

# VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1987



PÅ BILLEDET SES EN BÅNDET GNEJS FRA ÅLAND. GNEJSEN ER FOLDET OG SENERE GENNEMSAT AF EN FORKASTNING.

I DETTE NUMMER BEHANDLER VARV DANNELSEN AF SJÆLDNE MINERALER FRA SYDGRØNLAND. VI SER OGSÅ NÆRMERE PÅ DE GEOLOGISKE RESULTATER AF DE ARKÆOLOGISKE UDGRAVNINGER VED FRIBRØDRE Å PÅ NORDFALSTER. ENDELIG KIGGER VI PÅ LABORATORIEPROCESSER, DER KAN FORTÆLLE OM UDVIKLING I MAGMAKAMRE.



På grund af de stigende udgifter i forbindelse med fremstillingen af VARV, må redaktionen desværre meddele prisforhøjelser fra 1988. Vi har forsøgt, at holde prisstigningen så lavt som muligt, hvorfor det kommende års abonnement vil være på 70 Kr (ved indbetaling via vor svenske postgirokonto 65 SKr). Vi ønsker iøvrigt læserne et godt nytår, hvor vi vil bestræbe os for et endnu bedre VARV.

Ved Folkeuniversitetet i København afholdes der i foråret 1988 emnekurser i: 'Magmatiske bjergarter og deres oprindelse' og i 'Tolkning af geologiske kort og strukturer'. Undervisningen finder sted på Geologisk Centralinstitut, Øster Voldgade 10.

Interesserede kan få tilsendt program fra Folkeuniversitetet i København, Købmagergade 58, 1150 København K tlf. 01 14 48 27.

---

## 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: Jens Konnerup-Madsen, 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.

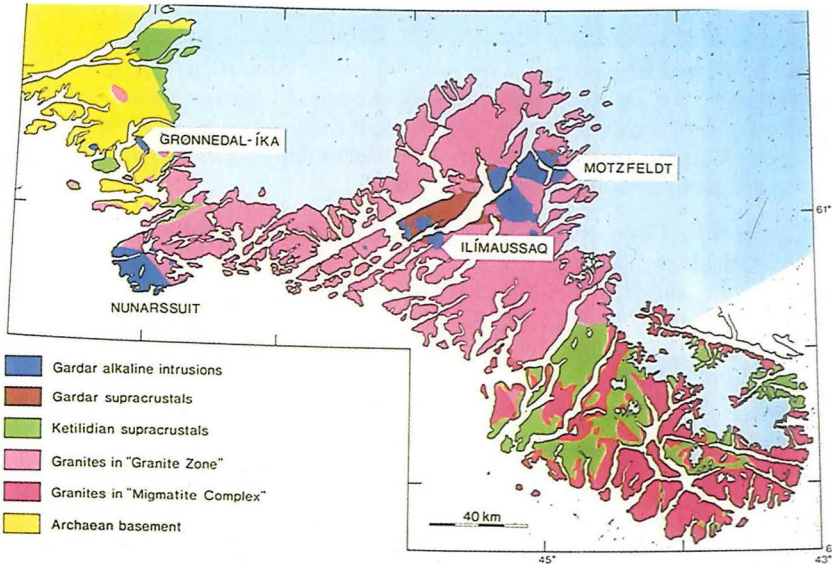
Adresseændringer eller fejl ved bladets levering bedes meddelt Postvæsenet.  
© 1987 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kun efter aftale.

# SJÆLDNE MINERALER FRA SYDGRØNLAND

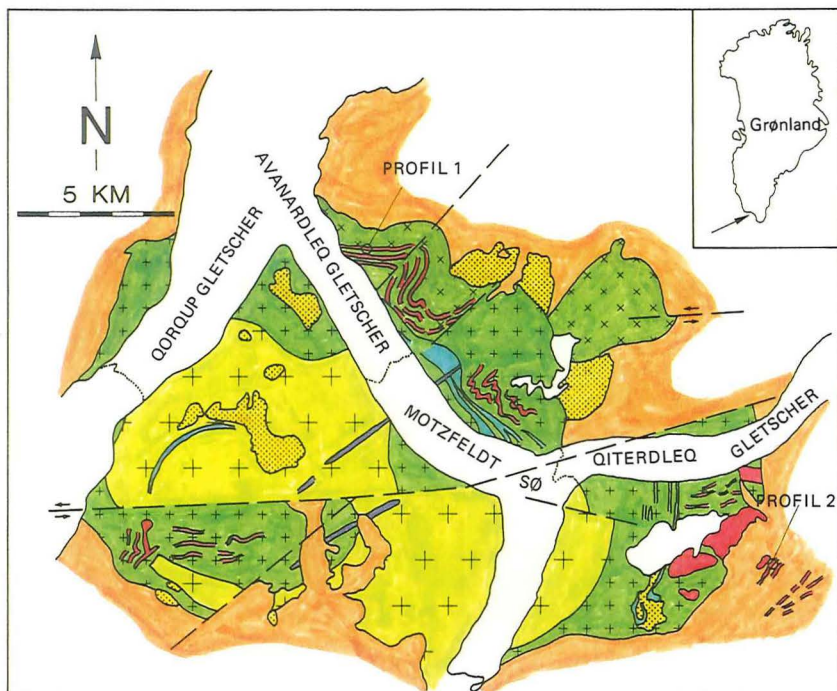
af Gitte Schwartz

Den sydgrønlandske Gardar provins har længe været kendt for sine forekomster af sjældne mineraler og eksotiske bjergarter. I området findes der omkring 10 magmatiske intrusioner bestående af 1.1 -1.3 milliarder år gamle nefelinsyenitter, syenitter og granitter. Den bedst kendte og mest undersøgte af disse intrusioner er nok Ilimaussaq, men i de seneste par år har geologernes interesse været rettet mere mod den østligste del af Gardar provinsens intrusioner, nemlig Motzfeldt centret.

Motzfeldt centret er udviklet gennem to større faser af magmatisk aktivitet med dannelsen af hver sine bjergarter. Den tidligste fase resulterede i *Geologifjeld Formationens* syenitter, mens den senere hovedfase omfatter *Motzfeldt Sø* og *Flinks Dal Formationerne*, bestående af koncentriske intrusioner med stejle, udad-hældende kontakter dannet ved gentagne intrusioner af syenitter.



Figur 1. Forenklet geologisk kort over den sydgrønlandske Gardar provins. Efter T. Tukiainen, GGU.



Figur 2. Forenklet geologisk kort over Motzfeldt komplekset. De to profilers placering er vist. De undersøgte mikrosyenit 'sheets' har rød farve, forskellige syenit- og nefelinsyenittyper er angivet med grønne farver, mens blå og violet er henholdsvis larvikit og gabbro. Den omgivende Julianehåbsgranit er orange, og den gule farve angiver sandsten og lava.

I Motzfeldt Sø Formationen, Geologfjeld Formationen og i det omkringliggende grundfjeld ses nogle yngre, 1-100 meter tykke, næsten horisontale intrusioner (såkaldte 'sheets'), der består af mikrosyenit (finkornet syenit), pegmatit (grovkornet granit) og aplit (finkornet granit). Disse sheets er efter alt at dømme dannet af det magma, der blev til rest ved størkningen af Motzfeldt Sø Formationens magma.

I Motzfeldt Sø Formationen samt i de yngre skærende sheets er der et stort indhold af de sjældne grundstoffer Niob, Tantal, Zirkonium, Uran Thorium og sjældne jordartsmetaller. De sjældne grundstoffer findes især i mineralerne pyrochlor, columbit og zirkon, men også i mineralerne thorit og monazit. Geologerne er især interesserede i mineralerne pyrochlor og columbit, da disse mineraler har stort indhold af især grundstofferne niob og tantal, der begge har et meget højt smeltepunkt og er derfor vigtige ved fremstilling af stållegeringer, der skal kunne tåle høje temperaturer.



SAMMENSÆTNINGEN AF NOGLE SJÆLDNE MINERALER  
FRA MOTZFELDT CENTRET

ANALCIM	$\text{NaAlSi}_2\text{O}_6 \cdot \text{H}_2\text{O}$
ARFVEDSONIT	$\text{NaNa}_2\text{Fe}^2_4\text{Fe}^3\text{Si}_8\text{O}_{22}(\text{OH})_2$
BERTRANDIT	$\text{Be}_4\text{Si}_2\text{O}_7(\text{OH})_2$
COLUMBIT	$(\text{Fe}, \text{Mn})(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6$
EUDIALYT	$(\text{Na}, \text{Ca}, \text{Fe})_6\text{ZrSi}_6\text{O}_{18}(\text{OH}, \text{Cl})$
MONAZIT	$(\text{Ce}, \text{La})\text{PO}_4$
PYROCHLOR	$(\text{Na}, \text{Ca})_{2-m}(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_6(\text{O}, \text{OH}, \text{F})_{1-n} \cdot p\text{H}_2\text{O}$
THORIT	$\text{ThSiO}_4$
ZIRKON	$\text{ZrSiO}_4$
ÆGIRIN	$\text{NaFeSi}_2\text{O}_6$
ÆNIGMATIT	$\text{Na}_2\text{Fe}^2_5\text{TiSi}_6\text{O}_{20}$



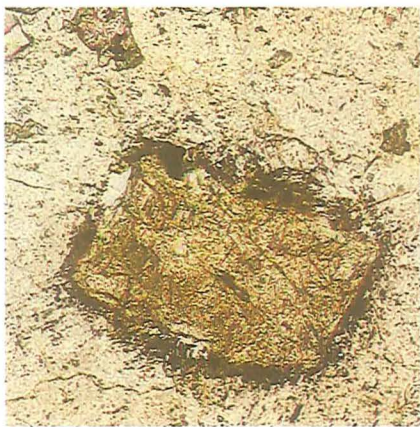
Figur 3. Peralkaline sheets intruderet i Geologfeld Formationen, NØ-Motzfeldt. Bjergarterne i profil 1 er indsamlet i den tykke, midterste del. Enheden er ca. 100 m tyk. Foto: T. Tukiainen.

