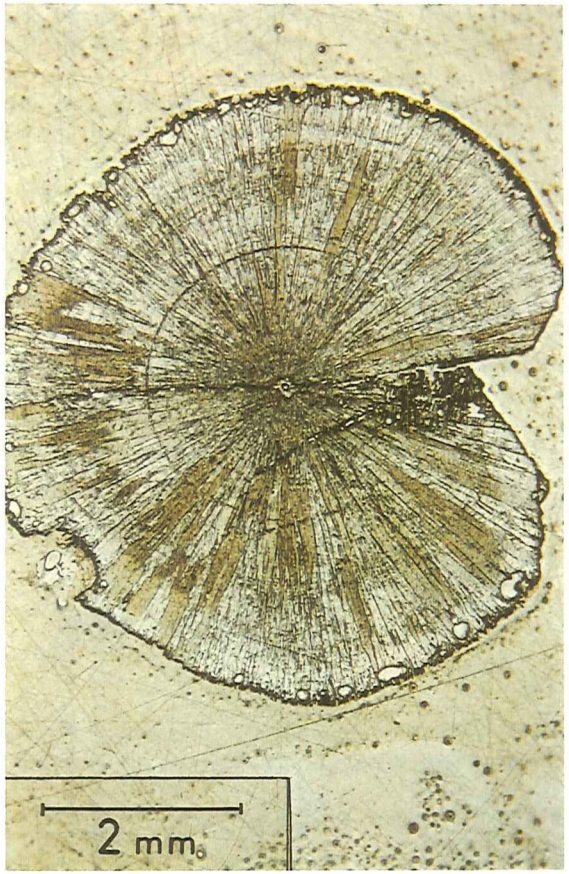


Tværsnit af vættelys, der har dannet den bageste del af skallen hos en tiarmet blæksprutte i Kridt-tidens hav. Vættelyset har tydelig prismatisk struktur, hvor de enkelte krystaller stråler som radier ud fra centrum. Dette gør det muligt at flække vættelys på langs - noget som er af betydning ved bestemmelse til slægt og art. Det vættelys, hvoraf tværsnittet ses foroven, er et eksemplar af Actinocamax westphalica, fundet i Bavnodde Grønsand på Bornholm.

Søren Bo Andersen

FAIR-PRINT AS · ROSKILDE

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1976

DER ER KUN EN VEJ FREM FOR KVARTÆRGEOLOGEN: UNDERSØG ALLE BLOTNINGER OG FORSØG AT LAVE EN STRATIGRAFI - I DETTE NUMMER KAN LÆSEREN FØLGE VEJEN LANGS NOGLE AF SØNDERJYLLANDS KYSTKLINTER OG FÅ FORTALT KLINTLAGENES DRAMATISKE HISTORIE, DER SPÆNDER OVER MERE END 100.000 ÅR. PÅ BILLEDET HEROVER FRA HALK HOVED SES OPSKUDTE FLAGER AF BLÅGRÅT MORÆNELER FRA NÆSTSIDSTE ISTID OG I KLINTENS TOP EN ØVRE MORÆNE FRA SIDSTE ISTIDS SIDSTE NEDISNING. BLADET INDEHOLDER IØVRIGT EN ARTIKEL OM HVORDAN MEGET SMÅ MÆNGDER AF URAN OG THORIUM I MINERALER KAN BESTEMMES OG BENYTTES TIL ALDERSBESTEMMELSE, OG LÆSEREN FÅR OGSÅ EN ANVISNING I AT "FLÅ" FOSSILER.

15. MAJ 1976.

Nu står sommeren snart for døren og naturen lokker derude. Glem ikke at tage VARV's ekskursionsførere med på weekend- eller ferieturen. Den nye udgave af Bornholmsguiden lader desværre vente på sig og når ikke frem denne sommer - men hvorfor ikke lade ferien gå til Sydøstsjælland og Møn (ekskursionsfører nr. 2) eller til Røsnæs og Nordvestsjælland (ekskursionsfører nr. 3) ?

Flertallet af VARV's publikationer er bredt fortællende - men det kommende hæfte om - grus, sand og ler - henvender sig til læsere, som selv vil arbejde med danske aflejringer. Hæftet omhandler metoder til analyse af aflejringerne (strukturer, kornform, kornstørrelse, mineraler, porøsitet, permeabilitet). Hæftet er især tiltænkt skolelærere, som ved lejrskolearbejde eller ekskursioner kan lade eleverne analysere dannelserne i udflugtsområdet. Det meste af det krævede udstyr findes i forvejen på skolerne - udgifterne til det manglende vil være beherskede. Også den private amatør vil kunne få glæde af hæftet. I første omgang vil hæftet (35-40 sider) kun blive fremstillet i et begrænset oplag. Nærmere information følger i næste nummer af VARV.

VARV

Postadresse: Tidsskriftet VARV, Mineralogisk Museum, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K. (tlf. (01) 135001).
Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Mona Hansen, Erling Bondesen, Finn Surlyk.

VARV udkommer fire gange om året. Prisen er 25.00 kr i abonnement. Abonnement tegnes ved indsendelse af beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80.

VARV's plakater (10 kr), postkort i farver (8 for 7 kr), ekskursionsførere (Stevns-Fakse-Møn 20 kr, Røsnæs 20 kr) og samlekasetter (til 6 årgange 10 kr) fås ved at indsende beløbet på postgiro 68880.

Alle henvendelser vedrørende adresseforandring, fejl ved bladets levering, og lignende bedes rettet til postvæsenet.

© 1976 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter tilladelse.

Metodens anvendelse ved studiet af fossile planter udgør et kapitel for sig selv. Det var iøvrigt til dette formål, peelteknikken først blev benyttet.

Plantefossiler skal for at være egnede til denne præparationsform være indlejrede i kalk, og det er først og fremmest de såkaldte coal-balls, som her kan komme på tale.

Coal-balls er kalkkonkretioner - de optræder i kullag fra Karbontiden, hvor de kan findes et stykke under lag af marine kalksten. De menes opstået ved at kalkmateriale fra et indtrængende havs sedimenter på et tidligt tidspunkt i forhold til sammenpresning og omdannelse af de underliggende plantelag trængte ned i disse og udfældedes som knolde, som altså kom til at indeholde usammenpresset plantemateriale. Ved den senere sammenpresning af plantelagene led de imprægnerede partier ingen skade, medens de omgivende dele blev kraftigt sammenpresset under kuldannelse.

Præparation af coal-balls foregår på samme måde som tidligere gennemgået, men eftersom de indlejrede planters organiske materiale ikke opløses ved syrebehandlingen, betyder det, at et tyndt lag plantemateriale står tilbage på overfladen efter ætsningen, og dette indlejres senere i den halvtopløste acetatfilm, således at man i virkeligheden får et egentligt indlejringspræparat, hvor minutiøse cellestrukturer kan studeres. Se billedet forrige side.

MATERIALER

Carborundum vandslibningspapir for eksempel i nr. 180 - 320 - 600.
Syre for eksempel saltsyre, eddikesyre eller myresyre.
Acetone
Acetatfilm (i tykkelsen 0,10 - 0,15 mm).

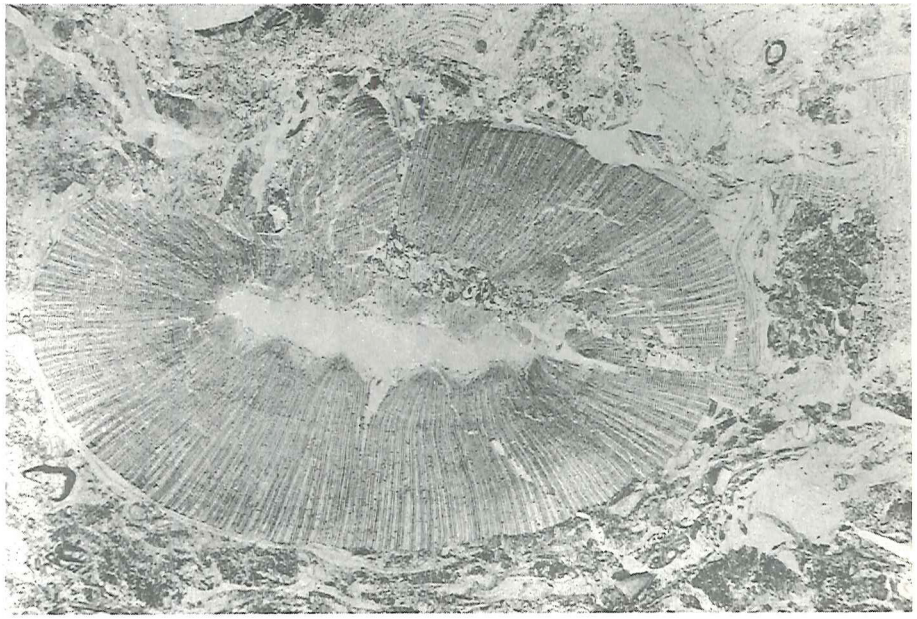
HVOR SKAFFER MAN MATERIALERNE ?

Carborundum vandslibepapir fås hos isenkrømmeren.
Både acetone, saltsyre, eddikesyre og myresyre kan skaffes hos materialisten, hvor man også kan bestille araldit (både lim og indstøbningstyper).
Acetatfilm kan købes som folier til overhead-projektion i forretninger, som handler med tegnerekvisitter, AV-materiel og lignende. Størrelsen er 27 x 27 cm, hvilket kan give materiale til mange små peels. Prisen for et sådant stykke folie er cirka 2 kr pr. enkelt styk, medens prisen halveres ved køb af 100 stk.

ANVENDELSEN

Acetatpeels kan anvendes ved undersøgelser af kalksten og fossiler. Ved den enkle præparation fås let oplysninger om sedimentets komponenter og dets opbygning (for eksempel kornstørrelsesforhold og -tæthed), noget som giver oplysninger om det aflejrende miljø, medens rekrystallisation (for eksempel omdannelse af aragonit til calcit), cementering og trykopløsning fortæller om sedimentets videre skæbne efter aflejringen.

Peels kan benyttes ved undersøgelser af skalstrukturer hos både nutidige og fossile dyreformer (figur 6 og 8), de kan dog ikke helt erstatte tyndslib på dette område, fordi man ved peelpræparater ikke kan få oplysninger om krystalorientering i polariseret lys. Ved serieslib-teknikken nedsliber man sit fossil, samtidig med at man med bestemte intervaller tegner, fotograferer eller "peel'er" de fremkomne skalstrukturer i de forskellige niveauer. Senere, når fossilet er slebet bort, har man en serie dokumenterede strukturer, hvorfra en rekonstruktion af selv de mindste detailler - ydre såvel som indre - er mulig. Ved at forstørre de forskellige niveauers peels (eller tegninger), kan man fremstille nøjagtige, forstørrede modeller af selv ganske små fossiler.



