

Punjab og Bombayområdet

Af Kaj Hansen

Himachal Pradesh, Punjab

Himachal Pradesh omfatter den del af Himalayas sydskråninger, der ligger i Indias nordvestlige hjørne, grænsende op til Kashmir. Himalaya er et led i den store tertiære foldning, der bl. a. også omfatter Alperne, men foldninger og overskydninger er overvejende gået mod syd, så sydskråningerne kommer til at svare til Alpernes nordsider. Himalayakæden kan i denne vestlige del inddeles i tre hovedzoner (*Berthelsen*, 1951, og *Wadia & West*, 1964):

- I. Tibetzonen, der består af tethus-sedimenter fra kambrium til mellem eocæn. Denne zone danner et stort sedimentationsbassin med foldninger af juratypen.
- II. Den krystallinske overskydningszone, der sandsynligvis er opbygget af gondwanasedimenter, men som også indeholder stærkt oppressede granitiske intrusivmasser. Denne zone svarer til Alpernes overskydningsdækker.
- III. Subhimalayazonen, der består af simur og siwalik lagserierne. Denne svarer til Alpernes molasseforland (Det schweiziske Bakkeland).

Himalayafoldningen fortsatte langt op i kvartærtiden, hvilket bl. a. fremgår af, at der nogle steder findes overskydningsdækker af ældre Himalayabjergarter hvilende på pleistocænt grus og på alluvium.

Siwalikserien er ferskvandsaflejringer ligesom Alpernes molasse, d.v.s. det er forvittringsmateriale fra de under foldningen opløftede og blottede bjergarter, som med floderne er transporteret ud og aflejret over forlandet som sand og grus, og som – efterhånden som



Fig. 1. Gennemfurede bjergvægge ved Dalhousie. Den fladere dalbund er terrasseret, og landsbyen ligger nede i dalen ved terrassernes overkant.

foldningen fortsatte – også selv er blevet ramt af denne. Der kan udskilles fire facies i sedimentationen: Piedmont facies, flodslette facies, flodseng facies og lakustrin facies. I området mellem floderne Jumna og Ganges er siwalikserien berømt for sit store indhold af tertiære pattedyrrester, men dette er noget ganske lokalt; alle andre steder er siwalikserien så fattig på fossiler, at det er umuligt at opbygge en stratigrafisk inddeling af den på basis af dens fossilindhold. Da de forskellige sedimentære facies stadig skifter både vertikalt og horisontalt, fordi floderne, når de kom ud på det flade land, ustandselig skiftede retning, er det heller ikke muligt at opstille en lithostratigrafi. Derimod kan serien inddeles på basis af tungmineralindholdet. Dette hænger sammen med, at efterhånden som Himalayafoldningen udviklede sig, bjergkæden hævede sig, og erosionen tog fat, blottedes ældre og ældre lag, der udsattes for erosion, og disse bjergarters mineraler indgik i de som siwalik aflejrede sand- og gruslag (*Sahni & Mathur, 1964*). Man har herefter kunnet opstille følgende inddeling:

øvre siwalik	nedre pleistocæn – pliocæn
mellem siwalik	mellem og øvre miocæn
nedre siwalik	nedre miocæn
<hr/>	
dharmasala eller murre	øvre oligocæn – eocæn

Dharmasalalagene er meget fattige på tungmineraller og indeholder kun de mest stabile af disse som zirkon og granat i stærkt rullet tilstand. I nedre siwalik stiger tungmineralindholdet så stærkt, at det giver sedimenterne en mørk tone; mineralerne er mindre afrundede, og der optræder mere ustabile mineraler som zoisit, epidot og staurolit. I mellem siwalik er tungmineralindholdet mere komplekst, undergrænsen sættes ved den første optræden af kyanit. Øvre siwalik karakteriseres ved et meget komplekst tungmineralselskab med bl. a. hornblende, sillimanit og andalusit, der viser, at de stammer fra overskydningsdækkerne i nord, efter at disse er blevet befriet for de mindre metamorfoserede lag, der dækkede dem.

