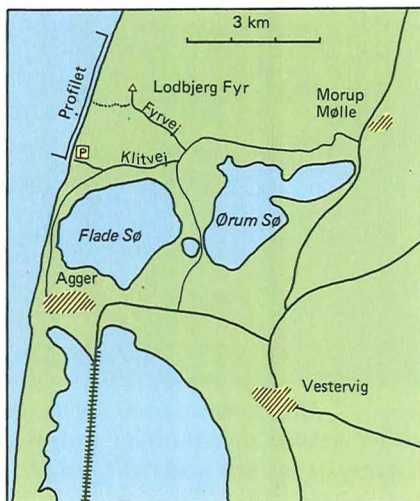


KYSTKLINTEN VED LODBJERG

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 glacialle 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.

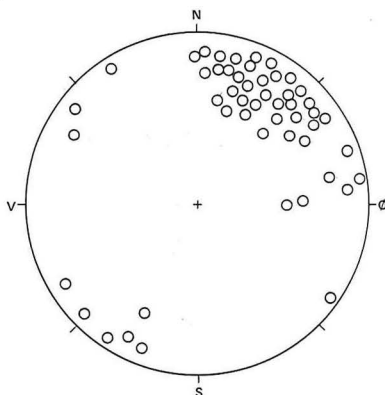


Figur 2. Morænelersklinten ved Lodbjerg. Lagdelingen i morænelerets nedre del ses tydeligt eroderet frem, hvorimod farveforskellen mellem de enkelte lag kun ses i de få, ikke 'afglattede' partier.

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.

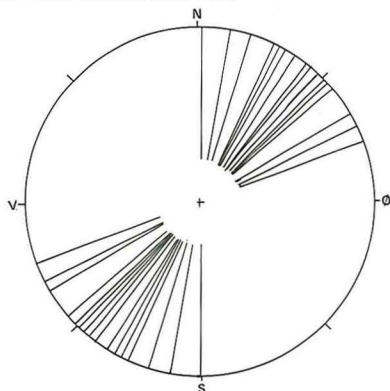
Fra undersøgelser af nydannet moræneler, der lige er smeltet frem fra isranden, ved man også, at de fleste af stenene dykker i den retning, som isen kom fra. I tilfældet Lodbjerg Klint må vi derfor konkludere, at isen har bevæget sig fra en NNØ-NØ-lig retning, da moræneleret blev aflejret.

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.

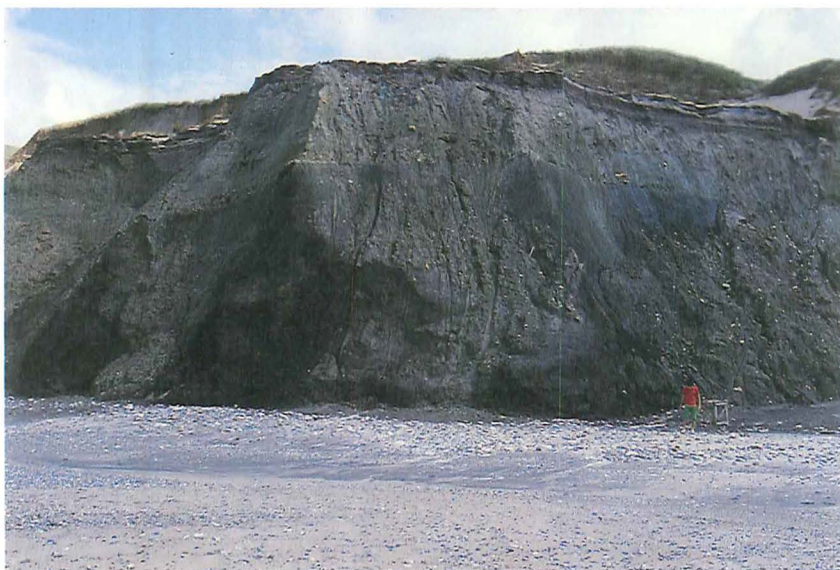
Både stenorienteringsmålinger og skurestribe-målinger er en meget 'lokal' retningsbestemmelse. Blandt de 'lokale' retningsbestemmelser er også brugen af istektoniske strukturer. Det blev nævnt, at der indgik en flage af oligocænt glimmerler i klinten (fig. 6). Glimmerlerets fine lagdeling gør det muligt 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.

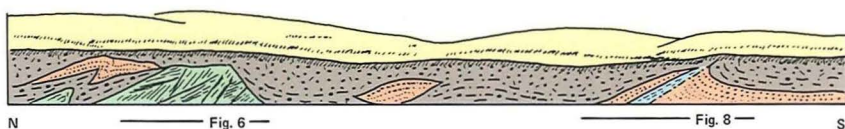


Figur 5. Kompasrose med indtegnede retninger for målte skurestriber på sten som de, der er vist i figur 4. Sammenlign også med figur 3.



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. Figurnumrene 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.

