

VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1989



BENTUNGET FISK FRA MOLERETS CEMENTSTEN PÅ FUR. FISKEN BLEV FUNDET AF EN TYSK TURIST I 1985. MED EN TOTALLÆNGDE PÅ CA. 2 M ER FISKEN BLANDT MOLERETS STØRSTE. STYKKET ER VIDENSKABELIGT VÆRDIFULDT, IDET HELE KRANIET ER BEVARET I STENEN.

FORSTENINGER KAN – EFTER EN NY LOV – FRA 1990 ERKLÆRES FOR 'DANEKRÆ' – SE INDE I BLADET, HVAD DET ER. I DETTE NUMMER BEHANDLES YDERLIGERE JORDSKÆLVSONRÅDET I CALIFORNIEN, EN KYSTKLINT VED LODBJERG I DET NORDVESTLIGE JYLLAND, SAMT DE MONUMENTALE KLIPPER *AYERS ROCK* OG *THE OLGAS* I AUSTRALIEN.

Forsidebilledet af den bentungede fisk er fotograferet af *Sten Lennart Jakobsen*. Normalt kan forsteningen ses på Fur Museum, der også - foreløbig for en 5-årig periode - har den anden halvdel af stenen, som den tyske finder tog med hjem.

Redaktionen har besluttet, at abonnementsprisen - trods stigende udgifter - også næste år vil være 75 kr. Vent med at betale, indtil giroindbetalingskortet kommer, men betal så gerne snarest muligt derefter !

Ved henvendelse til VARV kan det ofte fremme ekspeditionen, hvis abonnementsnummer oplyses. Nummerkoden er trykt sammen med din adresse på bagsiden af bladet. De første fire cifre er VARVs nummer ved Postvæsenet, de næste fire cifre er **dit personlige** nummer.



==== VARV =====

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 33 11 22 32

Telefoniske bestillinger og forespørgsler kan rettes til: Lena Madsen, Svend Pedersen og Steen Sjørring på ovenstående telefonnummer. **Skriftlige** henvendelser og bestillinger ekspederes snarest muligt.

Redaktion: Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Lena Madsen, Steen Sjørring og Vivianne Berg-Madsen (Sverige).

Renskrift og

montage: Steen Sjørring

Repro: FBN Litho ApS, København

Tryk: Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 75 kr i abonnement for 1989. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 70 SKr til VARVs svenske postgirokonto 4388-5.

Enkeltnumre kan bestilles ved henvendelse til redaktionen, der oplyser om pris incl. porto. Enkeltnumre og komplette VARV-årgange kan også afhentes på Centralinstitutet.

Adresseændringer bedes meddelt Postvæsenet.

© 1989 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.



af Eckart Håkansson og Lena Madsen

Jordskælvet i San Francisco 17/10 1989 satte atter engang dramatisk focus på en af klodens mest fascinerende pladegrænser. Byen ligger i et af de mest aktive områder på Jorden, og hele den sydlige del af Californien har en meget høj jordskælvsfrekvens knyttet til bevægelsen langs en pladegrænse.

I San Francisco regionen har det været ventet, at et større jordskælv ville finde sted hen mod slutningen af dette århundrede, og meget har naturligvis været gjort i forsøg på at forudsige, hvornår det ville ske. Alligevel kom også dette jordskælv som en overraskelse (læs i VARV 1985, nr. 3 om mere succesrige forudsigelser af jordskælv), og måske var det endda slet ikke det frygtede 'big one'.

Vi vil benytte den aktuelle lejlighed til at se lidt på San Andreas forkastningen - den geologiske baggrund for denne højst ubehagelige jordskælvsrisiko.

San Andreas forkastningen strækker sig fra områderne ud for kysten i den nordlige del af Californien ned gennem landet til den Californiske Bugt, og den udgør på denne strækning grænsen imellem den Pacifiske og den Nordamerikanske plade. Langs denne *transforme forkastning* glider den Pacifiske plade mod nord og den Nordamerikanske plade mod syd - en såkaldt *dekstral*, sideværts bevægelse - med en relativ hastighed på omkring 3 cm/år for hver plade. Mod nord går San Andreas forkastningen over i en *triple junction* ved Mendocino fraktur-zonen (der ligeledes er en transform forkastning), medens den mod syd ender i den Californiske Bugt i en serie af meget korte spredningsrygge, der inden for de sidste få millioner år har revet den Californiske Halvø løs fra Mexico.

De historiske optegnelser om Californiens jordskælv går jo ikke langt tilbage, men som det fremgår af kortet (fig. 1) er tætheden af registrerede jordskælv ganske betydelig. Langt fra alle jordskælv forekommer dog på selve San Andreas forkastningen. Hele Californien er gennemsat af en mosaik af forkastninger, og det er den stadige, sideværts bevægelse langs San Andreas forkastningen,

der er den drivende kraft bag den tektoniske uro, som præger både Californien og store dele af det vestlige USA iøvrigt.

Hvis den modsat rettede, sideværts bevægelse imellem to plader er fuldstændig parallel, kan processen foregå kontinuert og ganske fredsommeligt, men hvis der bare er den mindste smule 'slinger i valsen', vil der næsten uvægerligt opstå spændinger (se fig. 2). Når disse spændinger overskrider en grænseværdi (der kan variere meget, afhængig af de lokale forhold), sker der et brud, og man får et jordskælv. Jo større spænding inden bruddet, jo større jordskælv.

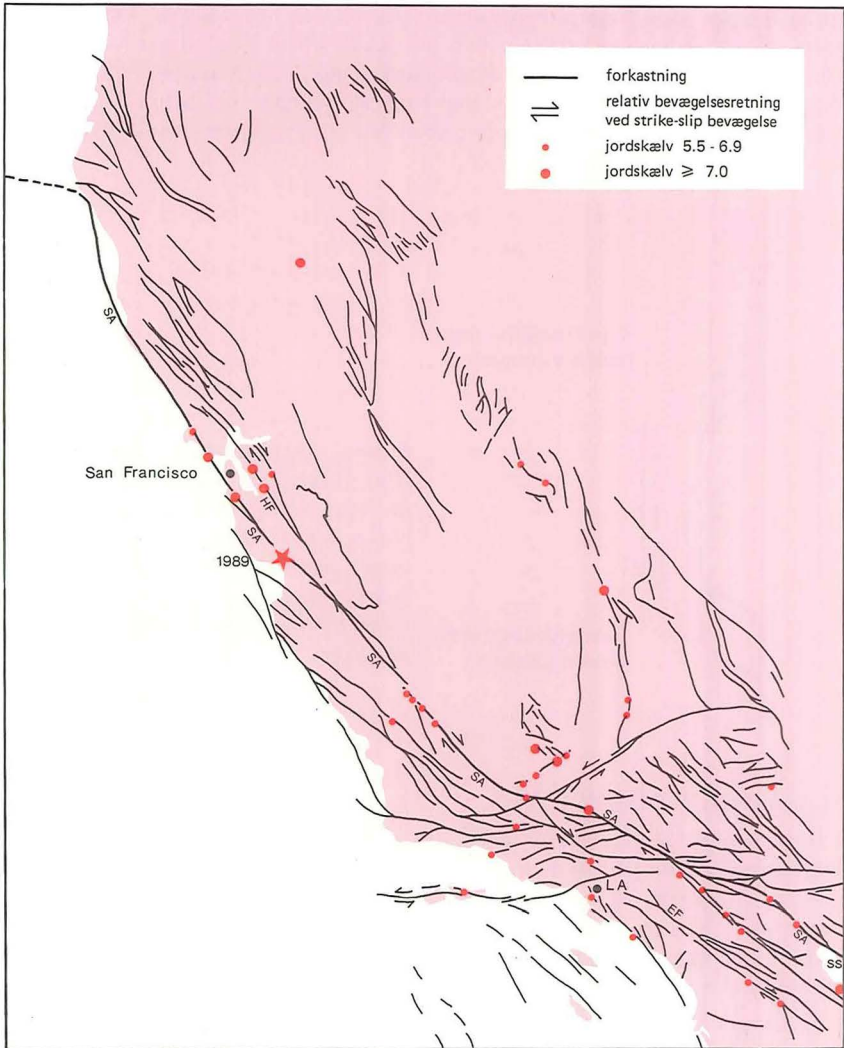
De geologiske forhold i områderne omkring jordskælvets *epicentrum* har i høj grad betydning for omfanget af skader i forbindelse med jordskælvet. For eksempel vil der være meget stor forskel på overflade-effekten af samme jordskælv i områder med krystalline bjergarter og områder med løse sedimenter, idet forskellige bjergarter transmitterer jordskælvsbølgerne meget forskelligt. Og hvis sedimenterne oven i købet er vandholdige, kan det gå gruligt galt.

Så af flere grunde opfører de forskellige afsnit af San Andreas forkastningen sig vidt forskelligt, både med hensyn til hyppighed og karakter af jordskælv. Mønstret afhænger således dels af de fysiske egenskaber af de bjergarter, der indgår, dels af de allerede eksisterende forkastningers form og forløb.

Forholdsvis rolige afsnit af San Andreas forkastningen findes for eksempel på det lange, lige stræk nogenlunde midt imellem San Francisco og Los Angeles. Her er de relative bevægelser stort set parallelle, og de har fortrinsvis givet anledning til ret svage jordskælv. Kun centralt på denne strækning, i forbindelse med et mindre spring i forkastningens forløb, har kraftigere jordskælv været hyppige. Denne tendens ses måske endnu tydeligere, hvor San Andreas forkastningen får et decideret kurvet forløb. Således er jordskælvshyppigheden i det sydligste Californien usædvanlig høj, selv efter lokal målestok. På grund af forkastningens kurvede forløb resulterer pladebevægelserne her i et *transpressions* regime, der involverer både *strike-slip* bevægelser og overskydninger (fig. 2).

