vis hældning. Peneplanets dannelseshastighed vil altså aftage stærkt i de modne stadier. Forudsætningen for det udbredte peneplan er den, at der ikke sker væsentlige ændringer af erosionsbasis ved isostatisk ændringer af jordskorpens beliggenhed eller ved eustatiske ændringer af havniveauet. En relativ sænkning af erosionsbasis fremkaldt enten ved landhævning eller havsænkning vil forny flodernes erosionsevne. Samtlige floddale

vil forynges, V-formede dale nedskæres i de gamle dalbunde subsidiært i peneplanet, som derved efterhånden dissekeres og omdannes til et ungt erosionslandskab, der alt efter omstændighederne vil kunne udvikles til modent og gammelt og sluttelig evt. atter til et peneplan. Det er disse synspunkter, der er samlet i Davis' erosionscyklus-hypotese, som straks ved sin fremkomst vakte opmærksomhed og fandt rig anvendelse, idet dens synspunkter gjorde det muligt i en række tilfælde at forklare det bestående overfladerelief som sammensat af en række stadier i normalerosionens udformning af jordoverfladen. Udviklingslæren, der i et par generationer tidligere havde præget biologien og på mange måder har haft en frodig forskningsvirksomhed til følge, blev gennem Davis' synspunkter introduceret i geomorfologien med lignende resultat. Med begejstring blev der ud fra cyklus-synspunkterne arbejdet på tolkning af jordoverfladens formverden. Hvor man som f. eks. i Brook Range, Alaska, eller i Nordlands-landskabet stod over for begrebet topkonstans eller plateauflader beliggende i samme niveau over lange strækninger, greb man til peneplan-hypotesen som forklaringsmulighed, og i beskrivelserne anvendtes begreber som „hævet peneplan“, „hældende peneplanflade“, „nederoderet peneplanflade“ etc. Der skal i denne forbindelse erindres om, at *von Richthofen* et halvt århundrede tidligere havde arbejdet med abrasionsfladen på ganske tilsvarende måde. Da dannelsen af udbredte abrasionsflader kun kan tænkes under et ganske bestemt samspil mellem brændingsvirkningen og landsænkningen, idet en abrasionsflade under sin udvikling vil hæmme og sluttelig aldeles reducere brændingsvirkningen, måtte *von Richthofens* hypotese efterhånden indskrænkes som forklaringsmulighed til de steder, hvor abrasionsfladekarakteren ud fra utvivlsomme indikationer var sikker. Disse lokaliteter havde aldrig de dimensioner, 100 km og derover, som må forudsættes som nødvendig for at forklare de tidligere udbredte flader, man nu ser i mere eller mindre ændret form. På lignende måde har nyere forskning godtgjort, at peneplan-hypotesen heller ikke slår til som forklaringsmulighed, og hertil kommer det forhold, at synspunkterne er ændret radikalt vedrørende karakteren af de store fladbundede dale, der hidtil i lærebøgerne har været anvendt som modeller på en peneplanflade in statum nascendi.

I perioder, der som f. eks. interglaciertider præges af tiltagende vandmængde i oceanerne med global havstigning og dermed hævnning af erosionsbasis som resultat, vil der i floddalens nedre og mellemste løb finde aflejring sted som følge af tendensen til at



etablere en længdeprofil tilpasset den ny erosionsbasis. Den postglaciale havstigning på ca. 140 m har bevirket, at netop denne tendens gør sig gældende i nutiden. Brede, fladbundede floddale repræsenterer altså i almindelighed ikke et erosionsniveau, men et opfyldningsniveau. Da havstanden i interglacialtiderne har været højere end den nuværende – og tiltagende i højde, jo længere man går tilbage i tiden – kan tidligere daludfyldningsniveauer fremtræde som dalterrasser (se blokdiagram: Mississippi-dalen, fig. 10).

