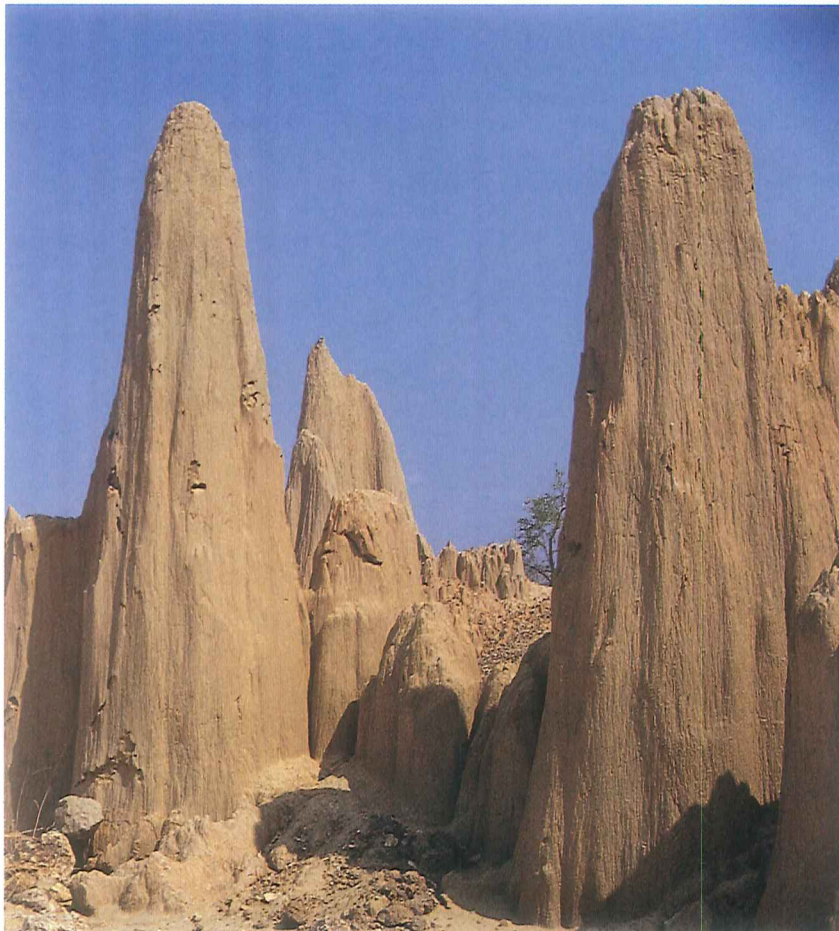
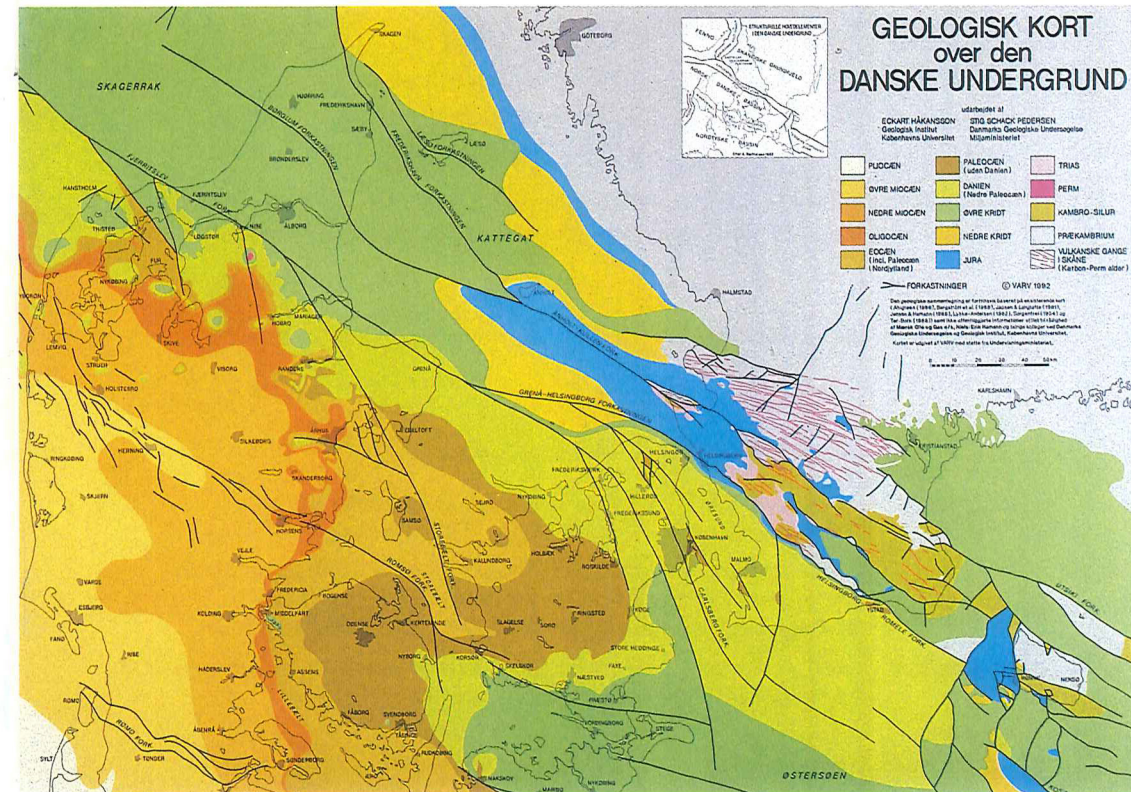


VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1992



I tropene kan den årlige monsunregn have en voldsom erosiv virkning på løse sedimentter uden beskyttende vegetationsdække. Sao Din i Nordthailand er et 2–3 km² stort område, hvor strømmende overfladevand fra kraftige regnskyl i løbet af Kvartærtiden har omdannet en gammel flodterrasse til et virvar af furede kløfter og rygge og 5 m høje 'jord'-søjler.



HER SES VARV's NYE KORT OVER DEN DANSKE UNDERGRUND I CA. 1/15 AF ORIGINALSTØRRELSEN. LÆS MERE OM KORTET INDE I BLADET.

DER ER REGISTRERET FLERE NYE DANEKRÆ – VARV VISER OG FORTÆLLER OM DEM.

SKAGENS KLOAKSYSTEM ER NU VED AT LIGGE UNDER HAVNIVEAU – HVAD KAN ÅRSAGEN VÆRE?

ENDELIG BERETTES DER LIDT OM DE KVARTÆRGEOLOGISKE FORHOLD I DET NORDLIGE THAILAND.

Redaktionen er glade for at kunne meddele, at det nye **kort over den danske undergrund** nu ligger færdigtrykt. På side 60 er der nærmere specifikationer om kortet.

Der er trykt så mange eksemplarer af kortet, at de kan sælges, så mange, at vi indtil 1/10 1992 sælger kortet til en introduktionspris:

PRISER:

I Danmark	125 kr	incl. forsendelse
I Norden	130 kr	incl. forsendelse
I Europa	160 kr	incl. forsendelse
Øvrige udland	180 kr	incl. forsendelse

Kortet bestilles nemmest ved at indbetale beløbet på giro 9 06 88 80 og mærk indbetalingen med 'U-kort' samt tydeligt navn og adresse på indbetalingskortet.

Peter ønsker alle en god sommer!



== **VARV** ==

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K. Telefon: 33 11 22 32, Telefax: 33 11 46 37.

Telefoniske bestillinger og forespørgsler kan rettes til: Svend Pedersen og Steen Sjørring på ovenstående telefonnummer.

Skriftlige henvendelser og bestillinger ekspederes snarest muligt.

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

Renskrift
og montage: Steen Sjørring

Repro: Tecno Color a/s, Esbjerg

Tryk: Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 80 kr i abonnement for 1992. Abonnement tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 80 SEK til VARVs svenske postgirokonto: 4388-5.