En detaille af den aftrukne peel i figur 4. Coal-ball med tværsnit af en Calamites-stamme (Padderok-træ).

HVAD SØNDERJYSKE KLINTER FORTÆLLER

af John Frederiksen

Allerede de tidligste undersøgelser af jordlag i Danmark afslørede, at der bortset fra på Bornholm overalt findes geologisk set ganske unge aflejringer af vekslende sand og ler i den overfladenære lagserie. Med få undtagelser er disse dannelser fri for karakteristiske forsteninger, og deres dannelse forekom længe gådefuld.

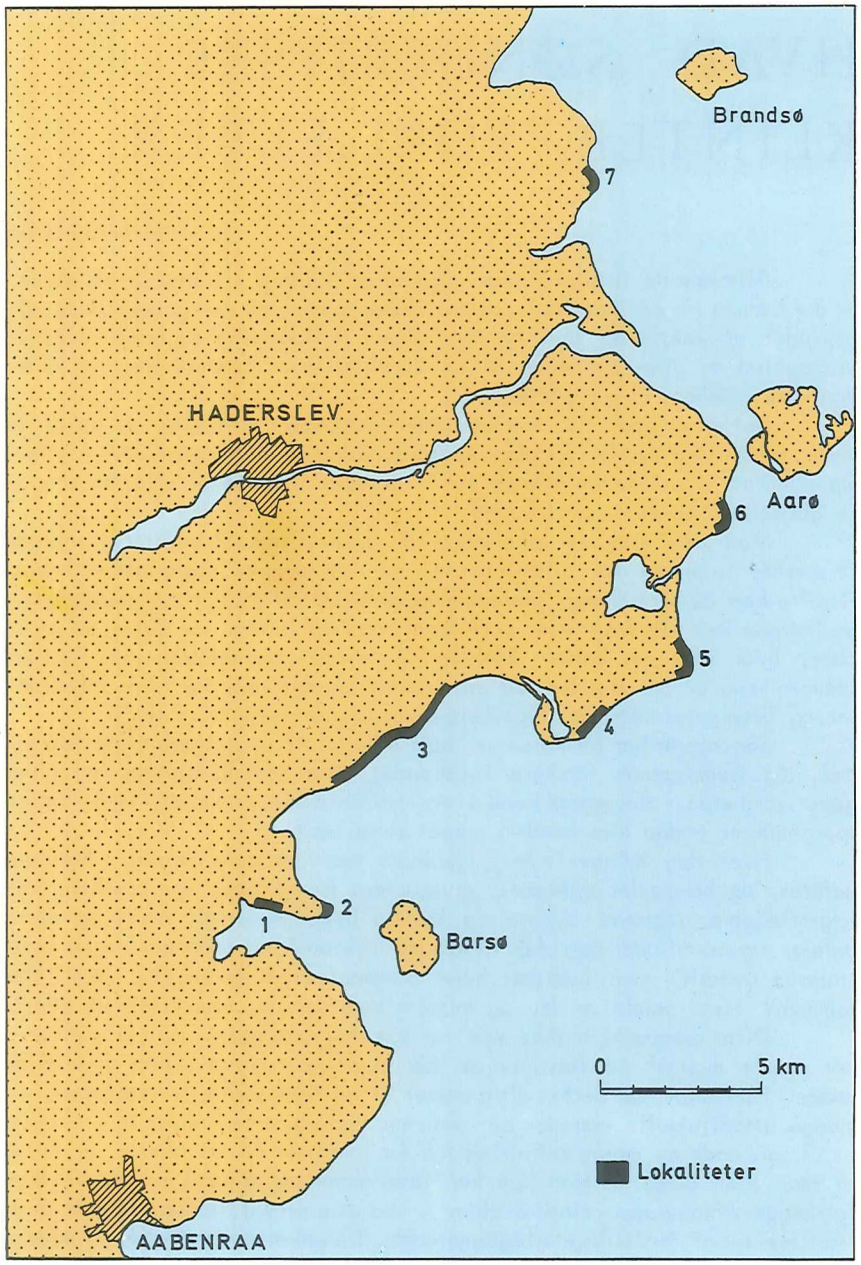
Det er nu godt 100 år siden man herhjemme erkendte, at en af de mere fantastiske teorier for dannelsernes herkomst måtte være den rigtige: De ofte kaotisk vekslende aflejringer i vor øvre lagserie er aflejret af store gletschere og deres smeltevand.

Med den gryende erkendelse af lagenes dannelseshistorie voksede forskernes interesse for aflejringerne, og interessante spørgsmål stilledes: Hvorfra kom de gletschere, som underlagde sig Danmark? Hvor mange gange trængte isen sig frem over vort land, og hvor varmt var der i de perioder, hvor isen var borte? Befinder vi os nu i en mellemistid? Hvilken sammenhæng er der imellem de nuværende terrænformer og isens bevægelser og bevægelsesmåder? Hvor længe varede de enkelte istider?

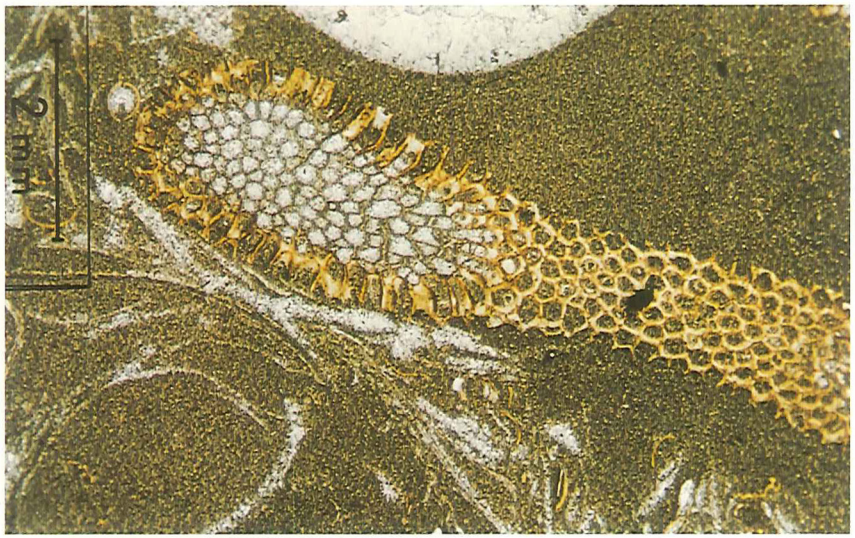
Som nævnt har forskerne nu haft 100 år til at besvare disse spørgsmål, og fremragende forskere i udlandet såvel som herhjemme har givet gode svar herpå. Hovedtrækkene i vor istidshistorie er kendt, men vigtige spørgsmål er endnu kun kendt i meget store træk.

Hver dag bringer nye oplysninger om vore øvre jordlag. Boringer udføres, og boresøjler optegnes, grusgravere frembringer nye profiler, anlægsarbejdere udgraver dybere og dybere byggegruber til større og større anlæg, og stormfloder opfrisker tilskredne klintprofiler. Morænebænke konstateres overalt, men hvordan hører morænerne på de enkelte lokaliteter sammen? Hvor gamle er de, og hvorfra kom den is, som aflejrede dem?

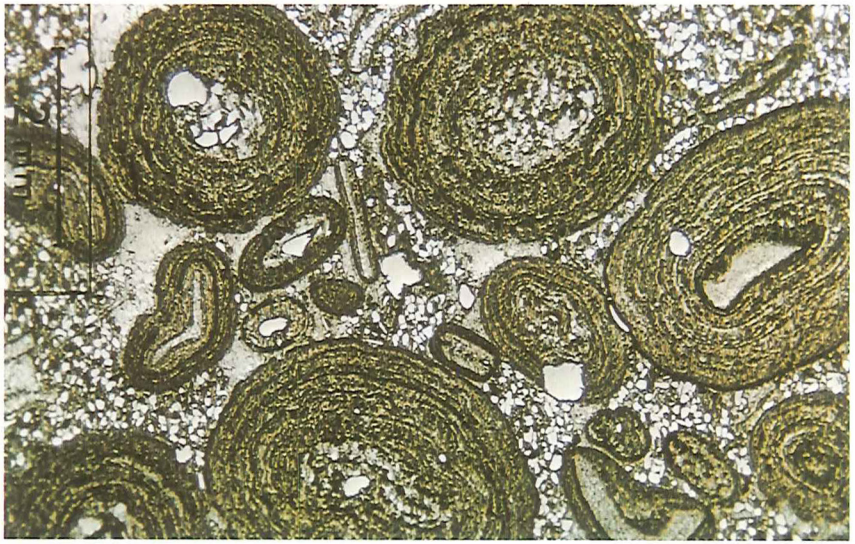
Disse spørgsmål er ikke nye for Kvartær-geologen, men aflejringernes totale mangel på forsteninger har givet ham svære vilkår at arbejde under. Fantasien har derfor altid været et af hans vigtigste redskaber, og mange utraditionelle metoder har gennem tiderne været anvendt i forsøget på at genkende en moræneaflejring fra én lokalitet til en anden. - I dag er man klar over, at man kun kan lave morænestratigrafi - det vil sige fastlægge morænernes relative alder - ved at sammenfatte resultaterne af et stort spekter af forskellige arbejdsmetoder. De enkelte restultater vil ikke altid støtte hinanden, og man må derfor prioritere dem. A. Berthelsen har i VARVs ekskursionsguide nr.3 "Geologi på Røsnæs" vist, hvordan man med



Figur 1. Kort over det undersøgte område. Lokalitetsnumre henviser til teksten.



Silur-kalk med bryozokoloni opbygget af prismatiske eller cylindriske kalkrør. Man ser både længde- og tværsnit. Desuden en lille brachiopod i længdesnit.