Det skal udtrykkeligt understreges, at Davis' opstilling af den fladbundede dal som et stadium i daludviklingen ikke på nogen måde skal antastes. Fladbundede dale dannes, når dybdeerosion har nået den lokale dybdegrænse, og udviklingssynspunktet kan med fuld ret anlægges på daludviklingen som skildret i W. M. Davis' pædagogiske, mesterligt tegnede blokdiagramserier. Heller ikke cyklus-teoriens værdi forringes af nyindvunden viden. Det er blot hypotesen om peneplanet som almindeligt globalt fænomen, der tages op til revision. Der er to grunde, som taler derfor. Den ene er svigtende beviskraft hos det fænomen, der hidtil har været anført som støtte for hypotesen: nutidens store fladbundede dale. Den anden grund er ny viden om udstrakte peneplanlignende fladers tilblivelse ved en dynamik, der intet har med floderosion at gøre. Her tænkes på de tropiske afspulingsflader, der først og fremmest er at betragte som resultat af et sammenspil mellem den hastige tropiske forvitring og tropefloders afspulende virke i regntidens flomperioder. De udbredte fladbundede dale, der ifølge Davis' hypotese er peneplanet under udvikling, er almindeligvis ikke erosionsfænomener, men tværtimod akkumulationsfænomener med global udbredelse, fordi de skyldes en global årsag, den postglaciale havstigning.

#### **Klimatisk-geomorfologisk landskabsanalyse**

Det aktuelle landskab lader sig kun i få tilfælde forklare ud fra viden om det øjeblikkeligt virkende sammenspil af landskabsformende kræfter. Det kan gøres for de yngste dele af store deltalandskaber, hvor viden om strømføring, sedimentlast – opslemmet, opløst og rullende langs bunden – samt kendskab til marine kræfter som materialvandningsretning, bølgekraft o. l. kan forklare ikke blot de bestående former, men tillige – når ovennævnte viden er tilstrækkeligt omfattende – kan danne basis for en sikker prognose. Dette er f. eks. tilfældet for Mississippi-deltaets vedkommende. Her er så store økonomiske interesser knyttet til floden som trafikvej,

at de nødvendige data til stadighed indsamles, således at udviklingen altid er under kontrol. For de allerfleste landskabers vedkommende vil der imidlertid være tale om et kompleks af ældre og yngre former, af hvilke kun de yngste kan forklares ud fra den recente dynamik. I Danmark vil enhver tolkning af overfladerelieffets tilblivelse være utænkeligt uden indkalkulering af de akkumulations- og erosionsformer, som skyldes sidste istids gletchere og smeltevandsfloder.

Nye synspunkter vedrørende floderosionens karakter kommer herved til at spille afgørende ind, idet der må skelnes skarpt imellem den erosion og dermed de erosionsformer, der er skabt under henholdsvis tropiske, tempererede og arktiske klimatilstande. Da klimabælterne i væsentlig grad har været forskudt i tidligere jordperioder i forhold til det nuværende mønster, vil man i en række tilfælde i områder, der er således beliggende, at de skiftevis har haft tropisk, tempereret og eventuelt arktisk klima, under gennemgangen af formerne være opmærksom på, at erosionsfænomenerne i de skiftende klimaperioder har haft væsensforskellig karakter. Den daviske erosionscyklus-hypotese må derfor anvendes med megen kritik. En sænkning af erosionsbasis vil nemlig for daludviklingen og dermed for hele reliefudviklingen få vidt forskellige konsekvenser, alt eftersom den sker under tropiske, tempererede eller arktiske klimaforhold.

I Mellemeuropa har udstrakte arealer i tertiærtiden haft tropisk klima, et forhold der ligger klart belyst gennem palæontologiske undersøgelser, idet såvel dyre- som plantefossiler vidner om klimaforhold svarende til nutidens afrikanske Savanne-region. I de skiftende is- og mellemistider har det samme område haft snart arktisk og snart tempererede klimaforhold. Ved en landskabsanalyse vil det derfor være nødvendigt til stadighed at have klimatisk-geomorfologiske synspunkter in mente. For de mellemtyske bjerges vedkommende foreligger en række detaljerede landskabsbeskrivelser, således at den eksisterende formverden kan siges at være kendt i enkeltheder. Da disse egne er dækket af en første classes topografisk kortlægning, og der tillige eksisterer særdeles detaljerede geologiske kort, skulle der her være mulighed for at kunne observere resisterende dele af reliefformer dannet under helt andre klimaforhold end nutidens på steder, hvor de recente landskabsformende kræfter ikke har været effektive nok til at udslette dem. Det er almindeligt at betegne de reliefformer, der lader sig forklare ud fra nutidens forhold, som „harmoniske“, medens de overfladeelementer,

