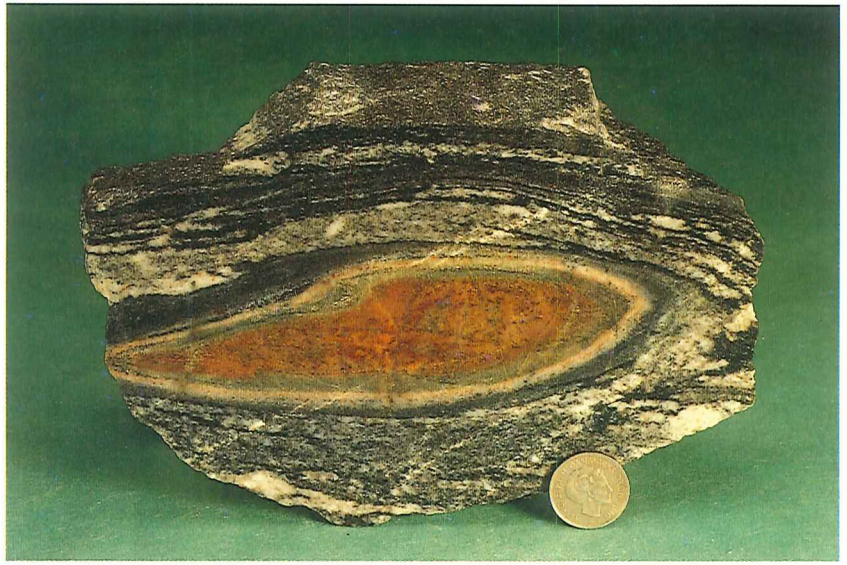


KALKSILIKAT-LINSE fra SØ Norge.
På billedet ses en kalksilikat-linse omgivet af Stora Le-Marstrand gnejs. I denne gnejs er kalksilikat-linser meget almindelige. Linserne har tidligere været kalkkonkretioner, som har ligget i en gråvakke-sandsten, og ved en efterfølgende metamorfose dybt nede i jordskorpen er kalkkonkretionerne blevet til linser og gråvakke-sandstenen til den omgivende gnejs.
Linsen er zonart opbygget (på grund af metamorfosen). Den rødligbrune kerne består af mineralerne granat, clinozoisit, diopsid, plagioklas, kvarts og lidt kalkspat. I den omgivende grønne ring findes diopsid, clinozoisit, kvarts og plagioklas. I den ydre lyse ring ses mest kvarts, plagioklas samt enkelte granater og lidt clinozoisit.
Linsen benævnes 'kalksilikat-linse', fordi den hovedsagelig består af calciumholdige silikatmineraler. De oprindelige karbonatmineraler i konkretionerne forsvandt under metamorfosen, hvor calcium (og lidt magnium og jern) blev brugt til dannelsen af silikatmineralerne, mens karbonat-komponenten CO_3 blev omdannet til kultveilte (CO_2), der forsvandt som gas under omdannelsen.

Bjørn Hageskov

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1987

DENNE KINNEDIABAS, DER LIGGER PÅ EN NORDSJÆLLANDSK STRAND, HAR VÆRET UDSAT FOR KULDE– OG VARMESVINGNINGER, SOM DEN IKKE KUNNE TÅLE. DERFOR SKALLER OVERFLADEN AF I TYNDE LAG, EN PROCES DER BENÆVNES EXFOLIATION. *(EXFOLIERE=* BLADVIS AFSKALNING).

DETTE NUMMER INDEHOLDER ARTIKLER OM AKTIV VULKANISME I MIDDELHAVSOMRÅDET, MERE OM SKADESRAMT BETON, OG OM DE GAMLE BJERGMÆNDS NAVNE FOR MINERALER. ENDELIG VISER VARV EKSEMPER PÅ KORTLÆGNING AF OLIE– OG GASFELTER VED HJÆLP AF 'PILEKVIST–METODEN'.

ISSN 0105 - 6301 1987 - 07 - 01

MENINGSFORSTYRRENDE **FARVE FeJL**

I SIDSTE NUMMER ! VI BEKLAGER. **FEJLFARVE**

RETTELSE: SE SIDE: 63

INVITATION TIL DELTAGELSE I:

18. NORDISKE GEOLOGISKE VINTERMØDE

se side: 50

VARV

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 01 11 22 32

Kontor: Anita Ege, mandage 9 - 16. Andre dage kan henvendelse ske til Steen Sjørring på samme telefonnummer.

Redaktion: Valdemar Poulsen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Jens Konnerup-Madsen, Svend Pedersen, Steen Sjørring og Sven Laufeld (Sverige).

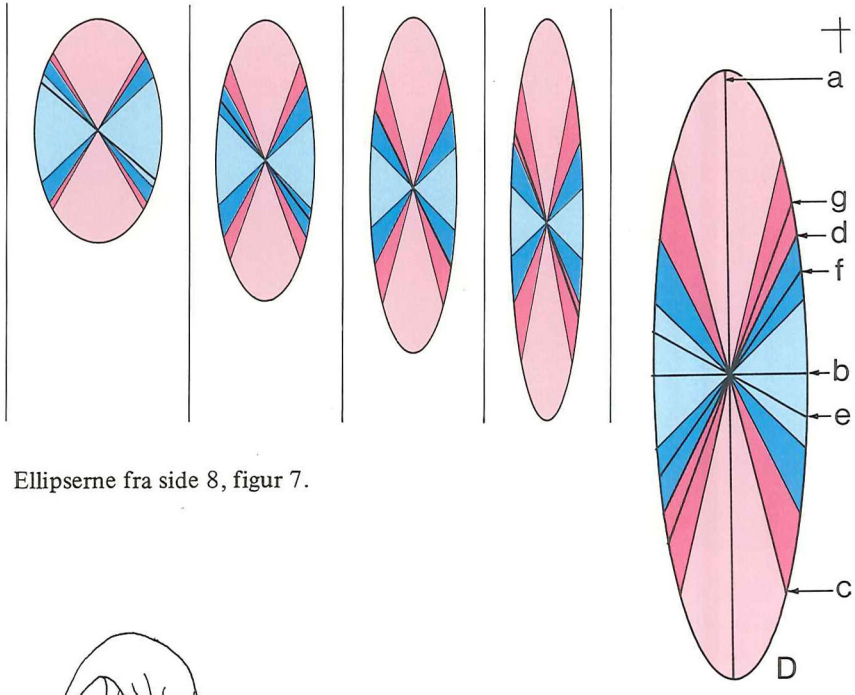
Renskrift: Gitte Sjørring
Montage: Svend Pedersen og Steen Sjørring
Repro: Vest-Scan a/s, Esbjerg
Tryk: Johnsen + Johnsen a/s, København

VARV udkommer 4 gange årligt. Prisen er 66 kr i abonnement i 1987. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV. Postgiro 9 06 88 80 eller 60 SKr til VARVs svenske postgirokonto 4388-5.

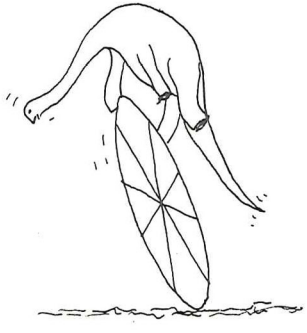
Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt Postvæsenet.
© 1987 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

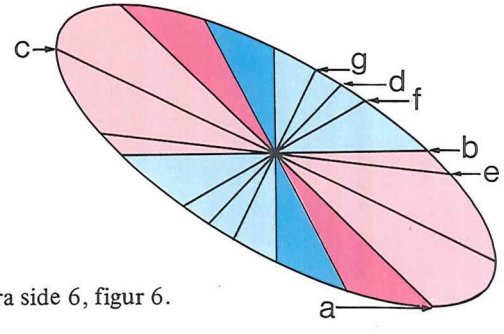
FEJL I VARV !

I sidste nummer af VARV (1987-1) er der på side 6 og side 8 nogle vældig flotte ellipser i røde og blå farver, men desværre er farverne blevet blandet forkert. Herunder bringes derfor ellipserne igen, denne gang med de rigtige farver, og vi håber så, at artiklen om de ptygmatiske folder kan læses og forstås uden større forvirring eller fortvivlelse. Redaktionen undskylder meget.



Ellipserne fra side 8, figur 7.





Ellipserne fra side 6, figur 6.

Rødgylden

Ordet nedstammer fra tysk: Rotgültigerz eller Rotgülderz, og der er to forklaringer på ordets oprindelse: 1) Det kan være afledt af Rot gold erz (rød guld malm). *Agricola,* læge, geolog, mineralog og meget andet, oversatte 1546 i en mineralliste fra latin til tysk: *argentum rude rubrum* = Rotgültigerz. Den direkte oversættelse til dansk ville være: sølv, gedigen, rød, men den sølvmalm, der var tale om, var en guldholdig sølvmalm fra Karpaterne. Senere kom betegnelsen også til at gælde for malm, der kun indeholdt sølv.

2) En anden mulighed er, at navnet kunne hentyde til en malm (erz), som var gyldig (gültig), d.v.s. righoldig. Dette forekommer rimeligt, for malmen har et ret stort sølvindhold..

Der er tale om to forskellige sølvmalme, hvis forskellighed først er blevet klarlagt senere, nemlig: mørk rødgylden = pyragyrit (Ag_3SbS_3), der er et antimon-sølv-sulfid, og lys rødgylden = proustit (Ag_3AsS_3), der er et arsen-sølv-sulfid, der er mindre udbredt end mørk rødgylden.

HENVISNINGER:

Lüschen, H. 1968: Die Namen der Steine. Ott Verlag, Thun und Munchen.

Meyers Konversations-Lexikon, 1897. Leipzig und Wien.

Mitchell, R. S. 1979: Mineral Names, What do they mean ? New York.

Salomonsens store illustrerede Konversationsleksikon, 1893-1911. Kjøbenhavn.