For at få klarlagt, hvorfor de sjældne mineraler især er knyttet til de yngre sheets, og hvordan fordelingen af mineralerne er indenfor de enkelte sheets, er der indsamlet et stort antal prøver, hvis mineralogiske sammensætning er bestemt, og som også er analyseret for den kemiske sammensætning. Prøverne er indsamlet i to stort set vertikale profiler ned gennem sheets dels fra NØ-Motzfeldt (Profil 1), og dels fra SØ-Motzfeldt (Profil 2).

I NØ-Motzfeldt er der en tydelig mineralogisk udvikling gennem et sheet. Nederst i mikrosyenitten i Profil 1 findes uomdannede, oprindelige mineraler: feldspatterne albit og orthoklas, amfibolerne arfvedsonit og ænigmatit, samt eudialyt, analcim og enkelte krystaller af fluorit og pyrochlor. Men op gennem profilet ses, at der sker en ændring af de oprindelige mineraler, således er orthoklasen omdannet til albit, og arfvedsonit og ænigmatit til hæmatit, ilmenit, Fe-chlorit og ægirin, samt zirkon, fluorit og pyrochlor.

Bjergarterne i Profil 2 i SØ-Motzfeldt er alle stærkt omdannede og består af de samme mineraler som i de omdannede mikrosyenitter fra Profil 1, samt desuden af kvarts, monazit og bertrandit. Pyrochlor er ikke observeret i Profil 2, har det været der, er det sandsynligvis omdannet til andre niob-tantal-holdige mineraler, som f.eks. columbit.

Omdannelserne, der ses i Profil 1 og 2 skyldes, at der under den sidste fase af krystallisationen af magmaet er dannet en vandig opløsning, som var rig på grundstofferne Natrium, Jern, Niob, Tantal, Zirkonium, Uran, Thorium og de sjældne jordartsmetaller. Denne vandige opløsning søgte - på grund af en lav massefylde - op mod toppen i det næsten størknede magmakammer og medførte en omdannelse af allerede dannede mineraler. Et eksempel på en sådan ændring af et mineral til et andet er omdannelsen af orthoklas, der er en Kalium-feldspat, til albit, der er en Natrium-feldspat.

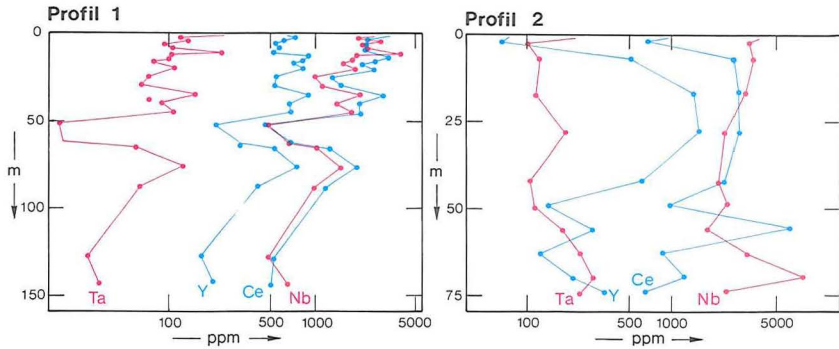


Efter omdannelsen af de bjergartsdannende mineraler er krystallisationen af de mere sjældne mineraler som pyrochlor, zirkon, thorit og monazit endelig sket.

At der er enkelte krystaller af de sjældne mineraler i den næsten uomdannede del af bjergarten skyldes, at en lille mængde af den vandige opløsning er blevet tilbage i bunden af 'sheet'-serien.

*Figur 4. Pyrochlor-krystal fra omdannet mikrosyenit indsamlet i profil 1. Krystallen er ca. 0.2 mm lang.*





Figur 5. Eksempler på ændringen i indholdet af grundstofferne Niob (Nb), Tantal (Ta), Yttrium (Y) og Cerium (Ce) ned gennem profil 1 (NØ-Motzfjeldt) og profil 2 (SØ-Motzfjeldt). Indholdet er angivet i dele af millioner (ppm). Meterangivelsen viser antal meter under profilets toppunkt.

Ser man på grundstoffordelingen i de undersøgte 'sheets', er indholdet af sjældne grundstoffer som Niob, Tantal, Zirkonium, Uran og Thorium og sjældne jordartsmetaller klart højere i de omdannede syenitter end i de friske. I Profil 1 sidder disse grundstoffer hovedsageligt i pyrochlor, og variationen i deres indhold følges ad og afspejler samtidig variationen i indholdet af pyrochlor.

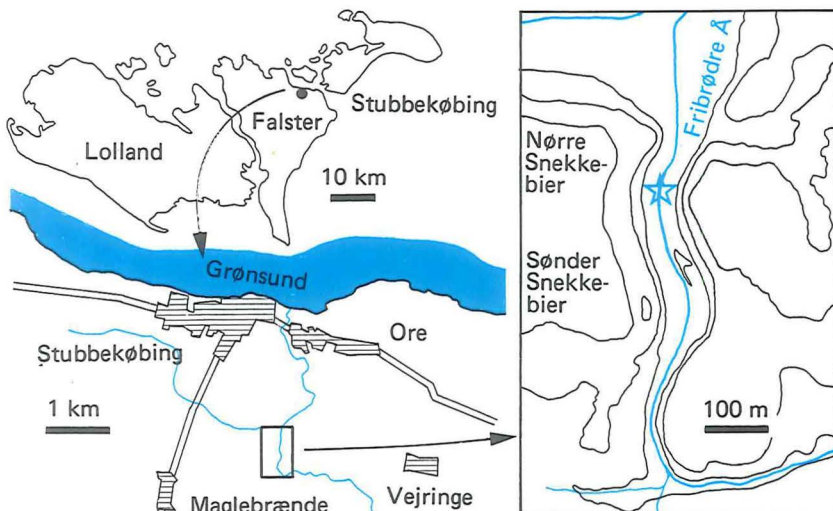
I Profil 2 sidder Niob og Tantal i andre mineraler, som f.eks. i columbit. Cerium og Yttrium sidder derimod i de sjældne jordartsmetaller, blandt andet i monazit, og viser derfor et helt andet variationsmønster gennem gangen end Niob og Tantal.

Under krystallisationen af de sjældne mineraler pyrochlor, zirkon, thorit og monazit er en smule af den vandige opløsning endvidere sivet ud i sidebjergarterne, hvor den - især i SØ-Motzfjeldt - har øget indholdet af Jern, Niob, Tantal, Zirkonium, Uran, Thorium og sjældne jordartsmetaller op til 1 km væk fra kontakten til mikrosyenitten.

# FRIBRØDRE Å: GEOLOGI I VIKINGETID

af Erik Maagaard Jakobsen

I efteråret 1981 blev der ved opgravningsarbejde ved Fribrødre Å på Nordfalster fundet velbevarede skibsdeler i åbrinken. De opgravede stykker kom via museet *Falsters Minder* til *Vikingskibshallen* i Roskilde. Ud fra delene ventede man at finde et skib fra 1000- eller 1100-tallet i åbrinken.



Figur 1. Oversigtskort visende placeringen af udgravningsområdet ved Fribrødre Å. Stjernen angiver det tidligere skibsværfts placering.

*Vikingskibshallen*, *Falsters Minder* og *Nationalmuseets Skibshistoriske Laboratorium* gik derfor sammen i gang med udgravningen af 'skibet' i sommeren 1982, men trods ihærdig søgen fandt man ikke noget skib, derimod dele fra mange forskellige skibe samt hugspåner, træstykker med hug- og snitmærker, knogler, redskaber og keramik. Skibsdelenene var slidte og ødelagte og viste spor efter ophugning, mens gode og anvendelige træstykker som bordplanker og bjælker manglede helt.

Udgravningerne blev fortsat i 1983, hvor også *Nationalmuseets Naturvidenskabelige Afdeling* og *Trækonservationsafdelingen* kom med i samarbejdet, og efter denne sommers udgravninger stod det klart, at der var tale om et skibsværft,





Figur 2. Et udsnit af udgravningsfeltet i 1982 mellem Fribrødre Å og Nørre Snekkebier i baggrunden.