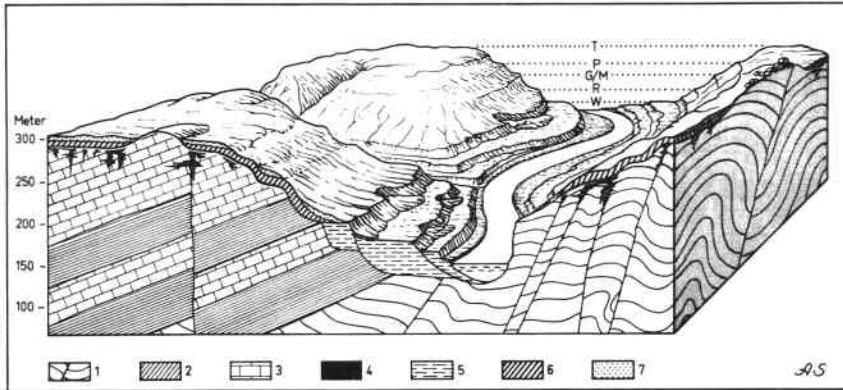


Fig. 11. Det mellemeuropæiske bjerglandskabs formelementer

Skematisk fremstilling. Profil delvis efter J. Büdel (1963). T. Tertiær erosionsflade i 300 m niveauet med tropiske afspulingsfladers karaktertræk: Blokophobning, „Felsburg“, hvor fladen er udformet i krystallinske bjergarter (t. h.), og svagt hvælvede forhøjninger af „Schildinselberg“-type, betinget af resistente bjergarter (t. v.). Rester af tropisk rødjord i undergrundens sprækker. P. Ældste dalgeneration, udformet ved normalerosionens aktivering efter det posttertiære klimaskifte. G/M. Terrasseflader fra Günz- eller Mindel-istid. De glaciofluviale sedimentter er almindeligvis dækket af flydejord og løss. R. og W. Riss- og Würm-terrasser. Yngste reliefelement: Den sen- og postglaciale floddal med rester af tidligere dalbunde stedvis bevaret som terrasser. Det recente dalprofil præges af flodens skiftende vandføring: Bugtet lavvandsstrømleje i højvandsflodseng.

1. Grundfjeld og hercynisk foldede sedimentter gennemsat af forskydninger. 2. Ikke-resistente mesozoiske lagserier, morfologisk „bløde“ lag. 3. Resistente mesozoiske lagserier, morfologisk „hårde“ lag. 4. „Fossil“ tropisk rødjord. 5. Flod-sedimentter. 6. Solifluktlags. 7. Løss. Axel Schou, del.

Fig. 11. Mountain relief in Central Europe.

Schematic block diagram. Profile from J. Büdel, 1963. T. Tertiary erosion surface, 300 m level, with relief details indicating its genesis as tropical river wash plain: boulders where archaic rock occurs substratum (right), shield-inselbergs where competent sediments are denuded (left). P. Old valley formed when river erosion became active after the post-tertiary climate change. G/M. Terraces from the Günz or Mindel glaciations. Glaciofluvial sediments normally covered by solifluction material and loess. The recent valley profile adjusted to yearly variations in water level.

1. Archaic rock and old metamorphosed sediments with fault structures. 2. Incompetent mesozoic sediments. 3. Competent layers. 4. Resisting parts of red tropical soil in caves and fissures. 5. River sediments. 6. Solifluction earth. 7. Loess. Axel Schou, del.

der kun kan forklares ud fra andre naturforhold i tidligere tider, benævnes „disharmoniske“. En række tyske geografer har gennem monografier af Mellemtysklands enkelte bjerglandskaber givet detaljerede beskrivelser ud fra de her nævnte synspunkter, og J. Büdel har samarbejdet egne og andres resultater i en samlet oversigt, der i det efterfølgende skal refereres.