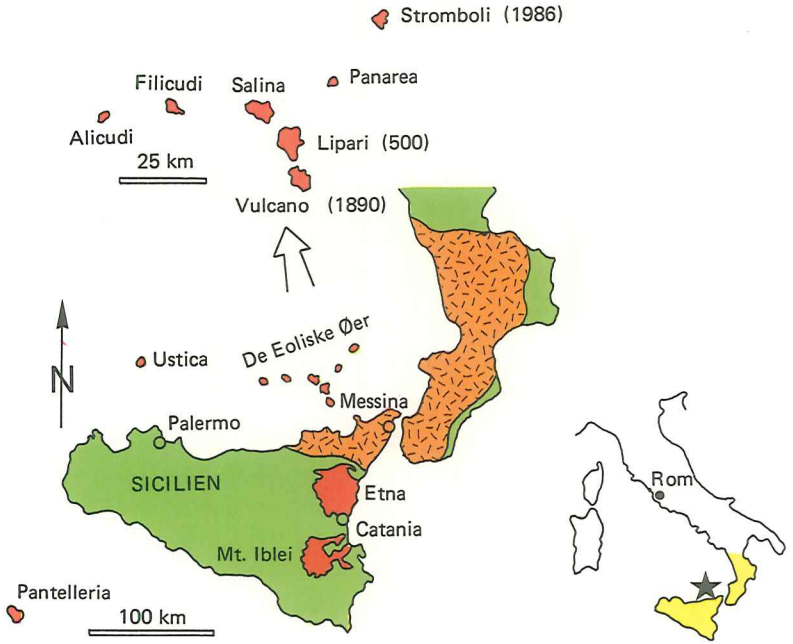
Figur lånt fra Schoedler's: Das Buch der Natur, Braunschweig, 1872.

ET AKTIVT VULKANOMRÅDE I ITALIEN

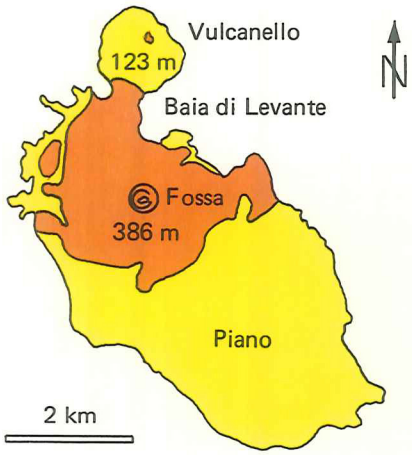
af Jens Rune Schlag

Et af Europas få aktive vulkanområder ligger nord for Sicilien og danner en gruppe små-øer, De Eoliske Øer (fig. 1). Af de ialt syv øer er der dog kun en ø med aktiv vulkanisme, nemlig Stromboli. En af de andre øer, Vulcano, opkaldt efter den romerske gud for ild og smedekunst, har været aktiv for ikke længere siden, end at vanddamp og varme hydrothermale gasser endnu siver ud og vidner om den tidligere vulkanske aktivitet. Visse steder på Vulcano er sandet endnu så varmt, at det er muligt at spejle æg på det.

De hydrothermale gasser, der siver ud, danner interessante mineraludfældninger, både på land og på havbunden. Den type mineraludfældninger kan ses mange steder, men det er yderst sjældent at kunne følge processen, mens det sker, hvorfor forholdene på Vulcano og Stromboli skal omtales nærmere.



Figur 1. Placeringen af De Eoliske Øer i forhold til Sicilien i Syditalien. På hovedfiguren ses de vulkansk dannede Eoliske Øer og andre vulkanområder (rødt) i Syditalien, det ældre Kalabro-Peloritiske 'grundfjeldsmassiv' (orange) og yngre sedimentære bjergarter (grønt). Øverst til venstre i figuren ses de 7 største Eoliske Øer med årstal for det sidste historiske udbrud på den enkelte ø.



Figur 2. Øen Vulcano. Fossa's aske- og tufaflejringer er vist med orange. Nord for Fossa ligger den lidt ældre vulkan Vulcanello, der er dannet i historisk tid, formodentlig omkring år 183 før Kristus. Hovedparten af den sydlige del af Vulcano (omkring Piano) er dækket af basaltisk materiale (gult) fra ældre stratovulkaner.

Vulcano

Store dele af Vulcano ligger ubevokset hen på grund af den nylige vulkanske virksomhed, - det sidste udbrud var i 1888-90. Øen har siden været præget af fumaroler, det vil sige gas- og dampudstrømninger med høj temperatur. På land ses fumarolerne at være begrænset til den østlige inderside af vulkanen Fossas krater (fig. 2 og 3). På vandring rundt langs kraterranden møder man en stikkende lugt af svovldioxid, men en lang række andre gasser som kuldioxid, svovlbrinte, saltsyre, ammoniak, borsyre og flussyre vil også være tilstede sammen med vanddamp.

Vulcanos overflade er overalt dækket af en skorpe af gips og andre sulfater. Graver man gennem den højest 10 cm tykke skorpe, kan man danne sin egen lille fumarole, hvor gas og vanddamp søger op fra den fugtige og varme undergrund, hvor der findes lavtemperatur-produkter som svovl, salt, pyrit og arsensulfidet realgar dannet ud fra varme vandige opløsninger. Det gule svovl, der ses på overfladen, er afsat af de 100-200° varme fumaroledampe, der også afsætter de hvide skorper af salmiak og borsyre tæt ved udblæsningshullerne (fig. 4).

På grund af den nedefra kommende stærke varme er det umuligt, at stå stille sådanne steder mere end nogle få sekunder, for varmen trænger gennem skosålerne, og i det hele taget er krateret et ret ubehageligt sted at opholde sig.

En anden lokalitet med fumaroler, der til gengæld besøges, fordi det giver velvære, er bugten Baia di Levante (fig. 2). Hertil kommer kurbadere for at blive lindret for alt fra rheumatisme til hovedpine, idet tusinder af fumaroler langs stranden og på havbunden ud for varmer vandet op til 30°C. Temperaturen i de varme kilder, der findes ned til en dybde på omkring 15 meter, kommer aldrig op over 100°C. I bugtens fumarolefelt sker en nutidig sulfidiseringsproces,

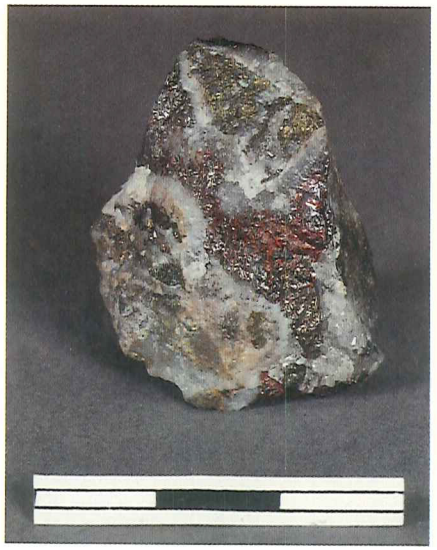
I det 16. århundrede opdagede man, at man af stoffet kunne udvinde et blåt farvestof, der så blev benævnt kobaltblåt. Dengang troede man, at den blå farve skyldtes et vist indhold af grundstoffet vismut, men den svenske kemiker Brandt fandt ved kemiske analyser af vismutholdige kobalter i 1735 frem til, at den blå farve kom fra 'det nye stof', som vi i dag kender som grundstoffet cobalt (Co). Det viste sig nu, at flere af de såkaldte kobalter slet ikke indeholdt cobalt, men at de oprindeligt havde fået betegnelsen på grund af deres giftighed (hvilket altså skyldes indholdet af arsen). Af cobaltholdige mineraler kan nævnes cobaltglans (CoAsS), der indeholder arsen (As) og er giftigt.

Kvarts

Kvarts (tysk: Quarz) som navn kan spores tilbage til det 14. århundrede, hvor det anvendtes i de böhmiske bjergværker. Navnet anses for at komme fra det slaviske ord for hård = 'kwardy'. Kvarts har altså fra begyndelsen betegnet et hårdt mineral. En anden tydning af ordet er, at navnet kommer fra 'Querklufterz' (tvær-kløft-malm), som er videreudviklet til 'Quererz' og herfra sluttelig til Quarz.

Fra ca. 1750 skelnes der i mineralogien mellem en grovkrystallinsk gruppe, der bl. a. omfatter bjergkrystal, og en gruppe af kryptokrystallinske (=tætte) varieteter som f. eks. calcedon. Betegnelsen for den første gruppe var kvarts, for den anden gruppe kisel. I løbet af det 19. århundrede kom kvarts til at omfatte begge grupper.

Det er sagt om kvarts, at 'det er lettere at kende end at beskrive'. Kvarts optræder i talrige varieteter.



Figur 6. Lys rødgylden (proustit). Målestokken er 3 cm lang. Foto: Ole Bang Berthelsen.

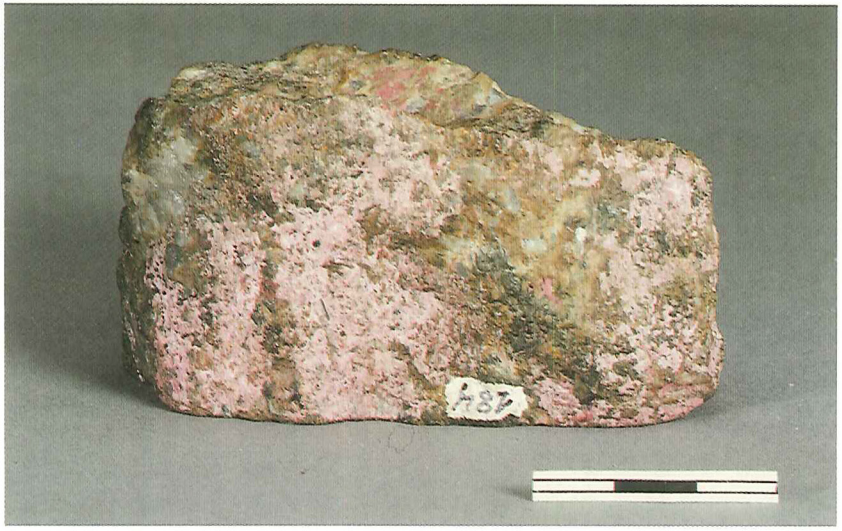
Spat

Det vides, at ordet er blevet brugt siden det 12. århundrede, og det er blevet sat i forbindelse med 'spaltning', men der er dog en del tvivl om, hvorvidt dette er rigtigt. Imidlertid var spat oprindelig betegnelsen for et letspalteligt mineral, fremfor alt gips i form af marieglas, der kan spaltes i tynde, gennemsigtige blade.