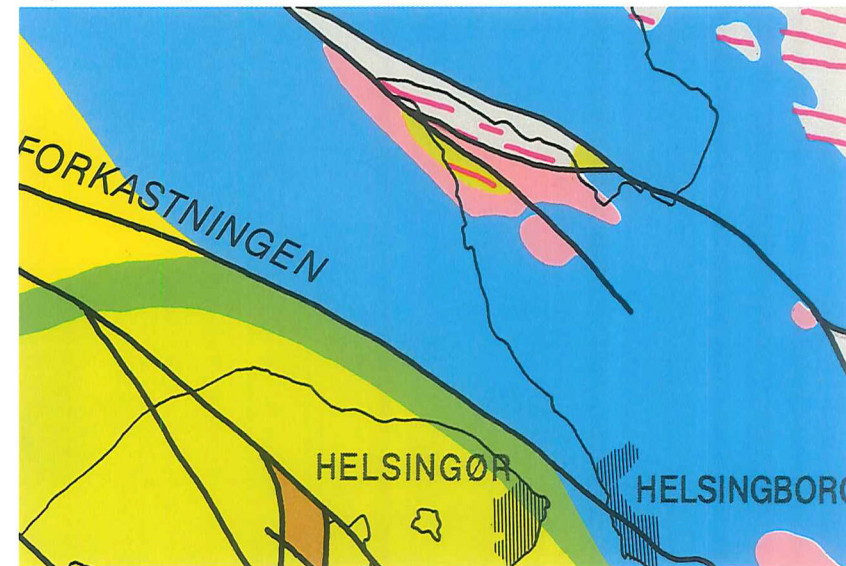
Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1992 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

ved Nr. Lyngby, hvor deformerede og daterede lag viser, at der var neotektoniske bevægelser helt frem til 12.000 - 14.000 år før nu.

Den anden forkastning er lige så dramatisk. Jeg ville ønske, vi kunne kalde den for Kronborg Forkastningen, for den har slottet om bagbord. Man kan følge den fra Bornholm, hvor den bliver brudt af Rønne graven, skaber Rommelåsen, deler Øresund, snitter Hesselø og går i land ved Grenå, fortsætter gennem Rold Skov, og bliver til Fjerritslev Forkastningen på den anden side af Limfjorden, hvor den går ud i Jammerbugten.

Til slut skal den vestlige Limfjord nævnes. Her opleves det knoldede undergrundslandskab skabt af salthorstene. Kalken skyder op i skjolde med tertiært ler langs flankerne. Der skal en overordnet 'wrench tektonik' til for at igangsætte saltdiapirisme, er det blevet argumenteret. Og det strukturelle mønster for wrenching er 'saltpastil'-strukturer. På hver sin side af Storebælt kan vi se sådanne storskala 'saltpastiller', men rundt omkring danner forkastningerne fragmenter af lignende rhombeformede mønstre.

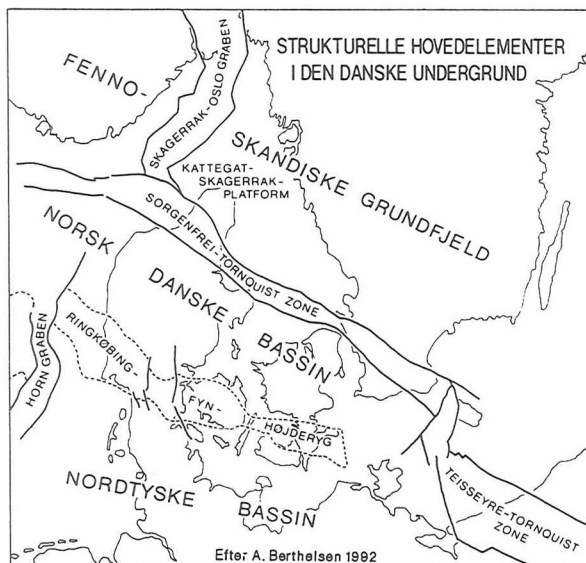


Udsnit af undergrundskortet i normal størrelse. Her er dog anvendt raster.

Om tyve år udgives det næste kort

Nu er VARVs undergrundskort søsat. Mit håb er, at rigtig mange vil få glæde af kortet. Tegn på det, tilføj nye iagttagelser og undersøgelser. Brug det. Kortlægning er en proces. Kortene er de kreative produkter, men de forældes, og inden 20 år er et nyt kortværk under vejs. Hvert kort er et deltrin, der giver et billede af vor geologiske forståelse netop nu.

Stig Schack Pedersen



Formindsket gengivelse af det struktur-geologiske 'vindue', der er indsat i undergrundskortet.

tingene hænger sammen, hvor ligger hvad, hvor og hvordan kan det både stå lodret et sted og ligge vandret et andet sted. Tektonik er beskrivelsen af opbygningen, den arkitektoniske sammenhæng og forskellen på de forskellige opbygningers arkitektur. Gensidigt bidrager de to discipliner naturligvis til forståelsen af hinanden.

På VARVs undergrundskort ses både tektonik og strukturgeologi. For at få sat Danmarks undergrund i en tektonisk ramme har vi indføjet et vindue, der giver information om opbygningen i dybet. Det er Asger Berthelsen, som står for dette kig i dybet, og vi har hermed fået et for alle let tilgængeligt bidrag med hovedbegreberne i Danmarks tektonik.