I Mellemeuropas bjerge forekommer rester af en tidligere udbredt flade, der har været betegnet som peneplan. Højdemilieuet er va-

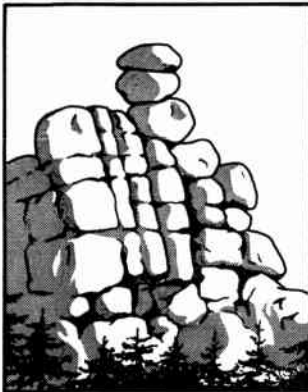


Fig. 12. Blokhob, „tor“, „Felsburg“, i Krokonose (Riesengebirge), resisterende del af overgangslag mellem fast granit-dybgrund og den nu bortvaskede forvitringsskorpe.

*Fig. 12. Tor, „Felsburg“ in Krokonose, part of weathered bed-rock surface, the resisting cover of weathering clay having been washed away.*

rierende, men ofte er det ca. 300 m. Ved normalerosion er fladen så stærkt dissekeret, at den stedvis er reduceret så meget, at den kun spores som en form for topkonstans; andre steder fremtræder den som en jævnt bølget flade over større strækninger. På sådanne lokaliteter forekommer ofte bloksamlinger, f. eks. i Odenwald. Hvor disse stedvis fremtræder med individuelle former, har den folkelige fantasi givet dem lokale navne, som f. eks. „Kästeklippen“ og „Hexenküche“ i Okertal, Harzen, „Louisenburg“ i Fichtelgebirge, „Felsburg am Gottesbühl“ i Schwarzwald. Hvor fladerne i istiden har været overskredet af gletschere, mangler disse bloksamlinger. Typologisk minder de om analoge recente fænomener i troperne, og der har kunnet påvises røde skorpedannelser på blokkene, der svarer til tropiske forvittringsformer. Hvor kalkundergrunden er forkarstet, forekommer

der ofte i hulformer og sprækker rødfarvet forvittringsjord, der kan opfattes som rester af tropisk forvittringsskorpe. Det samme er tilfældet stedvis i udvaskede sprækkezoner i andre bjergarter. En egentlig forvittringsskorpe af større mægtighed forekommer ikke, idet den dels er bortskyllet, dels omformet under arktiske klimaforhold, hvorved typiske strukturjorder kan forekomme. På alle skrånende flader er de løse jordmasser præget af arktisk jordflydning. Stedvis hæver der sig svagt hvælvede kupler op over fladen. Disse former minder i alle henseender om de steder på de tropiske afspulingsflader, hvor resistente bjergarter når op igennem forvittringsskorpen, altså om de af Büdel som „Schildinselberg“ betegnede former. Da de tropiske afspulingsflader forekommer i dimensioner, der fuldt ud svarer til udstrækning af de mellemeuropæiske fladeniveauer, og da en række detailformer støtter antagelsen af disse fladers oprindelige tilblivelse som tropiske afspulingsflader, vil det være rimeligt at opgive hypotesen om disse fladers peneplankarakter.

Dalsystemerne afspejler i en række enkeltformer de skiftende klimaforhold. En klimatisk geomorfologisk betragtning ved udredningen af de mellemeuropæiske dale er afgjort nødvendig, idet en