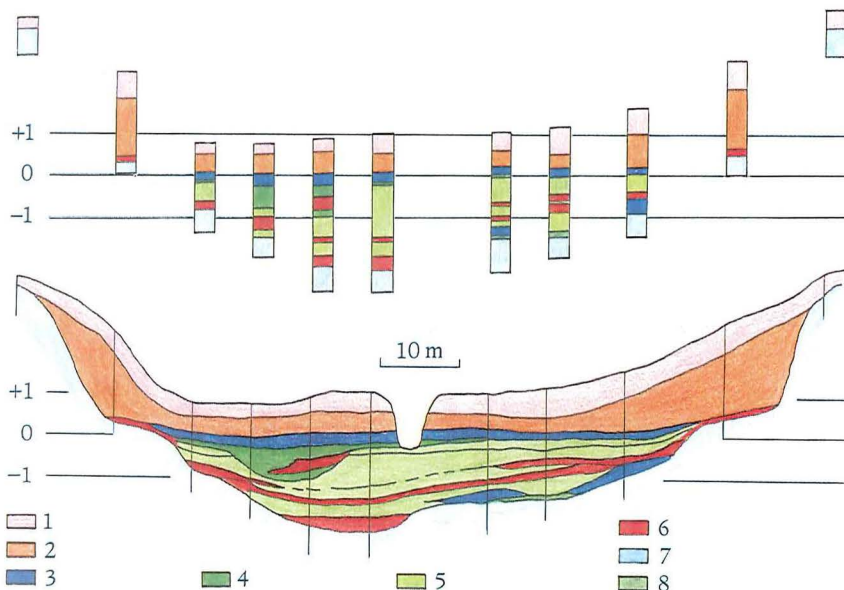
hvor man omkring 1100-tallet havde ophugget og repareret skibe og muligvis også foretaget nybygninger. Til og med 1983 var der udgravet et ca. 120 m<sup>2</sup> stort område, men hele fundlaget var endnu ikke frilagt, det fortsatte både mod nord og syd.

En række spørgsmål meldte sig: Hvor stor udstrækning havde skibsværftet haft ? - Hvor havde der været mulighed for at placere eventuelle beddings ? og - hvordan så landskabet og omgivelserne ud på det tidspunkt, hvor skibsværftet eksisterede ?

For at komme løsningen af disse spørgsmål lidt nærmere, besluttede man sig for den utraditionelle løsning, at udføre en række *geologiske* undersøgelser i området omkring pladsen. Der blev således planlagt og udført 106 borer i efteråret 1984, og på grundlag af disse borer kunne der udarbejdes et detaljeret kort over landskabets overfladeforhold i det tidsrum, hvor skibsværftet eksisterede, samt en oversigt over de forskellige jordartstypers fordeling.

På grundlag af resultaterne fra de geologiske undersøgelser fortsattes de arkæologiske udgravninger i 1985, og resultaterne heraf bekræftede den tænkte geologiske model for områdets udvikling. Herefter blev der til brug for planlægningen af det videre udgravningsarbejde samt for at afgrænse fundlaget mod nord og vest udført yderligere 63 geologiske borer.

Det undersøgte areal er ca. 6 ha. stort og ligger dels i den smalle dal, der gennemløbes af Fribrødre Å, og dels i den noget bredere øst-vestgående 'tunnel-dal' fra Stubbekøbing til syd for Nørre Vedby.



Figur 3. En serie borer tværs over Fribrødre Å mellem Nørre og Sønder Snekkebier. Øverst ses søjler for de enkelte borer, og herunder er den geologiske tolkning vist. Bemærk, at højde og længde er angivet med forskellig målestok. De vandrette linier angiver højder i forhold til havniveau.

De enkelte farver viser: 1. Pløjelag, 2. Ler og silt, stedvis med et vist organisk indhold, 3. Sumpørv, 4. Sandet gytje, 5. Siltet gytje, 6. Sand, stedvis med planterester, 7. Moræneler, 8. Kalkgytje.

## DEN GEOLOGISKE UDVIKLING

### Første sø- og å-periode

De ældste spor efter sø- eller å-stadier i dalsystemet findes som spredte forekomster af søkalk og gytjeholdig tørv. Både søkalken og den gytjeholdige tørv er afsat i vandfyldte lavninger, hvoraf nogle meget vel kan være dele af et afsnøret åløb. Alderen af de nævnte lag er ikke kendt, men et godt gæt (ud fra kendskabet til de efterfølgende lag) er Præboreal-Boreal tid, hvor der var den såkaldte 'Fastlandstid' i Danmark.



Kulstof-14 alder før nu (=1950)	POSTGLACIALE TIDSZONER	Kalenderår
0		1987
1000	SUBATLANTISK TID (Bøgetid)	500 f.Kr.
2000		
3000	SUBBOREAL TID (Yngre Lindetid)	3000 f.Kr.
4000		
5000	ATLANTISK TID (Ældre Lindetid)	6000 f.Kr.
6000		
7000	BOREAL TID (Hasseltid)	7000 f.Kr.
8000		
9000	PRÆBOREAL TID (Birke-Fyrretid)	8300 f.Kr.
10.000		
	SENGLACIAL TID	

### Første fjordperiode

Over søkalken, tørven og istidslagene træffes stedvis - men stadigvæk kun i de lavere områder - sand- og gytjelag, der indeholder skaller af især Hjertemusling (Cardium) og Dyndsnegl (Hydrobia). Skaller efter disse dyr tyder på, at der har været brakvandsforhold, og sammenholdt med, at der også findes en del planterester i gytjelagene ser det ud til, at afstanden til daværende kyst har været ganske kort.

### Anden sø- og å-periode

Lagene med Hjertemuslinger og Dyndsnegle dækkes flere steder af tørv og tørveagtige gytjelag med skaller fra Skivesnegle (Planorbis) og Mosesnegle (Lymnæa), der begge er ferskvandssnegle. Overgangen til disse ferskvandslag må betyde, at havniveau er sænket i forhold til landniveau.



Hjerte-  
musling

Blåmusling

Dynds-  
negl x 10

Skive-  
negl

Mose-  
negl



*Figur 4. Profil fra 1987. Et stenet lag angiver overgangen mellem tidligere fastland og åløb, der er karakteriseret ved de mange grenstykker. Under det stenede lag ses gytje fra tredje fjordperiode. Over det stenede lag er der aflejret sump-tørv efterfulgt af et lerlag. Øverst ses fyldlaget, der er helt lyst, og som består af moræneler. Tørkesprækkerne øverst i profilet viser virkningen af den nutidige dræning.*

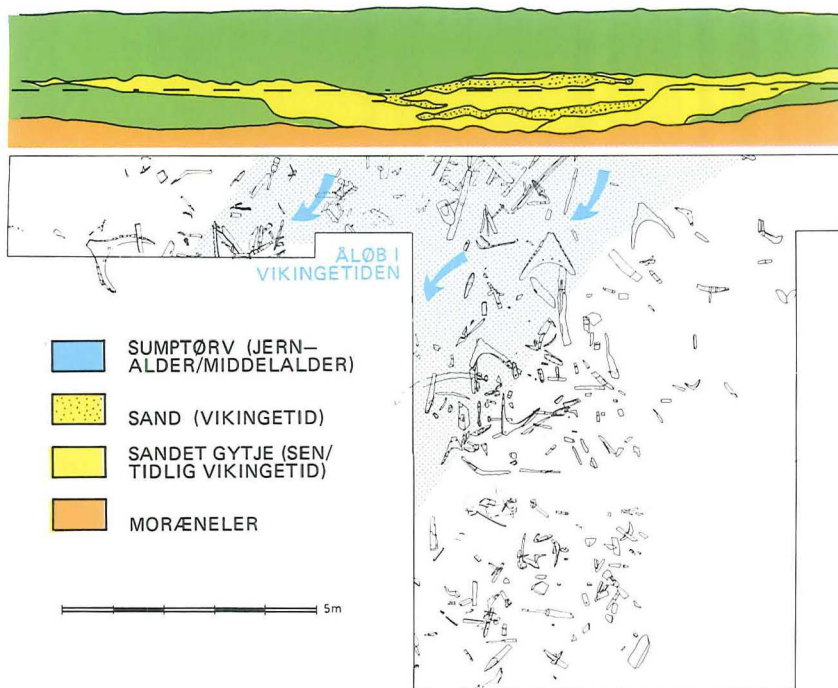
#### *Anden fjordperiode*

Ferskvandslagene overlejres af en finsandet til siltet gytje, der indeholder mange planterester samt skaller fra Hjertemusling og Dyndsnegl, men i tynde, mere tørveagtige horisonter findes også ferskvandssnegle. Disse vekslende forhold er tolket som aflejring i en brakvandsfjord, hvor åløbet til tider bliver så vandførende, at de nærliggende dele af fjorden bliver ferske.

Anden fjordperiodes brakvandsaflejringer findes til en højde, der svarer nøje til nuværende havniveau.

#### *Tredie sø- og å-periode*

Vandstanden faldt igen, og der regnes med et fald på omkring 1 meter, fordi brakvandslagene fra anden fjordperiode er formuldet - og har altså været tør-lagte - til omkring 1 meters dybde under lagernes overflade. Som yderligere bekræftelse herpå ses der også næsten 1 meter dybe sandfyldte tørresprækker i brakvandslagene. Den tredje sø- og å-periode er ellers mest præget af erosion,



Figur 5. Omrids af udgravningen i 1983 med placeringen af fund. Genstandene er orienteret af åens vandstrøm (pile). I profilet er stiplede linier fundlaget.

idet det lavere havniveau får åen til at skære sig ned i de ældre aflejringer. Af aflejringer findes stedvis krumme sandbanker, der sikkert er aflejret i den tidligere å's slyngninger. Sandbankerne når kun tykkelser på 10-25 cm.