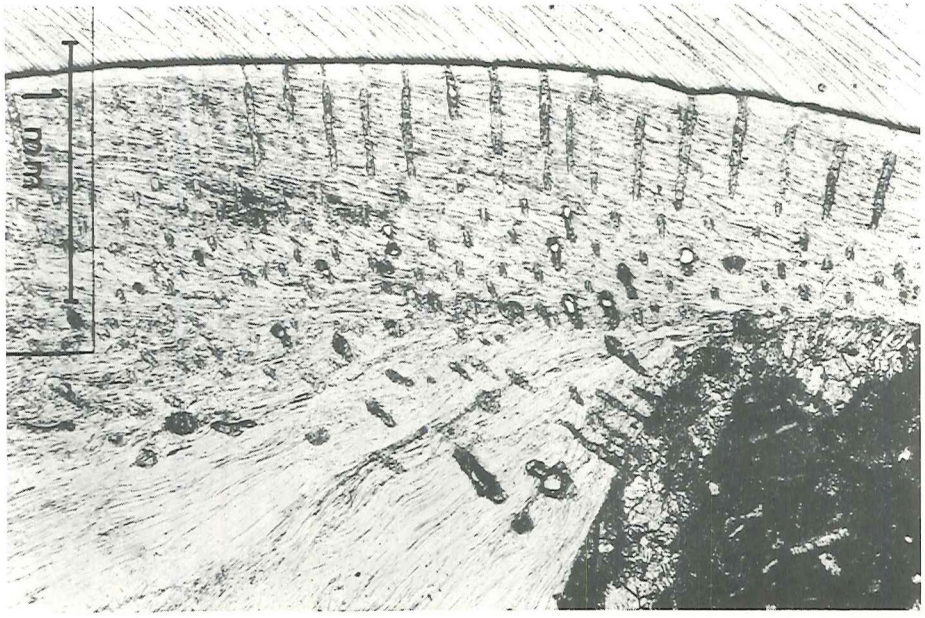
Oolitisk kalksten fra Gotland. Det ses tydeligt, at de enkelte legemer er dannet ved pålejring af materiale omkring en oprindelig kerne, som kan bestå af skalfragmenter og lignende. Fra Silur.

INDLEJRING I KUNSTHARPIKS

Præparation af løsere kalksten, for eksempel skrivekridt og bryozokalk (figur 7), samt skaller og små emner adskiller sig fra grundmetoden ved, at det er nødvendigt at imprægnere stenen, for at den ikke skal falde fra hinanden under slibningen, det vil derfor være nødvendigt at indstøbe de små emner i kunstharpiks (figur 5 og 6) for bedre at kunne håndtere dem og for at have mulighed for at kunne bortskære film uden at beskadige aftrykket (jævnfør ovenstående om buler og bølger).

VALG AF MATERIALE

Indlejringsmaterialet må naturligvis ikke kunne opløses af acetonen, så man er derfor afskåret fra at benytte polyesterharpikser. Epoxyharpiks (araldit og lignende) er derimod velegnet. Imprægneringen foregår ved at den porøse flade efter savningen mættes med den sammenblandede epoxymasse. Det er unødvendigt at gennemimprægnere hele stykket, det skal blot ske til en dybde af 1 - 2 mm. De små emner, skaller og lignende indlejres blot i en passende portion af epoxy-masse (figur 5), hvorefter de saves og behandles på normal vis.



Figur 8. Brachiopodskal ("Terebratula") med punktat skalstruktur. Fra Øvre Jura.

fordel kan lægge hovedvægten på studier af istidsforstyrrelser. Ved omhyggelige opmålinger kan man udrede en ismasses hovedbevægelsesretning ud fra de forstyrrelser, den har frembragt i sit underlag af allerede aflejrede dannelser, og det er klart, at de lag, som er forstyrret ved et isfremstød, må være ældre end selve isfremstødet. Ved at undersøge alle blotninger i et område kan man opnå et samlet billede af forstyrrelsesretningernes rækkefølge over området. Med kendskab til glaciationshistorien kan man i heldige tilfælde slutte sig til en moræneaflejrings relative alder ved at konstatere, fra hvilken retning dens underlag er forstyrret - men her må man passe på. Cirkelslutningen ligger lige om hjørnet. Vil man vide mere om metoden kan man med fordel læse den nævnte ekskursionsfører.

Af det foregående fremgår det klart, at der for Kvartær-geologen kun er én vej frem: Undersøg alle blotninger i et område og forsøg at lave en samlet stratigrafi. Forfatteren har udvalgt et område i Sønderjylland, som han detaljeret har undersøgt, og i den følgende gennemgang vil de undersøgte lokaliteter blive præsenteret. Ud fra kortet vist i figur 1 skulle det være muligt for enhver at gå i forfatterens fodspor og gå hans iagttagelser efter i sømmene.

Figur 2. Muldstriber i flyvesand. Halk Sydprofil.

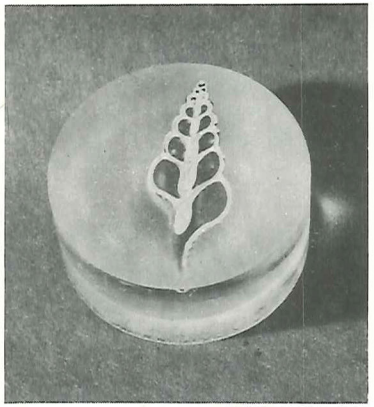
Lokalitet 1. SØNDERBALLE STRAND

De undersøgte lokaliteter gennemgås i rækkefølge fra syd mod nord, og derfor vil først Sønderballe Strand-profilet blive beskrevet. At finde frem til denne lokalitet er let: Fra hovedvej A 10 følger man blot skiltet mod det lille sommerhusområde ved Sønderballe Strand - herfra ses klinten i baggrunden. 400 - 500 meter skal tilbagelægges til fods fra parkeringspladsen ved stranden, før man står foran profilet.

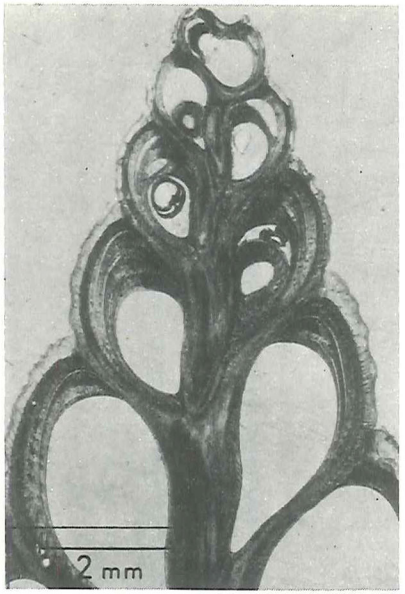
Hvad man først opdager, er at blotningsgraden ikke er god. Dog vil man kunne erkende, at en nedre moræne adskilles fra en øvre moræne af en smeltevandsserie bestående af groft sand og grus. Nedre moræne og smeltevandsserien er forstyrret og oppresset i en bred fold med SV-NØ-lig akseretning. Isen antages at have bevæget sig fra sydøst mod nordvest ved frembringelsen af forstyrrelserne. Stenorienteringsmålinger (se VARVs ekskursionsguide nr.3 side 19) på 150 sten i den øvre moræne viser dominans af SSØ-NNV-ligt orienterede sten med SSØ-ligt dyk. En ismasse har således sent i sidste istid fra sydøst nået området, forstyrret sit underlag og aflejret en moræne hen over den forstyrrede lagserie.

Lokalitet 2. SØNDERBALLE HOVED

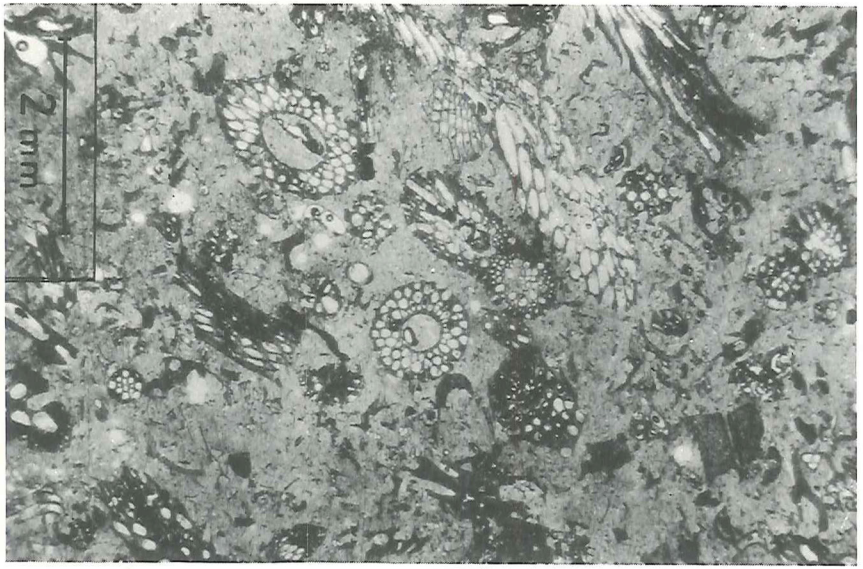
Fra Sønderballe Strand fortsættes køreturen mod halvøens centrale del. Her drejer en vej mod højre, som fører mod en feriekoloni på halvøens østspids. Bilen parkeres her, og en smal mark passeres til fods (cirka 20 meter). Herefter kan man klatre ned ad den lave klint og nå stranden, idet man dog skal tage sig i vare for at træde i de opblødte kildeområder på klintfacaden. Sønderballe Hoved er en meget særpræget lokalitet. Et cirkus-formet skred har blottet et lille, men meget smukt profil, og man kan gå på nedskredet materiale og gøre iagttagelser af de komplicerede istektoniske forstyrrelser i klinten. Profilet fremviser en nedre moræne, en smeltevandsserie, en lagserie fra en mellemistid og en øvre moræne. Mellemistidslagene findes som store flager og linser i den øvre moræne. De består dels af skalførende, leret gytje, dels af finkornet sand, og studier af mollusker (muslinger og snegle) og foraminiferer i serien viser, at den er aflejret i sidste mellemistid, den såkaldte Eem-interglacial. Nord for skredområdet er nedre moræne og smeltevandsserien forstyrret fra sydøst og overlejret af en øvre moræne. Stenorienteringen i den øvre moræne er overraskende. 150 målinger giver en klar dominans af NØ-SV-ligt orienterede sten. Det antages, at denne orientering er en tværs-orientering frembragt af den fra sydøst kommende gletscher, som frembragte de omtalte forstyrrelser. - Partiet med de stærkt sammenrodede Eem-lag er efter gletscheroverskridningen ramt af postglaciale udskridninger, og tektonikken i dette parti er derfor særdeles kompliceret. Sønderballe Hoved-klinten er for tiden den bedst blottede lokalitet med marint Eem på den jyske halvø.



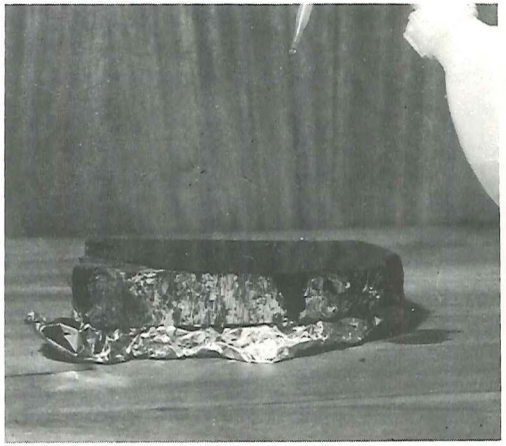
Figur 5. Indstøbt snegleskal, Aquilofusus semiglaber, Øvre Miocæn, Gram. (Se figur 6.)