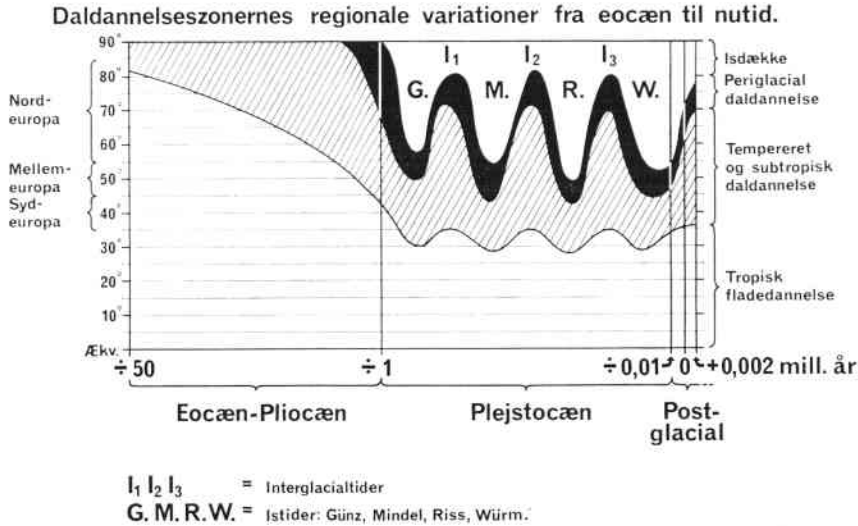


Fig. 13. Diagram over Mellemeuropas klimaskifter fra Tertiær til nutid. Ordinat: Breddebeliggenhed. Abscisse: tid i mill. år. Delvis efter J. Büdel.

Fig. 13. Diagram of climatic changes in Central Europe from late Tertiary time up to date. Ordinate: Latitude. Abscissa: time in mill. years.

Partly from J. Büdel.

simpel opfattelse af fænomenet som et „dal i dal princip“ efter erosionscyklus-hypotesen ikke slår til. Terrassefladerne er tolket som resultat af skiftende is- og mellemistider under en stadig sænkning af erosionsbasis, og terrassekronologien har længe været klart udredet. Skræntforholdene lader sig kun forklare, når det erindres, at der også har fundet et skifte sted mellem arktisk daldannelse og tempereret daldannelse. I de arktiske perioder har jordflydningen helt igennem kunnet præge skræntudviklingen, ligesom løss-pålejringen periodevis har bidraget til overfladens udformning. Den recente dal vil almindeligvis være præget af den med årstiden varierende vandføring, således at dele af dalbunden ligger tør i perioder med ringe vandføring (fig. 11, 12 og 13).

### Konklusion

Den tropiske afspulingsflade synes at måtte accepteres som en af de væsentlige former for udstrakte fladedannelser sideordnet med de aride zoners pedimenter, de humide tempererede områders peneplaner, kystegnenes abrasionsflader og de marine forlandsdannelser. Som forklaringsmulighed bør den tropiske afspulingsflade formentlig i en række tilfælde erstatte peneplanet, specielt på steder, hvor der er indikationer for, at fladeudviklingen har fundet sted under tropiske klimaforhold.

**SUMMARY**

New knowledge concerning the interrelationship of climatic conditions and soil types as well as observations with regard to variations in resistance of rocks in different climates have made it natural when establishing landscape systematics to cancel the until now used global view and introduce the climatic morphological point of view. Relief features have been looked upon and classified as local variations of a global scheme. New observations, however, seem to indicate that for example river erosion in humid tropical lowlands is so different from the corresponding activity in temperate and arctic regions that the resulting valley-forms must be described as independent relief forms and not as variants of a mutual basic type. The valleys of the temperate zones are characterized by slope forms governed by strong erosion activity and according to the erosion cyclus' hypothesis of *W. M. Davis* the valley types may be classified as young, mature and old with the peneplain as the last stage in the sequence of landscapes formed by normal erosion. In the arctic regions the valley type is impressed by slope development characterized by solifluction. In the humid tropics, apart from young mountain landscapes, a dominant part of the rivers form their beds in thick layers of weathered rock. The sediment of these rivers consists of a clay-finesand mixture without rock boulders and gravel, which is of most importance at all as tool for the erosional activity. In rivers of the temperate zones boulders and gravel in huge quantities accelerate the vertical linear erosion of the rivers by establishing possibilities for pot-hole dynamics. The erosional activity is so different that the valley formation, slope development and the whole erosional landscape relief must follow quite independent lines of development in the humid tropics and the ex-tropical zones. In the intermittant-humid tropics vast areas are covered by wash floods during the raining season. In these landscapes the vertical linear river erosion is insignificant and instead of this erosional plains covering great areas are formed by the sheet wash mentioned. These tropical river wash surfaces are so common in various levels in the intermittant humid tropics that they can be looked upon as a normal feature. The steps between these plains in various levels are not dissected by river erosion as it is the case in the ex-tropical zones. The rivers form waterfalls along the edges over long stretches, for example the Iguassu falls in southern Brazil. This type of waterfalls is a typical one characterizing the tropical region. The great potential water power energy of Africa for example is a consequence of these natural conditions. Detailed descriptions of river wash surfaces of this kind have been executed by *J. Büdel* from the eastern slope of the Deccan Highlands. Here the lower Tamilnad Plain rises to an attitude of 200, occasionally 500 m, the higher Bangalore Plain having a surface in 750 to 900 m level. This region between Bangalore and Madras can traditionally be described with the term „Rumpftreppe“. According to Büdel's observations these plains are formed by a complex of processes, which are still active. The plains are still widening, the surrounding bordering mountains forming stiff slopes indicating a front of attack. The same features are observed on the outliers. Concordant with Büdel's hypothesis of double surfaces of levelling