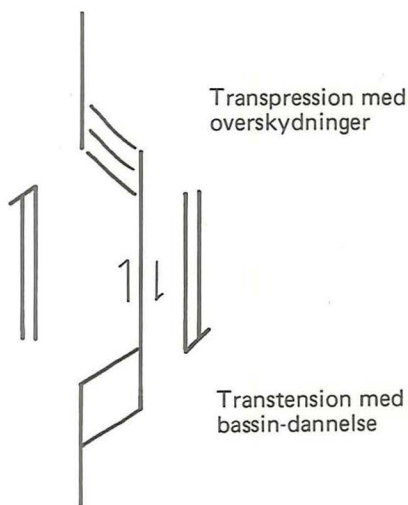
Af samme årsag er regionen omkring San Francisco udsat for en stærkt forøget tektonisk aktivitet, til dels med meget voldsomme jordskælv. Det velkendte jordskælv ved San Francisco i 1906 medførte således en sideværts bevægelse på helt op til 6 m i et spring! Dette jordskælv er nok det kraftigste, der er forekommet i forbindelse med San Andreas forkastningen inden for historisk tid, og ved denne spændingsudløsning brød forkastningen op over en strækning på mindst 300 km.

Man kan også iagttage, hvordan San Andreas forkastningssystemet udvikler sig hen mod så gnidningsløse situationer som muligt. Både ved San Francisco og Los Angeles er meget unge forkastningsspor (*by-pass forkastninger*), der udjævner forløbet af den overordnede pladegrænse, under udvikling. Syd for Los Angeles løber de vest for San Andreas forkastningen med Elsinore forkastningen som den mest markante, og ved San Francisco løber de øst for San Andreas



Figur 1. De overordnede forkastningssystemer i Californien afspejler bevægelsen imellem den Pacifiske plade og den Nordamerikanske plade. Med rødt er angivet epicentrene for de kraftigere jordskælv (over 5.5 på Richter-skalaen) gennem de sidste 150 år. SA = San Andreas forkastningen, HF = Hayward forkastningen, EF = Elsinore forkastningen og SS = Salton Sea.

forkastningen med Hayward forkastningen som den betydeligste. I forbindelse med disse by-pass forkastninger kan der lokalt opstå strækning i jordskorpen (*transtension*, se fig. 2), således at der dannes små sedimentations-bassiner med meget hurtig indsynkning (f. eks. San Francisco bugten og Salton Sea truget). Tilsvarende transtension i områderne nord for San Francisco giver stedvis ophav til varme kilder og geysir aktivitet.



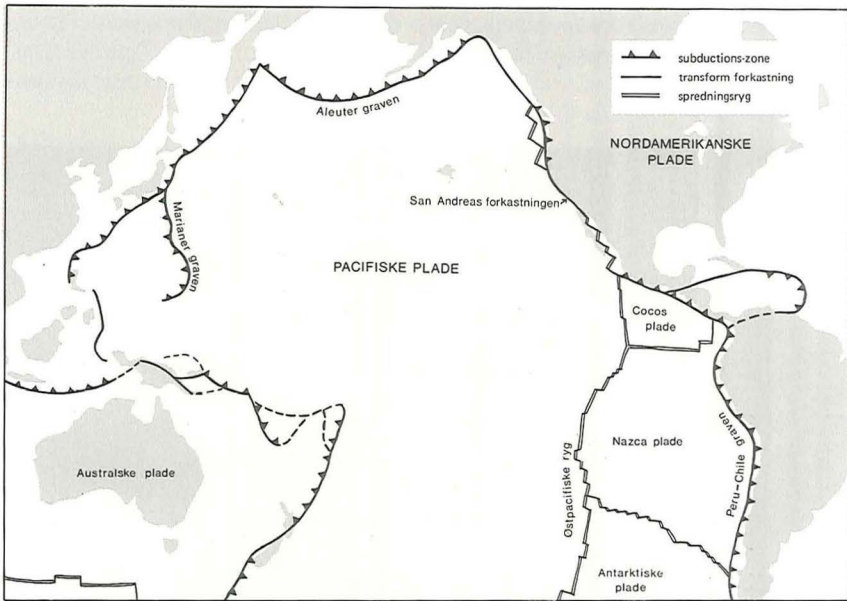
Figur 2. Dextral (højre-gående) strike-slip forkastning. (Hvis pilene vendes, får man en sinistral (venstre-gående) forkastning). I forbindelse med uregelmæssigheder i forløbet opstår lokale spændingsområder med strækning (*tension*) eller sammenpresning (*kompression*).

PLADER OG PLADEGRÆNSER

I følge den moderne pladetektonik, der jo indeholder væsentlige elementer af Wegeners kontinentaldrift teori, er jordens skorpe opdelt i en række større og mindre plader (fig. 3), som bevæger sig i forhold til hinanden. Pladegrænserne kan bedst lokaliseres ved at se på fordelingen af jordskælv på kloden, idet den meget store koncentration af jordskælv i bestemte zoner er resultatet af pladernes indbyrdes gnidninger (fig. 4).

I princippet findes der tre typer pladegrænser (fig. 5). Ved *konstruktive* eller *divergente* pladegrænser nydannes oceanbunds-skorpe i forbindelse med en spredningsryg samtidig med at de to plader glider væk fra hinanden med jævn hastighed. De jordskælv, der forekommer i forbindelse med konstruktive pladegrænser, er overfladenære og ikke særligt voldsomme.

Destructive eller *konvergente* pladegrænser findes, hvor to plader støder sammen. Hvis begge plader består af oceanbund, vil den ene plade subduceres, og der dannes en dybgrav og en vulkansk øbue over subduktionszonen. Hvis kun den ene pladerand er dannet af oceanbund, medens den anden udgøres af et



Figur 3. Lithosfærepladernes nuværende fordeling i det Pacifiske Ocean.

kontinent, resulterer kollisionen ligeledes i en subduktion af oceanbundspladen, men herudover dannes en større, noget asymmetrisk bjergkæde med omfattende magmatisk aktivitet (som på fig. 5). Begge disse typer af destruktive pladegrænser er karakteriseret af talrige, til tider voldsomme jordskælv, med *hypocentrum* helt ned til 700 km dybde. Hvis begge de kolliderende plader derimod har kontinental skorpe i randen, bliver resultatet en omfattende, mere eller mindre symmetrisk udviklet bjergkædedannelse, hvor de dybe jordskælv mangler.

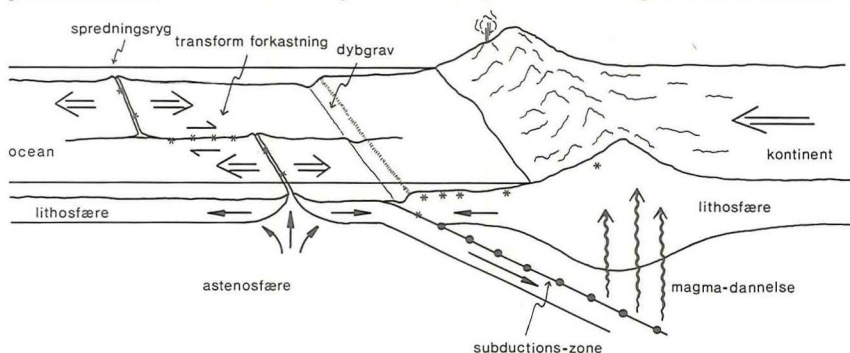
Endelig har man de såkaldte *passive* eller *konservative* grænser, hvor to plader 'blot' glider forbi hinanden langs en transform forkastning. Som tidligere nævnt tilhører San Andreas forkastningen denne kategori. Jordskælv i forbindelse med passive pladegrænser har alle deres *hypocentrum* liggende meget højt i jordskorpen - i Californien stort set aldrig dybere end 15 km - og deres voldsomhed er i store træk afhængig af pladernes indbyrdes bevægelsesretning samt af en række helt lokale forhold.

Hastigheden i dannelsen og dermed bevægelsen af disse plader er imidlertid hverken konstant eller ensartet alle steder, og ved et samspil af disse faktorer vil

nogle plader derfor forsvinde helt igen. I denne proces kan pladegrænserne også 'pludselig' skifte karakter, ligesom mindre dele af en plade kan 'springe over' til en naboplade. Som vi skal se i næste afsnit, indeholder San Andreas forkastningens dannelseshistorie alle disse elementer.



Figur 4. Fordelingen af jordskælv i det Pacifiske område omfattende alle jordskælv (større end 4.5 på Richter skalaen) i perioden 1978 - 1985. Den meget udtalte koncentration har været medvirkende til at fastlægge lithosfærepladernes grænser. (Illustrationen er et skærbillede fra et undervisningsprogram om pladetektonik, der er udviklet af T.Andersen, T.Albertsen og E. Schou Jensen).



Figur 5. Diagram visende forskellige relationer mellem lithosfæreplader. Pletter angiver dybe jordskælv og stjerner angiver overfladenære jordskælvs placering.