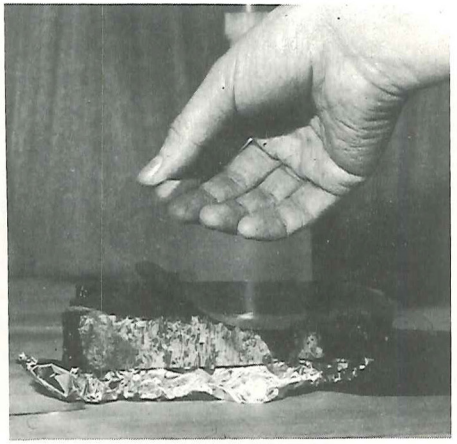
Figur 6. Peel af snegl med krydslamellær skalstruktur. (Se figur 5.)



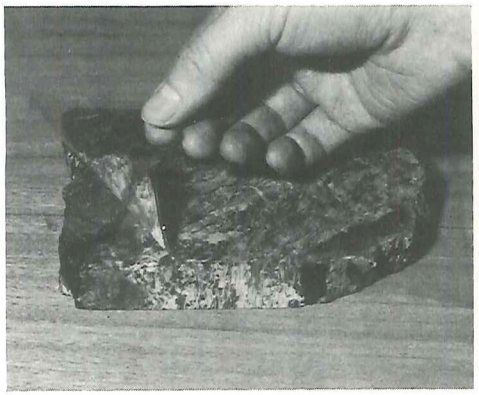
Figur 7. Bryozokalk fra Øvre Danien, Klintholm. En prøve, som måtte imprægneres inden slibning. Bryozoer opbygget af kalkrør ses i forskellige snit.



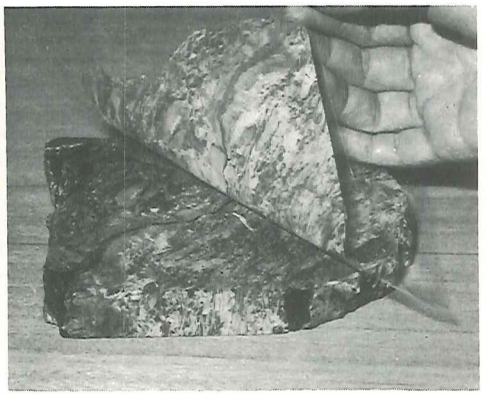
Figur 1. Den udsavede, tilslebne og ætsede prøve anbringes i aluminiumsfolie og overhældes med acetone.



Figur 2. Acetatfilmen rulles forsigtigt ned på overfladen, skubbende en vold af acetone foran sig.



Figur 3. Den tørre peel løsnes i et hjørne ..



Figur 4. - og trækkes af.

Lokalitet 3. SØNDER VILSTRUP KLINT

Man kører fra A 10 ved Haderslev mod Kelstrup Strand, hvor man parkerer. Nu står man ved nordenden af en cirka 5 km lang kystklint, som desværre er ret så dårligt blottet. Tidligere har profilet stået rent på lange strækninger, og 3 morænер adskilt af smeltevandssand og -grus lod sig se. Nær nordenden af klinten blev desuden en flage af glimmerler iagttaget.

I dag kan man i de sparsomme blotninger se to morænер adskilt af smeltevandssand. Den øvre moræne ligger som et 1-2 meter mægtigt dække over hele klinten, som den gør det i snart sagt alle profiler i området, og stenorienteringsmålinger antyder, at den er aflejret af en SØ-is. Skurestribemålinger på store sten ved basis af morænen giver samme oplysninger. Enkelte steder er der iagttaget ret betydelige forstyrrelser i lagserien under den øvre moræne. - Det kunne være spændende at gå på opdagelse i dette klintprofil efter en tilstrækkelig kraftig østenstorm. - Ved klintens sydende ses talrige meterstore blokke af kalksammenkittet smeltevandsgrus og -sten, som er faldet ud af profilet og har lagt sig på stranden. Tilsvarende blokke ses i en forladt grusgrav lige bag profilets sydende.

Lokalitet 4. HALK SYDPROFIL

På denne lokalitet ser man hverkan en interessant morænestratigrafi eller en kompliceret glacialtektonik. Sådanne ting kan i rigeligt mål ses i områdets bedste profil, Halk Hoved, som skal omtales efter Sydprofilet. Derimod ser man over krydslejret smeltevandssand 5 muldlag udviklet i et flyvesandsprofil. Lagene er ikke aldersbestemt, men de antages at vise 5 postglaciale sandstorme, som har aflejret sand over det udviklede jordbundsprofil.

Lokaliteten nås ved, at man i Halk By følger skiltet mod "Stranden". Man parkerer på en stor parkeringsplads og går mod syd. Snart vil det på figur 2 viste billede træde frem øverst i klinten. Samtidig kan man passende udnytte, at man befinder sig på en af Sønderjyllands bedre badestrande.

Lokalitet 5. HALK HOVED

Denne lokalitet fremviser områdets smukkeste og mest interessante klintprofil. Kun meget få steder i landet kan man finde blotninger af så stor skønhed og med en så interessant opbygning. Det er ikke helt let at finde ud til klinten. Man følger vejen fra Halk Kirke og ligeud igennem Halk By. Efter herregården Medsted afløses asfaltvejen af en grusvej, som man følger nogle hundrede meter til en lillebitte parkeringsplads, som er

Figur 3. Typisk udsnit af Halk Hoved-klinten.

indrettet til lystfiskere, på hjørnet af en mark. Det sidste stykke ned til vandet - langs et levende hegn - tilbagelægges til fods, og man når stranden netop ved klintprofilets nordende.

Den stærkt forsimplede skitse på figur 4 viser hovedtrækkene i klintens opbygning. En nedre moræne og en smeltevandsserie er stærkt forstyrret af en fra nordøst kommende gletscher. Diskordant over de forstyrrede lag ligger en uforstyrret mellemste moræne, som må være aflejret af den forstyrrende is. Over den mellemste moræne følger en øvre moræne, som på skurestriber på flere store sten ved basis og på stenorienteringsmåling af 300 sten med stor sikkerhed er vist at være kommet fra sydøst. De to øverste moræner er kun adskilt af et ubetydeligt smeltevandssandlag. Interessant er det at se, hvordan de forskellige kornstørrelser i den nedre smeltevandsserie har opført sig, da de blev udsat for ismassernes tryk. Mens morænen og de grove grus- og stenlag ofte er gået i stykker langs overskydninger eller er blevet foldet i åbne, brede folder, ser man i partier med finsand og silt et kompliceret mønster af vredne og itubrudte folder. Disse lag har reageret udpræget plastisk på isens tryk, og målinger i siltpartierne er ikke pålidelige til udredning af trykretninger.

Syrekoncentrationen ligger normalt fra ½% - 2%. En let ætsning med ½% syre til mikroskopibrug af en løs sten (eller skal) fremkommer ved 10-20 sekunder. Hårde kalksten kan kræve længere tid for at opnå den samme ætsningsgrad. En passende, kraftig ætsning til fotobrug opnås for eksempel ved 2% syre, 20-30 sekunder.

Iøvrigt kan der ikke gives bestemte kombinationer af syrestyrke og tid, man må fra sten til sten prøve sig frem.

Ved ætsningen fremkommer en overfladestruktur, som er afhængig af de enkeltdele som stenen/skallen er opbygget af. Fra ætsningstrinnet og fremefter må man passe på ikke at berøre den ætsede overflade, da man ellers vil kunne ødelægge nogle af de fremkomne mikrostrukturer.

Efter ætsningen skylles emnet, ligeledes forsigtigt, på den måde, at det neddyppes i en skål med rigelige mængder vand. Efter skylning tørres emnet. Tørringen kan fremskyndes ved afskylning med acetone (forsigtig, brandfare og sundhedsfare ved indånding). Det tørrede emne skal nu placeres med den ætsede flade omtrent vandret - det gøres bedst ved at benytte sammenkrøllet aluminiumsfolie som underlag (figur 1). Denne flade overhældes så med acetone, så at der ligger en acetonesø på den (figur 1). Dernæst tager man et stykke acetatfilm, som i forvejen er tilklippet i en størrelse noget større end emnet, og som er renset for støv. Filmen skal anbringes på emnet, hvilket gøres ved at man holder den bøjet som et J. Det ombøjede stykke lader man få kontakt med emnets overflade i den ende, hvor acetonen har samlet sig, hvorefter man forsigtigt ruller J'ets lange ende ned mod emnet (figur 2), således at filmen til stadighed skubber en vold af acetone foran sig. Det er vigtigt, at filmen forbliver på plads, når den én gang har været i kontakt med overfladen. Nu skal det hele tørre, og det skal helst foregå køligt for at undgå bobledannelse i den fordampende acetone (husk udluftning). Tørretiden varierer efter temperatur og temperament, men man står sig ved at tøjle sin utålmodighed, idet peels, som ikke er gennemtørre, dels kryber i størrelse dels er vanskelige at holde plane. Når man tager sin peel af, er det derfor bedst at lægge den i pres i en bog (med porøst papir) indtil man er sikker på at al acetone er fordampet. En tørretid på mindst 30 minutter må påregnes, og 1 time er bedre. Det er således, at jo længere filmen sidder på emnet, desto nemmere er det at bevare den plan.

Aftagningen af den tørre peel foregår ved, at filmen løsnes i et hjørne (figur 3 og 4) og dernæst trækkes af. Den aftrukne peel klippes eller skæres ren langs kanten for at fjerne al den film, som ikke har været opløst af acetonen - undlades dette vil der opstå buler og bølger i kontaktzonen på grund af forskellig sammentrækning af materialet. Peelpræparatet kan enten opbevares, som det er, eller bedst indsættes mellem to glasplader (for eksempel diasglas eller -rammer), hvorefter det er parat til videre undersøgelser. Den færdige acetatpeel er overordentlig robust, når man lige undtager påvirkning af acetone og lignende opløsningsmidler.

METODEN

Peel - ordet er engelsk og betyder at skrælle - betegner en præparationsmåde, hvorved man kan fremstille aftryk af først og fremmest kalksten og kalkskaller. Metoden bygger på, at de forskellige enkeltdele, som indgår i en kalkstens opbygning (kalkslam, fossilrester, krystallinsk kalkspat med mere), ætses i forskellig grad af syre. Det relief, som fremkommer ved syreætsningen, kan reproduceres til mindste detaille på et stykke plastic af celluloseacetat-typen, et stykke såkaldt "acetat-film".