I bjergmandssproget blev spat indregnet blandt de mange ikke-malmholdige dannelser, der ingen interesse havde for bjergmanden, altså alt det ikke anvendelige materiale, der blev tilbage, når malmen var sorteret fra. Men spaltelighed-en fik igen betydning, så '-spat' blev efterhånden betegnelsen for mineraler, der ikke kun spaltede i blade, men efter bestemte retninger med glatte flader. I det 18. århundrede skelnede man ved hjælp af kemiske analyser i forbindelse med krystallografiske undersøgelser mellem flere forskellige slags spat, f. eks. feldspat, kalkspat, flusspat og jernspat.

Kobolt

Kobolt eller kobalt hed i det gamle bjergmandssprog kobold. En kobold er en bjergånd eller bjergnisse, der i følge gammel bjergmandsovertro levede i grubegangene. De kunne være godmodige drillenisser, eller de kunne være ondskabsfulde som den, der engang 'dræbte 12 bjergmænd i en sølvmine'. Kobalt blev således betegnelsen for noget skuffende, noget der gav indtryk af at indeholde sølv uden at gøre det. Det kunne også være giftigt, idet indholdet af arsen udviklede arsenikdampe.



Figur 5. Koboltblomst, der er det almindelige omdannelsesprodukt af koboltglans. Koboltblomst har formlen: $Co_3(AsO_4)_2 \cdot 8\,H_2O$. Målestokken er 3 cm.

der kun kan ses få andre steder i verden, og hjælper således med til at forklare dannelsen af fossile sedimentære sulfidforekomster. De kan altså være dannet fra tilsvarende varmvands udstrømninger (exhalativer) på havbunden i fordums tid. De mineraler, som fumaroleaktiviteten danner i havbundens sedimenter, er især pyrit, markasit, svovl, alunit og opal. Uden for selve fumarolefeltet findes ofte goetit.

Figur 3. Vulkanen Fossa's krater med fumarolefelter (gullige områder). I baggrunden ses øen Lipari. J. Petersen foto.

Det er kun inden for få meters afstand fra fumarolen, at havvandets temperatur og kemiske sammensætning afviger fra det normale, så det er kun i dette snævre område, sulfidiseringsprocesserne finder sted. Mængden af dannede jernsulfider afhænger direkte af afstanden fra fumarolen og af dens intensitet. Det maksimale sulfidindhold (op til 29 %) findes mellem 20 og 40 cm nede i havbunden, hvor den består af tuff og vulkansk sand, altså letgennemtrængelige lag. I ler- og kalklag finder man derimod ikke mineraliseringer. Sulfiderne i tuffen og sandet findes mest som skorper sammen med alunit, svovl og opal, eller de kan findes som replaceringer (udbytninger) af oprindelige korn af magnetit og pyroxen.

Jernet kan komme fra flere kilder: 1) fra sedimenternes oprindelige jernoxider som magnetit, ilmenit og hæmatit, eller 2) som udvasket jern fra de sidsten, fumarolen har passeret op til overfladen, eller 3) fra opløsninger i havvandet. Selve det vulkanske magma nedenunder bidrager kun med den varme, der er nødvendig for at få havvandet i sprækkerne til at søge op som vanddamp.

Figur 4. Svovludfældninger (gult) og salmiakudfældninger (hvidt) ved fumarole på Fossa's nordside. J. Petersen foto.

Figur 5. Der kommer store mængder af svovlbrinte ud fra fumarolerne. I vandet iltes svovlbrinten hurtigt til kolloid svovl, der danner en mælkehvid 'sky' på det lave vand, hvor kurbaderne boltrer sig.

Bønnemalm er også en 'Erz' efter tysk sprogbrug (Bohnenerz). Bønnemalm er en brunjernsten ($Fe_2O_3 + H_2O$) og er et slutprodukt af jernholdige mineralers forvitring i iltrige og våde omgivelser. Bønnemalmen optræder som bønne- eller linseformede konkretioner, og navnet er overtaget direkte fra bjergmandssproget.

Glans

Med denne betegnelse hentydes der naturligvis til malmmineralernes skinnende udseende (tysk: Glanz). I bjergmandssproget var 'glans' oprindelig betegnelsen for blyglans (PbS), der dels er en vigtig blymalm, og som dels kan indeholde sølv i så stor mængde, at det kan betale sig at bryde malmen for sølvets skyld. Senere er begrebet '-glans' blevet hæftet på flere metalskinnende mineraler, f. eks. jernglans, molybdænglans og antimonglans.

Kis

Kis nedstammer fra det tyske Kies, der i dag betyder grus, men i bjergmandssproget betegnede det svovlkis (pyrit = FeS_2). Senere kom det også til at omfatte andre sulfider som f.eks. arsenkis og kobberkis.

Den gamle navnedannelse har videreudviklet sig og endelsen '-kis' er senere hæftet på flere beslægtede mineraler med stærk metalglans, men især på mineraler, der har større hårdhed end mineraler fra '-glans'-gruppen. Mange kis-mineraler er så hårde, at de ved hammerslag giver gnister, og kan således have mindet bjergmanden om 'kiselsten' (tæt hård sten, flintesten).

Figur 4. Kobberkis. Målestokken er 3 cm. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Figur 3. Fahlerz med partier af pyrit (svovlkis). Målestokken er 3 cm lang. Foto: Ole Bang Berthelsen.

En anden 'blende', nemlig hornblende, tilhører mineralgruppen silikater, som bjergmændene næppe viede megen opmærksomhed. Den svenske mineralog Cronstedt, som fra 1758 var bergmästare ved Bergslagen, anså hornblende for at være hærdnet, jernholdigt ler, men han udtalte sig ikke nærmere om den kemiske sammensætning. Idet hornblende kan have et halvmetallisk udseende og da dets jernindhold ikke kan udnyttes, er endelsen '-blende' her nok brugt i den gamle bjergmandsbetydning. 'Horn-' hentyder sandsynligvis til farven.

'Blende'-betegnelsen synes således at omfatte en række forskellige mineraler, som ikke har meget andet til fælles end et halvmetallisk udseende.

Erz

Fahlerz er et samlenavn, givet af bjergmænd, for en række svovlforbindelser med varierende sammensætning. Navnet hentyder til mineralernes grå farver, 'Fahl' (tysk) = bleg, grå. Fahlerz blev i det 18. århundrede beskrevet som *'en sortgrå, fast sølvmalm, som består af sølv (Ag), kobber (Cu), 'arsenik' (As), svovl (S) og jern (Fe)'.* I nyere tid skelnes der mellem to hovedgrupper, nemlig den mørke fahlerz (tetraedrit = Cu_3SbS_{3-4}) og den lyse fahlerz (tennantit = Cu_3AsS_{3-4}). I fahlerz er der store variationer i den kemiske sammensætning. Kobber kan erstattes af f.eks. sølv og kviksølv, hvilket betyder, at fahlerz ofte er en vigtig sølvmalm eller kviksølvmalm.

Metaller som zink, kobber og bly findes kun i meget små mængder, som sporelementer, og de danner kun sjældent egne sulfidmineraler. At der uden for fumarolefelterne stedvis findes større mængder goetit, kan skyldes, at sulfidkorn er blevet transporteret med havstrømme væk fra fumarolefeltet til et mere oxiderende miljø, eller at der tidligere har været fumaroler på dybere vand end i dag.

Figur 6. Vulkanen Stromboli dominerer fuldstændig øen Stromboli. Skyen ved krateret på toppen skyldes en gaseksplosion. J. Petersen foto.

Stromboli

Da Lidenbrock og hans rejsefæller nåede tilbage til Jordens overflade i *Jules Vernes: Rejsen til Jordens indre,* kom de op med et vulkanudbrud på Stromboli, der er en af Jordens mest aktive vulkaner. Stromboli rejser sig næsten 1 km op over havoverfladen, og målt fra havbunden er den omkring 3 km høj. Den ser meget imponerende ud med sin trekant-form og den vulkanske sky omkring toppen, et tegn på at kæmpen, der er i ro, kan vågne hvert øjeblik (fig. 6).

Vandrer man gennem slagger og aske mod toppen, mødes man først af lyden fra gaseksplosioner med cirka et kvarters mellemrum. Lyden er som et dybt tordenbrag - dog uden dettes rullen - der ikke blot kan høres, men også mærkes gennem hele kroppen. Ved kraterterrassen ca. 200 meter under toppen møder man et goldt, tågefyldt landskab, hvor vanddamp bølger op fra de 5 kratere, der for tiden er i aktivitet. Omkring kraterne består jorden af sand og blokke, og her og der skærer vulkanske gange sig igennem sandet som gærder (fig. 7).

Figur 7. En gang af vulkansk materiale står op gennem askelagene på Scirra del Fuoco, der er den nordlige side af kraterkeglen på Stromboli. J. Petersen foto.

Pludselig lyder et drøn nede fra det største krater, og hvid og senere sort røg vælter op. Centimeterstore slagger regner ned, men de vejer næsten ingenting. Til gengæld er de så varme, at man ikke kan holde på dem. På grund af vanddampen over kraterne er det om dagen umuligt at se, hvad der sker nede i dybet, men om natten kan man ane den rødglødende stenmasse gennem tågerne.