UDVIKLINGEN I DET VESTLIGE NORDAMERIKA SIDEN ØVRE KRIDT

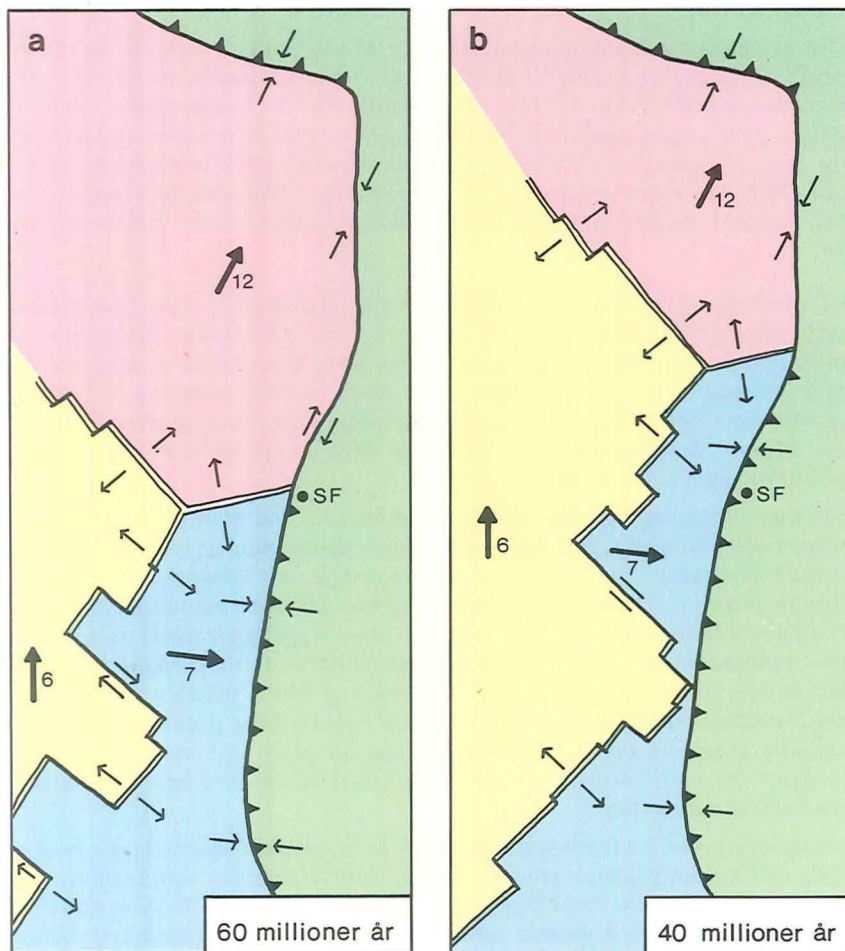
Den geologiske udvikling langs vestranden af det Nordamerikanske kontinent beror på samspillet imellem i alt fire store lithosfæreplader, hvoraf kun den Nordamerikanske plade rummer et kontinent. De tre øvrige plader - den Pacifiske plade, Kula pladen og Farallon pladen - er rene oceanbundsplader (se fig. 6a). Af de tre oceanbundsplader er Kula pladen nu helt forsvundet, medens små, isolerede rester af Farallon pladen endnu kan erkendes flere steder. Kun den Pacifiske og den Nordamerikanske plade eksisterer fortsat i bedste velgående.

Udredningen af det meget komplicerede hændelsesforløb, som disse pladers indbyrdes bevægelser har resulteret i, er overvejende baseret på det mønster af magnetiske anomalier, der findes på oceanbunden. Ganske vist er det jo næsten kun information fra den Pacifiske plade, der er bevaret, men på grund af den symmetriske opbygning af oceanbund på begge sider af en spredningsryg, har det alligevel været muligt, at rekonstruere bevægelserne af alle de fire plader, selv om en enkelt af dem er helt væk.

Så langt tilbage som de palæomagnetiske data fra den nuværende oceanbund tillader os at 'se' (d.v.s. fra engang midt i Øvre Kridt), mødtes de tre oprindelige oceanbundsplader i et system af spredningsrygge, der tilsammen dannede en 'triple junction'. Den relative bevægelse af hver af disse plader i forhold til den Nordamerikanske plade har tilsyneladende været nogenlunde konstant siden da, med hastigheder og retninger som angivet på fig. 6. Dette bevægelsesmønster har medført, at Farallon pladen til stadighed er blevet subduceret ned under den Nordamerikanske plade langs en simpel, konvergent grænse. Kula pladen derimod grænsede op til den Nordamerikanske plade i et mere kompliceret mønster, der omfatter både en passiv, transform forkastning og en konvergent grænse med subduktion.

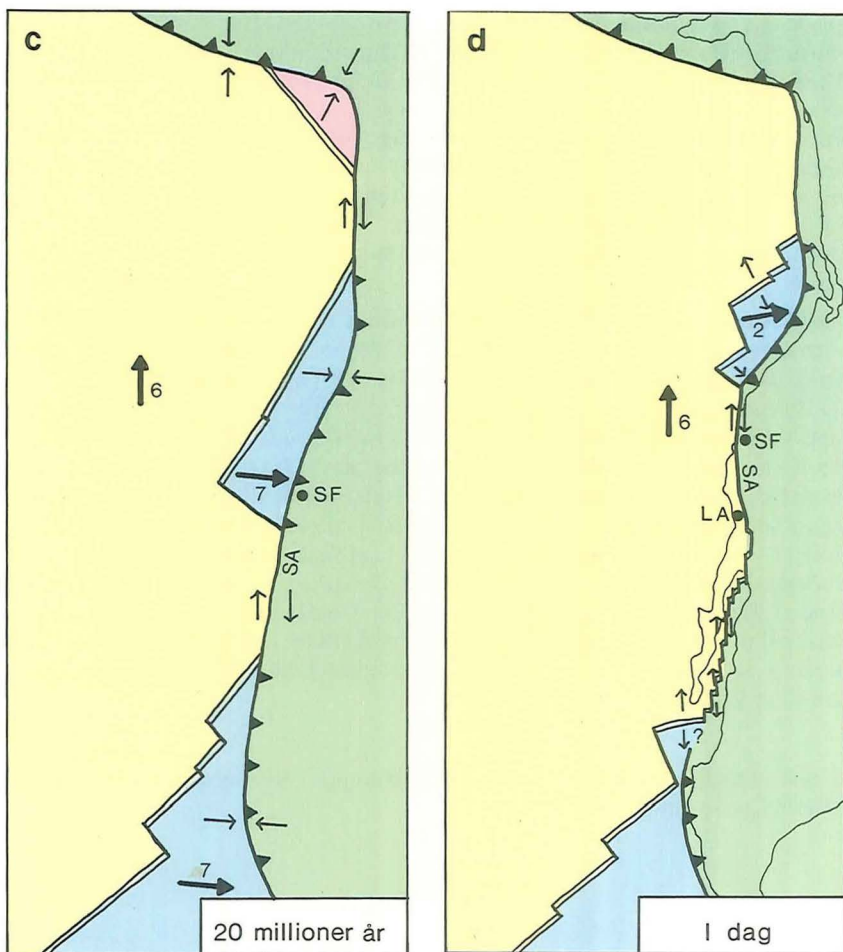
Efterhånden som pladebevægelserne skred frem, gled spredningsryggen mellem Kula og Farallon pladerne mod nord. Den 'triple junction' som fandtes, hvor disse to plader mødte den Nordamerikanske plade, flyttedes følgelig også mod nord, hvorved Farallon pladens subduktionszone efterhånden strakte sig længere og længere op langs den Nordamerikanske plades rand. For omkring 60 mill. år siden (fig. 6a) var denne 'triple junction' nået op til San Francisco regionen, der indtil dette tidspunkt havde ligget ved den transforme del af grænsen mellem Kula pladen og Nordamerika. Igennem de næste ca. 50 mill. år fortsatte Farallon pladens subduktion ind under denne del af Californien, medens den Pacifiske plade hastigt nærmede sig Nordamerika.

For omkring 40 mill. år siden (fig. 6b) strakte subduktionszonen sig næsten op til den Canadiske grænse. På samme tidspunkt kom den Pacifiske plade for første gang i direkte kontakt med den Nordamerikanske plade, idet det fremskudte hjørne - forårsaget af Mendozino transform forkastningen - nåede subduktionszonen omtrent ved den nuværende Mexicanske grænse. Skiftet fra Faral-



Figur 6. Tegneserie, der viser de rekonstruerede pladebevægelser langs vestsiden af den Nordamerikanske plade gennem de sidste 60 millioner år. Farvekode: Grøn = Nordamerikanske plade, Rød = Kula pladen, Blå = Farallon pladen, og Gul = Pacifiske plade. SF = San Francisco, LA = Los Angeles, SA = San Andreas forkastning.

lon plade til Pacifisk plade betød, at den relative bevægelse på dette sted ændrede sig fra at være konvergent til at blive overvejende strike-slip domineret (se retningspilene på fig. 6b). Hermed var grunden lagt til den nuværende San Andreas forkastning.



Ved de fortsatte pladebevægelser forlængedes San Andreas forkastningen gradvis mod nord, medens Kula pladen og de nu adskilte dele af Farallon pladen ved den stadige subduktion blev mindre og mindre (fig. 6c). Først for omkring 10 mill. år siden var San Andreas forkastningen nået op til San Francisco, og på nogenlunde samme tidspunkt var de sidste rester af Kula pladen ved at blive opslugt i Aleuter graven.


Frem til idag er disse processer fortsat, men de isolerede rester af Farallon pladen er efterhånden blevet så små, at nogle af dem er ved at ændre karakter. Ved Juan de Fuca pladen (det nugældende navn for den nordlige rest af Farallon

pladen) er subduktionen måske ved at ebbe ud, idet dybe jordskælv åbenbart mangler fuldstændigt i denne region, samtidig med at hastigheden er faldet markant (fig. 6d). Områderne inden for Juan de Fuca pladen udgør dog stadig en overordentlig aktiv vulkansk provins - man kan blot nævne Mt. St. Helens i denne sammenhæng. Den lille Rivera plade (der er navnet på det fragment, der ligger lige syd for den Californiske Halvø) har tilsyneladende helt tabt gejsten, og meget tyder på, at denne rest af Farallon pladen nu er smeltet fuldstændig sammen med den Nordamerikanske plade. Som det fremgår af jordskælvsfordelingen på fig. 4, er begge de tilhørende spredningsrygge dog fortsat i fuld aktivitet.

Medens disse rester af Farallon pladen således er ved at ophøre som selvstændige (Cocos pladen er stadig intakt, se fig. 3), har den Californiske Halvø og de dele af Californien, der ligger vest for San Andreas forkastningen simpelthen 'skiftet side' inden for de sidste få millioner år (fig. 6d). Disse løsrevne dele af det Nordamerikanske kontinent ligger nu på den Pacifiske plade, og de bevæger sig derfor op mod Alaska med en hastighed på ca. 6 cm/år. Alt andet lige, ville det betyde, at Los Angeles om ca. 30 mill. år kan blive forstad til San Francisco (eller omvendt om man vil). Imidlertid må man forvente, at 'pladeskift' fortsat vil influere på udviklingens forløb. I forbindelse med de såkaldte by-pass forkastninger vil små pladestykker jo efterhånden skifte side. En videreudvikling af Hayward forkastningen (fig. 1) kan således betyde, at hovedparten af strike-slip bevægelsen langs den Nordamerikanske pladerand efterhånden vil komme til at foregå her. Når - eller hvis - det sker, vil også San Francisco komme til at ligge på den Pacifiske plade.

I den aktuelle anledning har Geologisk Museum i København netop åbnet en udstilling om jordskælv !