Metoden gengiver detailler så nøjagtigt, at man på en acetatpeel kan studere ikke blot sedimentære strukturer, men også opbygningen af de skalrester, som forekommer i kalkstenen.

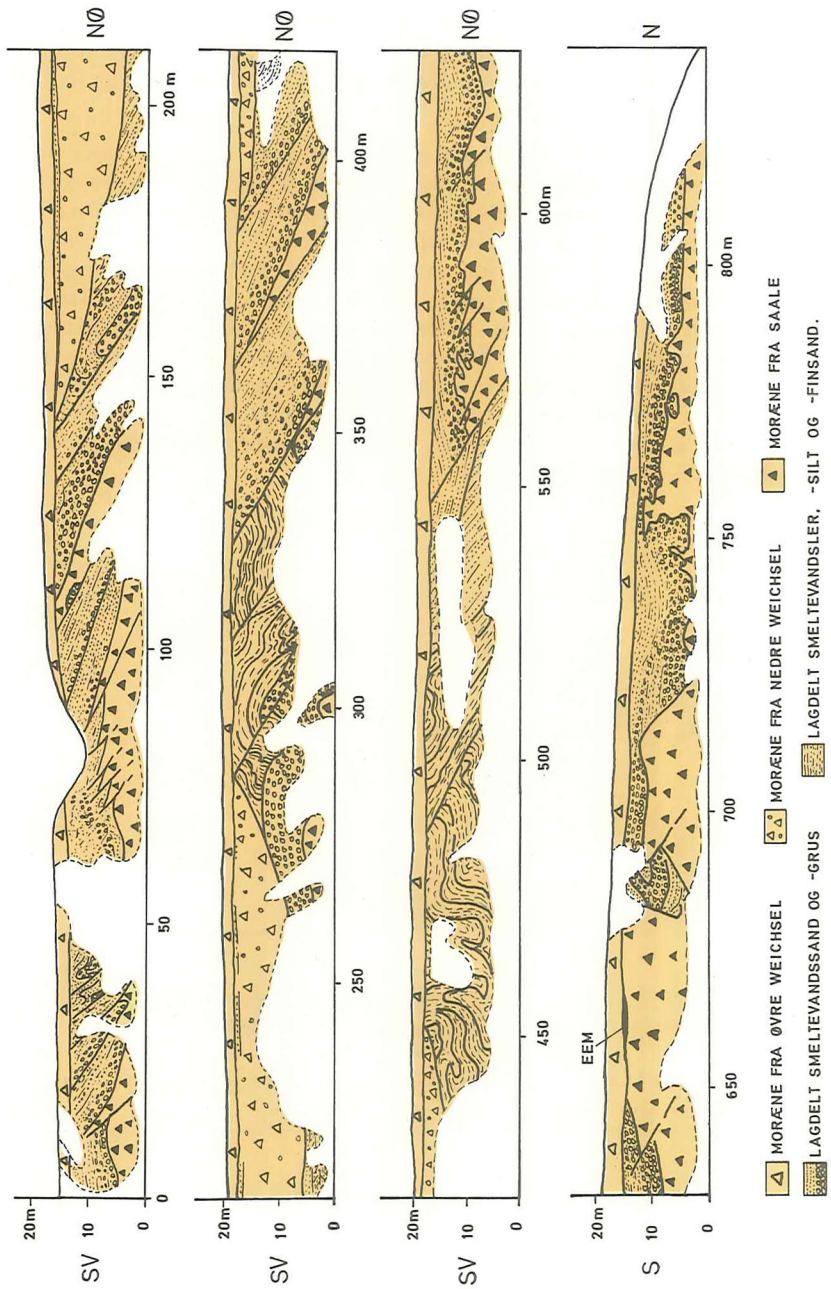
Det er således muligt med en meget enkel metode at skaffe sig præparater til studiet af skallens struktur hos både nutidige og fossile dyr. Peelpræparater kan delvis erstatte den tidsrøvende fremstilling af de langt mere kostbare tyndslib. Endvidere kan man fremstille flere peels end tyndslib ud fra et givet materiale, idet emnet ved peel-præparation blot skal nedslibes 0,1 - 0,2 mm mellem hvert aftryk, hvor hvert tyndslib kræver cirka 2 mm materiale.

Metoden er pricnipielt den samme, hvad enten man kan benytte et veludrustet geologisk laboratorium, eller man er nødsaget til at foretage sine præparationer hjemme "på køkkenbordet". I sidstnævnte tilfælde tager især savningen længere tid, men resultatet kommer fuldt på højde med det "professionelt" fremstillede peelpræparat.

FREMGANGSMÅDEN

Først gennemgås fremgangsmåden ved fremstilling af et peel-præparat af en tæt kalksten, som ikke kræver nogen forbehandling, og dernæst behandlingen af løse kalksten, enkeltfossiler og skaller, idet disse kræver en konsolidering eller indstøbning inden slibeprocessen.

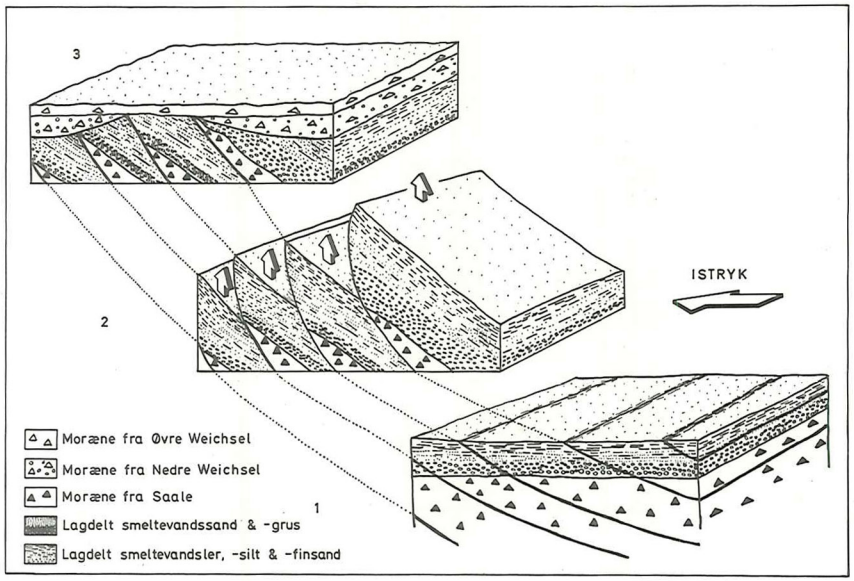
Emnet skal bibringes en plan flade, enten ved gennemsavning (med diamantsav eller nedstryger) eller ved grov tilhugning og efterfølgende grovslibning med for eksempel slibemaskine. Den frembragte flade slibes derpå vådt med vandslibningspapir af tiltagende finhed, for eksempel kornstørrelserne 180 - 320 og 600. Når fladen er jævn, uden ridser og skrammer, er den parat til syreætsningen. Ætsningsresultatet afhænger af den type syre, man anvender (saltsyre, eddikesyre, myresyre eller en kombination af disse), mens intensiteten af ætsningsfigurerne afhænger af syrekoncentrationen og ætsningstidens længde. Endvidere må man iagttage, at en peel til mikroskopi-brug kun skal ætses let, medens en peel beregnet til makrofotografering (kamera med bælg eller mellemringe) skal ætses en hel del kraftigere. Peels kan også anvendes direkte som lysbilleder, de indsættes blot i en diaramme og fremvises. Til denne anvendelse skal ætsningsintensiteten ligge et sted imellem de to førnævnte formåls.



Figur 4. Forenklet skitse af de geologiske forhold i Halk Hoved-klinten.

Et andet problem fremtræder i klintens nordende, hvor akseretninger i folder og strygningsretning af overskydninger pludselig antyder en afvigende trykretning. Dette forhold har ikke fundet en tilfredsstillende forklaring ved undersøgelserne.

Endelig er de store, gennemgående forkastninger i klinten værd at bemærke. Som tegningen på figur 5 viser, hælder såvel lagstillinger som overskydningsplaner mod nordøst. Forkastningsplanerne hælder en smule mere end lagplanerne, således at de forkastede lag står frem i spidse kiler. Det er givet, at de forstyrrede laggrænsers stilling oprindelig har været nogenlunde vandret, så forkastningerne må være dannet i en meget lille vinkel med vandret. Når de i det blottede profil står frem med en betylig hældning må det skyldes, at forkastningsplanerne er krumme. Denne krumning er dog så lille, at den ikke kan registreres ved målinger i profilet. Alligevel er forkastningerne roteret fra oprindelig 6-10 grader til de nuværende 25-30 grader, og dette viser, at forkastningernes "bevægelseslængde" (dip-slip) må være betydelig.



Figur 5. Den tektoniske stilart i Halk Hoved. Forkastningstypen svarer godt til den, der er konstateret i andre af vore kendteste klinter. På skitsen er forkastningernes krumning overdrevet af hensyn til tydeligheden.

ud fra koralrevene i Stillehavet.

Koraller i rev kræver sollys, og derfor må dybden være mindre end de 80 - 100 meter, hvortil lyset formår at trænge ned. Da man på koraløerne i Stillehavet kan bore et par hundrede meter ned gennem sammenhængende koralmasse, må revdannelsen være begyndt på et tidspunkt, hvor havspejlet stod ialtfald 100 meter lavere end idag. Ved afsmeltningen efter istiden steg havet, og korallerne i de nedre dele af revene døde, mens de endnu levende koraller kunne bygge op i takt med havspejlets stigning.

Tallet 100 meter når man også frem til ad anden vej. På havbunden ud for en del nutidige floder kan man finde fortsættelsen af floddalene ud til godt 100 meters dybde - der må altså tidligere have været tørt land. Iøvrigt er visse nu druknede flodaflejringer vigtige mineralforekomster. Ud for Ghana's kyst kan man finde diamanter i det druknede flodgrus.

V.P.

PRÆPARATION 2

OM AT "FLÅ" FOSSILER

PEEL-METODEN - en præparationsmetode med perspektiver.

af Søren Bo Andersen

Denne artikel er nummer to i en serie af artikler om præparationsmetoder. Den første blev bragt i nummer 3, 1975.

Formålet med artiklen er at gøre interesserede opmærksom på denne præparationsmetode samt at gennemgå fremgangsmåden, idet jeg håber at kunne inspirere mange amatør-geologer til selv at afprøve metoden og således få mere ud af deres indsamlede materiale. Skulle man ikke umiddelbart være i besiddelse af egnet kalkstensmateriale, kan man på stranden og i grusgrave let finde Danienkalk, Ølandskalk eller Gotlandskalk. Normalt vil man kunne skaffe sig de noget mere fremmede kalktyper hos venlige stenhuggere og stensliberier, for der har man ofte rester og ender, som alligevel skal kasseres. Sådanne stykker er tilmed for det meste i forvejen savet og slebet, så den del af præparationen vil være hurtigt overstået.