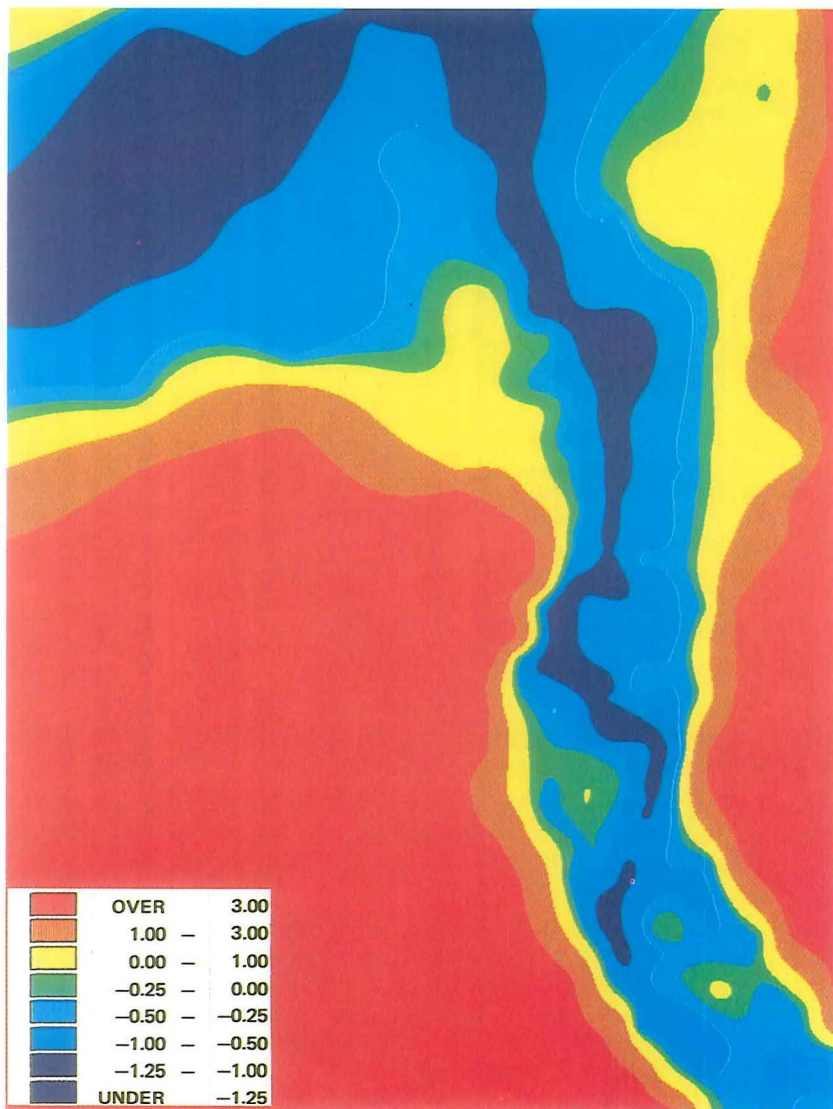
#### Tredie fjordperiode

Havet trænger igen ind over de lave dele af området, og der aflejres en siltet gyttje med skaller af Hjertemusling, Dyndsnegl og Blåmusling (*Mytilus*), igen tydende på brakvandsforhold. Et vist indhold af planterester samt en del trækul tyder på kystnære forhold og menneskelig aktivitet i nærheden. Laget kan følges til højder omkring 30 cm over nuværende havniveau, hvor det går over i en mere sandet og gruset strandaflejring.

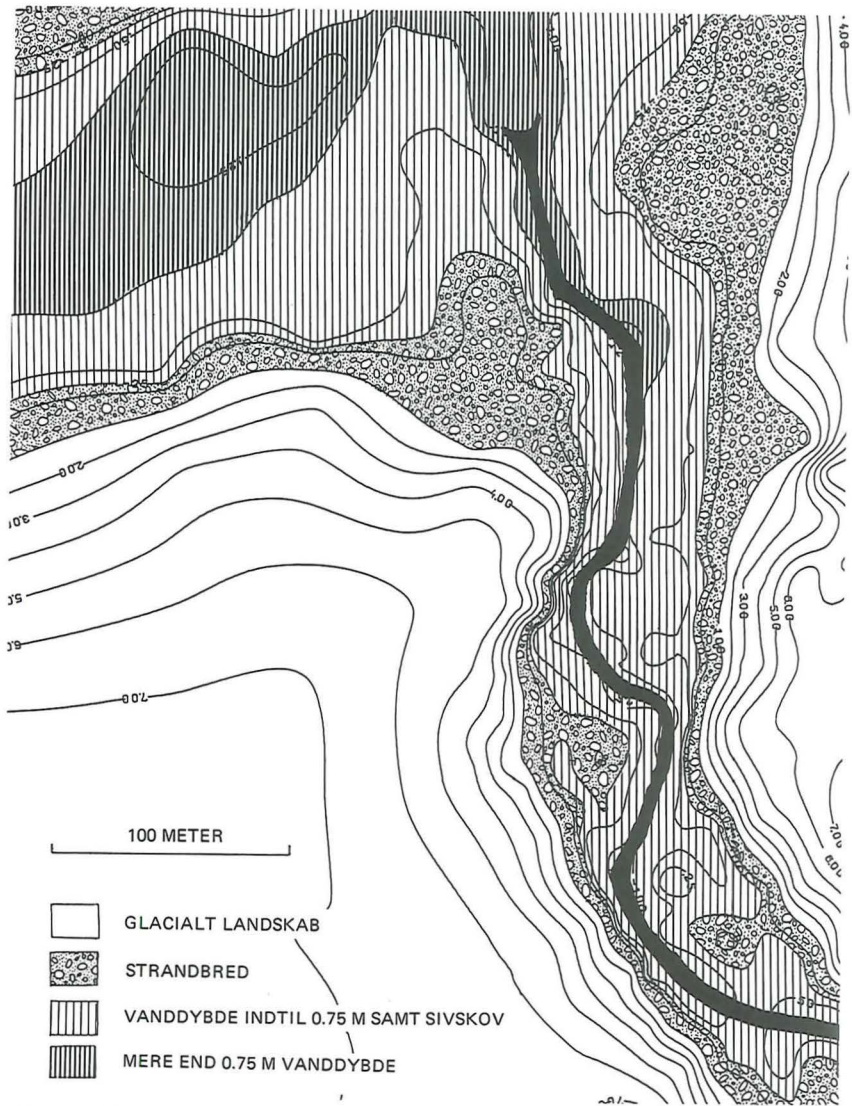
#### Fjerde sø- og å-stadium

Havniveau falder igen, omkring 1 meter, så de sidst aflejrede brakvandslag igen udtørres og gennemsættes af tørresprækker til omkring 60-70 cm under nuværende havniveau, og åen gnaver sig ned i de ældre aflejringer. Netop denne vekslende placering af å-løbet med tilhørende erosion gør det svært at gennemskue alle detaljer i udviklingen.





Figur 6. De topografiske forhold ved en del af Fribrode Å ca. år 1100 e.Kr.. Kortet er fremstillet på grundlag af udgravninger og borer. De blå farver repræsenterer datidens vanddækkede områder, grøn farve den omkransende strandnære sivskov, gult er selve strandbredden, orange er den lave klint op mod det glaciale landskab, der er angivet med rødt.



Figur 7. Detaljeret kurvekort for samme område, som vist i fig. 6. Med lodret skravering er der angivet forskellige vanddybder. Det datidige åløb er vist med sort. Ved daludvidelsen mod nord kan man ikke længere følge det snævre åløb. Det datidige 'tørre' land er vist uden signaturer. Området mellem dette og det vanddækkede område er den datidige strandbred.



*Figur 8. Profilgrøft med et gennemgående sandlag fra den fjerde fjordperiode, skibsværftsperioden. Herunder ses flere gytjelag, der er adskilt af forvuldede horisonter med flere generationer af tørresprækker. Bunden af grøften er det underliggende moræneler.*

#### *Fjerde fjordperiode - skibsværftsperioden*

Vandstanden stiger igen, åen eroderer ikke længere i bundlagene, efterhånden druknes åløbet, og de tilstødende dele af ådalen vanddækkes, hvilket er situationen, da skibsværftsperioden påbegyndes. Med den stigende vandstand aflejres der over store områder en sandet gytje med skaller af Hjertemusling og Dyndmusling samt en del planterester. Ind mod den daværende kyst er lagene mere sandede og grusede, hvilket blandt andet skyldes den menneskelige aktivitet tæt ved kanten, hvor den bindende vegetation er ryddet for at give plads for værft og vejsystemer. Måske er noget af det kystnære sandede materiale også udskyllet fra pløjede marker.

Lagene fra skibsværftsperioden er ellers kendetegnet ved at være meget blandede, specielt har den menneskelige aktivitet på og omkring værftet ydet et stort tilskud af allehånde materialer. Nogen strøm må der dog have været gennem ådalen, for mange af de træstykker og pinde man finder er tydeligvis strømorierede. Vandstands niveauet har dengang været ca. 35 cm højere end nuværende havniveau, over denne højde findes nemlig ingen trærester fra skibsværftsperioden. Hvis træstykkerne ikke 'opbevares' under vand, vil de rådne bort i løbet af få år.



### *Femte sø- og å-periode*

Skibsværftsperioden hører op - efter aflejringerne at dømme - ved overgang til et ferskvandsstadium, der i modsætning til de tidligere ferskvandsstadier sker samtidig med en hævnning af vandspejlet, det vil sige, at det gamle skibsværft ophører, fordi det bliver oversvømmet. Det er ikke store niveauforskelle, der er tale om, formodentlig har søens niveau kun ligget 50 cm højere end nuværende havniveau, altså kun omkring 15 cm højere end i værftsperioden. En årsag til dette 'sære' fænomen, at en stigning i havniveau medfører en ferskvands-sødannelse kan være, at der er dannet en tærskel, en 'dæmning', et stykke ude i retning af den nuværende kyst. Måske har havet i en stormsituation kunnet lukke for dalsystemet ?