NY GEOLOGI

Geologi er kommet i søgelyset, det ses blandt andet af mængden af bøger, som beskriver mineraler, krystaller, forsteninger og sten. Inden for det sidste års tid er der blandt mange udkommet: 

STEN I FARVER, Politikens forlag, 152 sider - paperback, pris 129 kr. Denne 5. udgave er bearbejdet af Lars Skov Andersen, der har revideret og moderniseret teksten, som i forhold til 1. udgaven fra 1960 er ændret meget. Til gengæld er de allerfleste af de 266 sten, der er afbildet i farver, ganske de samme, som i 1960-udgaven, de gengivelser, der var uskarpe dengang, er det stadigvæk. Bogen har i mere end 25 år været populær og anvendt på mange forskellige niveauer. Det vil denne udgave uden tvivl også blive.

STEN OG MINERALER, Høst & Søns Forlag, 64 sider - indbundet, pris 178 kr. Bogen er oversat og bearbejdet af Erik Schou Jensen og Ole Johnsen. Her er angrebsvinklen en anden, idet der i hvert sideopslag søges fortalt en afsluttet historie, f. eks. 'Kalkstenshuler', 'Magmabjergarter' eller 'Farvepigmenter' for at nævne nogle af overskrifterne. Utraditionelt, men afgjort ikke kedelig. Som opslagsbog er den næppe egnet, men vinder ved de mange fine farveplancer.

MINERALER, Hernov's Forlag, 246 sider - indbundet, pris 258 kr. Bogen er til dansk bearbejdet af Gorm Jessen, og kan på mange måder betragtes som en afløser af den forlængst udsolgte Noe-Nygaards: Mineralogi. Omfanget af mineraler er nogenlunde det samme, men i denne nye bog også med en masse udmærkede farvebilleder. Bogen har omkring 40 siders indføring før den systematiske del. Bogen egner sig fortrinlig som opslagsværk. For den mere erfarne samler er teksten sikkert let, for nybegynderen kræver det nok en grundig gennemlæsning af indledningsafsnittet, før man får fuldt udbytte af billedteksten.

KRYSTALLERNES VERDEN, Geologisk Museums Støttefond, 64 sider - paperback, pris 68 kr. Bogen er forfattet af Ole Johnsen, der også har fotograferet de godt 20 farveoptagelser af flotte krystaller. Der gives en sober og klar indføring i krystallografiens grundbegreber, hvorefter de enkelte krystalklasser behandles systematisk og særdeles sagligt. Til støtte for teksten er der et stort antal fine stregtegninger af karakteristiske krystaller.

VÆRD AT VIDE OM FORSTENINGER, Høst og Søns Forlag, 94 sider - indbundet, pris 198 kr. Bogen er forfattet af Palle Gravesen, der har benyttet en del af Christian Rasmussens fine tegninger, der er kendt fra H. Wienberg Rasmussens 'Palæontologi' og 'Danmarks Geologi', og hertil kommer så en lang række fotografier af forsteneringer fra forfatterens egen samling suppleret med billeder af forsteneringer fra Geologisk Museum. Forsteneringerne behandles efter de tidsperioder, hvor de er mest karakteristiske, hvorved der også opbygges en biostratigrafi. I tilgift får man en række turforslag til lokaliteter, hvor man kan samle forsteneringer. En let læselig og velillustreret bog for den interesserede samler.

GLETSCHERE I SYDGRØNLAND, Grønlands Geologiske Undersøgelse, 80 sider - indbundet, pris 119,55 kr. Bogen er forfattet af Anker Weidick, der giver en spændende indføring og præcis oversigt over de glacialgeologiske forhold før og nu. Bogen indeholder en lang række både gamle og nye billeder fra Sydgrønland, og kan formodentlig ligefrem anvendes som rejsefører i området.

DANEKRÆ HVAD ER DET ?

I foråret 1989 vedtog Folketingen en revision af Museumsloven. Den reviderede lov indeholder en bestemmelse om *danekræ*. Det hedder således, at:

Den, der i Danmark finder en botanisk eller zoologisk genstand af fossil eller subfossil oprindelse eller en geologisk genstand af enestående videnskabelig eller udstillingsmæssig værdi, skal tilbyde staten genstanden.

Genstanden skal afleveres til enten Botanisk, Geologisk eller Zoologisk Museum i København, eller til et andet statsligt eller statsstøttet naturvidenskabeligt Museum.

Ønsker staten at erhverve genstanden fastsættes en godtgørelse til findereren eller den der besidder genstanden af Statens Museumsnavn. Godtgørelsen fastsættes under hensyn til genstandens værdi og sjældenhed samt til den omhu, hvormed findereren har sikret genstanden.

Denne bestemmelse, der svarer til bestemmelsen om kulturhistoriske fund, *danefæ*, har til hensigt at sikre enestående naturhistoriske fund, *danekræ*, for offentligheden. Dette sker i erkendelse af, at *danekræ* kan have samme kulturelle værdi som et *danefæ*.

Ideen med den nye lovbestemmelse er absolut ikke at erklære enhver pæn naturgenstand for *danekræ*. Den skal ikke være en hindring for de mange, som har interesse i at samle naturhistoriske genstande. Lovbestemmelsen skal alene sikre, at de naturgenstande, som har en helt exceptionel videnskabelig eller udstillingsmæssig værdi, tilfalder staten, og dermed kan blive til gavn og glæde for os alle.

Foreningen af Danske Naturvidenskabelige Museer har iværksat en oplysningskampagne om *danekræ* for at gøre opmærksom på den nye lovbestemmelse.

På Geologisk Museum i København arrangeres en udstilling om *danekræ* i månederne januar, februar og marts 1990. I udstillingen vil man kunne se eksempler på genstande af "danekræ-kvalitet" - ikke blot fra Geologisk Museums samlinger, men også fra Zoologisk Museum, Fur Museum, Midtsønderjyllands Museum i Gram og fra Faxe Museum.

VARV vil fortløbende orientere om *danekræ*.

Lena Madsen

NYT GEOLOGISK KORT OVER DANMARK

af Stig Schack Pedersen

Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU) har udgivet et nyt geologisk kort, som viser fordelingen af jordarterne i Danmark. Kortet er i målestoksforholdet 1:200 000 og opdelt i 4 blade, hvor Geodætisk Instituts færdselskort danner den topografiske ramme. Foruden oplysninger om byer og navne på kendte geologiske lokaliteter, er kortet også påtrykt højdekurver med et interval på 5 meter (højdekurver er dog ikke påtrykt det viste udsnit fra Vestsjælland). Geografisk inddeles de 4 kortblade i Nordjylland, Midtjylland, Sønderjylland og Fyn, samt Sjælland med omliggende øer og Bornholm.

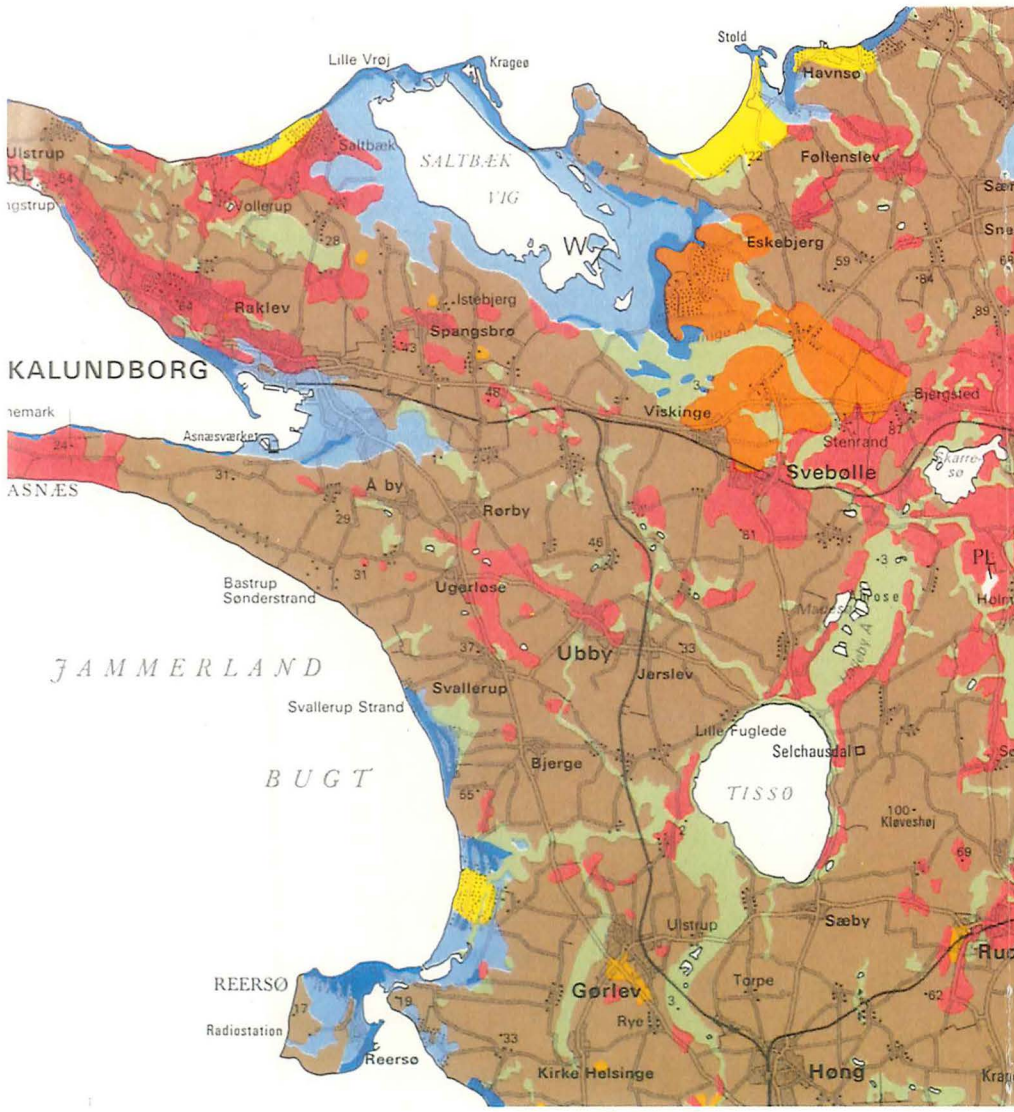
Det nye jordartskort er udarbejdet i anledning af DGUs 100 års jubilæum. DGU blev oprettet i 1888 med det formål at kortlægge landet geologisk for at kunne opdage og indkredse forekomster af vigtige råstoffer til gavn for landets økonomi. Siden oprettelsen har den geologiske undersøgelse dog beskæftiget sig med talrige andre ting, men igennem alle årene og på trods af skiftende tiders forbigående interesser, er den systematiske kortlægning stille og roligt blevet fortsat.