1976 startede med uvejr og trusler om oversvømmelser i Sønderjylland. Man kan nøgternt analysere situationen - højvande kombineret med stor vindstyrke med en retning, som bevirkede en opstuvning af vandmasserne. De daglige udsving mellem ebbe og flod afspejler Solens og Månens tiltrækning, som hæver oceanernes vandmasser - den virker iøvrigt også på jordskorpen, der som følge af tidevandskræfterne ved ækvator foretager udsving af størrelsesorden 1 meter.

I den geologiske lagsøjle møder man flere steder "højvande og lavvande" i en ganske anden skala. Sagt med andre ord er der perioder, som markeredes af en udbredt tilbagetrækning af havet, mens andre perioder domineredes af havets indtrængen over områder, som inden da i længere tid havde været tørt land.

Når geologer møder den slags fænomener spørger de straks om årsagen - og her er der flere muligheder. Landområder kan hæve sig eller sænke sig, og samtidig viger havet eller skyller ind over det tidligere land. Hævninger er for eksempel karakteristisk i forbindelse med bjergkædefoldninger, idet betydelige områder uden om selve bjergkæden hæves med op. Man kunne tænke sig, at når havet trækker sig tilbage et sted, vil det samtidig skylle ind et andet sted - på grund af unøjagtigheden i geologiske aldersbestemmelser kan en sådan årsagssammenhæng blot ikke dokumenteres.

Mange års geologisk kortlægning har imidlertid vist, at visse jordperioder kendetegnedes af havstigninger, og som en mulig forklaring har det været foreslået, at det kunne være perioder med udtalt kontinentvandring i forbindelse med stor vulkansk aktivitet langs de midtoceaniske rygge - det kunne resultere i en opvarmning af vandet, som derved udvidede sig og skyllede ind over randområderne.

Hvis det er rigtigt, behøver det totale rumfang af havet da ikke at være konstant - således at den gennemsnitlige højde af havoverfladen kan variere betydeligt. Det giver selvsagt problemer for geologerne, at havstigning eller -sænkning er en relativ proces - et samspil mellem kræfter, der påvirker den faste jordskorpe, og kræfter med indflydelse på havspejlets niveau.

I Kvartær-tiden var store områder af den nordlige halvkugle nediset - ialt omkring 30 % af Jordens samlede landoverflade omkring polerne var dækket af indlandsis. Dertil kom nedisninger i højtliggende bjergområder (Alperne, Kaukasus, Himalaya) - se figuren.

Ismasserne bandt store vandmængder, som til syvende og sidst blev taget fra oceanerne - gennem fordampning og senere nedbør. Der er gjort mange forskellige beregninger på Kvartærtidens ismasser, men der er stor usikkerhed - for eksempel er det ikke let at få et pålideligt tal for tykkelsen af ismasserne. Alligevel kan der blive nogenlunde enighed om, at vandstanden i havene faldt cirka 100 meter - for det kan man kontrollere

Den beskrevne forkastningstype svarer godt til den af Helge Gry fra Lønstrup Klint beskrevne, og også i Ristinge Klint på Langeland er sådanne forkastninger enerådende. Meget tyder på, at krumme forkastninger er reglen snarere end undtagelsen, hvor isens træk eller tryk har været frembringer. En anden interessant detalje fra Halk Hoved-profilet er fundet af en Eem-gytjeslire cirka 200 meter fra profilets nordende ved basis af den øvre moræne.

Lokalitet 6. RÅDE HOVED

Kør fra Øsby mod Flovt og fortsæt ad grusvejen ned til vandet. De sidste 300-400 meter langs stranden mod nord foregår til fods.

Denne lokalitet er for tiden særdeles dårligt blottet, men da den ligger ret udsat i stormvejr vil den sandsynligvis indenfor rimelig fremtid atter kunne beses i renset tilstand.

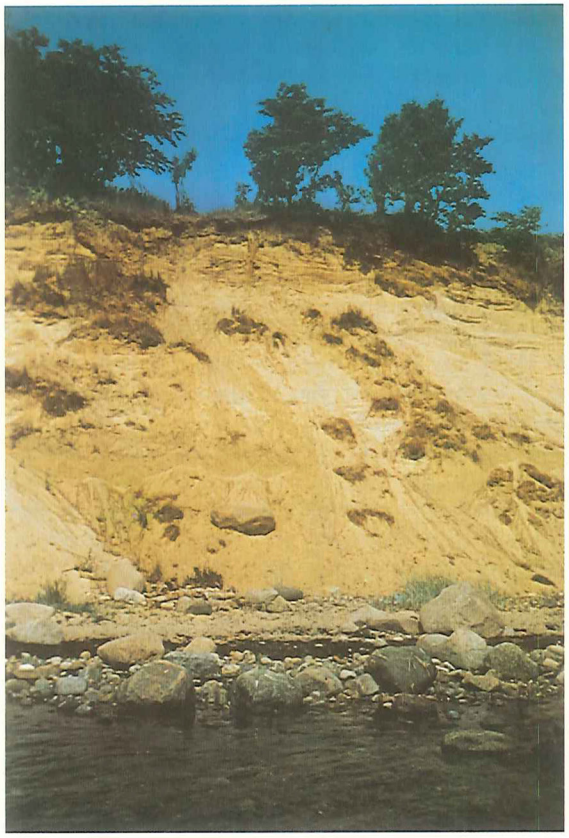
Klinten viser to moræner adskilt af 2-3 meter smeltevandssand i de sparsomme blotninger. Tektoniske forstyrrelser er ikke konstateret, men stenorienteringsmålinger giver meget klare beviser for, at den nedre moræne er aflejret af en is, som kom fra østsydøst, mens den øvre synes at være tilført fra sydøst. Visuelt ligner Råde Hoveds nedre moræne stærkt den nederste moræne i Halk Hoved-profilet, og da afstanden imellem de to profiler i luftlinie kun er cirka 5 km skulle korrelation være mulig.

Lokalitet 7. KNUDSHOVED KLINT

I solskin fremtræder denne klint lysende hvid, og den falder i øjnene selv på betydelig afstand. Dette skyldes, at profilet domineres af en ret mægtig serie af hvidt smeltevands-sand. Lokaliteten findes ved, at man fra Fjelstrup kører mod den lille landsby Knud. Herfra går en vejsløjfe mod Knudmark, og længst ude ved vandet går en lille grusvej ned til en privat camping-plads, som har et lille parkeringsareal. Herfra er spadsereturen ned til stranden og hen til profilets sydende kun et par hundrede meter.

Klinten er smukt blottet, og dens opbygning er simpel. En nedre moræne overlejres af en mægtig smeltevandsserie, som igen overlejres af en øvre moræne. Lagene ligger stort set uforstyrret vandret. Et par iskilestrukturer er iagttaget i den øvre del af smeltevandssandet lige under den øvre moræne. I øvrigt er smeltevandsserien meget interessant, idet såvel strømstrukturer som udglidningsstrukturer er smukt udviklet i den.

Såvel i den øvre som i den nedre moræne er der foretaget stenorienteringsmåling på 150 sten. Resultatet af disse målinger er yderst interessant, idet den nedre moræne viser isbevægelsesretning fra nordøst, svarende til Halk Hoveds mellemste moræne, mens den øvre moræne at dømme efter stenorienteringen er aflejret af en is, som kom fra sydøst.

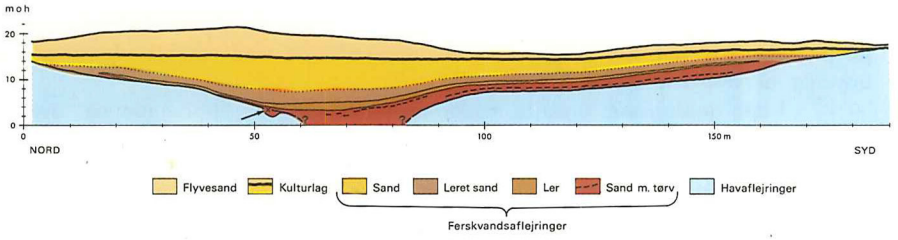


Figur 6. Knudshoved Klint. Bemærk iskile-strukturen under den øvre moræne midt i billedet.

En række lokaliteter er nu gennemgået, og resultaterne af tektoniske undersøgelser, stenorienteringsmålinger og skurestribemålinger er omtalt. Imidlertid er det stadig ikke muligt på det præsenterede grundlag at foretage korrelationer af morænerne mellem de undersøgte blotninger.

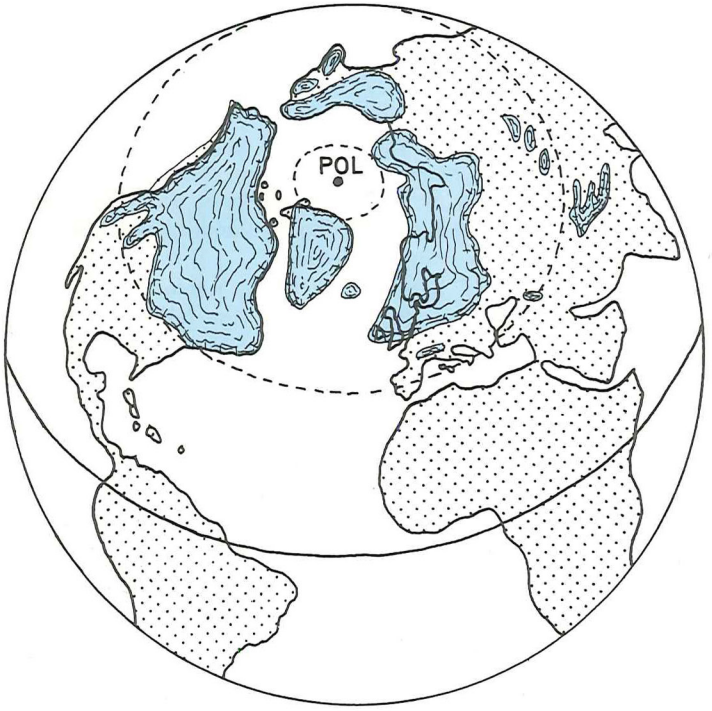
I et forsøg på at løse dette problem udførtes først ledeblokundersøgelser af gruslagene imellem morænerne. Derefter udtoges en serie morænelersprøver fra alle de undersøgte morænebænke, og prøverne analyseredes ved stentælling, kalkundersøgelser, kronstørrelsesanalyser og tungmineralanalyser. Alle undersøgelser var dog næsten forgæves. Morænerne lod sig ikke adskille entydigt ved nogen af de nævnte metoder, selv om forholdet mellem opake (gennemsigtige) og ikke opake tungmineraler gav visse oplysninger.