Egentlige lavaudbrud sker gennemsnitligt 4 gange om året, men lavamængden er så beskeden, at den ikke er til fare for beboerne på øen.

MINERALER

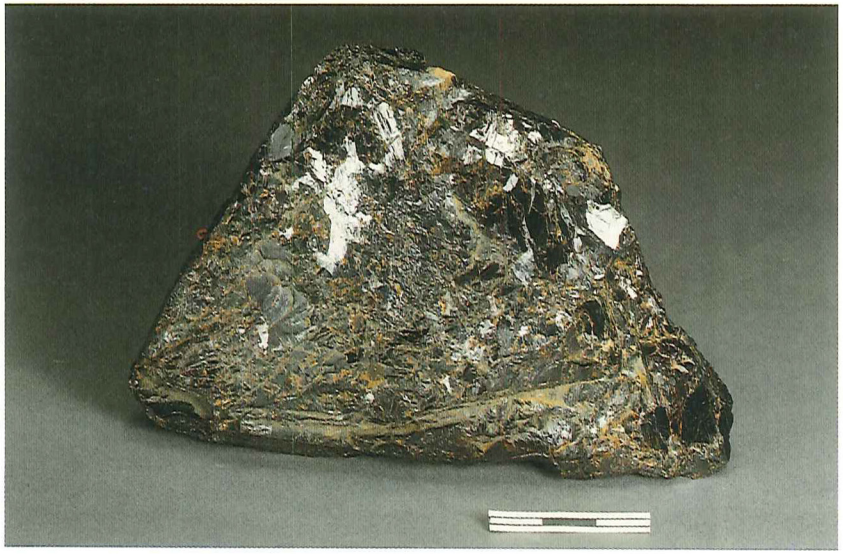
Alunit	$KAl_3(OH)_6(SO_4)_2$	Pyrit	FeS_2 (kubisk)
Borsyre	$B(OH)_3$	Pyroxen	$Ca(Mg,Fe)(Al,Fe,Ti)Si_2O_6$
Gips	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$	Realgar	AsS
Goethit	$FeO(OH)$	Salmiak	NH_4Cl
Hæmatit	Fe_2O_3		
Ilmenit	$FeTiO_3$		
Magnetit	Fe_3O_4		
Marcasit	FeS_2 (rhombisk)		
Opal	$SiO_2 \cdot nH_2O$		

I tidens løb blev der på flere af disse gamle navne hæftet tilføjelser på for yderligere at præcisere hvilket mineral eller hvilken bjergart, man havde med at gøre, som f. eks. kalkspat, feldspat eller jernspat. I det følgende omtales nogle af de gamle og velkendte bjergmandsudtryk, men i denne artikel dog kun mineraler, mens bjergartsnavne vil følge senere. Det kan tilføjes, at samtlige nævnte mineraler (sammen med et udvalg af bjergarter) kan ses i en lille montre i 'mineudstillingen' på Geologisk Museum.

Blende

I Meyers Konversationslexikon fra 1897 kan man læse, at blender er *'svovlmetaller, som har en glasglans eller halvmetallisk glans, er mere eller mindre gennemskinnelige, af broget, sjældent af sort farve og i almindelighed blødere end flusspat'*. Ordet blende er blevet brugt siden det 16. århundrede for at angive skuffende egenskaber ved visse mineraler: blende = blænde, narre. Endelsen '-blende' kunne således hæftes til navne på mineraler, som trods et lovende udseende ikke ansås for at indeholde et udsmelteligt metal.

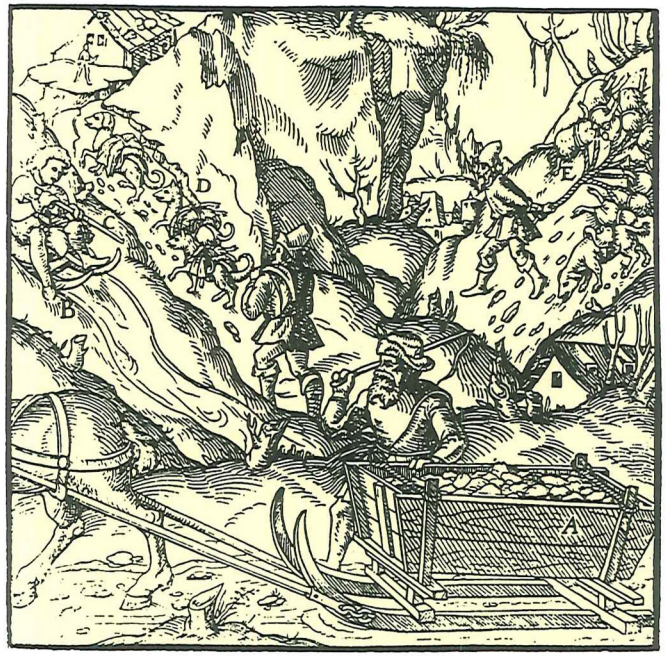
Oprindelig mentes der med 'blende' zinkblende (ZnS), sædvanligvis i forbindelse med svovlkis (FeS_2). Zinkblende er et tungtsmelteligt mineral. Først i 1734 blev det af den svenske kemiker Brandt erkendt som en vigtig zinkmalm. Det blev så sent som i 1733 beskrevet således: *'Blende er en skinnende bjerg-art, der er sort og også gul, men som ikke fører metal og ofte blænder og narrer bjergmanden'*.



Figur 2. Grovkrystallinsk zinkblende. Målestokken er 3 cm lang. Foto: Ole Bang Berthelsen.

BJERGMANDSNAVNE PÅ MINERALER

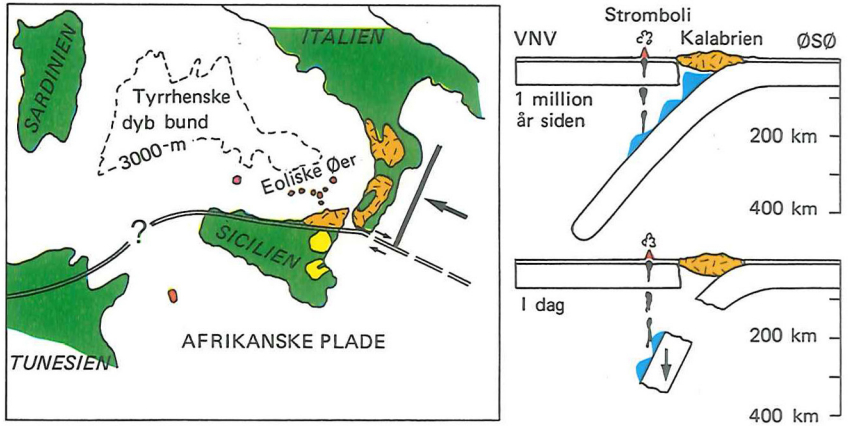
af Gunni Jørgensen



Figur 1. Transport af malm fra minen skete bl.a. ved hjælp af hunde (D). Illustrationen fra Agricola, *Bog VI.*

Mineraler og bjergarters navne har ofte en broget historie. Et navn, som vi i dag er fortrolige med, stammer måske fra et fjernt land, men på sin vej til vore himmelstrøg gennemgik det en forvanskning - eller en udvikling - som kun en sprogforsker kan tyde.

Mange af de almindeligste mineral- og bjergartsnavne stammer fra bjergmænd, grubearbejdere, der var fortrolige med mineralers og bjergarters udseende, egenskaber og forekomstmåde. Mange af de navne, vi benytter, er af tysk oprindelse eller er præget af tysk sprogbrug. I bjergmandssproget er der på beundringsværdig vis skabt korte og klare betegnelser som f. eks. kvarts, spat, glans og gnejs.



Figur 8. Model for dannelsen af De Eoliske Øer og især for Stromboli. Kortet til venstre viser (med tyk sort streg) subduktionszonen, langs hvilken den Afrikanske plade fra sydøst skydes ned under den Kalabriske plade med ældre (orange) bjergarter i Syditalien. Dobbeltlinien med spørgsmålstegn viser placeringen af en større sideværts (transform) forkastning i det vestlige Middelhav. De to figurer til højre viser et tværsnit gennem skorpen og kappen for 1 million år siden og i dag, hvor en del af den nedbukkede Afrikanske plade er brækket af og sunket længere ned i kappen. Blåt angiver stederne og dybden for registrerede jordskælv.

Dannelsen af De Eoliske Øer. Da den vulkanske aktivitet og dermed dannelsen af De Eoliske Øer startede for ca. 1 million år siden, var de bjergarter, der dannedes, af en type, som man typisk finder hvor en oceanbundsplade bukkes ned under (subduceres) et kontinent eller et andet stykke oceanbund. Øerne Panarea, Alicudi, Filicudi, Salina og Lipari dannedes i denne tidlige fase.

For 0.3 millioner år siden startede en anden fase af den vulkanske aktivitet på Lipari og senere på Vulcano og Stromboli med bjergarter af en anden type. Indholdet af natrium og kalium var højt, ligesom der var relativt mere kalium end natrium. Sådanne bjergarter findes ofte over de dybe dele af subduktionszonen.

Geofysiske målinger i det Thyrrenske hav viser en noget usædvanlig fordeling af jordskælvscentre. Der registreres nemlig ikke jordskælv med centre i dybder på mellem 35 km og 220 km, og det betyder, at der i dette interval ikke findes sammenhængende plade. Den subducerede skorpe er knækket (se fig. 8) og er sunket hurtigere ned med kalium-natriumrig vulkansk aktivitet til følge.

Oceanbunds-subduktionen i det Thyrrenske hav skyldes kollision mellem den Calabriske plade og den Afrikanske plade, men denne kollision er nu næsten ophørt. Man kunne forvente, at øerne skulle ligge på en ret linie, men den vulkanske aktivitet har også fulgt gamle forkastninger, derfor ligger øerne spredt.