I dag mangler stadig omkring en fjerdedel af landet at blive kortlagt, men det blev alligevel besluttet, at eksisterende datamateriale var godt nok til at sammentegne et geologisk kort i skalaen 1:200 000.

Med god ret kan man anføre, at det er på høje tid, der kommer et nyt kort. Det sidste jordartskort udkom i 1935 og var udfærdiget af *C.H. Bornebusch* og *K. Milthers* i målestoksforholdet 1:500 000. *V. Milthers'* kort over fordelingen af hedesletter om morænelandskab med indtegnede israndslinier blev udgivet af DGU i 1948. *A. Schou's* geomorfologiske atlas fra 1945 er senere blevet fulgt op af *Per Smeds* 4 geomorfologiske kort (Geografforlaget, 1978-82), der illustrerer hovedtrækkene i landskabernes opbygning og nogle jordarters fordeling, dog mangler en række detaljer om de kvartærgeologiske enheders udbredelse.

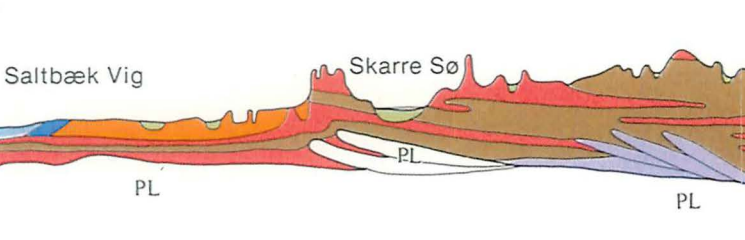
Men nu foreligger der altså et kort over Danmarks jordarter. Alle kan købe det, alle kan bruge det. Det vil i det kommende år være vor fælles referenceramme. Der er ingen, som mere behøver at være i tvivl om, hvor vore hævdede havaflejringer er, eller hvor hedesletterne begynder.

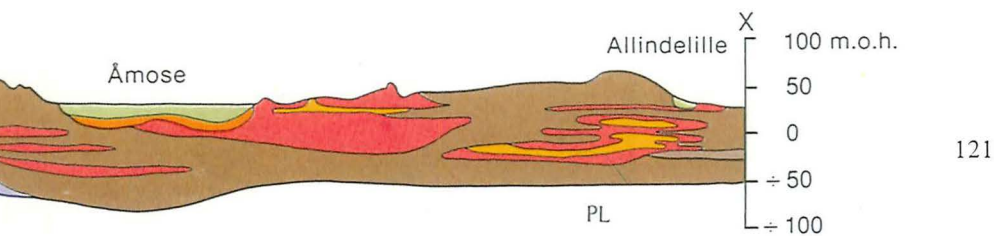
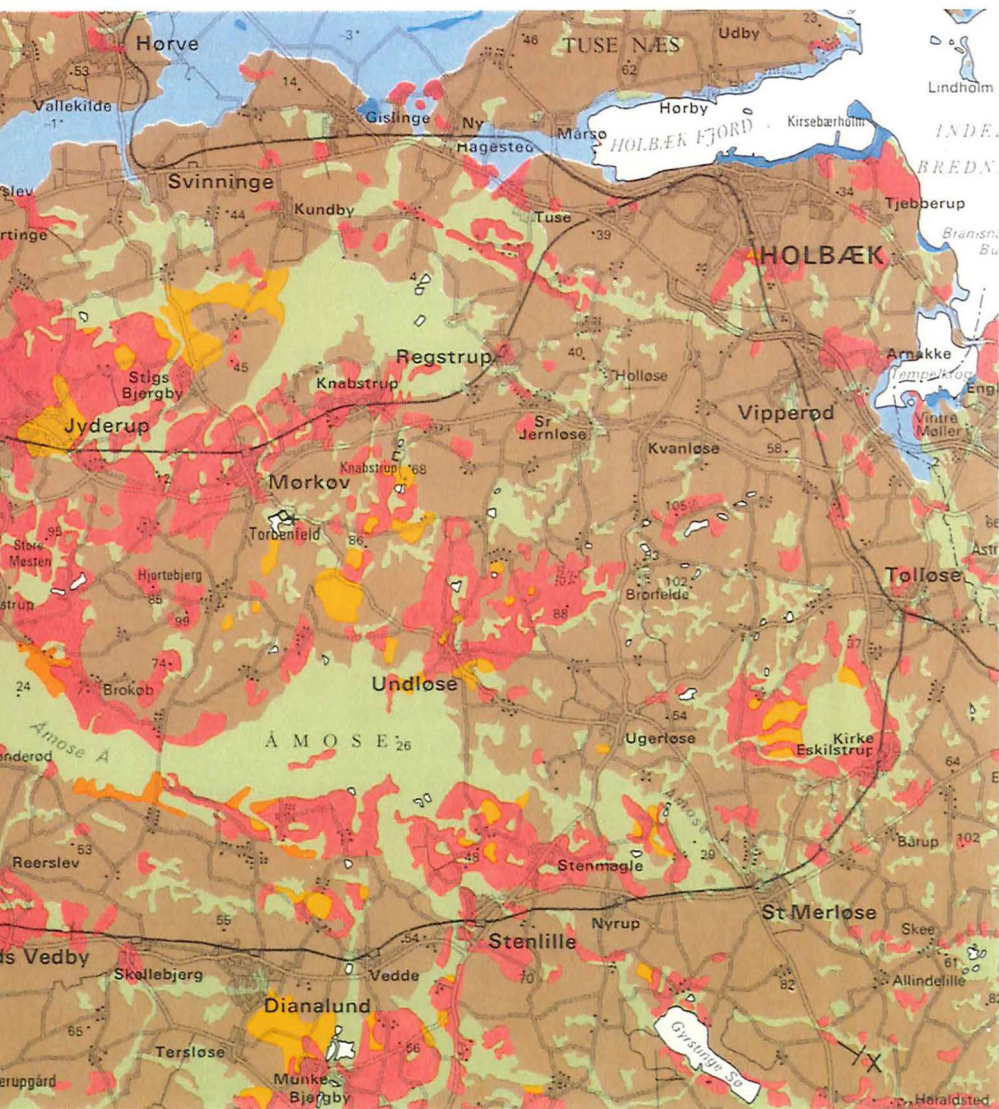
Jordartskortet over Danmark viser jordlagenes beskaffenhed i 1 meters dybde. Dette mål er valgt, for at man klart kan skelne den geologiske jordart fra det, som ligger ovenover, nemlig jordbundens muld- og kulturlag. Grundlaget for



120

m.o.h. 100
50
0
-50
-100





kortlægningen er de 100 års systematiske 'kartering', hvor geologerne med et 1.25 m langt, lillefinger tykt jordspyd for hver 100 m har stukket spyddet i jorden og fået en lille prøve op, der på stedet er blevet bestemt og resultatet indtegnet på kortet. Hvor geologerne har mødt profiler gennem jordlagene, er der gjort optegnelser, der har bidraget til forståelsen af de enkelte jordarters klassifikation.

De steder i landet, hvor den systematiske kortlægning ikke er tilendebragt, har kortsammentegningen støttet sig til de tusindvis af brøndboringer, der igennem mere end 50 år er blevet registreret på DGU. Desuden er kortudtegningen blevet støttet af flyfototolkning og andre resultater fra de ikke kortlagte områder.

På kortet skelnes der mellem følgende 11 forskellige enheder (de enheder, der har en farvebetegnelse med, er vist på kortudsnittet fra Vestsjælland eller i det tilhørende profil):

- 1 Flyvesand (gult)
- 2 Ferskvandsdannelser (grønt)
- 3 Marskaflejringer
- 4 Havaflejringer (lyseblåt)
- 5 Strandvolde (mørkeblåt)
- 6 Morænesand og -grus
- 7 Moræneler (brunt)
- 8 Smeltevandssand og -grus (rødt)
- 9 Smeltevandsler (gulbrunt)
- 10 Ekstramarginale aflejringer (orange)
- 11 Ældre havaflejringer (violet)

Desuden er alle de overfladenære forekomster af foristidsaflejringer med en vis udstrækning angivet med hvidt og en bogstavkombination, der fortæller, hvilken bjergart, der er tale om.

Det nye jordartskort over Danmark vil nok holde dette århundrede ud og formentlig et stykke ind i det næste årtusinde. Det er ikke let at producere et kort af denne type, så der vil nok gå nogle år, inden en lignende kortproduktion af ca. 3 års varighed bliver sat igang igen. Indtil da vil det nye kort danne grundlag for det næste kort, der gerne skulle indeholde den afgrænsede udbredelse af enkelte velbeskrevne formationer, strukturelle forhold og de første overordnede kortlægninger af havbunden.

Kortene sælges enkeltvis (150 kr) eller de 4 kort samlet (500 kr) og kan bestilles hos:

Danmarks Geologiske Undersøgelse eller
Thoravej 8
2400 København NV
Tlf.: 31 10 66 00

Geografforlaget
Fruerhøjvej 43
5464 Brenderup
Tlf.: 64 44 16 83

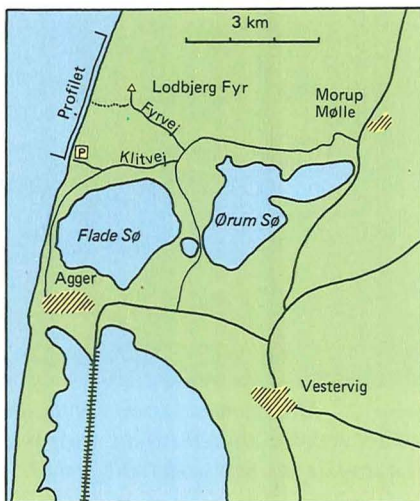


KYSTKLINTEN VED LODBJERG

af Steen Sjørring

Ud for Lodbjerg Fyr i det nordvestlige Jylland (fig. 1) findes der en kystklint, som består af moræneler, en enkelt flage af oligocænt glimmerler og en lille smule smeltevandssand og -ler. Hele klintafsnittet er dækket af flyvesand.