### *De yngste lag*

De yngste lag i ådalen er et ca. 50 cm tykt lerlag, der i de nedre og mere gytjeprægede dele indeholder skaller fra ferskvandssnegle. Tættere ind mod nuværende skrænter bliver dette lag mere sandet og urent og indeholder f.eks. en del små teglstykker, hvilket viser, at dele af fyldlagene er senere end den tidlige Middelalder. Den store fyldmængde nær skrænterne hænger formodentlig sammen med forsøg på opdyrkning af de omgivende arealer i Middelalderen. Den sø, hvori det yngste lerlag er afsat, kan være kunstigt dannet, idet man byggede en vandmølle i Stubbekøbing i slutningen af Middelalderen, og det er muligt, at en opstemning af vand her har resulteret i søstadiet langt inde i ådalen.



*Figur 9. Et af udgravningsfelterne, som det så ud i 1985. Her ses store mængder af grene og forarbejdede træstykker i det gamle åløb. Det ses også at der er en tydelig orientering i stykkerne, hvilket svarer til den oprindelige strømretning.*



Figur 10. Udgravningsfelt med en risfletning, der har afstivet og stabiliseret åbrinken. Billedet viser risfletningen set fra landsiden ud mod åløbet. Foto 1986.

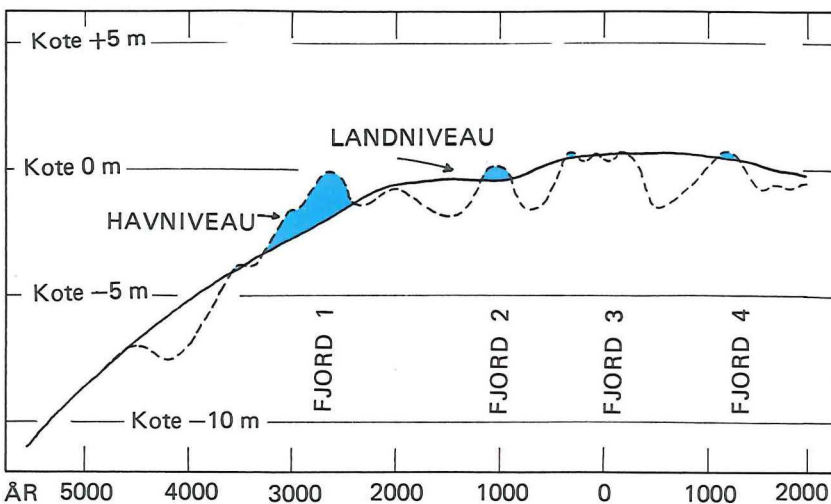
### HVORNÅR SKETE DET ?

Både under borearbejdet og ved udgravningerne er der fundet oldsager, der efter type kan give en relativ alder på de lag, hvori de er fundet. Mere nøjagtige aldre kan man opnå ved dendrokronologiske dateringer (tælling af årringe) af skibstømmer, og endelig er der udført nogle ganske få pollenanalyser, der kan give en ide om, hvilket geologisk tidsafsnit, man befinder sig i.

I lagene fra den første fjordperiode er der fundet en kærneøkse af en type, der hører hjemme i Ældre Stenalder, og sammenholdt med kendskabet til udviklingen andre steder i Danmark er det rimeligt at antage, at det første fjordstadium tidsmæssigt var fra slutningen af Atlantisk tid til ind i begyndelsen af Subboreal tid.

Der er udført analyser af 3 enkeltprøver fra lagene fra den anden fjordperiode. To af prøverne er fra de øverste dele af laget, og de viser, at der har været skov i området i slutningen af andet fjordstadium, der formodentlig er fra Subboreal tid. Den 3. prøve, der er analyseret, er fra lidt dybere niveau. Ud fra denne analyse at dømme, har området på dette tidspunkt været ryddet og opdyrket.

Fra den tredje fjordperiode er der ligeledes bestemt pollensammensætning i tre enkeltprøver fra den nedre del af laget. De viser samstemmende, at området har været ryddet og opdyrket, og den floristiske sammensætning peger på en tidlig Subatlantisk alder.



Figur 11. Ændringer mellem havdække og tørlægninger gennem de sidste godt 7000 år i Fribrodre Å området. Kurven er baseret på en undersøgelse af variationen mellem salt- og ferskvand i Præstø Fjord. Den fuldtoptrukne kurve viser landniveau, mens den stiplede er havniveau. Blå 'toppe' over den fuldtoptrukne kurve viser således, at området var havdækket.

Meterangivelserne er højde og dybde over nuværende havniveau.

Den fjerde fjordperiode, skibsværftsperioden, kan tidsbestemmes ud fra skibstype. De fundne skibsrester viser hen på nordiske skibe - vikingeskibe - med træk, der peger på Vendisk indflydelse. Dele af det fundne skibstømmer er blevet dateret ved dendrokronologi, der angiver fældningstidspunkt for tømmeret til at være omkring 1050-1055. Da der her er tale om ophuggede skibe, må det forventes, at de har været i brug i nogle år (ca. 30 år ?), hvilket giver en formodet alder for aktiviteterne på skibsværftet ved Fribrodre Å til lige før år 1100.

Som omtalt stedvis i teksten har der været varierende havniveau i området. Generelt hæver den nordøstlige del af Danmark sig, mens den sydvestlige del synker. Fribrodre Å-området ligger lige sydøst for 'vippelinien', hvor højeste havniveau - i følge ældre undersøgelser - netop skulle være kote 0 meter, men ved Fribrodre Å synes havniveau at have været oppe omkring 1 meter over nuværende havniveau. Fribrodre Å er ikke det eneste sted i Danmark, hvor der er uoverensstemmelser mellem faktiske niveauer og de 'generelle', så netop havniveauændringer gennem de sidste 10-15.000 år trænger stærkt til en fornyet undersøgelse.



# GAMLE VINDAFLEJRINGER

af Else Kolstrup og Tage Thyrsted

I forbindelse med nedgravning af ledningsnettet til naturgas i Jylland blev der observeret flere interessante geologiske fænomener, blandt andet også vindaflejringsformer. Figur 1 viser således et 1.7 m højt profil i en gammel klit i nærheden af Egtved. Klitten er formodentlig dannet mens isen lå østfor eller meget kort tid efter, at isen var smeltet bort, altså mest sandsynligt i Senglacial Tid. Da var der kun et ringe vegetationsdække, så vinden kunne flytte rundt med det vest- og midtjyske sand.

Karakteristisk for klitdannelse er den skrå lagstilling, som opbygges på klittens læside, idet vinden transporterer sandet fra vindsiden op over klitten og aflejrer det igen på 'bagsiden'. Man må således forestille sig, at den viste klit er vandret fra venstre mod højre. Lagene hælder omkring  $35^{\circ}$ , hvilket er noget nær det stejleste, man kan have, uden sandet rutscher ned af sig selv.

Sandet er meget velsorteret, og de fleste korn har en størrelse mellem 0.175 mm og 0.250 mm, men der er også enkelte gruskorn med en størrelse på op til 1.5 cm. I lup kan man se, at de enkelte sandkorn har afrundede hjørner og er poleret af ved slibning mod andre korn under transporten langs jordoverfladen. En sådan mattering af sandkornene er karakteristisk for flyvesand.



Figur 1. Skrålag i Senglacial klitdannelse ved Egtved.



*Figur 2. Senglacialt dæksand fra Klelund Plantage.*

På figur 2 ses en anden type vindaflejret sediment, som er fundet i nærheden af Klelund Plantage øst for Varde. Denne type vindaflejring kaldes dæksand - et ord som er afledt fra hollandsk, idet sådanne aflejringer først blev beskrevet der.

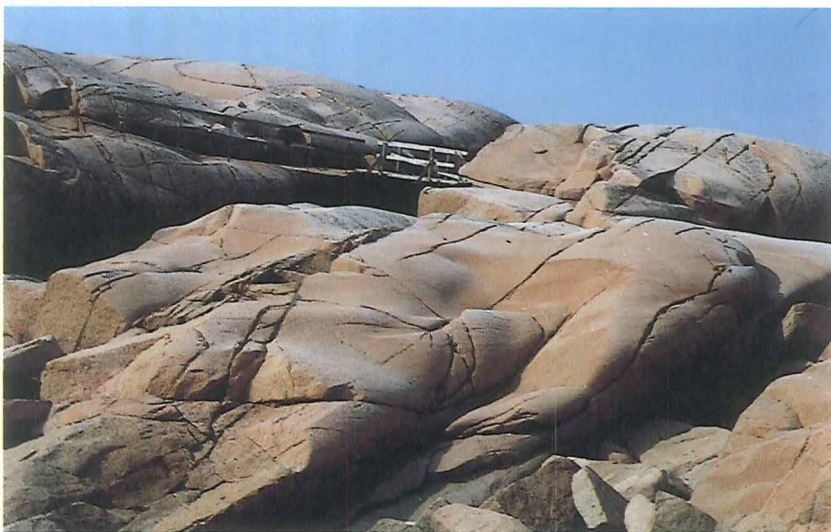
Den mest iøjnefaldende forskel mellem dæksands- og klitaflejringer er, at dæksandet er afsat i vandrette lag. Nogle steder er lagene næsten alle domineret af en kornstørrelse på 0.150 - 0.250 mm, mens dæksandet andre steder består af vekslende lag med kornstørrelser på henholdsvis 0.150 - 0.250 mm og 0.075 - 0.105 mm. Nogle steder optræder der også tynde gruslag. De grovere sandlag er som regel svagt gulligbrune eller hvide, mens de finere lag som regel er grålige, og - som det ses af fig. 2 - fremhæves lagdelingen af farveforskellene.