Medens strukturen af Himalaya således er ganske analog med Alpernes, er morfologien i Himachal Pradesh en helt anden. Karakteristisk for Alpernes nordrand er jo de dybe u-formede, gletschereroderede dale og søerne foran disse; dette træk mangler ganske i Himalaya, formodentlig fordi gletscherne under istiden ikke nåede så langt ned på Himalayas sydskråning og havde mindre erosiv kraft. Det er meget vanskeligt at bestemme, hvor langt gletscherne gik ned i istiden, idet der efter den tid stadig har fundet en hævnings sted. Man regner dog med, at der ingen steder findes moræneaflejringer lavere end 1500 m o. h., men under nedisningen har disse ofte ligget noget lavere. Alle dale i denne del af Himalaya er enten længdedale parallelle med foldningsaksen eller vanderoderede dale.

Også andre træk virker ved sammenligning med Alperne påfaldende. I Alperne er der en tydelig forskel mellem overskydningsdækkernes skarpe konturer og molasseforlandets mere afrundede former; en sådan forskel bemærkes ikke i Himalaya. Ganske vist er siwalikzonen dækket af store fyrreskove, men flere steder ses det dog, at kammene her er lige så skarpe som i overskydningsdækkernes område.

I begyndelsen af det 19. årh. blev der drevet voldsom rovdrift på skovene, og store områder blev fuldstændig ryddede på grund af trækulsbrænding eller afbrænding af skoven for at skaffe bedre græsning, og ved at får og geder afbed al ny opvækst.

Nedbøren i dette område er ganske betydelig og falder ofte som en voldsom plaskregn; for Simla (2209 m o. h.) angives følgende tal i mm:

Jan.	Feb.	Mar.	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sept.	Okt.	Nov.	Dec.
63,5	68,6	68,6	58,4	71,1	182,9	431,8	442,0	149,9	25,4	12,7	25,0



Fig. 2. Skrederosion i øvre siwalik. Også disse løse jordlag danner ryggenes skarpe kamme.

De blottede bjergsider blev derfor udsat for en voldsom erosion, og selv i de hårdere bjergarter i overskydningsdækkerne er alle skråninger gennemfurede af erosionskløfter (fig. 1). I siwalikseriens løse sand- og gruslag kom det til store skred, hvorved der dannedes op til 100 m dybe kløfter med lodrette sider (fig. 2); det derved løsnede materiale spredtes med floderne ud over det foranliggende sletteland og anrettede voldsomme ødelæggelser, samtidig med at grundvandstanden sank.

Omkring år 1900 begyndte man at træffe foranstaltninger til at stoppe erosionen, idet får og geder blev udelukket fra skoven, og senere har man haft god fremgang med genoprettelsen af de ødelagte områder. Flere steder, især i de lavereliggende dale, kan man nu se skov på tidligere stærkt eroderede strækninger. Andre steder har man terrasseret skråningerne (fig. 3). De øverste terrasser tjener først og fremmest til at holde på jorden og er, så vidt det kunne ses i december 1964, ikke opdyrkede; kun helt nede i dalbunden findes der bredere, opdyrkede terrasser. Nogle steder ligger landsbyerne højt oppe på skråningerne, og terrasserne fungerer da tillige som trapper ned til det opdyrkede stykke dalbund; men i dalenes øvre ende ligger husene helt nede ved overkanten af de brede, opdyrkede terrasser.

Landet foran Siwalikhøjderne er en flad slette, der gennemstrømmes af floderne Beas og Sutlej. Nærmest bjergene har det karakter



Fig. 3. Dalsiderne er terrasseret for at hindre skred. Kun de nederste, bredere terrasser er opdyrkede. Landsbyen ligger her et godt stykke oppe på dalsiden.

af en parksavanne, men er dog samtidig stærkt opdyrket. Længere ude mellem Amritsar og Delhi er landet næsten helt træløst, inddelt i agerfelter og gennemsat af et net af vandingskanaler. Kunstvanding spiller i det hele taget en umådelig rolle for landbruget i det nordvestlige India, og ved flere af de floder, der strømmer ud fra bjergene, har man anlagt kraftværker og reservoirer til kunstvanding.