the formation of these tropical river wash plains takes place at two levels, the lower one is the weathering base level some ten meters under the surface, where the local rock, in this case granitic ones, is disintegrated constantly by weathering, this process being about 3-4 times so fast as in the temperate zones caused by the higher tropical temperatures. The upper surface of levelling is the sheet wash zone, which during the raining season extends practically over the whole plain. The general slope of the plain is generally only  $0.6^\circ$ , which means that the movement of the water in the run-off troughs is very slow. There is no erosional activity at all, but even if the waterflow is very slow suspended clay material can be transported and the whole plain is sheetwashed. The thickness of the caolin-rich weathering masses depends upon the inter-relationship between the lowering of the weathering base level and the efficiency of the sheet wash.

That peneplains can be formed by lateral erosion of old meandering rivers has been observed in many cases. Plain surfaces in various levels have been described as „raised peneplains“ and, when cut by renewed streams as „dissected peneplains“. In many cases this explanation of the genesis without doubt is true but it has to be taken under consideration that climatic changes have occurred to such a degree that in many localities the landscape development has taken place under varying climatic conditions. In Central Europe for example the clima of a part of the tertiary period has been tropical and during the quaternary arctic and temperate climates have altered and the recent landscape forming takes place under temperate climatic conditions. When analysing landscape features the existence of the tropical river wash plain has to be remembered and in some cases used. Plain surfaces, which formerly has been classified as peneplains, may be resistant parts of old tropical river wash plains. Broad river plains as f. exp. the Mississippi-valley have been looked upon as integrating parts of a future peneplain. New investigations, in particular as a result of oil prospecting activity, have shown that in this case and in many other cases around the world vast river plains are accumulation features caused by the postglacial eustatic rise of sealevel which can be calculated to about 140 m. We are living just now in a period, which is characterized by this sea level rise and its geomorphological consequences.

These recent global features seem to indicate that peneplains of great extension are not easily established the formation being disturbed constantly by isostatic and eustatic level changes. The formation of tropical river wash plains, however, being to a certain degree independent of erosion base levels and that means without influences from the level changes mentioned above seem to be a rather constant phenomenon. The vast extension of level landscapes in the recent tropical zone could be taken as a documentation.

For several reasons it comes natural to accept the tropical sheet wash plain as an essential form of plain formation by erosion, co-ordinated with the pediment plain of the arid zones, the peneplain of the humid temperate zones and the abrasion plain of the coastal regions. As an explanation the tropical sheet wash plain ought to be used in stead of

the peneplain in several cases and in particular of observations indicate that the plain has been formed under humid tropical conditions,

This paper is mainly based on research results of the following geographers. The Mississippi-delta and the problems of Mississippi-valley has been studied by *Richard J. Russell* and his school in Coastal Studies Institute, Louisiana State University. Sediment-types of tropical rivers has been the research programme for *I. P. Bakker* and his group, Amsterdam, the field work being done in Suriname. *J. Büdel* in Würzburg has given detailed descriptions of tropical sheet wash plains, and he has published the hypothesis of the double surfaces of levelling. He has further emphasized the clima-morphological points of view and as a consequence made a proposal for dividing the earth surface in clima-morphological regions. Karst-morphology has been taken care of by *H. Lehmann* in Frankfurt. He has contributed to the knowledge of the tropical karst phenomenon by his own research and as chairman for the IGU Karst Commission he has published reports which give an up to date outlook on karst-morphology from new points of view. *J. Tricart* has as head of Centre de Géographie Appliquée in Strassbourg utilized new experiences in his planning methodology. The author's observations have been made in Brazil (1956), in the Mississippi-region (1959) and in Florida (1964).