OLIE OG PILEKVISTE

Skitse af bjergmændenes laugsbæger i Harzen. Øverst på låget ses pilekvistmanden.

af Uggi Engel

Vandpåvisning ved hjælp af pilekviste eller lignende instrumenter såsom penduler eller vinkelpinde har en lige så lang historie som menneskeheden selv. Selv om man endnu ikke har en videnskabelig forklaring, accepterer mange i dag det fænomen, at der er en sammenhæng mellem mennesket som et fint reagerende instrument og dets omgivelser, sammenhænge som ikke er klarlagte, og som vi derfor ikke forstår.

Når vandpåvisning hører til de mere accepterede fænomener inden for 'overtroen', skyldes det, at tilstrækkelig mange troværdige mennesker har evnen hertil, således har flere lande officielt ansatte vandvisere, og vandvisere bruges også hyppigt af vandborende firmaer.
Der er sikkert mindre kendt, at en del personer - udover at kunne vise vand - også kan opfange påvirkninger fra andre substanser i undergrunden, bl. a. metaller, salt, brunkul, mergel samt olie og gas. Dette udnyttede man helt tilbage i middelalderen, hvor pilekvistfolk blev brugt til at finde guld, sølv og kobber. På bjergmændenes laugsbæger (fra 1652) i Harzen troner pilekvistmanden øverst på bægeret, som tegn på den betydning man tillagde ham. Han var en vigtig person i en tid, hvor der ikke var andre eftersøgningsmetoder end studiet af overfladens geologi.

Også inden for olie- og gaseftersøgningen har pilekvistmanden spillet en rolle, især indtil 1920'erne og 1930'erne, hvor gravimetriske og seismiske metoder kom til som uvurderlige hjælpemidler. Men fortsat er det dog sådan, at selv ikke det bedste seismiske profil kan vise, om der er olie eller gas i undergrunden, kun en boring kan afgøre det, og boringer er som bekendt meget dyre.

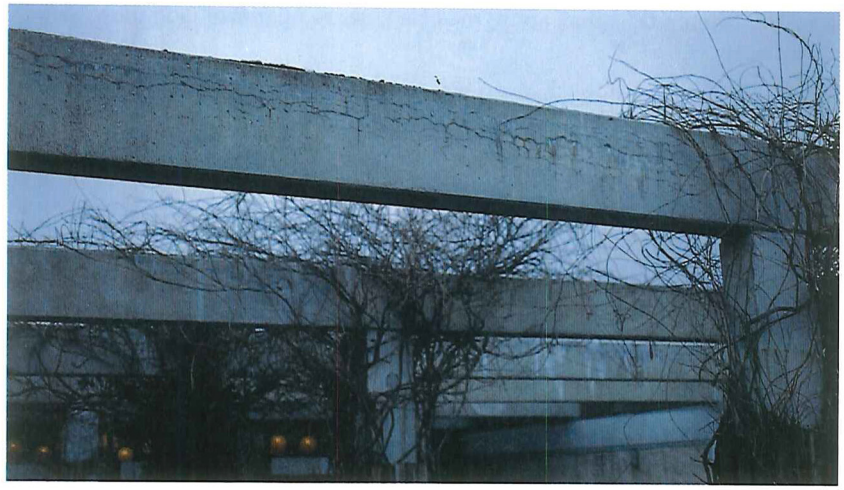
Brand
Brandteknisk er beton et godt materiale, for den kan ikke brænde, den afgiver ikke giftige dampe, den leder varmen dårligt, og den har en stor varmekapacitet, det vil sige, at den er svær at varme op. Men da beton består af flere komponenter, der reagerer forskelligt, kan langvarige høje varmegrader få betydning.

Armeringen i beton består af forskellige ståltyper. Almindeligt varmvalset stål har et styrketab, der er proportionalt med temperaturen, mens kold-deformeret stål hurtigere mister styrke - endog ved lavere temperaturer - og den kold-deformerede ståltype genvinder ikke fuld styrke efter brandskade. Det er derfor vigtigt at kende ståltype samt hvor høj temperaturen har været, for at styrketabet kan vurderes.

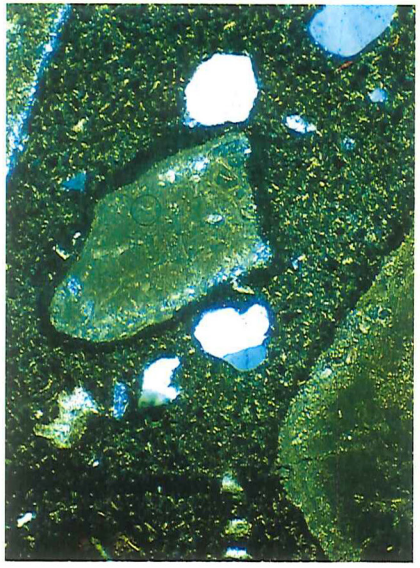
Tilslagsmaterialerne, d.v.s. sand, grus og sten udvider sig ved opvarmning, men ved høje temperaturer sker der også omdannelser af almindeligt forekommende mineraler som f.eks. kvarts, der omdannes fra en type til en anden ved 573°C samtidig med en forøgelse af rumfanget, der forårsager revnedannelse i den omgivende cementpasta. Når flint opvarmes til høje temperaturer 'calcinerer' den, det vil sige, at den ændrer farve til hvid eller grå idet vand presses ud, og denne vandafgivelse har tit revnedannelse til følge. Temperaturen, hvorved dette sker, er dog ikke særlig godt kendt.

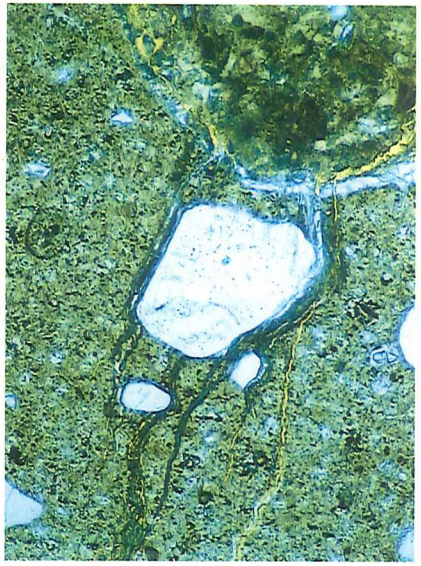
Cementpastaen består af uhydratiserede klinker, C-S-H-geler og CH (se Varv 1986/3, side 103). Ved opvarmning vil cementpastaen først udvide sig, men når temperaturen når op over 100°C, begynder den at krympe, fordi C-S-H-gelerne gradvis fraspalter vand (H). Bindemiddelstrukturen i betonen ødelægges langsomt ved denne temperatur. Ved temperaturer omkring 450-550°C begynder også portlandit at ændres og miste sammenhængskraften. Nøje studier af brandskadet beton skulle derfor gøre det muligt, at afsløre hvilke temperaturintervaller bestemte dele af betonen har været udsat for, og som nævnt har det også en indflydelse på den berørte armerings egenskaber.

Alt i alt er der mange muligheder for at afsløre, hvad der er sket i en skadesramt beton, og det synes som om, at det i høj grad er et spørgsmål om at udvælge de rigtige mikrostrukturer og så selvfølgelig at tolke deres dannelse rigtigt. Heldigvis er det et område, hvor det er muligt at udføre kontrollerede forsøg, så de kommende år vil forhåbentlig bringe os et stort skridt videre, men bedst ville det være, om undersøgelsernes resultater kunne overføres direkte på primærmaterialerne: cement og tilslagsmaterialer og deres indbyrdes reaktioner, så skaderne helt kunne undgås.



Figur 4. Pergola-bjælker med revner dannet ved alkali-kisel-reaktioner og senere udvidelse ved frysning.



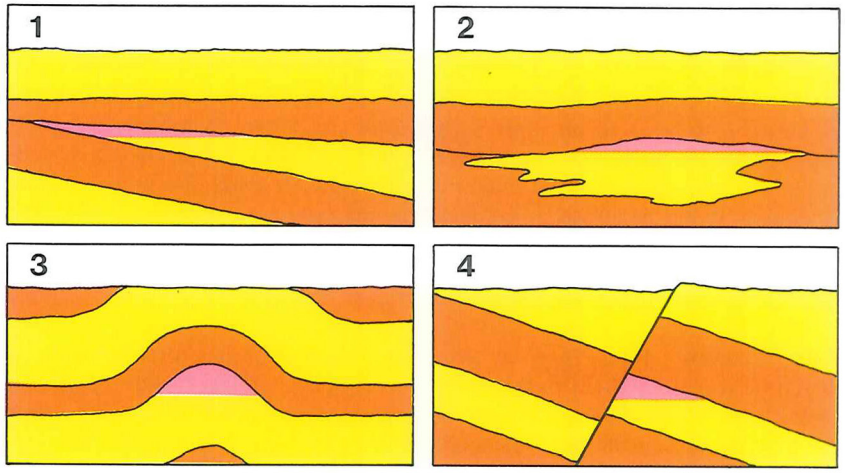


Figur 5. (til venstre). Billedfelt 4.7 x 6.8 mm. Kalkholdig opal omgivet af portlanditfri zone i cementpastaen. Krydsede polarisationsfiltre.
Figur 6. (til højre). Billedfelt 0.75 x 1.08 mm. Revner stråler ud fra kalkopalpartikel. De mørke partier omkring revnerne skyldes reaktioner mellem alkali-kisel-gel og cementpasta.

OLIEFÆLDER

For at få dannet olie- eller gasforekomster må mindst to betingelser være opfyldt: *1.* Der skal være en bjergart rig på organisk materiale, en såkaldt kildebjergart, hvorfra olie og/eller gas kan dannes. *2.* Da olie og gas oftest vil sive væk fra kildebjergarten efterhånden som den dannes, skal der yderligere være en lomme, hvori olien og gassen kan opfanges, en oliefælde, og danne en olie/gas forekomst.

En oliefælde vil ofte bestå af en porøs bjergart (sandsten, kalksten), hvori olie og gas kan opsamles, og en omgivende tæt bjergart (ler, skifer), der kan virke som et segl og forhindre olie og gas i at sive videre op mod jordoverfladen. Eksempler på oliefælder er vist herunder.