Hvor Beas strømmer ud fra Siwalikhøjderne, er man nu i færd med at bygge et sådant reservoir. Planen om at bygge et anlæg netop her blev fremsat allerede i 1926, men først i 1955 indledte Geological Survey of India en geologisk undersøgelse. I årene 1957–1961 udarbejdedes et geologisk kort over området i målestokken 1:1200; samtidig foretoges prøvegravninger og borer, og der anlagdes tunneller ind i dalsiden, så man kunne se, om der var forkastninger i lagserien. Disse undersøgelser gav det resultat, at på det sted, hvor reservoiret skal anlægges, danner siwaliklagene en synklinal og, hvad værre er, en overskydningsflade, langs hvilken der har været bevægelse op i ret sen tid. Man har konstateret tre perioder, hvor de øvre lag er blevet forskubbet hen langs denne flade. Den ældste af disse bevægelser fandt sted, da øvre siwaliks sand og lerskifre skubbedes op over øvre siwaliks konglomerat – formodentlig i midten af pleistocæn; det drejede sig her om en lodret forskydning på 1500 m. Den anden og tredje bevægelse må have fundet sted i øvre pleistocæn og i nutiden, men begge disse er af

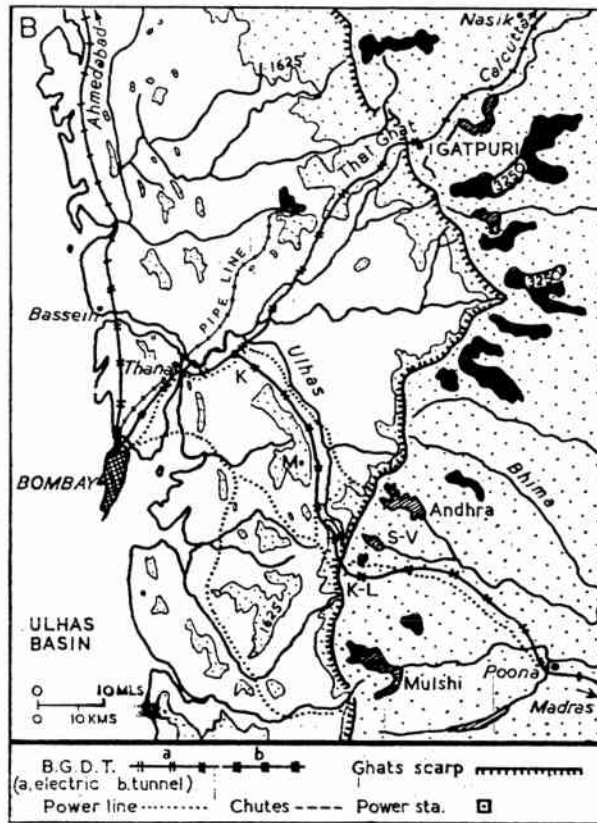


Fig. 4. Kort over Indias vestkyst i Bombayområdet.

noget mindre omfang. Mærkeligt nok synes der ikke at have fundet forskydninger sted her under Kanga jordskælvet i 1905, skønt dette havde sit epicentrum kun 60 km nordøst herfor.

I december 1964 havde man med hvid farve afmærket dæmningens profil på begge dalsider og var i færd med at udgrave de store tunneller, der skal lede vandet til kraftværket og ud til vandingsområdet; der bygges 5 tunneller, og hver har en diameter på 9 m. Medens dæmningen bygges, skal de bruges til at aflede vandet. Sene-re skal to af dem anvendes som afløb til kunstvandingsområdet og de tre andre som stighordstunneller. Når det hele er færdigt, bliver dæmningen 116 m høj og 17 m bred, og reservoiret skal opmagasine-re vand til kunstvandning af nogle af de ørkenagtige områder i Rajastan og tillige producere 240 megawatt elektricitet (*Krishnas-wamy, Hukku & Jalote, 1964*).