Dæksandstyperne er særdeles almindelige i Midt- og Vestjylland, hvor de blev aflejret for mellem 14.000 og ca. 10.000 år siden. Ved den geologiske kortlægning med jordspyd er denne type sandaflejring hidtil kaldt 'ferskvandssand' eller 'lagdelt sand', men under arbejdet med naturgasledningerne, hvor der var åbne profiler, blev det klart, at meget af - men dog langt fra alt - ferskvandssandet og det lagdelte sand faktisk er vindaflejret. Dæksandenes dannelsesmåde har været genstand for flere teorier, men for tiden ved vi faktisk ikke, hvorfor nogle vindaflejringer danner klitter, mens andre danner horisontalt lagdelte dæksande.

# MAGMAKAMRE I LABORATORIET

af J. Richard Wilson

Magma er betegnelsen for bjergarter i flydende form, som vi eksempelvis kender det fra lava i forbindelse med vulkanudbrud på jordens overflade. Magma er dannet ved delvis opsmeltning af Jordens kappe eller skorpe. Enten kan magmaet trænge helt op til overfladen, eller også kan det størkne undervejs i et såkaldt magmakammer. De geologiske processer, der finder sted i et magmakammer kan ikke iagttages direkte, men efter endt størkning og millioner af års erosion, er nogle af de 'fossile' magmakamre blevet blottet i naturen, så man kan studere størkningens resultat.



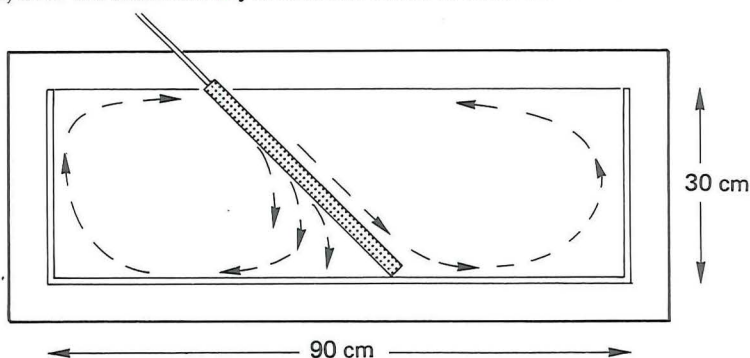
*Figur 1. Granit fra Bohuslen. Granitten repræsenterer et ca. 900 mio år gammelt fossilt magmakammer.*

Dannelsesprocesserne for magmakamre kan naturligvis også anskues rent teoretisk eller ved modelforsøg på tilsvarende materialer. Her er specielt studiet af flydende materials dynamik blevet vigtigt for forståelsen af, hvordan magmaer opfører sig, og 'simple' modelforsøg med afkøling og størkning af enkle vandige opløsninger har i den forbindelse kastet nyt lys på magmakammerprocesserne.



Det har længe været kendt, at den kemiske sammensætning af lavaen fra en bestemt vulkan kan ændre sig med tiden, men først for nylig har man indset, at det kunne skyldes, at magmakammeret er opbygget af lag af magma med forskellig sammensætninger. Hvorledes et magmakammer kan blive lagdelt efter kemisk sammensætning (zoneret), skal vi forsøge at illustrere med følgende laboratorieeksperiment.

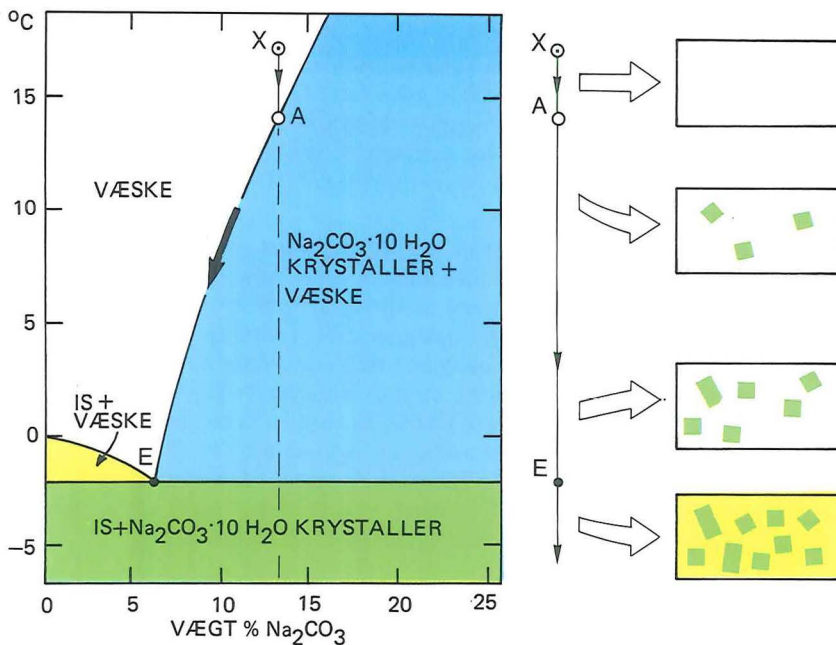
Et magmakammers størrelse og form kan variere meget, men vort 'laboratorie-magmakammer' består af en beholder med en enkel form. Beholderen er lavet af plexiglas med et isolerende materiale omkring. Dele af isoleringen fjernes, når man observerer forsøgets gang. I plexiglasbeholderen anbringes en vandig opløsning af et eller andet kendt salt, og denne væske nedkøles nu ved hjælp af en meget kold væske, der løber gennem en hul, rektangulær kobberplade. Denne kobber-køleplade kan flyttes i beholderen, så pladen f.eks. danner en vinkel med beholderens bund og top. Herved opnår man, at der kan udføres to forsøg på samme tid: et forsøg over køleelementet, hvor der simuleres krystallisation langs et skrånende gulv i magmakammeret, - og et andet forsøg under køleelementet, hvor der simuleres krystallisation under et skrånende loft.



*Figur 2. Opbygning af beholderen brugt til forsøget. Opløsningen befinder sig i en gennemsigtig glasbeholder, der er pakket ind i et isolerende lag. Afkøling af opløsningen sker ved hjælp af afkølingspladen (vist prikket). Pilene viser strømningsretningen af opløsningen i begyndelsen af forsøget, hvor opløsningen er præget af termisk konvektion.*

#### Laboratorie-magmakammeret

Til de følgende forsøg er der anvendt en 13 % natriumkarbonat-opløsning og en kølevæske ned en temperatur på ca.  $-22^{\circ}\text{C}$ . Indholdet af natriumkarbonat i vandet medfører, at vandets frysepunkt nedsættes fra  $0^{\circ}\text{C}$  til ca.  $-2^{\circ}\text{C}$  i det såkaldte eutektiske punkt E (se fig. 3), som svarer til en ca. 6 %  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ -opløsning. Når vi om vinteren salter veje, udnyttes netop det samme princip til at sænke vands frysepunkt.



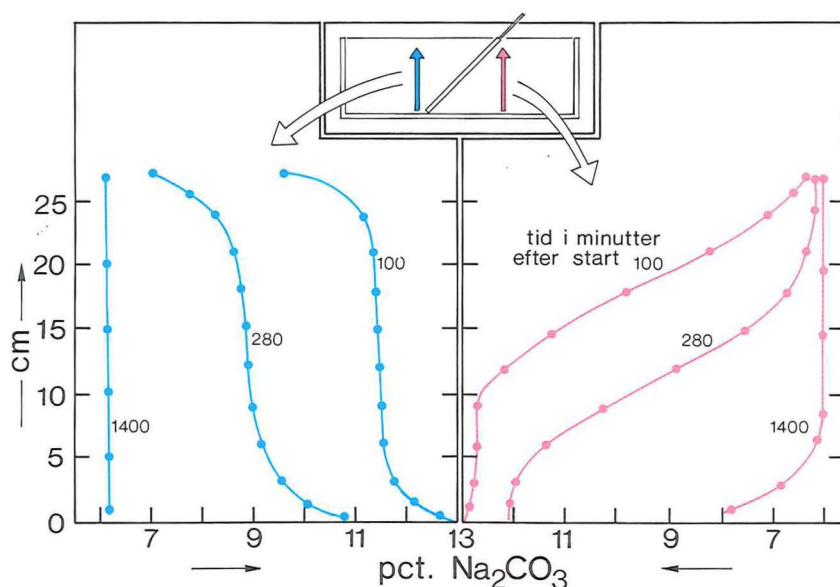
Figur 3. Hvad sker der, når opløsningen afkøles?