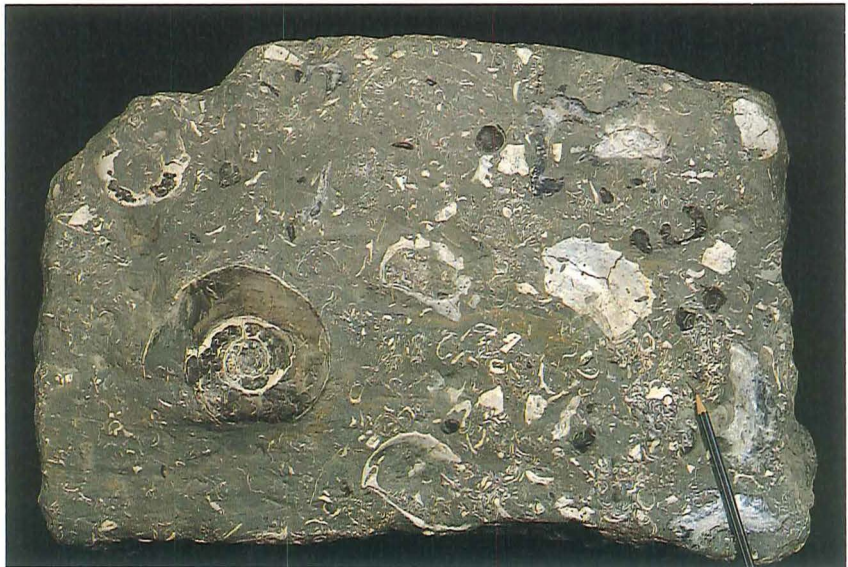
Blokken med ammoniter kommer sandsynligvis fra Skagerrak-området nord for Hirtshals. Jurablokke findes almindeligt på stranden fra Bovbjerg i syd til Hirtshals i nord, således at de ældste blokke er mod sydvest og de yngste blokke mod nordøst. Dette har fået geologer til at antage, at Juralagene i Skagerrak 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.

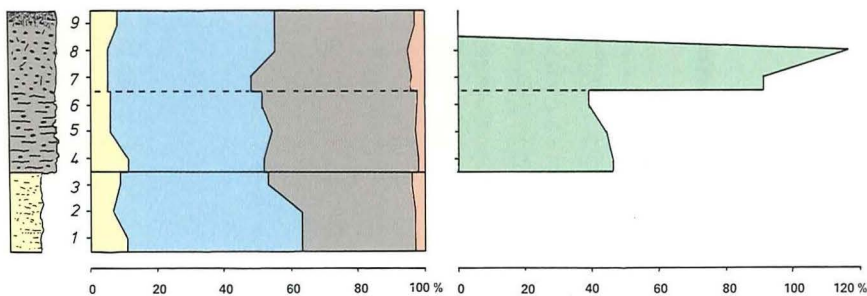
Uforvitrede prøver af moræneleret fra Lodbjerg er undersøgt af geolog John Frederiksen (DSB), der meddeler, at der ikke er tale om en Skærumhede foraminiferfauna, men mere sandsynligt om en fauna, som den kendes fra de ældste dele af Holsteinhavet, der aldersmæssigt hører hjemme i vor næstsidste mellemistid 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 i det nordvestlige Jylland er vist med sorte pletter. De formodede havdækkede områder er indtegnet med blå farve. Omtegnet efter Karen Luise Knudsen, 1987.

I forlængelse heraf blev morænenes 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 ?

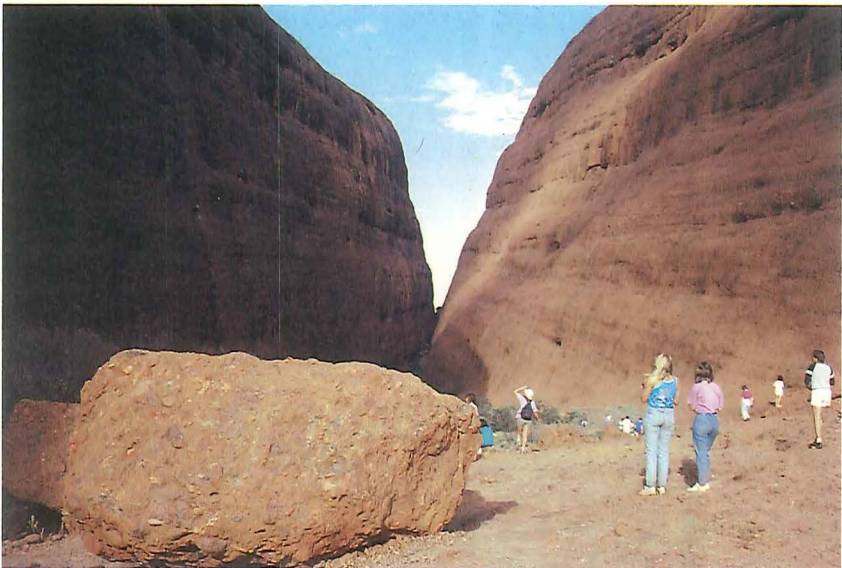
Dannelsen af de bjergarter, som udgør Ayers Rock og The Olgas, startede for mere end 1000 millioner år siden, da en prækambrisk bjergkæde af gnejs og granit begyndte at blive nedbrudt, og erosionsprodukterne førtes med floder ud i havet. Først aflejredes dårligt sorterede sedimentter af sand og store 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).

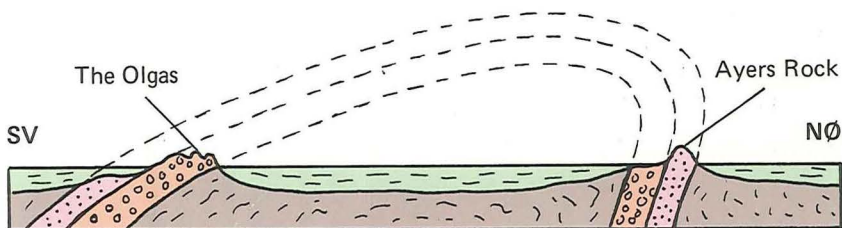


Figur 3. Erosion langs sprækker i konglomeratet, som opbygger The Olgas. Bemærk, at lagdelingen kun hælder ganske svagt.

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!