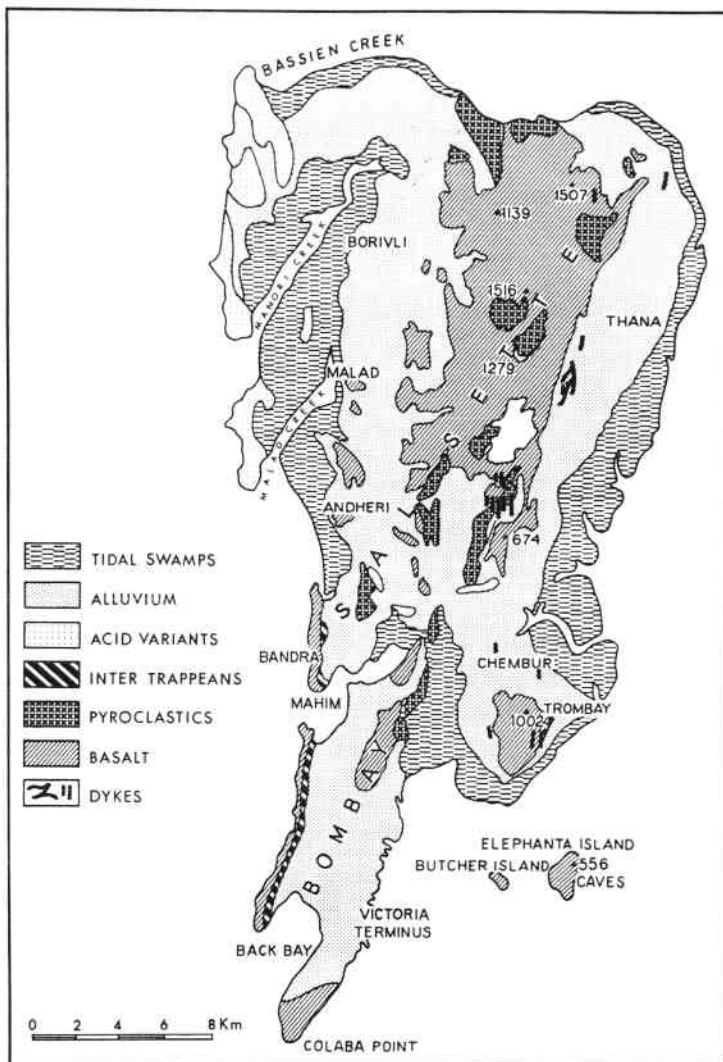


Fig. 5. Geologisk kort over Bombay og Salsette øerne.

Vestkysten og Deccan

Langs Indias vestkyst syd for Taptifloden rejser Deccans basaltplateau (Deccan Traps) sig som en 600–900 m høj mur – Vest-Ghats – adskilt fra havet ved en 40–100 km bred, lavere landstrimmel, fra hvis overflade talrige isolerede basaltrygge rager op.

Vest-Ghats har en årlig nedbør på omkring 2000 mm, hvoraf det meste falder i tiden juni–september. Dette i forbindelse med den høje temperatur året rundt gør, at forvitringen af klipperne er me-



Fig. 6. Vadelandskab ved Karodiwidi (3 på fig. 5).

get kraftig, og at floderne i regntiden har så stor vandføring, at alt løsere materiale spules ned over dette lavere kystland og efterhånden bygger det højere. Set fra luften (december 1964) ligger store områder nord for Bombay hen som nøgne brune flader, gennemskåret af stærkt meandrerende flodløb og med talrige større og mindre søer (fig. 4).

Den nuværende Bombay ø og den nordfor liggende Salsette ø består af to sådanne rækker af basaltrygge, der rager op over det lave sletteland (fig. 5). Endnu så sent som da portugiserne i 1665 overdrog øen til England, bestod området af 7 basaltøer, der ved højvande var adskilt af havet og ved lavvande forbundet af vader og sumpe, bevokset med kokospalmer og et arnested for malaria og andre tropesygdomme (fig. 5). Den sparsomme befolkning var fiskere og producenter af palmevin. Englænderne havde imidlertid straks set, at der i bugten inden for øerne var en fortrinlig havn, og begyndte derfor med landvinding og afdræning, og efterhånden opstod Bombay på den sydlige af øerne; i 1774 annekteredes Salsette øen, men først ind i det 19. årh. begyndte byen at vokse. I årene 1825–1850 øgedes befolkningen fra 250.000 til 500.000; i dag er der over 4 mill. indbyggere, og byen har bredt sig et godt stykke ind over Salsette øen. Langs kysten af denne findes der stadig store vadeområder, der i december ligger som nøgne flader, men hvoraf dog nogle anvendes til risdyrkning (fig. 6). Inden for disse marskområ-