Normalt tiltrækker morænelersklinter sig ikke den store opmærksomhed - heller ikke klinten ved Lodbjerg - men den skal alligevel omtales her, især fordi kendskabet til de glaciale aflejringer i den del af landet er sparsomt.



Figur 1. Profilet ligger vest for Lodbjerg Fyr. Hvis man følger Klitvej til parkeringspladsen tæt ved stranden og går gennem klitterne her, kommer man ned, netop hvor moræneleret begynder i syd, se fig. 13.

Moræneleret er blottet over en strækning på ca. 3 km i klinten. Farven af leret er mørk blålig til brunlig i den nedre del og mere lys grålig i den øvre del, som også indeholder mange flere sten. Den nedre del er flere steder tydeligt lagdelt. Lagdelingen består i en vekslen mellem lysere, mere lerede bånd og mørkere, mere sandede bånd (fig. 2). Inden for de enkelte bånd ses der ikke nogen systematisk ændring af kornstørrelsen. Moræneler med lagdeling er - i følge litteraturen - ikke almindelig, så alene lagdelingen kunne være grund nok til at se nærmere på klinten.

Lagdelt moræneler kan dannes på flere måder, nemlig 1) direkte ved aflejringen som 'lag på lag', der smelter ud fra isens underside, 2) i forbindelse med tektonisk aktivitet, hvor isbevægelser har 'snittet' eksisterende aflejringer i tynde skiver og bevæget dem indbyrdes, 3) ved senere jordflydning, hvor tynde, vanddruknede lag er gledet fra højere steder mod lavere, det ene lag efter det andet, og endelig 4) ved aflejring i vand, hvorved der ofte opstår en form for lagdeling.

Klintprofilens udseende veksler meget med vejrliget. Er klinten våd, og er profilerne rene efter en storm, træder lagdelingen tydeligt frem (fig. 2), fordi de enkelte lag er forskellige at erodere i, men efter en langvarig periode med tørke, er moræneleret i klinten tilsyneladende af den ganske almindelige opsprækkende type. Det er altså ikke ligegyldigt, hvornår man gør sine observationer.

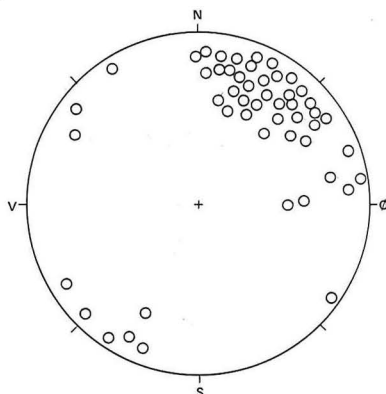


Figur 2. Morænelersklinten ved Lodbjerg. Lagdelingen i morænelerets nedre del ses tydeligt eroderet frem, hvorimod farveforskellen mellem de enkelte lag kun ses i de få, ikke 'afglattede' partier.

Årsagen til lagdelingen i moræneleret ved Lodbjerg kan måske spores ved at undersøge de mange aflange stens orientering i klinten og på klintens overflade, hvor den er blottet. Med et kompas måler man retningen af de aflange stens længste akse, og man måler også stenenes dyk-retning. Disse observationer kan afbildes som punkter eller cirkler i en projektion, hvor det enkelte punkt angiver både den målte længderetning (i forhold til nord) samt antallet af grader, som stenen dykker (regnet fra cirkelperiferien og ind mod centrum), se fig. 3.

Hvis moræneleret var afsat i vand (4), ville man - ud over en vis sortering inden for de enkelte tynde smålag - få et diagram, hvor der ikke var nogen foretrukken orientering, punkterne ville ligge spredt ud over hele diagrammet (se f. eks. VARV 1988/4, side 133). Hvis lagdelingen var tektonisk frembragt - ved glidning (shearing) mellem de enkelte lag (2), kan der dannes en stenorientering, der er parallel med bevægelsesretningen, men der vil så almindeligvis også være et ret stort antal sten, der er orienteret vinkelret på hovedbevægelsesretningen.

Figur 3. Den målte orientering af aflange sten i moræneleret. Målingerne viser en koncentration i den nordøstlige kvadrant og angiver således, den retning isen kom fra. Punkter tæt ved periferien angiver sten med ringe dyk, mens punkter nær centrum angiver sten, der har et stort dyk.



I diagrammet (fig. 3) ses der kun ganske få sten, der er rettet på tværs af den dominerende hovedretning (NNØ-NØ mod SSV-SV), så denne tolkningsmulighed lades ude. Endelig skal det nævnes, at undersøgelser fra områder med aktiv jordflydning viser, at stenorienteringen i flydejord (3) nok har en vis parallelitet med flyderetningen, men her vil der tit også være mange tværstillede sten, og derudover vil fordelingen tit være ganske diffus. Tilbage bliver da - blandt de her nævnte muligheder - at tolke morænelerets lagdeling som en af lejringsstruktur, dannet ved afsætning 'lag for lag', som er smeltet ud fra isen, og hvor stenene har en foretrukket retning parallel med isbevægelsesretningen.

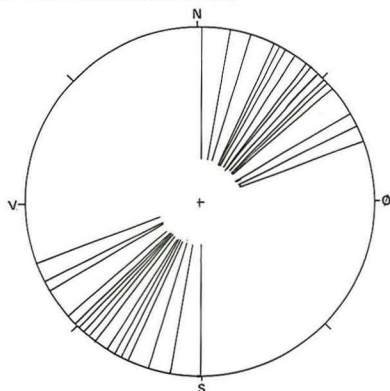
Fra undersøgelser af nydannet moræneler, der lige er smeltet frem fra isranden, ved man også, at de fleste af stenene dykker i den retning, som isen kom fra. I tilfældet Lodbjerg Klint må vi derfor konkludere, at isen har bevæget sig fra en NNØ-NØ-lig retning, da moræneleret blev aflejret.

Den NNØ-NØ-lige retning kan også bekræftes af skurestriber på sten i overfladen af moræneleret, og på større, hvide, nu helt afkalkede sten ses tit skurestriber (fig. 4). Måling af skurestribernes retning viser - som nævnt - god overensstemmelse med stenorienteringen, se fig. 5.

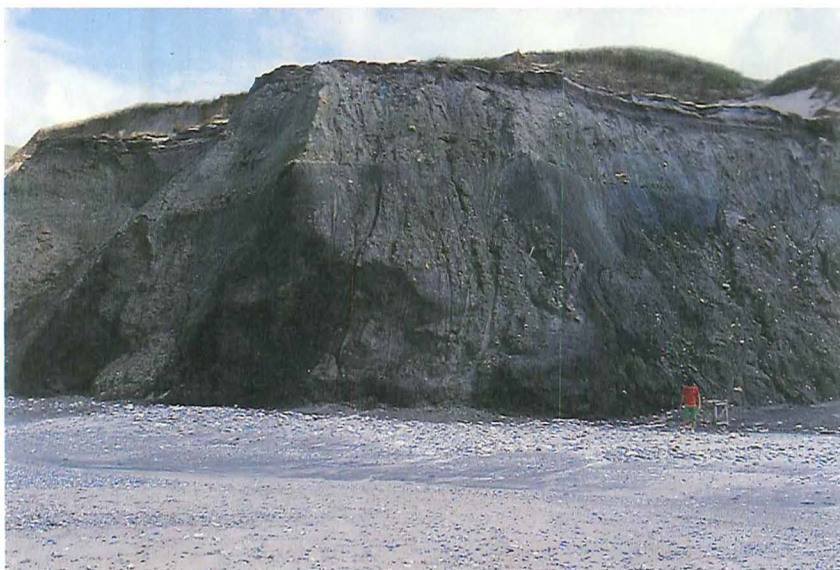
Både stenorienteringsmålinger og skurestribermålinger er en meget 'lokal' retningsbestemmelse. Blandt de 'lokale' retningsbestemmelser er også brugen af istektoniske strukturer. Det blev nævnt, at der indgik en flage af oligocænt glimmerler i klinten (fig. 6). Glimmerlerets fine lagdeling gør det muligt at se både overskydninger og foldestrukturer. Da overskydningsplaner hælder imod den retning, som trykket (=isbevægelsen) kom fra, og da foldeakser er stillet vinkelret på trykket (=isbevægelsesretningen), kan sådanne målte strukturer også benyttes til bestemmelse af isens bevægelsesretning. I 'Glimmerlernæs'en', som besøgende geologer har kaldt flagen af glimmerler, ses foldeakser med retninger mellem Ø-V og SØ-NV og overskydningsplaner, der hælder mod NNØ og NØ, se fig. 6. Også de glacialtektoniske undersøgelser bekræfter, at den is, der pressede flagen af glimmerler op, kom fra nord- og nordøstlig retning.



Figur 4. Overfladen af moræneleret med fastsiddende, isskurede sten. Bemærk, at stenenes lange akse er parallel med skurestriberne.

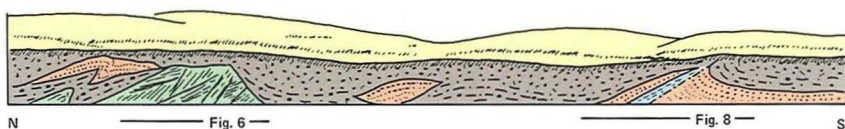


Figur 5. Kompasrose med indtegnede retninger for målte skurestriber på sten som de, der er vist i figur 4. Sammenlign også med figur 3.



Figur 6. 'Glimmerlersnæsen' set fra sydvest. Over glimmerleret ses det ulagdelte moræneleret med en jordbundshorisont i overfladen - under flyvesandet.