Når opløsningen af natriumkarbonat afkøles, sker der flere forskellige ændringer med den, som kan ses i diagrammet herunder. Diagrammet viser hvilke faser (væske og krystaller), vi har ved forskellige temperaturer og indhold af natriumkarbonat i opløsningen. Vor opløsning indeholder 13 % natriumkarbonat, og temperaturen er ved forsøgets start 17° C. Dette er vist med punktet X, der ligger i det hvide felt i diagrammet. Afkøles opløsningen, falder temperaturen, og ved ca. 14° C (punkt A) forlader vor opløsning det hvide væske-område og går ind i det blå felt, hvor natriumdecahydrat begynder at udfældes fra opløsningen. Vi har nu både væske og natriumdecahydrat-krystaller i forsøgsbeholderen. Samtidig med, at der udfældes natriumdecahydrat-krystaller bliver den resterende opløsning fattigere på natriumkarbonat, og opløsningens sammensætning vil bevæge sig mod vand-siden med faldende temperatur. Den rute, opløsningen følger, er vist med pilen langs kurven fra A til E mellem det hvide og blå område i diagrammet. Ved punktet E er opløsningen afkølet til -2° C. Under afkølingen fra A til E er der udfældet flere og flere krystaller af natriumdecahydrat, og restopløsningen indeholder nu kun ca. 6 % natriumkarbonat. Ved -2° C begynder også is at udfældes fra opløsningen sammen med natriumdecahydrat, og dette fortsætter indtil hele den resterende væske er brugt op. Først derefter vil temperaturen kunne falde igen, og vi har nu en blanding af is og natriumdecahydrat-krystaller i forsøgsbeholderen. Punktet E ligger ved en temperatur, under hvilken vi ikke mere kan have væske til stede. Et sådant punkt kaldes et eutektisk punkt.

I det eutektiske punkt E krystalliserer is og natriumkarbonat samtidigt. Med en udgangssammensætning af opløsningen til højre for E i fig. 3 begynder  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (det vil sige, det er egentligt natriumdecahydrat,  $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10 \text{H}_2\text{O}$ , der starter med at krystallisere) at krystallisere alene ved afkøling af væsken. Sammensætningen af den resterende væske vil derfor gradvis nærme sig E, hvor også is begynder at krystallisere, når temperaturen er faldet til  $-2^\circ\text{C}$ .

I det følgende vil vi se på et eksperiment, hvor køleelementet har en hældning på  $45^\circ$ . Forsøget er beskrevet i figur 4 og 5 og afkøling og krystallisation i den del af kølebeholderen, der er over køleelementet, beskrives først.

Efter ganske kort tid bevirker afkølingen en temperatur-styret cirkulation (termisk konvektion) af opløsningen mod uret, som vist med pile i figur 2.



Figur 4. Ændringer i sammensætning af restopløsningen med tiden, over (til venstre) og under (til højre) pladen, der hælder  $45^\circ$ . Sammensætningerne er målt i forskellige højder over bunden af beholderen som vist i figuren.

Efter ca. 15 minutter ses de første natriumdecahydrat-krystaller på køleelementet. Krystallisationen af natriumdecahydrat medfører fjernelse af tungere komponenter fra væsken lokalt. Den resterende væske bliver derved lettere og stiger op mod overfladen. Denne type konvektion, der skyldes forskelle i væskens sammensætning, betegnes sammensætningsbetinget konvektion for at skelne den fra den tidligere nævnte termiske konvektion.



Efter ca. 30 minutter er det meste af køleelementet dækket med krystaller. I det følgende kvarter bliver den sammensætningsbetingede konvektion langsomt dominerende over den termiske konvektion, og opløsningens cirkulationsretning bliver gradvis omvendt (det vil sige, med uret i figur 2). Tykkelsen af de opstigende tunger af natriumkarbonat-fattig væske er knap en millimeter. Under deres opstigen sker der en opblanding med den øvrige væske. Ca. 50 minutter efter starten af forsøget ses de første iskrystaller nederst på køleelementet. Dette skyldes, at opløsningen på dette sted har nået den eutektiske sammensætning. Efter yderligere 20 minutter ses et indre, kompakt hvidt lag af is og natriumdecahydrat og et ydre lysegråt lag af spidse natriumdecahydrat-krystaller.

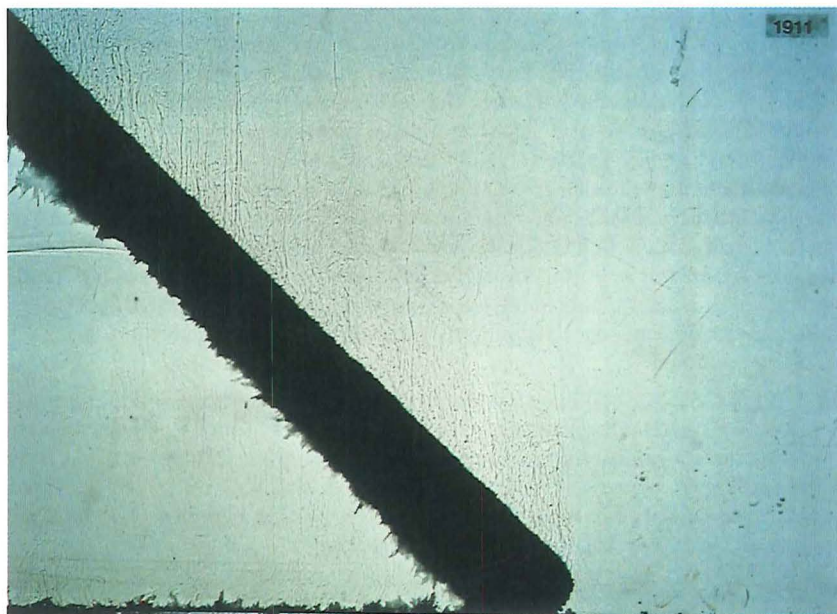
Opløsningens totale sammensætning er efter 100 minutters forløb forandret i retning mod sammensætningen i det eutektiske punkt. Der er dog sket det, at opløsningen er blevet zoneret, idet væsken ved bunden er omtrent uændret siden starten, hvorimod der er sket en reduktion af natriumkarbonat-indholdet ved overfladen. Dette skyldes, at den opadstigende væske nær toppen af køleelementet til stadighed bliver opblandet med den øvrige væske. Den opstigende væske er derimod tyngdemæssig stabil ved overfladen, og zoneringen bibeholdes derfor i væsken, indtil den eutektiske sammensætning er nået.

Efter 280 minutter har fortsat krystallisation af hovedsageligt natriumdecahydrat bevirket, at opløsningens totalsammensætning nærmer sig det eutektiske punkt, men stadig opretholdes en zonering fra top til bund. Sammensætningen ved bunden er nu nået et sted midtvejs mellem den eutektiske og den oprindelige sammensætning. Efter ca. 23 timer (1400 minutter) har hele opløsningen nået den eutektiske sammensætning.

*Figur 5. Billeder fra forsøg med afkøling af natriumkarbonatopløsning. Øverste billede er optaget 60 minutter efter forsøgets start, nederste billede efter ca. 300 minutter.*

*På øverste billede ses en vandret grænseflade under kølelegemet. Grænsefladen adskiller den sammensætningsbetingede lettere zonerede væske fra den nedre homogene og tungere væske. På beholderens bund ses voksende krystaller, der er faldet ned fra deres oprindelige placering på kølelegemet. Ved krystallisation af natriumkarbonat frigøres let væske, der stiger op mod overfladen.*

*Efter 5 timers forløb (nederste billede) er tykkelsen af krystallaget på kølelegemet vokset betydeligt, og under kølelegemet har grænsefladen på beholderens bund, så hele væskemængden er blevet sammensætningsmæssigt zoneret. Over kølelegemet ses fortsat sammensætningsbetinget konvektion. Der er blevet indsprøjtet et lilla farvestof, der oprindeligt sås som en lodret streg, men som nu viser væskens cirkulationsmønster, nemlig bevægelse bort fra kølelegemet i den øvre halvdel og indad i den nedre halvdel. Stregens S-form viser væskens tendens til at blive underinddelt i såkaldte 'dobbelt-diffusive' lag.*



Vi vender nu tilbage til den del af forsøget, der foregår under køleelementet. Igen starter vi med at have termisk betinget konvektion (fig. 2). Denne gang ses de første natriumdecahydrat-krystaller efter 20 minutter, og analogt med forsøget over køleelementet frigøres der natriumkarbonat-fattig lettere væske. Denne væske ligger som et tyndt grænselag langs køleelementet og stiger op imellem de voksende krystaller. Nogle krystaller løsner sig og falder til bunds, hvor de fortsætter med at vokse. Efter 25 minutter kan man øverst i beholderen se en skarp vandret grænseflade: under fladen er den tunge velblandede opløsning, over fladen findes den lettere frigjorte restvæske. Denne grænseflade bevæger sig gradvis nedefter, og efter 100 minutter er den kun 8 cm fra beholderens bund. På dette tidspunkt har væsken ved overfladen omtrent en eutektisk sammensætning og natriumkarbonat-indholdet stiger langsomt nedefter mod grænsefladen.

Under grænsefladen er koncentrationen stadig tæt på udgangssammensætningen. Natriumkarbonat-krystallerne i det øvre zonerede område er lange, spidse og forgrenede i modsætning til krystallerne under grænsefladen, hvor de danner en kompakt masse af smalle krystaller. Is krystalliserer ved den eutektiske temperatur, der nås efter ca. 70 minutter. Efter ca. 23 timer er hele væsken, på nær de nederste 7 cm, af eutektisk sammensætning.

### Naturens egne magmakamre

Opfører naturlige magmaer sig nu på samme måde som vort 'laboratorie-magma' bestående af en natriumkarbonat-opløsning? Der er selvfølgelig en stor forskel på de to materialer, og specielt på viskositeten, der er mange gange større i et basaltisk magma end i en vandig opløsning. Viskositeten er et udtryk for, hvor let et magma flyder. Jo større viskositet, jo mere sejtflydende er magmaet. Det er dog almindeligt akcepteret, at sammensætningsbetinget konvektion sandsynligvis er en meget vigtig proces i magmakamre, og i fig. 6 er resultaterne fra de eksperimentelle forsøg overført til et magmakammer, der ligger tæt under jordens overflade.