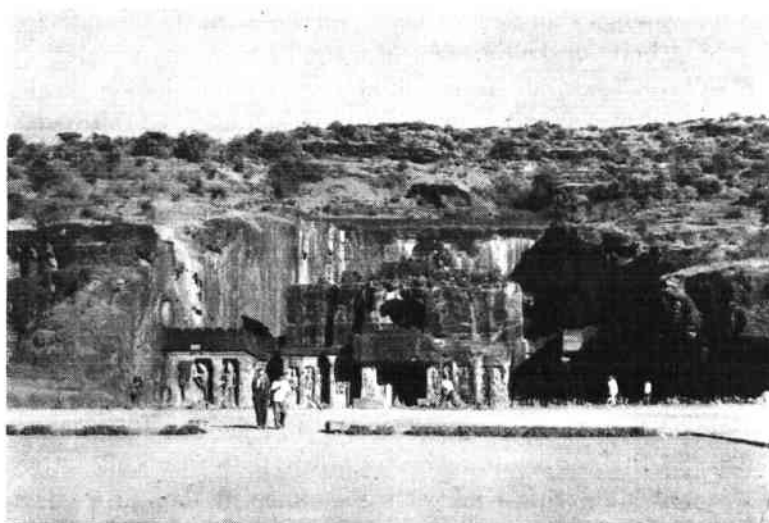


Fig. 7. Kailasa Templet ved Ellore hugget ud i basaltvæggen.

der er der på alluviet en meget tæt villabebyggelse helt ud til Borivli, medens basaltryggene er bevokset med stedsegrøn skov.

På grund af den vældige nedbør og overmåde kraftige floderosion danner kanten af Deccanplateauet en række øst-vestgående parallelle rygge, adskilt af dybe slugter. Kommer man op på plateauet, viser dette sig i staten Bombay som en række basaltrygge mellem brede, flade dale, der gennemstrømmes af floderne Godavari, Bhima og Krishna. Mod nord står det med en stejl væg ud mod Taptiflodens dal. Basaltryggene har meget stejle sider og en tilsyneladende flad top (Tafel Bergen); men kommer man op på dem, viser det sig, at der over den flade top rejser sig nye rygge, således at det hele danner en stor trappe med meget brede og høje trin. Dalenes vandskel ligger helt ude ved vestkanten, og floderne har et ganske svagt fald mod øst. Flere af vest-skræntens floder har eroderet sig så kraftigt bagud, at de har erobret (captured) den øvre del af de østløbende floder. Flere steder ser man således et flodløb, der først løber fra kanten af plateauet mod sydvest med et ganske ringe fald og derpå pludselig styrter ned i en dyb canyon, der munder ud ved foden af Vest-Ghats.

Jordbunden på plateauet angives som sortjord (*Satuanarayan*, 1957), der kaldes Regur eller Cotton Soil. Der har vist sig at være to slags, nemlig den dybe Regur langs floderne og den lettere i større afstand fra disse. Det har været diskuteret ivrigt, om denne Regur

er af samme slags som den russiske Tjernosjem. De klimatiske forhold er dog helt forskellige fra de ægte Tjernosjemområdets; nedbøren, 500–1000 mm, er betydelig større og falder i tiden juni–september, også temperaturen er meget højere, 20–25° C. Det nedsivende vand er da stærkt hydrolyseret og har en langt stærkere kemisk virkning på de bjergarter, det siver igennem. Den normale klimatiske forvittringsform ville her være en lateritisk rødjordsdannelse, og en sådan findes da også på alle højder og tørrere steder. Den sorte jords fordeling er derfor først og fremmest et spørgsmål om grundvandstandens dybde. Ligger denne lavt, får man tropisk rødjord, og ligger den højt, får man en sort jordtype, der nærmest svarer til engmulden herhjemme.