Netop omkring 'Glimmerlersnæsen' og syd herfor, hvor der er synlige tektoniske strukturer, får man en fornemmelse af, at moræneleret er 2-delt i en nedre lagdelt og en øvre stenrig moræneler uden tydelig lagdeling. Det leder tanken hen på, om der i virkeligheden er tale om to forskellige aflejringer af moræneler, hvoraf den nedre tager del i de istektoniske deformationer, mens den øvre ligger uforstyrret henover. En simpel feltskitse (fig. 7) fra området omkring 'Glimmerlersnæsen' antyder netop to adskilte moræneaflejringer, men da der hyppigt er større partier af nedskredne masser i dette område af profilet, er grænsedragningen usikker.



Figur 7. Principskitse fra den centrale del af klinten ved 'Glimmerlersnæsen' og partiet syd herfor. Deformationerne er frembragt fra nordlige og nordøstlige retninger. Farverne omfatter: Gult = flyvesand, Brunligt = moræneler, hvoraf den lagdelte nedre del er vist med streger, Rødt = smeltevandssand og -grus, Blåt = smeltevandsler, og Grønt angiver glimmerleret. Skraverede horisonter betyder jordbundshorisonter, der i flyvesandet kun er indlagt skematisk. Figur-numrene under skitsen henviser til afbildede figurer.



Figur 8. Syd for 'Glimmerlersnæsen' ses opskudt smeltevandsler og -grus.

Tæt syd for 'Glimmerlersnæsen' ses yderligere opskydninger af smeltevandsler og -sand, der åbenbart ellers ligger skjult under moræneleret. Opskydningen her er igen fra nordlig retning (fig. 8). Det kan tilføjes, at måling af krydslejringsstrukturer i sandet viser, at smeltevandet, dengang sandet blev aflejret, strømmede mod sydvest.

Man kan også gribe til mere 'regionale' metoder til bestemmelse af, hvor den is, der aflejrede moræneleret, kom fra, f. eks. ved at undersøge indholdet af genkendelige fjerntransporterede sten og blokke i moræneleret (og på stranden). Hele vejen langs den ca. 3 km lange klint møder man rhombeporfyrer (fra Oslo-området) og Larvikit (fra vestsiden af Oslo Fjord), men også enkelte kinnediabaser fra egnen nordøst for Göteborg. Der er altså tegn på nordlige og nordøstlige tilførselsveje.

En lokal dansk 'sten' bekræfter yderligere den nordøstlige tilførselsretning, nemlig cementsten, der er kendt fra moler-områdets blotninger på det nordlige Mors og Fur, samt fra enkelte lokaliteter i Thy og Himmerland. Ikke sjældent ses der også askelag i cementstenene på stranden.

På stranden - og fastsiddende i klintens moræneler - er der yderligere fundet en spændende bloktype, nemlig de forsteningsførende kalksten fra Øvre Jura. Et stort eksemplar af denne type blev fundet fastsiddende i moræneleret i 1988, med en nydelig isskuret overflade (fig. 9) samt et par gennemskårne muslinger.

Af nysgerrighed - for at se, om der også var skurestriber på undersiden af stenen - blev den gravet fri og vendt om. Der var skurestriber, men det syn, der mødte udgraverne, fik dem helt til at glemme skurestriber. Undersiden af stenen (fig. 10) viste et par smukt bevarede blæksprutteskaller - ammoniter - samt en større samling snegle- og muslingeskaller. Det afgjorde, at stenen skulle med hjem, og efter at være trukket i en fiskekasse på 'skinner' lavet af ilanddrevne brædder over en strækning på 1.5 km ved Lodbjerg, kan stenen nu ses på Geologisk Museum i København.

Blokken med ammoniter kommer sandsynligvis fra Skagerrak-området nord for Hirtshals. Jurablokke findes almindeligt på stranden fra Bovbjerg i syd til Hirtshals i nord, således at de ældste blokke er mod sydvest og de yngste blokke mod nordøst. Dette har fået geologer til at antage, at Juralagene i Skagerrak ligger med en østlig hældning, så de yngste lag ligger østligst. Fundene af Jurablokke ved Lodbjerg bekræfter en isbevægelsesretning fra NNØ.

Alderen af moræneleret er naturligvis også af interesse. Umiddelbart over moræneleret ligger aflejringer, der er yngre end istidens, så det var nærliggende at antage, at moræneleret var afsat af den sidste is (i området = i den sidste istid, Weichsel istiden, se VARV 1989/2).

For om muligt at bekræfte, at der er tale om moræneler fra den sidste istid, er morænenes indhold af omljrede foraminiferskaller undersøgt. Foraminiferer er flerkamrede, encellede dyr, der lever i stor mængde i havene, og det gjorde de



Figur 9. Jura-stenens overflade med skurestriber fra nord (vandret) og nordøst (de to skråstillede striber). Ole Bang Berthelsen fot.



Figur 10. Undersiden af Jura-stenen med et væld af forsteninger. 2 spirallullede ammoniter ses i venstre side. Ole Bang Berthelsen fot.

også i de fortidige have, blandt andet i et hav (Skærumhede-havet), der dækkede dele af Vendsyssel i den sidste mellemistid og begyndelsen af sidste istid (se VARV 1989/2), og foraminiferer fra dette hav optræder almindeligvis i yngre nordfra kommende moræneaflejringer i f. eks. hele Kattegat-området.

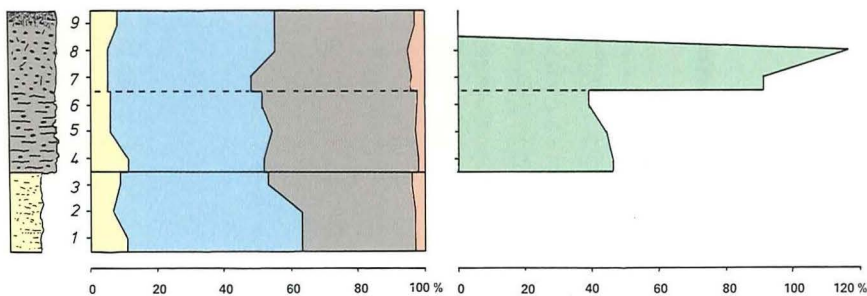
Uforvitrede prøver af moræneleret fra Lodbjerg er undersøgt af geolog John Frederiksen (DSB), der meddeler, at der ikke er tale om en Skærumhede foraminiferfauna, men mere sandsynligt om en fauna, som den kendes fra de ældste dele af Holsteinhavet, der aldersmæssigt hører hjemme i vor næstsidste mellemistid for godt 250.000 år siden. Det skal tilføjes, at det er den lagdelte moræneler, der indeholder denne fauna af formodet tidlig Holstein alder. Den øvre grålige og stenrige del af moræneleret indeholder for få kvartære foraminiferer til at faunasammensætningen kan tidsfæstes. Til gengæld indeholder prøverne herfra mange kalkkugler af kretassisk alder samt en hel del marine diatomeer. Diatomeer udgør en væsentlig bestanddel af moleret på Mors og Fur, så måske er de transporteret med isen herfra til Lodbjerg.

I borer i det nordvestlige Jylland er der flere steder fundet havaflejringer fra Holsteinhavet, specielt fra den ældre del af dette hav, så det kan vel næppe for-bavse, at der i moræneleret er en omlejret foraminiferfauna svarende hertil. Det man herefter kan konkludere er, at moræneleret i klinten ved Lodbjerg er afsat enten i den næstsidste istid (Saale), hvor de vestjyske bakkeøer blev dannet, el-ler i den sidste istid, Weichsel.



Figur 11. Borer med aflejringer fra Holstein-havet er vist med sorte pletter. De formodede havdækkede områder er indtegnet med blå farve. Omtegnet efter Karen Luise Knudsen, 1987.

I forlængelse heraf blev morænen's indhold af fingrus (fraktionen 2.8 - 4.75 mm) undersøgt. Fra en række lokaliteter forskellige steder i landet, hvor moræner ligger over eller under daterede mellemistidslag, har man en fornemmelse af, hvordan fingrussammensætningen er i de forskellige istidens moræneaflejringer. Der er dog også regionale variationer, og da der ikke er udført mange fingrustællinger i det nordvestlige Jylland, kender vi ikke denne regions 'særpræg'. Der tælles normalt på en 'forvitningsstabil' gruppe, der omfatter kvarts, flint, krystalline og kalkfrie sedimentære korn, og hertil kommer så palæozoiske kalksten og kretassiske (og yngre) kalksten, fig. 12.



Figur 12. Fingrustællinger fra smeltevandssandet og moræneleret i klinten ved Lodbjerg. Til venstre ses lagfølgen, der er talt i (farver som i fig. 7). Tallene til venstre for første diagram, der omfatter den forvitningsstabile del, er prøvenumre. De forvitningsstabile komponenter er: kvarts (gult), flint (blåt), krystalline bjergarter (brunt) og kalkfrie sedimenter (rødtligt), omregnet til procent. Summen af de forvitningsstabile korn benyttes som grundsum for udregningen af antal kalksten (grønt), som derved kan overstige 100 %, hvis der er flere kalksten end forvitningsstabile korn. Den stiplede linie i moræne-enheden angiver grænsen mellem den nedre lagdelte del og den øvre ikke-lagdelte del af morænen.

Resultatet af fingrustællingerne giver ikke nogen sikker antydning af, hvilke(n) moræneaflejringer(er), der er tale om. Kvartsindholdet (nær de 10 %) er højt for moræner fra den sidste istid, når der sammenlignes med det sydøstlige Jylland, men det høje kvartsindhold kan måske være Lodbjerg-regionens særpræg. Normalt (i SØ-Jylland) ville et så højt kvartsindhold samt det meget høje indhold af flint tyde på, at morænen var af Saale alder, men så ville der i uforvitrede prøver også være et vist indhold af palæozoiske kalksten. I Lodbjerg-prøverne er indholdet af palæozoiske kalksten mindre end 1 % (og derfor ikke afbildet). Det er derfor mest nærliggende, at det store indhold af flint er af lokal oprindelse. Flere steder nordøst for Lodbjerg er der højt opragende undergrundsstrukturer med flintførende kalkaflejringer.