Eksempler på geologiske strukturer hvor oliefælder forekommer. Olie/gas er vist med rosa farve. 1. *Stratigrafisk fælde dannet hvor et kileformet porøst lag (gult) omgives af tætte lag (orange). En sådan struktur kunne dannes langs randen af et gammelt aflejringsbassin.* 2. *Stratigrafisk fælde, hvor et linseformet lag omgives af tætte bjergarter. Fælden kunne være dannet i et delta-område, hvor ler og sand kan aflejres side om side.* 3. *Fælde dannet ved opdoming af vekslende porøse og tætte lag, således at en kuppelstruktur (dome) opstår.* 4. *Fælde dannet ved en kombination af kipning og forkastning af vekslende tætte og porøse lag, således at et porøst lag afgrænses af tætte lag langs en forkastning.*

I alle de viste typer af fælder vil gas udskilt fra olien kunne samles i den øverste del af fælden og danne en gaslomme.

På verdensbasis findes der i gennemsnit kun olie og gas ved hver 10. boring, og det er kun hver 20. boring, der rammer et kommercielt udnytteligt felt. Mange af de 'oplagte' oliefælder, domefælder, er nu registreret seismisk, og det er især den type fælder, hvorfra der produceres olie i dag i Nordsøen. Men tilbage er utvivlsomt mange uopdagede forkastningsfælder og stratigrafiske fælder, der er meget svære at registrere ved seismiske undersøgelser. Til gengæld ved man, at netop den type fælder kan være meget store og produktive.

På grundlag af de store udgifter til boringer kan det ikke undre, at mange har interesseret sig for alternative metoder til direkte påvisning af kulbrinter i undergrunden. F. eks. ofrede et af de store franske olieselskaber efter sigende flere 100 millioner kroner på et mekanisk virkende apparat, der fra flyvemaskine skulle kunne registrere oliefelter - desværre uden held! Men tilbage står fortsat muligheden for at bruge 'sensitive' personer. Erfaringerne viser, at disse personers evner er yderst forskellige. Det er næsten som at spille klaver. De fleste kan klare 'Tordenskjold' med en finger, men der er langt mellem virtuoserne!

Et af de danske efterforskningsselskaber (Dansk Efterforsknings Kompagni A/S) har i nogle år kombineret traditionelle geologiske og geofysiske undersøgelsesmetoder med målinger foretaget af en erfaren pilekvistmand. I stedet for en traditionel pilekvist bruger han et stykke ståltråd, der holder samme spænding, så det er muligt at sammenligne målinger fra forskellige steder. Han er i stand til at 'skelne' mellem vand, brunkul, salt, kalk, mergel samt olie og gas, og på et tidligt tidspunkt forudsagde han også negativt resultat for flere af de dybe landboringer i Jylland.

Pilekvistmanden, Hans Uhre, er blevet blindtestet over dels tørre boringer og dels producerende felter i Tyskland - og med stor succes. Det foregik ganske enkelt på den måde, at han med bind for øjnene og uden at vide hvor han befandt sig, gennem sine målinger skulle svare på, om der var kommercielle kulbrinteforekomster på det pågældende sted. Flere af forsøgene er blevet overvåget af to danske professorer (i henholdsvis geofysik og mineralogi) som observatører, og de har bekræftet, at Hans Uhre ikke alene var i stand til at afgøre, om der var kommerciel olie og gas til stede, men også, at Uhre kunne give mål for såvel lagmægtigheder som trykforhold i feltet.

Gennem sine målinger har Hans Uhre påvist nogle oliefelter på det danske landområde, blandt andet ved Rold i Himmerland samt et gasfelt i Salling. Såvel ved Rold som i Salling ligger der store saltstrukturer i nærheden, nemlig Suldrup salthorsten i nærheden af Rold og Batum horsten i Salling. I fig. 1 er vist en række resultater fra målinger med 'pilekvistmetoden'. For hvert felt viser den højre linie det kulbrinteførende lags tykkelse, og den venstre linie er udtryk for gennemstrømningsevnen, begge fra det mest produktive sted for det givne felt. Linierne giver derfor ikke udtryk for feltets samlede rumfang, hertil behøves der yderligere en arealmæssig beregning, og felternes udstrækning har ikke kun-

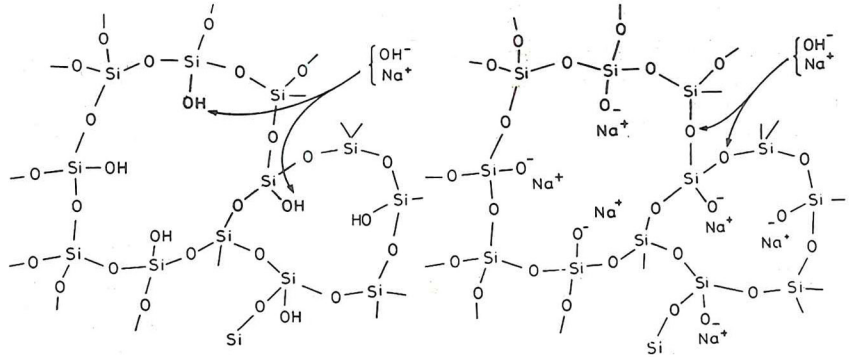
Den frie ladning O^- afbalanceres med Na^+, der er fulgt med ind i mineralstrukturen, se fig. 3.

I det næste trin angribes mineralets siloxan-broer (Si-O-Si) af OH^-:

$$\equiv Si-O-Si\equiv + 2OH^- \rightarrow \equiv Si-O^- + O^- - Si\equiv + H_2O$$

Det er selve mineralets struktur, der herved går i stykker, og der bliver plads til yderligere alkali-ioner og vand, se fig. 4. Hvis der er ioner og vand nok, vil mineralet til sidst omdannes til en alkali-kisel-gel.

Skader i form af revner opstår, når der er vand til stede. Det skal trænge ind til alkali-kisel-gelen, hvor det opsuges i gelen, og der sker en volumenforøgelse.

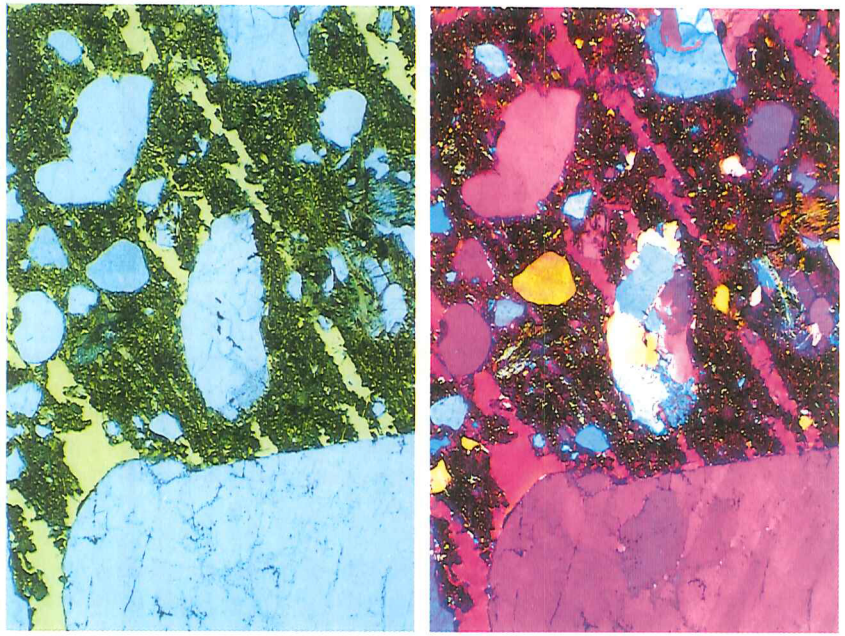


Figur 3. (venstre figur). Silanolgrupperne (Si-OH) neutraliseres af alkali-ioner. Det derved dannede vand er ikke vist på figuren.
Figur 4. (til højre). Siloxan-broerne (Si-O-Si) brydes ved fortsat alkali-angreb.

Når gelen er dannet vil den kunne opsuge store mængder vand og trænge ud i den omgivende cementpasta. Her sker der en reaktion med pastaens portlandit i form af en ionbytning, hvor den alkalirige gel omdannes til en sej calciumholdig gel, der kun kan trænge et ganske kort stykke ind i pastaen, men det forhindrer ikke alkali-kisel-reaktionerne i at fortsætte, for både vand og alkali-ioner kan godt trænge gennem den calciumrige gel.

Da alkali-kisel-gelen kan optage mange gange sit eget volumen af vand, kan gelen udøve et stort tryk på den omgivende cementpasta, og overstiger trykket pastaens trækstyrke, vil den fortsatte geldannelse kunne medføre omfattende revnedannelse.

Et tegn på, at revnerne virkelig er frembragt af den fremtrængende gel, og at det ikke blot er gelen, der har udfyldt allerede eksisterende revner, ses i de meget tætte homogene zoner, der ofte findes i cementpastaen tæt ved revnerne. Her er gel/cemetpasta-reaktionen nemlig gentaget: Den letflydende alkali-rige gel er presset ud i cementpastaen og er ved ionbytning omdannet til en sej gel.