Som noget karakteristisk for Reguren har det altid været angivet, at den i våd tilstand svulmer op og bliver fedtet og sæbeagtig, medens den ved indtørring trækker sig sammen og danner brede spalter. Dette er et træk, der er karakteristisk for saltjorde, og de findes særlig i den sydlige del af Bombay staten, hvor der enten er fordybninger i undergrunden, hvori vandet stagnerer og senere ved fordampning udskiller alkalier adsorptivt på lerminerallerne, eller hvor man ved kunstvanding ikke sørger for, at vandet efter nedsivningen afdrænes igen, men lader det få lov til at stagnere og fordampe (*Joshi, 1955*).

Udtrykket Cotton Soil om sortjorden er i nogen grad misvisende, idet bomulden fortrinsvis dyrkes på de lettere rødjorde, hvor der også dyrkes durra, negerhirse og forskellige olieholdige planter, medens sortjorden anvendes til frugttræer og dyrkning af grøntsager.

Basalten (Deccan Traps) er brudt frem i tiden mellem øvre kridt og nedre eocæn og danner vandrette lavadækker af ret ensartet karakter over store områder. I egnen omkring Bombay findes indlejring af ferskvandssedimenter og tuffer, og flere steder ser man lavaen udviklet som Pillow Lava, hvilket antyder, at den her er flydt ud i ferskvandssøer. Basaltlagenes samlede mægtighed er i nærheden af Bombay 2133 m, i den vestlige del er der fundet i alt 48 lavalag med en tykkelse, der varierer fra nogle få meter til 40 m. I nærheden af Tulsi søen og Kanheri grotterne har man fundet tykke ophobninger af aflange, kantede, blærede, vulkanske bomber, blokke af brun hornsten, trakyt og vulkanske udbrudsprodukter i en matrix af tæt, mørkt, amorft materiale. Tykkelsen af disse agglomerater varierer fra nogle få centimeter til mere end en meter. Dette tyder man som tegn på, at man her har haft et af udbrudsstederne; andre mener, at lavaen er trængt frem som spalteeruptioner (*Subramaniam & Sahasrabudhe, 1964*).

I basaltområderne finder man talrige klostre og grottetempler, nogle buddhistiske andre Bramantempler, af meget forskellig alder. De ældste stammer fra det 2. årh., de yngste fra det 9. årh. De mest imponerende er vel nok grotterne ved Ellore og Ajanta. Ved Ellore er der i basaltryggens vestvæg på en to kilometer lang strækning udhugget 33 templer, sydligst 12 Buddhatempler fra år 350 til 500, dernæst følger 16 Bramantempler, hvoraf Kailasa Templet (fig. 7) er det mest imponerende, og længst mod nord ligger 5 Jaintempler, der stammer fra tiden mellem det 9. og det 12. årh.

Ajanta grotterne ligger i en hestekoformet dal og omfatter 29 buddhistiske tempel- og klostergrotter fra tiden mellem det 2. og det 7. årh. I modsætning til de fleste af disse grotter, der er rigt dekoreret med skulpturarbejder, er Ajanta grotterne dekoreret med freskomalerier, der dog er i en meget miserabel tilstand.

LITTERATUR

- Berthelsen, A.* (1951): A Geological Section through the Himalayas. Medd. f. Dansk Geologisk Forening, 12: 1. København.
- Joshi, R. V.* (1955): Soils and Groundwater in Bombay Karnatak. Bombay Geograph. Mag. Vol. III No. 1.
- Krishnaswamy, V. S., Hukku, B. M. and Jalote, S. P.* (1964): Geology of the Punjab Himalaya and the Beas Dam Project. Excursions Guide Book A. 3 and C. 2. Intern. Geol. Congress, India.
- Sahni, M. R. and Mathur, L. P.* (1964): Stratigraphy of the Siwalik Group. Intern. Geol. Congress, India.
- Satuanarayan, Y.* (1957): Soil Map of the New Bombay State. Bombay Geograph. Mag. Vol. V No. 1.
- Spate, O. H. K.* (1963): India and Pakistan. London.
- Subramaniam, A. P. and Sahasrabudhe* (1964): Geology of Greater Bombay and Aurangabad – Ellora – Ajanta Area. Guide Book to Excursion A. 13 and C. 10. Intern. Geol. Congress, India.
- Wadia, D. N. and West, W. D.* (1964): Structure of the Himalayas. Intern. Geol. Congress, India.
-