I sidste nummer havde desmanen desværre spist farverne på profilet fra ferskvandslagene ved Nørre Lyngby, men nu har redaktionen fundet nye farver frem, og vi beklager fejlen og desmanens opførsel.

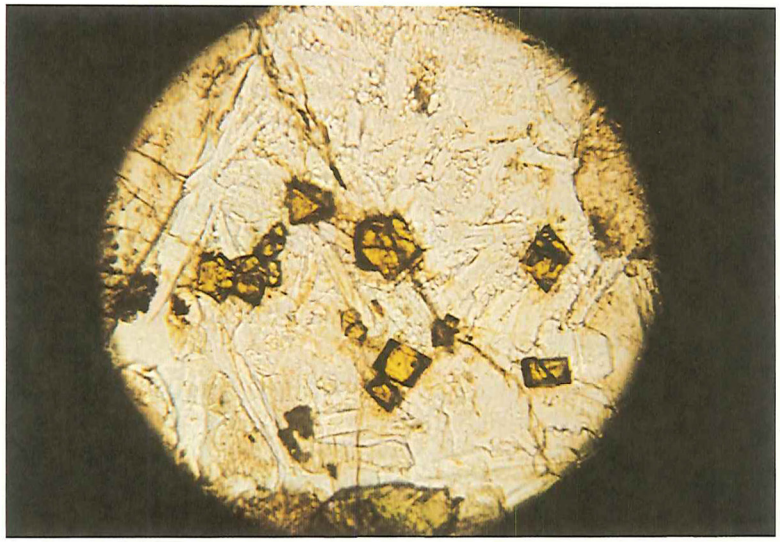


Rettet figur 2, Varv nummer 1, 1976.

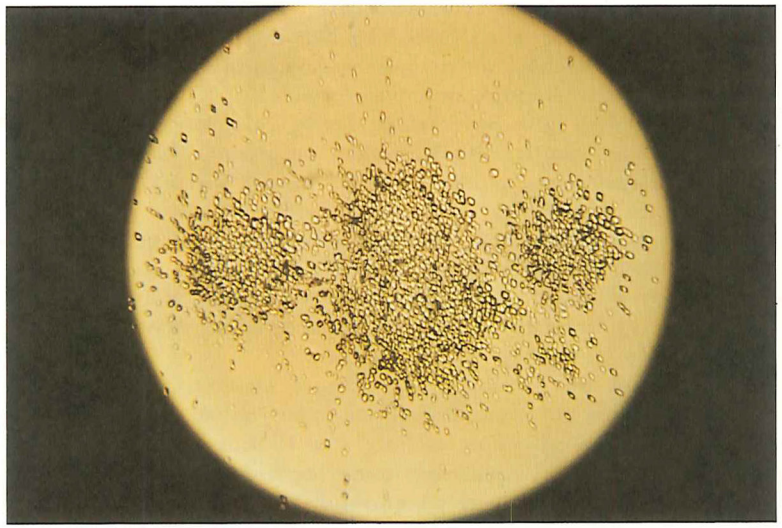
HØJVANDE - LAVVANDE



Nedisede områder på den nordlige halvkugle i Kvartær-tiden. Den fuldt optrukne linie viser ækvator.



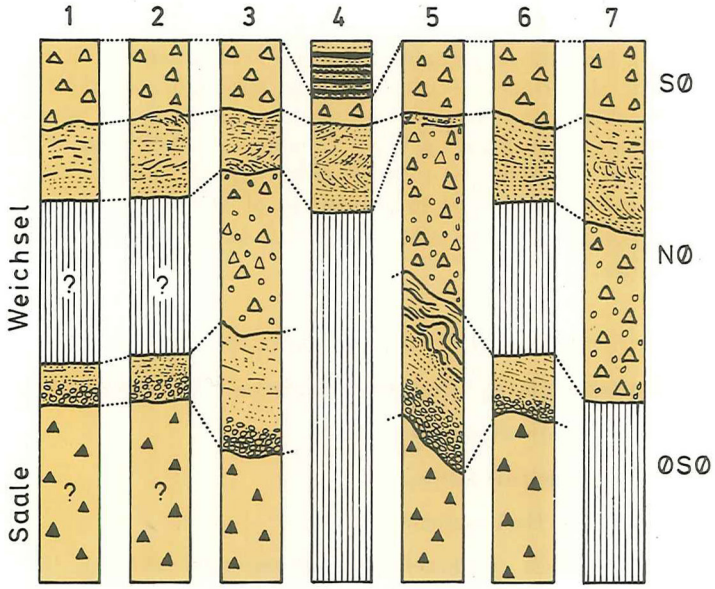
Cirka 0,1 mm store gule korn af mineralet thorit omgivet af albit. Diameteren i begge billeder er 1 mm.



Glimmerblad svarende til billedet ovenfor. Man ser tydeligt, at uran er koncentreret i thorit mineralet, hvorimod albit (en feldspat) er uranfri.

Henning Bohse

Derfor anvendtes sluttelig en undersøgelsesmetode, som i de seneste år er udviklet ved Århus Universitet. Moræner indeholder ofte foraminiferer, som er opsamlet og slæbt med fra marine aflejringer, som isen har passeret hen over. Moræner kan derfor ofte adskilles på foraminifer-indholdet. De undersøgte moræner lod sig med rimelig sikkerhed opdele i tre grupper, og den herunder viste samlede stratigrafi for området bygger i ikke uvæsentlig grad på foraminifer-analysen.



1: SØNDERBALLE STRAND - 2: SØNDERBALLE HOVED - 3: SDR. VILSTRUP KLINT - 4: HALK SYDPROFIL - 5: HALK HOVED - 6: RÅDE HOVED - 7: KNUDSHOVED KLINT.

Figur 7. Forslag til en samlet stratigrafi for det undersøgte område. Korrelationerne er udført på basis af såvel feltarbejde som laboratoriearbejde. Signaturer som i figur 5 på side 42. Det lodret skraverede markerer lakuner hvilket vil sige manglende dele af lagserien.

J. Frederiksen

PÅ SPOR EFTER FORTIDENS ATOMSPALTNINGER

af Henning Bohse

I Varv 1974 nummer 1 blev der kort gennemgået nogle metoder til bestemmelse af en bjergarts indhold af uran og thorium. Disse metoder giver imidlertid kun oplysning om prøvens samlede indhold af disse grundstoffer, men ikke hvor de er placeret i prøven. En metode til at få et tydeligt billede af placeringen - altså i hvilke mineraler, sprækker eller omdannelsesprodukter, uran og thorium befinder sig - er den såkaldte fissions-spor metode, der blev udviklet i midten af 1960'erne af Fleischer, Price og Walker. Metoden er overordentlig følsom, idet man for uran kan bestemme så små mængder som få tiendedele af et milligram pr. ton malm.

I teksten benyttes en del udtryk, hvis betydning fremgår af nedenstående ordliste.

FISSIONSFRAGMENTER: Elektrisk ladede dele af atomkerner.

NEUTRON: Uladet atomkernepartikel.

PROTON: Brintatomets kerne.

ALFA-PARTIKEL: Heliumatomets kerne.

GAMMASTRÅLING: Radioaktiv elektromagnetisk stråling, en form for røntgenstråling, men med kortere bølgelængder.

ISOTOPER: Atomkerner med samme atomnummer, altså hørende til samme grundstof, men med forskellig vægt (massetal).

Eksempel kulstof: $^{12}_{6}C$, $^{14}_{6}C$ (massetal) (atomnummer)

Fissions-spor metoden er baseret på, at fissionsfragmenter, som trænger ind i et isolerende materiale, vil afsætte sine spor i dette. Ved ætsning med en passende syre eller base kan sporene gøres større, så de kan ses under et mikroskop som små huller. For at forstå metoden vil vi først se lidt på den fysiske baggrund.

THORIUM BESTEMMELSE

Da næsten alle thorium-holdige mineraler tillige indeholder uran, er det nødvendig først at bestemme uranindholdet ved hjælp af langsomme neutroner med lav energi. Prøven bliver dernæst sammen med en ny detektor plus en uran- og thorium-standard bestrålet med hurtige højenergi neutroner. De resulterende fissions-spor vil stamme fra uran 238 og thorium 232. Da man i den første bestråling med langsomme neutroner allerede har bestemt prøvens totale uranindhold, er det muligt at bestemme bidraget i fissions-sportætheden fra thorium.

ALDERSBESTEMMELSER

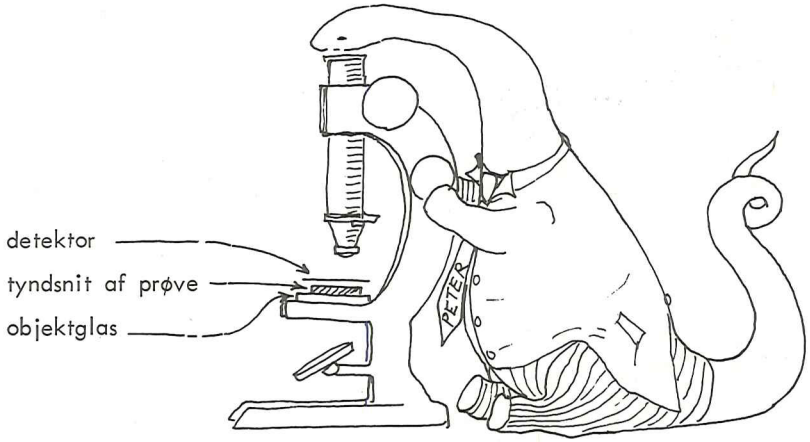
Som vi har set fissionerer uran 238 ved beskydning med hurtige neutroner. Uran 238 vil imidlertid også af sig selv fissionere. Det er denne spontane fission af uran 238, som kan benyttes til aldersbestemmelser ved fissions-spor metoden, fordi fissionen foregår med en konstant hastighed (fissions-henfaldskonstanten = $6,85 \times 10^{-17}$ år). Da fissionsprodukter ikke alene angriber glimmer, men også selve mineralet, som urankernerne sidder i, er det muligt at bestemme sporene efter den spontane fission af uran 238. Disse spor er uhyre små, så for at gøre dem synlige, så de kan tælles i et mikroskop, må man først polere mineralet og dernæst ætse med en passende syre eller base. Da antallet af spontane fissions-spor afhænger af mineralets alder og dets uranindhold, er det muligt, når man kender uranindholdet at bestemme mineralets alder ved hjælp af den spontane fission-henfaldskonstant for uran 238.