Inden for de sidste 20 år har vi fået defineret en Skagerrak platform. Sorgenfrei har fået kredit for sit undergrundsarbejde ved, at den nordjyske hævningszone er navngivet efter ham. Det danske område er blevet splittet op i to politiske bassiner – et skandinavisk og et EF-bassin. Ringkøbing-Fyn Højderyggen er 'alene' årsagen, kan det konstateres.

Strukturgeologisk kan vi på kortet se, at den måde lagene bøjer rundt faktisk afspejler den dybereliggende horst. Men mere fantastisk er det at studere forkastningszonernes forløb. Man ser, at der er to forkastningszoner, som næsten styrer hele Danmark. Hvis Skåne stadig var en del af Danmark, burde man kalde den ene for Danmarksforkastningen. Det er fascinerende at følge denne forkastning, der styrer Christiansø' grundfjeld, skaber Kullen og Anholt-antiklinalen, fortsætter til Børglum Kloster og træder ud under den senglaciale sø

Flint-fisk, moler-fisk, tropefisk og danekræ

af Niels Bonde

Danske stensamlere, amatørpalæontologer, geofagstuderende og professionelle, ja næsten alle på strandtur – incl. stenaldermenneskene – har samlet og smidt millioner af flintesten. De har kigget på de ofte fascinerende former og mange forskellige farver og har engang imellem troet at stå med en fisk, en fugl, et fåre- eller abehoved i hånden – her et øje, der en mund, en næse og et øre. Alt dette 'naturspil', men også masser af rigtige fossiler, mest stenkerner af søpindsvin, dog også brachiopoder, muslinger, svampe og mange andre havdyr.

Fiskeskeletter er tilsyneladende aldrig blevet fundet i vort flint, i al fald ikke så meget, at man kan bestemme, hvilken slags fisk det er. Men i 1991 fandt Chr. Axelsson, Vejle, på stranden på Endelave en 'halv' flintknold, der var flækket præcist langs et fiskeskelet. Det er godt nok ikke komplet bevaret, fordi hale- og rygfinne og øverste del af hovedet har 'stukket uden for' flintkonkretionen. Yderligere er nogle fliser slået af flinten, så at de forreste hvirvler og det meste af hovedet nu er væk, og kun forgællelag og en del af underkæben og dennes ledforbindelse til kraniet kan ses (fig. 1).

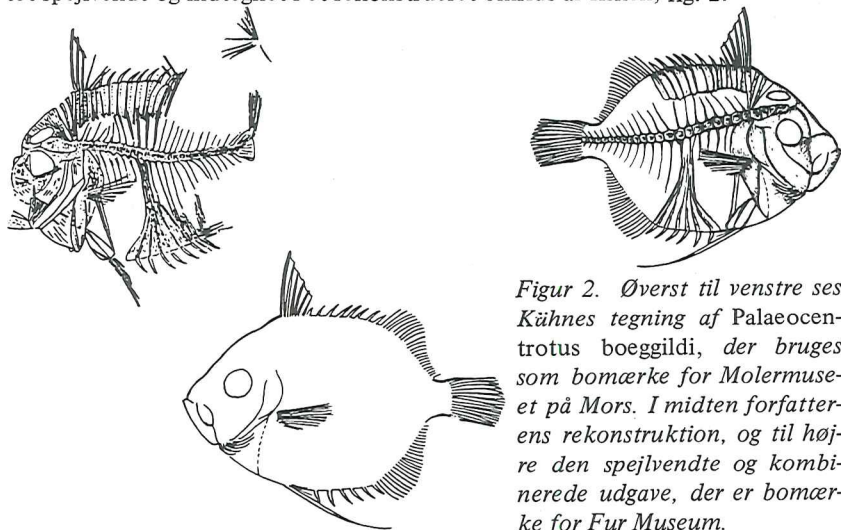


Figur 1. Flint-fisken Palaeocentrotus sp. i en meget mørkegrå flint fra stranden på Endelave. Ca. halv størrelse. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Alligevel er der nok af fisken bevaret, til at man kan se, at de tilbageblevne dele praktisk talt er identiske med tilsvarende dele af skelettet hos en af molerets sjældne fisk, som er beskrevet under slægtsnavnet *Palaeocentrotus*. Især gatfinnens 6 korte, stærke finnepigge er vigtige for denne bestemmelse, fordi så mange gatfinnepigge er et meget usædvanligt træk blandt benfisk, fossile som nulevende.