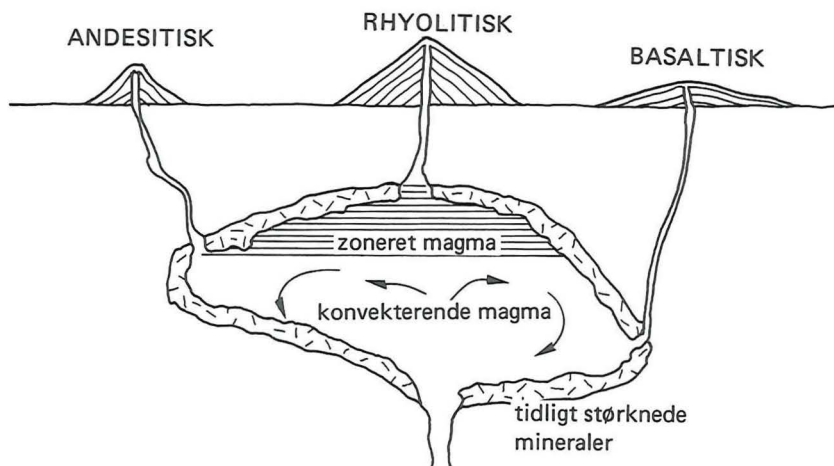
Hvis vi forestiller os, at et magmakammer fyldt med basaltisk magma begynder at krystallisere, vil mineralerne først dannes langs bunden, siderne og loftet. Det mineral, der normalt udkrystalliserer først er olivin, et magnesium-jern-silikat med en massefylde, der er væsentlig større end magmaets. Som ved eksperimentet efterlades der ved krystallisationen en restvæske, der bevæger sig opefter. Magmakammerets geometri afgør herefter graden af opblanding med den øvrige smelte i kammeret.

I den øvre del af magmakammeret, hvor siderne normalt hælder udad, vil den lette, frigjorte smelte nå loftet og udvikle et grænselag. Magmakammeret deles derved i to: en nedre del med et 'tungt' magma og omtrentlig udgangssammensætning, samt en øvre lettere del med vægtfyldebestemt zonerings. Så længe de krystalliserende mineraler er tungere end magmaet, vil denne proces fortsætte,



og meget hurtigt (i geologisk tidssammenhæng!) kan man nær loftet opnå betydelige sammensætningsforskelle. Den nedre del af kammeret kan f.eks. have en smelte af basaltisk sammensætning med ca. 50 % siliciumoxid og 7 % magnesiumoxid, medens smeltens sammensætning nær loftet kan være rhyolitisk, hvilket svarer til ca. 73 % siliciumoxid og kun 0.5 % magnesiumoxid. Mellem loftet og grænselaget varierer smeltens sammensætning mellem de to extreme værdier og kan f.eks. have en andesitisk sammensætning.

Hvis vi derfor forestiller os en vulkan, der periodevis tilføres magma fra flankerne af et sammensætningsmæssigt zoneret magmakammer, kan lavasammensætningen variere meget med tiden. Lavaen vil være basaltisk, hvis den stammer fra området under grænselaget, men efterhånden som grænselaget bevæger sig nedefter, vil lavaen komme til at stamme fra det zonerede område og eksempelvis være andesitisk eller i ekstreme tilfælde rhyolitisk.



Figur 6. Skitse af et subvulkansk magmakammer, hvori magmaet er blevet sammensætningsmæssigt zoneret nær grænsefladen. Tre vulkaner tilføres magma fra forskellige dybder af det samme magmakammer og udspyr derfor lava med forskellig sammensætning.

I et andet tilfælde kunne man forestille sig, at et magmakammer var kilden til to eller flere vulkaner. Hvis lavaerne stammede fra forskellige niveauer i og under det zonerede område, ville geografisk nærtliggende vulkaner kunne producere lava med vidt forskellig sammensætning. Dette har man blandt andet fundet på Island, hvor basaltiske og rhyolitiske vulkaner har været aktive samtidigt. Dette var tidligere vanskeligt at forklare uden modellerne for zonerede magmakammer, - opstillet på baggrund af resultaterne fra laboratoriet med små vandige opløsninger i modelkamrene.



## NATURENS HISTORIE FORTÆLLERE, Bind 2

Redigeret af *Niels Bonde, Jesper Hoffmeyer* og *Henrik Stangerup*.

G.E.C.GADS FORLAG. 563 sider, indbundet. Pris: 386 kr.

Med bind 2 af 'Naturens Historie Fortællere' har GADS FORLAG afsluttet et værk, som i sin art er helt enestående. I bind 1 (anmeldt i VARV 1986/2) førtes læseren gennem udviklingsideerne fra de gamle grækere frem til Darwin, i bind 2 fokuseres på tiden fra Darwin til i dag - med mennesket i centrum.

Forskellige kapitler behandler evolutionsteorier, livets opståen, faunaers opståen og uddøen - men udviklingstanken føres videre til adfærd, bevidsthed, religion, sociobiologi og gen-manipulation. Bogen dækker et meget bredt spektrum.

Bogen er vanskelig at læse - til trods for samtlige oplagte forfatteres fortælleglæde. Især har anmelderen glædet sig over et afsnit af *Elsa Gress*. Efter indledningsvis at have slået fast, at hun ikke er videnskabsmand, får hun som et vidende menneske sat ting på plads.

Læsevanskelighederne har to årsager. For det første er mange af de omhandlede processer af en art, der ikke lader sig bevise, hvorfor forskere kan være vildt uenige. Forfatterne har tilstræbt at skabe en balance, og derfor får læseren heller ikke doceret nogle endegyldige sandheder. For det andet ligger værket på et højt niveau og er spækket med fagudtryk, som ikke kan slås op i sagsregisteret. Til alt held er der litteraturhenvisninger efter hvert kapitel, så den interesserede læser bør ikke gå i stå.

Anmelderen foreslår forlaget at følge op med et bind 3, som i rimeligt omfang definerede og illustrerede fagtermer brugt i bind 1-2. Et sådant bind 3 kunne i sig selv være værdifuldt for læsere af litteratur om evolution.

Mens det tjener GADS FORLAG til ære overhovedet at påtage sig udgivelsen af et værk som 'Naturens Historie Fortællere' - så er det betænkeligt, for ikke at sige nærmest katastrofalt, at forlaget ikke har en ansvarlig medarbejder med æstetisk sans til at holde sammen på det hele. Teksten er nydeligt trykt - men illustrationerne er meget ujævne, ofte tarvelige, og i nogle tilfælde helt uantagelige i en bog til næsten 400 kr.

Værkets betydning ligger klart i teksten, og for den stædige læser er der rigt udbytte at hente - mens han, ligesom anmelderen venter på bind 3.

*Valdemar Poulsen*

## VARV - PRISER GÆLDENDE FRA DECEMBER 1987

VARV ABONNEMENT 1988	70 Kr	pr.nr.	25 Kr
VARV ÅRGANG 1987	60 Kr	pr.nr.	20 Kr
VARV ÅRGANG 1986	50 Kr	pr.nr.	15 Kr
VARV ÅRGANG 1985	50 Kr	pr.nr.	15 Kr
VARV ÅRGANG 1984	40 Kr	pr.nr.	12 Kr
VARV ÅRGANG 1983	30 Kr	pr.nr.	8 Kr
VARV ÅRGANG 1982	20 Kr	pr.nr.	6 Kr
ÆLDRE ÅRGANGE	10 Kr	pr.nr.	5 Kr

### SAMLEDE ÅRGANGE AF VARV

VARV 1964 - 1969	50 Kr
VARV 1970 - 1980	100 Kr
VARV 1980 - 1987	225 Kr
VARV 1964 - 1984	250 Kr
VARV 1964 - 1987	350 Kr

### SÆRNUMRE

GEOLOGI PÅ ØERNE	15 Kr
GEOLOGI PÅ RØSNÆS	15 Kr
GHANAHEFTE	15 Kr
SÆRNUMRENE SAMLET	35 Kr

SAMLEKASSETTER (rummer 6 årgange) pr.stk. 12 Kr

UNDERGRUNDSKORT OVER DANMARK i STORT format 25 Kr

**VED FORSENDELSE TILLÆGGES BETALING FOR PORTO**





Billedet herover er fra en sand- og grusgrav i det nordlige Jylland. Det viser to tydelige lag, hvori der ses en finere lagdeling. Sådanne lag, der omfatter flere ens smålag kaldes ofte for et 'sæt'. Det nedre sæt viser smålag, der alle hælder jævnt mod venstre, med omkring  $30^{\circ}$ , hvilket er tæt ved at være så stejlt, som sandskornene kan aflejres i rindende vand eller for den sags skyld også i luft.

Det hænder imidlertid, at et sæt begynder at stå for stejlt og skrider eller glider som en sammenhængende masse, hvor der nok sker indre forstyrrelser, men på en sådan måde, at den oprindelige lagdeling stadig kan ses. Dette er netop sket for det øverste sæt, hvor den indre lagdeling danner S-former, og det er tydeligt, at sådan kunne ikke dannes direkte ved aflejring. Dannelsen af S-formen kan dog også være fremkommet på grund af et ydre 'stress', f.eks. kan en isoverskridelse også frembringe den slags former, men da er der ofte tale om en deformation, der griber længere ned i lagserien, end i den her viste.

Steen Sjørring