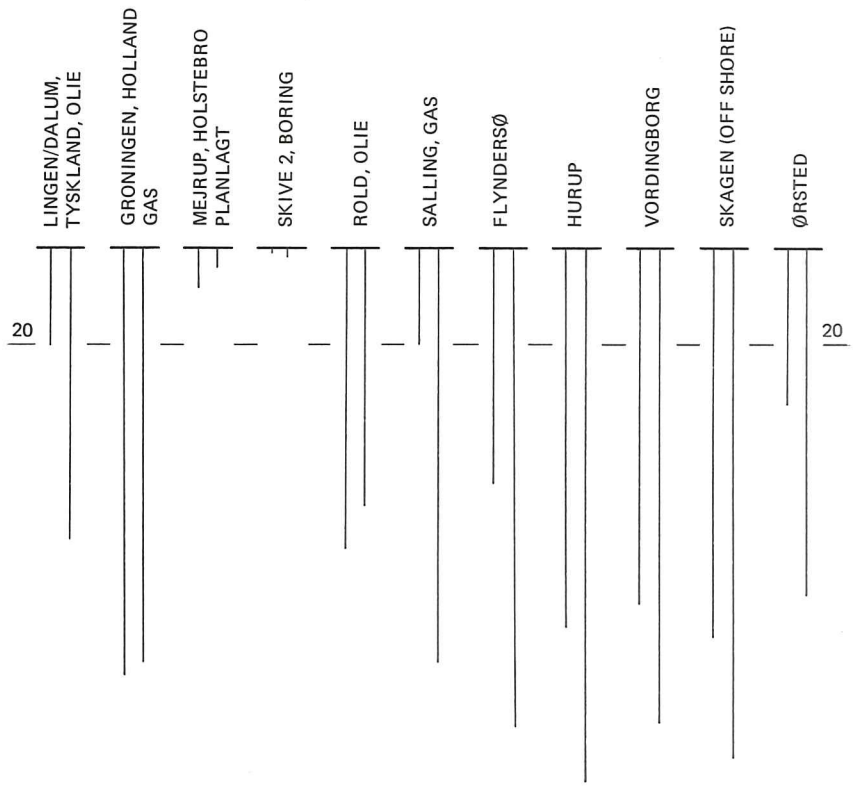


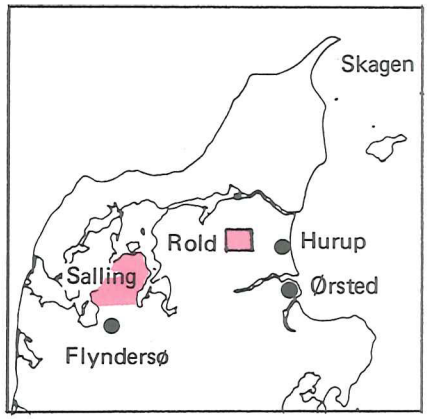
Figur 1. (til venstre). Billedfelt: 2.3 x 3.4 mm. Iskilesprækker (gule) ses som parallelle, aflange hulrum hen mod en større gruspartikel. Cementpastaen er orienteret parallelt hermed.
Til højre ses samme udsnit. Krydsede polarisationsfiltre og indskudt gipsblad.

Opal ses som en hvid skorpe på mange flintesten, der i sig selv består af grå til sort chalcedon (eller mikrokrystallinsk kvarts). Flint og kvarts findes i stor mængde i vore istidsaflejringer, der som smeltevandssand og -grus, både på landjorden og på havbunden, næsten er eneleverandør til betonfremstilling i Danmark.

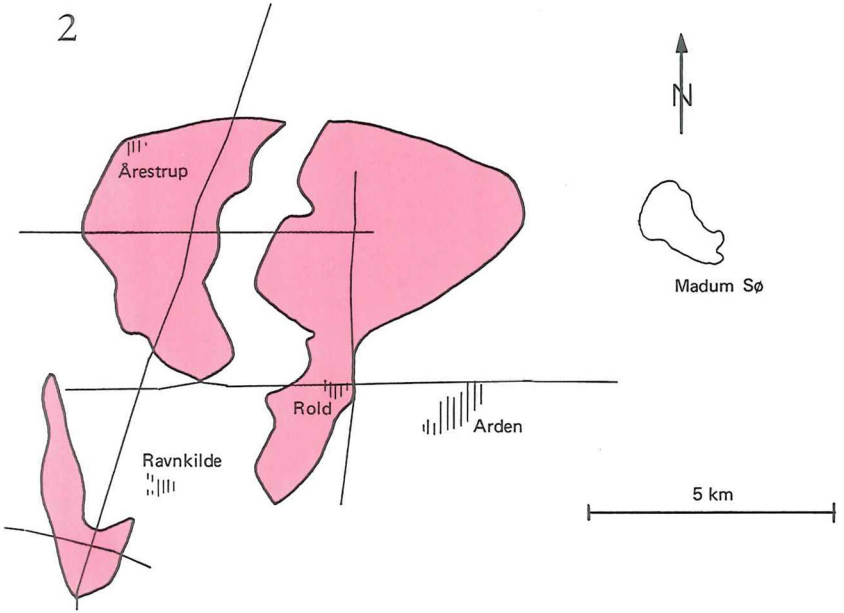
Kvarts og 'ren' flint reagerer ikke med alkalier i beton, men det gør derimod opal. Årsagen hertil skal søges i mineralets gitterstruktur, der er uordnet og ofte med gitterfejl. En ordnet gitterstruktur - som f.eks. hos kvarts - medfører et lavt kemisk potentiale, mens en uordnet gitterstruktur samt gitterdefekter forhøjer det kemiske potentiale, mineralet bliver kemisk reaktivt. Da opal tilmed ofte optræder i porøse masser, er der en meget stor overflade for kemiske reaktioner. Alkali-kisel-reaktionerne kan anskues forenklet i to trin. Først reagerer porevæskens OH^- med mineralets silanolgrupper (Si-OH):

$$\geqslant Si{-}OH + OH^- \rightarrow \geqslant Si{-}O^- + H_2O$$





Figur 1. Resultater på grundlag af pilekvistmetoden. De 7 til højre er nye områder sammenlignet med eksisterende tyske og hollandske. Mejrup er planlagt, og Skive 2 er en tidligere tør boring. Et felt er kommercielt interessant når begge linier når ned under den stiplede '20'-linie. På oversigtskortet er vist nogle af de undersøgte områder.



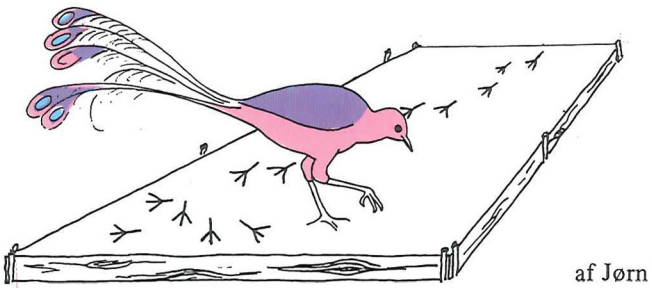
Figur 2. De pilekvistfundne oliefelter i Rold-området før de seismiske undersøgelser var tolkede. De seismiske profillinier er angivet med tynde streger.

Figur 3. Grænsen Nedre/Mellem Jura (basis af Haldager Sand) i ca. 2000-2500 meters dybde tegnet på grundlag af de seismiske undersøgelser. De takkede linier angiver forkastninger, og takkerne vender mod den side, hvor jordlagene er sunket. Det lille sydvestlige felt er begrænset af to markante forkastninger.

Figur 4. Overgrænsen af Børglum enheden (midt i Øvre Jura) tegnet på grundlag af seismiske undersøgelser. Kortet viser færre forkastninger. Olien kan tænkes at forekomme i Børglum enheden.

Under udarbejdelsen af artiklen er Mejrup boringen blevet afsluttet. Den viste - som også forudsagt i artiklen - svage tegn på kulbrinter, men boringen er ikke blevet prøvepumpet, da de kulbrinteførende lag blev anset for at være for tynde.

SKADESRAMT BETON II



af Jørn Bredal-Jørgensen

Undersøgelser, petrografiske arbejdsmetoder og vurdering af skadesramt beton er omtalt i Varv 1986/3. I det efterfølgende afsnit vil vi tage tråden op og se nærmere på nogle andre skadesmekanismer, nemlig frysning, alkali-kisel-reaktioner og brand.

Frysning af ung beton - 'påfuglespor'

Påfuglespor er et udtryk man anvender for de ismønstre der dannes, når ung beton fryser. Mønstrene er nåleformede og stråler ofte ud fra et fælles punkt, så analogien til påfuglens spor er rimelig nok. Disse ismønstre ses i betonoverfladens slamlag samt inde i betonen på de sprækkeflader, der dannes overalt i den frosne beton.

Isnålene opstår ved frysning, når vandet i den unge beton ikke er brugt til dannelse af cementpasta eller er bundet til denne. Bindemiddelstrukturen (cementpastaen) udvikles over et længere tidsrum med et stadigt forbrug af vand. Der er derfor en tidsmæssig grænse - sædvanligvis 3-4 timer - for, hvor længe der vil kunne dannes isnåle i den unge beton, herefter er der ikke længere frit vand til rådighed for isdannelse. Ismønstrene, der ligner sprækker, er sjældent rigtige revnefyldninger, for på det tidspunkt hvor isdannelsen kan finde sted, er betonen ikke så fast, at den kan revne, og det er af betydning for forståelsen af den skade, der kan ske: De dannede isnåle medfører, at der opstår lagstrakte svaghedszoner, der ved optøning danner hulrum mellem langstrakte bånd af bindemidlet portlandit ($Ca(OH)_2$), der under isdannelsen er blevet presset ud af den unge cementpasta. Da portlandit tilmed har en udpræget evne til at bryde i stykker på tværs af længderetningen, gør det betonen endnu mere svag, den kan ikke reddes, men må skrabes bort.

Alkali-kisel-reaktioner

Som navnet siger, er der tale om reaktioner mellem alkalier og kisel. Alkalierne findes som ioner (K^+og Na^+) i porevæsken i betonen, og kisel findes bl.a. i form af opal, flint og kvarts i tilslagsmaterialerne (sand og grus), der sammen med cement og vand danner beton.

NGV-88.

18. NORDISKE GEOLOGISKE VINTERMØDE

Danmarks Geologiske Undersøgelse og *Geologisk Centralinstitut* ved Københavns Universitet indbyder til det 18. Nordiske Geologiske Vintermøde, der finder sted på Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10, København.