Det er påfaldende, at den øvre, grålige og stenrige moræneler indeholder så meget kalk i forhold til den nedre, lagdelte moræneler. Det var også mellem de to enheder, at der var forskel i indholdet af foraminiferer, og - som nævnt under de istektoniske strukturer - så det ud til, at der kunne være tale om to adskilte aflejringer. På sin vis bekræfter fingrusanalyserne dette, dog ikke i den forvitningsstabile del, hvilket også stemmer overens med, at tilførselsretningen af materiale er den samme, uanset om der er en eller to adskilte moræne(r).

I overfladen af moræneleret, som dykker ned under strandniveau både mod syd (fig. 13) og mod nord, men som når højder på mere end 8 m i den centrale del af klinten, er der en kraftig udviklet jordbundshorizont, og den øvre ca. 1 m af moræneleret er da også helt afkalket (se fig. 12). Enkelte steder synes der ud-



Figur 13. Ved den sydlige nedgang ses moræneleret at dykke ned under strandniveau, jordbundshorizonten tegner er stribe i sandet foran klinten. Lige til højre for midten af billedet ses en af arkæologernes udgravningsflader.

viklet flade bassiner med gytje- og tørveaflejringer i tilknytning hertil. Alderen af denne jordbundsdannelse er for nylig bestemt i forbindelse med en arkæologisk undersøgelse i området, hvor et stykke af den gamle jordbunds overflade er nærmere undersøgt, og heri har man fundet spor efter stenaldermenneskers brug af datidens plov, arden. Spor efter menneskelig aktivitet i området går tilbage til for ca. 5.000 år siden (Naturens Verden, 1988/7), hvor området må have været land.

Tilsyneladende er jordbundsdannelsen og de små tørvebassiner oprindelig udviklet på en plan flade. Hvad der så senere kan have frembragt 'buledannelsen' er endnu ikke klarlagt, men måske kunne det hænge sammen med bevægelser i den underliggende Legind saltstruktur ?

Jordbundsudviklingen i morænelerets overflade er dækket af flere meter flyvesand - mest som klitter - med jordbundshorisonter, og heri har arkæologerne også fundet spor efter senere tiders mennesker.

Alt i alt er Lodbjerg profilet et besøg værd, parkeringsforholdene er gode, stranden er fin, og der er interessante geologiske snit at se nærmere på. Det er dog ikke altid muligt, at færdes på stranden. Ved højvande og pålandsvind slikker bølgerne grådigt i morænelersklinten og frembringer nye, friske blotninger til glæde for de besøgende.



af Gitte Schwartz

Midt på det Australske kontinent, 448 km sydvest for byen Alice Springs, ligger den 1325 km² store Uluru National Park. I denne nationalpark findes et af landets største naturundere, den gigantiske røde 'sten' *Ayers Rock* samt en samling af flere mindre 'sten', der kaldes *The Olgas*.

Ayers Rock (eller Uluru, som de indfødte australiere, aboriginals, kalder den) er 348 m høj, 2.4 km bred og 3.6 km lang og består af stejltstående lag (hælder 80°) af en grovkornet, arkosisk sandsten (fig. 1), det vil sige en kvartssandsten, som indeholder mere end 25 % feldspat.



Figur 1. Den 348 m høje Ayers Rock består af stejltstående lag af sandsten.

32 km vest for Ayers Rock ligger The Olgas (kaldet Katatjuta af de indfødte), der dækker et areal på 36 km² og består af 36 mindre domeformede toppe, hvoraf den højeste, Mount Olga, er 546 m høj. Her er bjergarten et svagthældende (20°) konglomerat, der indeholder op til meter-store blokke af den gnejs og granit, som er moderbjergart til både Ayers Rock og The Olgas. Sandstenen og konglomeratet kan følges ned til 5-6 km under jordens overflade. Ingen kan vist betragte disse imponerende røde 'kæmpesten', der rager op midt i den ellers flade ørken, uden at tænke: Hvordan er de dog havnet der ?

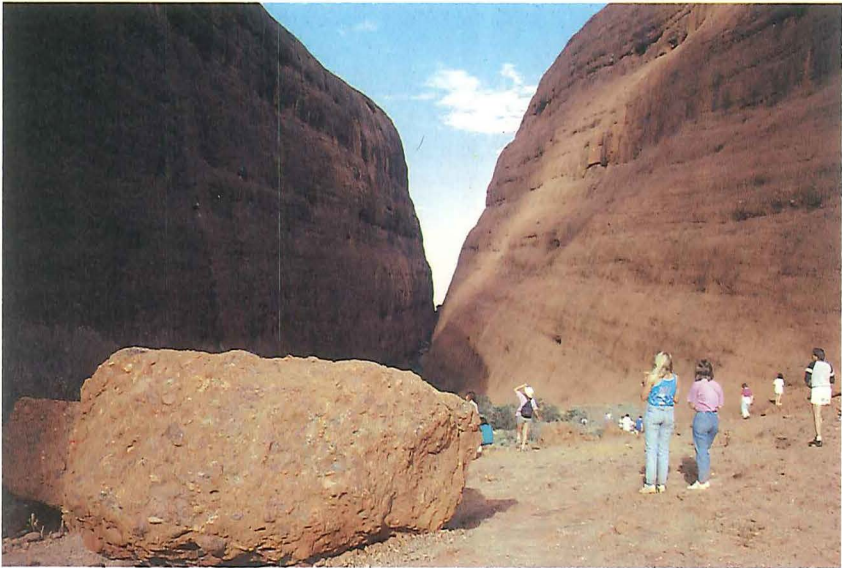
Dannelsen af de bjergarter, som udgør Ayers Rock og The Olgas, startede for mere end 1000 millioner år siden, da en prækambrisk bjergkæde af gnejs og granit begyndte at blive nedbrudt, og erosionsprodukterne førtes med floder ud i havet. Først aflejredes dårligt sorterede sedimentter af sand og store og små blokke af gnejs og granit, der senere blev sammenkittet til det konglomerat, som nu udgør The Olgas. Herefter fulgte aflejringen af et bedre sorteret sediment, som blev sammenkittet til den grovkornede arkosiske sandsten, der danner Ayers Rock. Det store feldspatindhold i sedimentet fortæller, at på det tidspunkt, hvor sedimentet blev aflejret, var klimaet tørt, og den kemiske nedbrydning af mineralerne foregik langsomt (feldspat nedbrydes hurtigt af vand). Desuden fortæller det, at kornene i sedimentet havde en relativ kort transportvej, for feldspat knuses meget lettere og hurtigere end kvarts. Bjergarternes røde farve skyldes jernholdige mineralers forvitring og omdannelse til jernoxider.



Figur 2. The Olgas, der ligger sydvest for Ayers Rock, er mindst lige så imponerende. The Olgas består af et grovkornet konglomerat.

Efter aflejring og sammenkitning af konglomerat og arkosisk sandsten indtraf i Nedre Palæozoikum en foldning, der gav lagene deres nuværende stilling, og millioner af års efterfølgende erosion fjernede store dele af de foldede bjergarter - kun de mest modstandsdygtige dele blev stående tilbage som øer i en stor sø, der i mellemtiden havde oversvømmet området. Med tiden forsvandt søen og efterlod sig aflejringer af sand og ler, og Ayers Rock og The Olgas stod tilbage som store 'sten' på den ellers flade slette (fig. 2).

At The Olgas er blevet splittet op i adskillige mindre toppe, mens Ayers Rock er forblevet en stor sammenhængende masse, skyldes, at det konglomerat, som udgør The Olgas, er meget sprækkefyldt, og erosion langs disse sprækker har i tidens løb udmejslet utallige dale og kløfter (fig. 3).

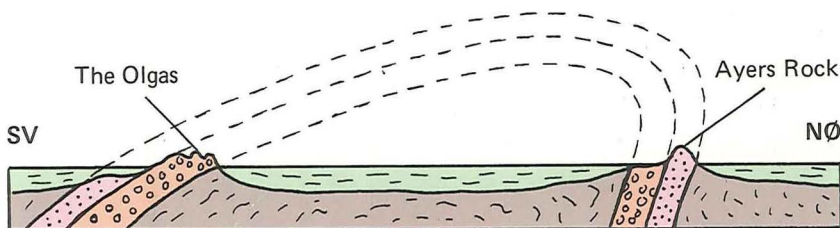


Figur 3. Erosion langs sprækker i konglomeratet, som opbygger The Olgas. Bemærk, at lagdelingen kun hælder ganske svagt.

Selv om Ayers Rock ser glat og afrundet ud, er den ved nærmere eftersyn aligevel fuld af huller og sprækker. Den tørre australske ørkenluft resulterer i varme dage og iskolde nætter, og dette konstante temperaturskift med udvidelse og sammentrækning af bjergarten er en vigtig proces ved nedbrydningen. Bjergarten går nærmest i stykker i små flager, hvilket giver den et skællet udseende, og afskalningen af de små flager resulterer med tiden i dannelsen af større og større huller, godt hjulpet af den regn, der trods alt falder nu og da.

Mange af de større huller fungerer ligefrem som opsamlingssteder for det sparsomme regnvand, og de er således meget vigtige for de indfødtes overlevelses-

muligheder i dette tørre område. Ayers Rock har da også i titusinder af år været betragtet som et særligt helligt sted af de indfødte australiere, som nu ejer hele området omkring Ayers Rock og kan afspærre det for turister med dags varsel, hvis der skal finde religiøse ceremonier sted.



Figur 4. En mulig model for sammenhængen mellem Ayers Rock og The Olgas. Modellen tager hensyn til aldersrelationer og hældningsretning af lagene. Farver: Gråt = Ukendte lag, Orange = Konglomerat, Rosa = Arkosisk sandsten, og Grønt = Yngre søaflejringer.

Med det stigende antal turister, som besøger Ayers Rock og The Olgas, er behovet for overnatningssteder også øget, og man har netop fuldstændt opførelsen af Yulara Village, 14 km fra Ayers Rock, en turistby midt i ørkenen med plads til 5000 mennesker. Her er overnatning for enhver smag og pengepung, lige fra Sheraton Hotel til campingplads, og selvfølgelig findes der både supermarked, grillbar, pub og souvenirforretninger.

Nyeste forslag er at bygge en monorail fra Ayers Rock til The Olgas, så man slipper for at køre den lange tur ad en støvet ørkenvej. Det er vist ikke svært at forestille sig, hvad de lokale aboriginale mener om den ide!