Af mineraler, som har vist sig særlig velegnet til denne metode, kan nævnes allanit, apatit, titanit, epidot og granat. Indeholder mineralet blot et milligram uran pr. kg. mineral, er det tilstrækkeligt til at foretage en aldersbestemmelse på bjergarter, der er mere end 500 000 år gamle. Dateringer bestemt ved fissions-spor metoden er i god overensstemmelse med aldre bestemt ved de traditionelle og ofte meget besværlige metoder - for eksempel uran 238 → bly ved hjælp af halveringstid (se Varv 1965, 1). I fremtiden vil sikkert flere og flere dateringer blive foretaget på denne hurtige og nemme metode.

På Institut for Petrologi, Københavns Universitet har vi benyttet fissions-spor metoden til uranbestemmelser i det radioaktive mineral steenstrupin og zirconium-mineralet eudialyt fra Ilimaussaq intrusionen i Sydgrønland (Varv 1967, 2). Undersøgelserne har blandt andet vist, at uranindholdet i mineralerne varierer på en regelmæssig måde, når man går fra de ældste til de yngste bjergarter. Vi er derfor nu i stand til at korrelere (aldersmæssigt sidestille) bjergarter som ligger mange kilometer fra hinanden indenfor intrusionen og ligeledes afgøre hvorfra i lagfølgen løse blokke stammer.

URAN BESTEMMELSE

Skal man bestemme uranindholdet i en bjergart eller et mineral ved fissions-spormetoden fremstilles et tyndslib, som er en 0,03 mm tyk plade af prøven limet på et objektglas. Herover placeres en detektor (en slags tæller) af et isolerende materiale for eksempel lys glimmer, plastic eller glas. På Institut for Petrologi, Københavns Universitet har vi benyttet lys glimmer praktisk taget fri for uran. Prøverne - normalt op til 10 stk. - stables oven på hinanden sammen med en standard med kendt uranindhold til sammenligning - ligeledes påmonteret lys glimmer.



Hele stabelen bombarderes derefter med neutroner i en reaktor på atomforsøgsstationen Risø. Til uran bestemmelse benyttes langsomme neutroner med lav energi, da det kun er disse, der kan fissionere uran 235. Udfra denne isotop (uran 235) kan prøvens totale uranindhold (uran 235 + uran 238) beregnes - fordi al naturlig uran forekommer i et konstant forhold i naturen, nemlig 99,3 % som uran 238 og 0,7 % som uran 235.

Fissionsprocesser for uran 238 eller thorium kræver hurtige neutroner med store energimængder. Under bestrålingen - normalt mellem 1 og 2 minutter - vil fissionsprodukter fra uran 235 ødelægge krystalstrukturen langs deres bane i det overliggende glimmerblad. Efter opholdet i reaktoren "afkøles" prøven en lille uges tid, så gammastrålingen - fra de ved neutronbestrålingen dannede kunstige radioaktive isotoper - når ned på et ufarligt niveau. Ved ætsning af glimmerbladet med flussyre forstørres fissions-sporene, så de kan ses i et mikroskop. Antallet af fissions-spor i et bestemt areal i glimmeret er et udtryk for koncentrationen af uran i et tilsvarende område i tyndslibet. Ved sammenligning med sportætheden i standardens glimmerblad er det herefter muligt at beregne prøvens uranindhold.

HVORLEDES DANNES FISSIONSFRAGMENTER

Når et vilkårligt grundstof bombarderes med neutroner, vil der kunne ske flere forskellige atomkerne processer. Lad os se på et eksempel:

$$^{14}_{7}N + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{15}_{7}N \rightarrow ^{14}_{6}C^{*} + ^{1}_{1}H + \gamma$$

KVÆLSTOF NEUTRON KULSTOF PROTON GAMMASTRÅLING

En kvælstofatomkerne (Varv 1971, 4) rammes af en neutron, hvorved den energi som neutronen medfører, plus den energi, der frigøres ved dens indfangning, fordeles over hele kvælstofkernen, så denne kommer i stærke svingninger. Kernen kan sammenlignes med en væskedråbe, hvor svingningerne kan betragtes som en slags skvulpen. I denne "anslåede" tilstand forbliver den kun få brøkdele af et sekund, hvorefter noget af den overskydende energi afgives ved udsendelse af en proton. Den resterende del af energien udsendes som gammastråling, samtidig med at der dannes en kulstofisotop med atomvægten 14, som med hensyn til kernesvingningerne befinder sig i normaltilstand. Iøvrigt er denne kulstofisotop radioaktiv (angivet ved stjernen) og vil derfor senere henfalde til et stabilt kvælstofatom.

Som eksemplet viser, dannes der en atomkerne med et atomnummer 6, der er én mindre end atomnummeret 7 for den oprindelige kerne. I andre tilfælde afgives overskudsenergien ved udsendelse af en alfa-partikel, hvorved den frembragte atomkerne vil få et atomnummer, der er 2 mindre end den oprindelige kerne. Endelig kendes tilfælde, hvor overskudsenergien afgives ved udsendelse af en eller to neutroner, hvorved atomnummeret forbliver uforandret. Om overskudsenergien frigøres ved udsendelse af en neutron, en proton eller en alfa-partikel, afhænger af, hvilken af disse, der kræver mindst energi for at løsrives fra den pågældende kerne. En eventuel restenergi kan da udsendes som gammastråling.

Når det specielt er uran eller thorium, der rammes af neutroner, opstår der en vrimmel af kunstige radioaktive stoffer. Det var derfor længe en gåde, hvad der egentlig foregik. I 1939 viste O.Hafn og F.Strassmann, at de stoffer, der blev dannet, for en stor del var isotoper af grundstoffer med et langt lavere atomnummer end uran og thorium, for eksempel stoffer som strontium og barium. Lad os se på et eksempel blandt mange:

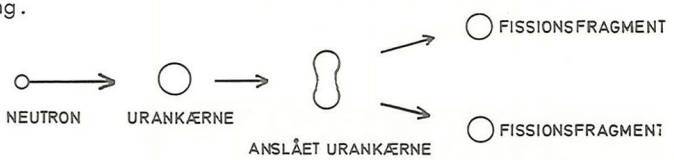
$$^{235}_{92}U + ^{1}_{0}n \rightarrow ^{236}_{92}U \rightarrow ^{141}_{54}Xe^{*} + ^{92}_{38}Sr^{*} + 3\,^{1}_{0}n + \gamma$$

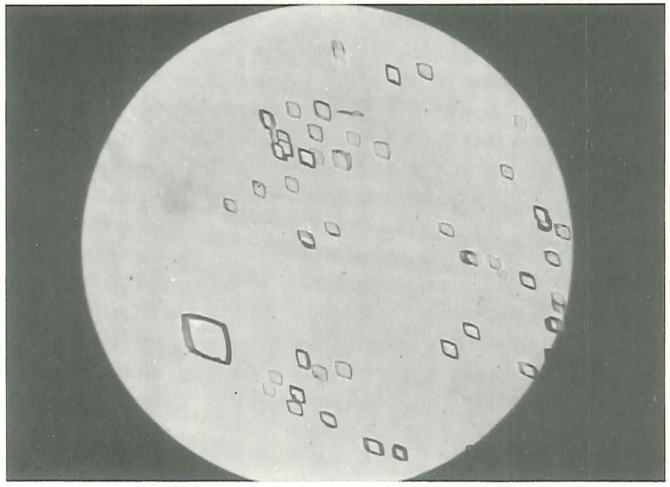
URAN NEUTRON URAN XENON STRONTIUM NEUTRON GAMMASTRÅLING

Et uranatom (med vægten 235) indfanger en neutron, hvorved der dannes et nyt uranatom med vægten 236. Dette uranatom er i "anslået" tilstand og spaltes til to atomer - et xenonatom med vægten 141 og et strontiumatom med vægten 92. Ved processen udsendes tre neutroner og yderligere energi i form af radioaktiv stråling - gammastråling.

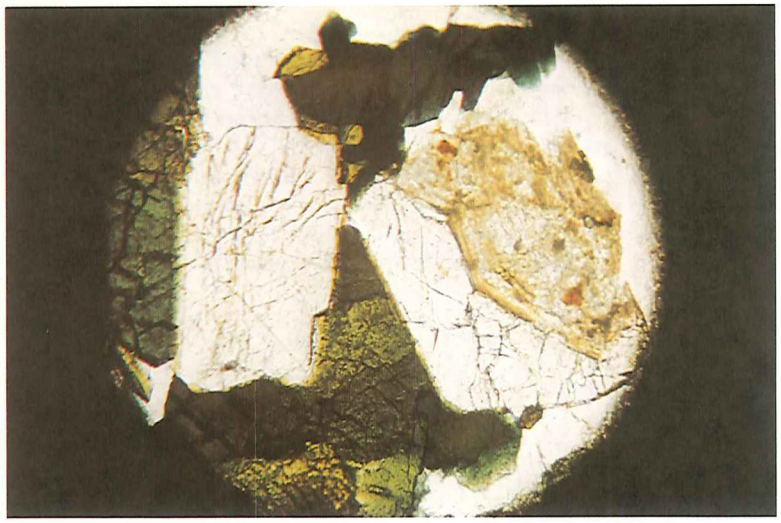
Her er der ikke tale om en simpel indfangning af neutroner - ved "indfangningen" opstår et ustabilt atom, som siden spaltes i to næsten lige store kernehalvdele under frigørelse af energi. Denne spaltning kaldes fission.

Efter fissionsprocessernes opdagelse var det, ud fra den Bohr'ske atomteori, en forholdsvis let sag at forklare deres mekanisme. Ved så store kerneladninger (uran- og thoriumkerner), som det her drejer sig om, er det muligt, at kernen, under de stærke svingninger der opstår ved neutron-optagelsen, kan deformeres til en iangstrakt "form". Den elektriske frastødning mellem de to ender vil få overtaget over sammenhængskraften, så der danner sig en indsnøring omtrent på midten, hvorefter "væskedråben" deler sig i to, som flyver fra hinanden, drevet af den elektriske frastødning.





Fissions-spor i lys glimmer. Det store spor efter 16 timers, de små efter 10 timers ætsning med flussyre. Diameteren er 0,6 mm.



To eudialyt korn, det venstre frisk det højre delvis forvitret. De grønne korn er arfvedsonit og det lyse øverst i billedet er feldspatten mikroklin. Diameteren i begge billeder er 1 mm.

Glimmerblad med fissions-spor, svarende til udsnittet ovenfor. I det friske eudialyt korn ses en jævn fordeling af spor, det vil sige, der er en jævn fordeling af uran. I det højre korn ses koncentration af spor og dermed uran i den forvitrede halvdel. I områder med arfvedsonit og mikroklin ses ingen spor, det vil sige, disse mineraler indeholder ikke uran.