#### LITTERATUR

- Awad, H.* (1955): Un problème de morphologie aride: Les pèdiment. Bulletin de la Société de Géographie d'Égypte, XXVIII.
- Bakker, I. P.* (1954): Über den Einfluss von Klima, jüngerer Sedimentation und Bodenprofilentwicklung auf die Savannen Nord-Surinams. „Erdkunde“, VIII, Bonn.
- Birot, Pierre* (1959): Précis de géographie physique générale. Paris.
- Birot, Pierre* (1960): Le cycle d'érosion sous les différents climats. Rio de Janeiro.
- Büdel, Julius* (1954): Klima-morphologische Arbeiten in Äthiopien. „Erdkunde“, VIII.
- Büdel, Julius* (1957): Grundzüge klima-morphologischer Entwicklung Frankens. „Würzburger Geogr. Arbeiten“, 4-5.
- Büdel, Julius* ((1957): Die doppelten Einebnungsflächen in den feuchten Tropen. „Zeitschrift für Geomorphologie“. N.F. 1.
- Büdel, Julius* (1962): Klima-genetische Geomorphologie. „Geographische Rundschau“.
- Büdel, Julius* (1955): Reliefgenerationen und plio-pleistozner Klimawandel im Hoggar-Gebirge. „Erdkunde“, IX. Bonn.
- Corbel, J.* (1959): Vitesse de l'érosion. „Zeitschrift für Geomorphologie“. N.F. 3.
- Cvijic, J.* (1960): La géographie des terrains calcaires. Beograd.
- Feilberg, C. G.* (1958): Træk af det traditionelle afrikanske landbrug i Nigeria. Geografisk Tidsskrift, 57.
- Fisk, H. N.* (1944): Geological Investigation of the Alluvial Valley of the Lower Mississippi River. Mississippi River Company. Corps of Engineers, War Dept.



- Körber, H.* (1962): Die Entwicklung des Maintals. „Würtzburger Geogr. Arbeiten“, 10.
- Lautensach, H.* (1953): Der geographische Formenwandel. „Coll. Geogr.“ 3. Bonn.
- Lehmann, H.* (1960): Internationale Beiträge zur Karstmorphologie. „Zeitschrift für Geomorphologie“, 2.
- Louis, Herbert* (1957): Rumpfflächenproblem, Erosionszyklus und Klimamorphologie. Machatscek – Festschrift.
- Louis, Herbert* (1960): Allgemeine Geomorphologie. Berlin.
- Machatscek, H.* (1964): Geomorphologie. 8. udg. Stuttgart.
- Mortensen, H.* (1957): Diskussionsbemerkung zum Schwerpunkt II: Die Flächenbildung in der feuchten Tropen. Deutscher Geographentag, Würzburg.
- Müller, D. og J. Nielsen* (1965): Production brute, pertes par respiration et production nette dans la forêt ombrophile tropicale. Extrait de la Det forstlige Forsøgsvæsen i Danmark, XXIX, 225: 69–160.
- Russel, R. J.* (1954): Alluvial Morphology of Anatolian Rivers. Annals of the Association of American Geographers, XLIV.
- Russel, R. J.* (1957): Aspect of alluvial morphology. „The Earth, its Crust and its Atmosphere“, Leiden.
- Sindowski, K.H.* (1959): Klimageomorphologie. Bd. 1 af „Forschungen in der zentralen Sahara“, red. af W. Meckelein, Braunschweig.
- Sundborg, Åke* (1963): Naturgeografi, en vetenskap under nyorientering. „Svensk Naturvetenskap“, 16. årgang.
- Tricart, J.* (1962) L'épiderme de la terre, Squisse d'une géomorphologie appliquée. Paris.
- Wilhelmy, H.* (1958): Klimamorphologie der Massengesteine. Braunschweig.
- Zandstra, K. J.* (1954): Die jungquartäre morphologische Entwicklung des Saartales: „Erdkunde“ VIII.
- Ångeby, O.* (1951): Evorsionen i recenta vattenfall. Medd. frå Lunds Univ. Geogr. Inst., Lund.
-