Vintermødet vil bl.a. danne optakten til festligholdelse af 100 årsdagen for oprettelsen af Danmarks Geologiske Undersøgelse med en speciel møderække om Danmarks Geologi ved indbudte foredragsholdere.

Yderligere omfatter det videnskabelige program foreløbigt foredrag inden for: *Kvartærgeologi og hydrogeologi, Sedimentologi - stratigrafi og bassinanalyse, Grundfjeldsgeologi - geokemi og mineralogi, Økonomisk geologi - fremstillingsråstoffer og energiråstoffer og Geologi i miljøets tjeneste.*

Tidspunktet er i dagene 12. - 14. januar 1988. Deltagerafgiften er 600 DKr (studerende dog kun 500 DKr) ved indbetaling inden 1. oktober 1987.

Yderligere **information og tilmelding** sker ved henvendelse til:
Knud Binzer, DGU, Thoravej 31, 2400 København NV. Tlf.: 01 10 66 00.

NYT FRA MUSEET

Fra Geologisk Museum's kiosk sælges nu restoplaget af:

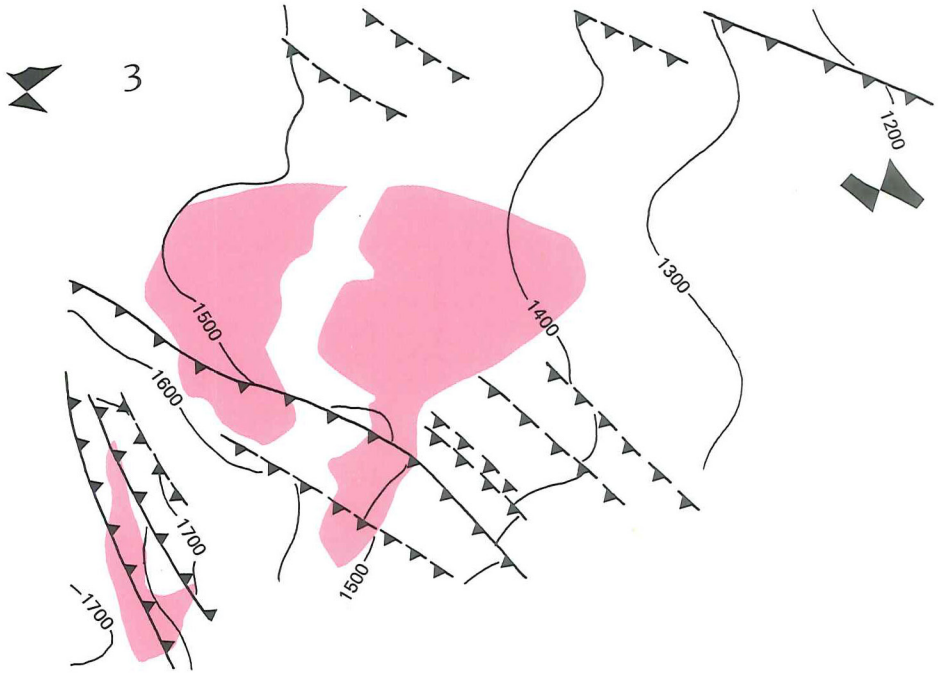
Arne Noe-Nygaard: VULKANER, Gyldendals Forlag. 168 sider til stærkt nedsat pris, nemlig 59.50 Kr (mod tidligere 168 Kr).

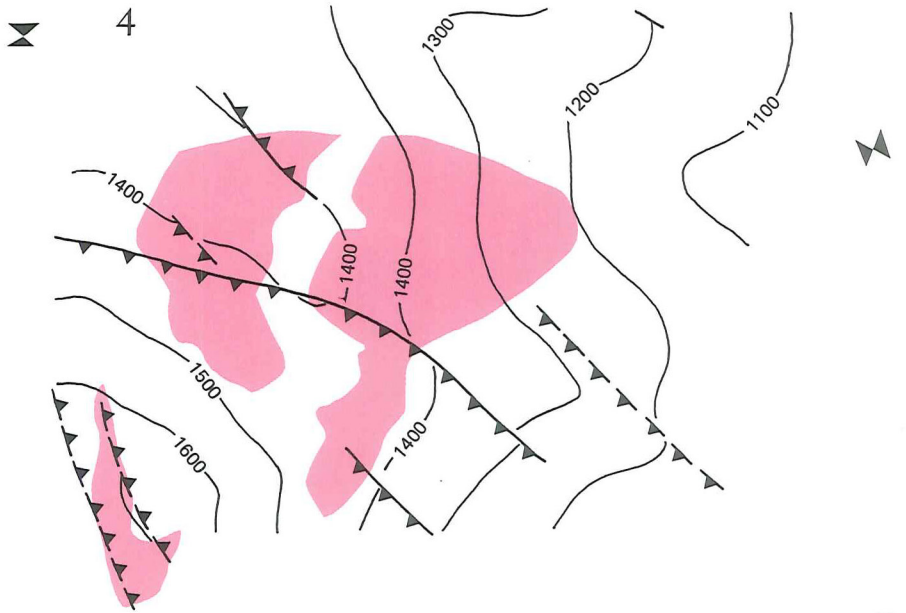
Kiosken forhandler nu også et nyt oplag af:
Arne Noe-Nygaard og Tage Andersen: STEN PÅ MARK OG STRAND Høst & Søn's Forlag, 94 sider. Pris: 195 Kr.

Begge bøger har tidligere været anmeldt i VARV.

Adresse: Geologisk Museum, Kiosken, Øster Voldgade 5-7, 1350 København K.

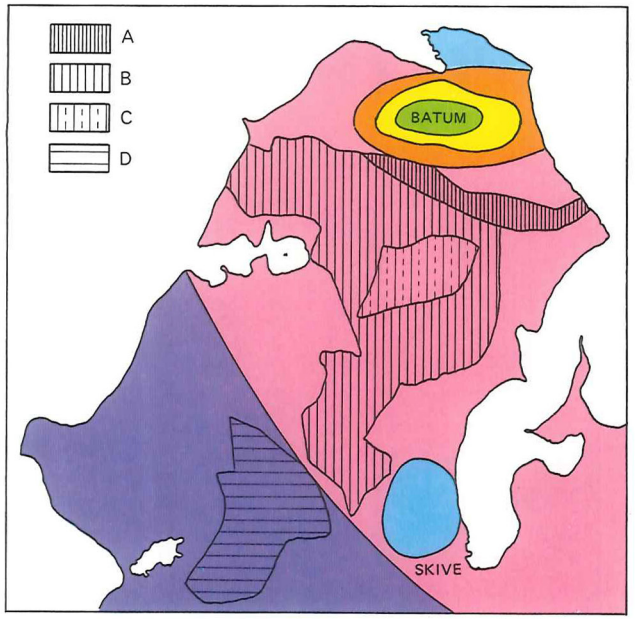
Geologisk Museum er lukket mandage, men har åbent: tirsdag-fredag 13-15.30 og lørdag-søndag 13-16.





net fastlægges i alle tilfælde. Men f. eks. har gasfeltet i Salling et areal på mindst 40 km^2, og oliefeltet ved Rold (der omfatter 3 mindre felter) har et samlet areal på omkring 25 km^2, så der er tale om arealmæssigt store felter, når det erindres, at Gormfeltet i Nordsøen dækker et areal på omkring 12 km^2.

Figur 2 viser de opmålte felter i Rold-området inden de seismiske undersøgelser var tolkede, og figur 3 og 4 viser det tilsvarende område med de tolkede seismiske målinger. De seismiske kort er vist for lag inden for Jura perioden, hvor man mener, at olie og gas muligvis kan forekomme. Kurverne, der er angivet på figurerne 3 og 4 er ikke dybder til laggrænser, men er den tid, som lyden er om at nå ned til en reflekterende grænseflade i jorden og tilbage igen. Kender man lydhastigheden i den pågældende jordart, får man et omtrentligt mål for dybden. På figur 3 og 4 er de vigtigste forkastninger også indtegnet. De menes at være omtrent lodrette, og som det ses, er der god overensstemmelse mellem forkastningsliniernes placering og udbredelsen af det olieførende område i den sydvestlige del.



Figur 5. De pilekvistfundne gasområder i Salling er vist med forskellige skraveringer. A: Stærkt gasførende zone, B: Gasførende zone, C: Gasførende zone, men uden kommerciel værdi, og D: Svag gasførende zone.
Farverne angiver hovedtræk i undergrundens beskaffenhed. Grønt: Skrivekridt, gult: Danienkalksten, orange: Lag af Palæocæn alder, blåt: Eocæne lag, rosa: Oligocæne lag og lilla: Miocæne lag.

Den nordlige del af Salling er opmålt på samme måde. Efter Hans Uhres mening kommer gassen til området fra øst gennem et dybtliggende system af brudlinier, der forløber syd om Batum saltstrukturen og ebber ud mod nordvest. Mens gassen ligger meget dybt mod øst (i Himmerland) ligger den væsentligt tættere ved overfladen i Salling, hvor yngre lerede lag af Tertiær alder danner et 'låg' over de gasførende kalk- og sandstenslag.

Figur 6. Hans Uhre er i færd med at udføre en måling. Den traditionelle pilekvist er erstattet af en metaltråd, der er indsat forrest i apparatet. der virker som en forstærker, men det er fortsat Hans Uhre, der er 'modtageren'.

Her i Danmark er det den almindelige opfattelse, at der ikke er olie eller gas i undergrunden i landområderne, for så ville den jo nok allerede være fundet, men her må man betænke, at så at sige alle eftersøgningsboringer på landjorden har været koncentreret om domefælder, der 'kun' er sporet geofysisk. Det er sandsynligt, at der også under det danske landområde, specielt i det store sænkningsområde mellem Ringkøbing-Fyn grundfjeldsryggen og grundfjeldet under Skagen, skulle være stratigrafiske fælder, der ikke ses seismisk, men som pilekvist-metoden tilsyneladende kan afsløre. Men beviset kræver boringer, og de er som nævnt meget dyre.