Arten *Palaeocentrotus boeggildi* blev opkaldt efter professor mineralogiae Ove Balthasar Bøggild, dengang geologiens eneste professor, der som ung havde beskrevet molerets askelag og kortlagt deres udbredelse. Den blev beskrevet af nyligt afdøde Walter Kühne, emeritus professor i palæontologi ved Freies Universität, Vest-Berlin, da han under krigen var interneret i England som tysker og potentiel fjende. Han var flygtet dertil med sin kone som student og rødgløden kommunist bort fra Nazi-Tyskland, men via Danmark. Her tilbragte de to år på Nordmors, ludfattige, og brugte somrene 1937 og 1938 i Skarrehage graven til at flække lamineret moler i et niveau kort under det karakteristiske gullige askelag –17 (nærmest ved –18). Det første års samling blev solgt til Mineralogisk (nu Geologisk) Museum i København. Efter sommeren 1938 lykkedes det dem at få skibslejlighed til England, så andet års 'fangster' blev solgt til British Museum (Natural History) i London for kun 25 pund!

Kühnes tegning fra 1941 af *Palaeocentrotus*' skelet bliver brugt som bomærke og på T-shirts af Molermuseet ved Skarrehage graven, det nye museum som oprettedes i 1988 efter 75 års jubilæet i "Skamol" (Skarrehage Molerværk A/S) på firmaets gård lige over for graven. Sjovt nok har også Fur Museum længe brugt *Palaeocentrotus* som bomærke, men i en udformning med dele af skelettet spejlvendt og indtegnet i et rekonstrueret omrids af fisken, fig. 2.



Figur 2. Øverst til venstre ses Kühnes tegning af *Palaeocentrotus boeggildi*, der bruges som bomærke for Molermuseet på Mors. I midten forfatterens rekonstruktion, og til højre den spejlvendte og kombinerede udgave, der er bomærke for Fur Museum.

Men ca. 10 år efter VARVs første kort skete et nyt opbrud. Baartman og Rasmussen fra Danmarks Geologiske Undersøgelse udsendte i 1978 et struktur-undergrundskort. Her var det første forsøg på at give et billede af forkastningerne i undergrunden, tolket ud fra det første store udbud af seismiske profiler. Siden da er der sket en betydelig udvikling i vor viden om undergrundens beskaffenhed, som fortjener at komme ud til en bredere kreds.

Tiden og geologien

Hvis man med få ord skulle prøve at sammenfatte, hvad VARVs nye undergrundskort forestiller, kunne man sige, at det var et billede af 'tids-areal-befæstning'. Måske et lidt abstrakt begreb, men i al sin enkelthed er det for geologer et kort, der viser udbredelsen af kronostratigrafiske enheder. Kortet bliver således også et billede af tidsudvikling, i hvilken retning noget bliver ældre eller yngre. Af kortet kan man umiddelbart læse, at i Danmark bliver alt yngre, når man går fra øst mod vest. Og for at markere det yngste prækvartær, er Sylts og Schleswigs pliocæne enheder taget med. Det kunne give en påmindelse om, at de yngste tertiære aflejringer ikke ligger så langt fra os i Sønderjylland, og visse udaterede terrestriske forekomster måske ligger lige på grænsen.

Nyskabelsen i det nye kort er arealdækningen. Det er først nu, vi er nogenlunde i stand til at give et billede af hele området med udfyldning af arealerne mellem kystlinierne. Og med denne arealdækning bliver billedet af yngre geologiske enheder, der ligger ovenpå ældre, meget tydeligt. Med valget af farver er det forsøgt at understrege de forskellige geologiske træk. Den grå farve er fjern. Den ligger dybt, det er grundfjeldet, det gamle fjeld, urbjerget.

Den olivengrønne farve er til tiden for det gamle liv, Palæozoikums ældste tider. Perm og Trias er røde for at markere en urolig tid med meget spænding. Vulkanisme og udtørring af store saltområder. Det er som om hele uroen fra den tid bliver gemt i saltlagen. Og siden er det som om uroen genfødes ved salt diapirismen, der får så stor indflydelse på dele af landets geologiske opbygning.

Den grønne farve er dominerende. Grønt er livets farve, grønt er godt for øjet, og grønt har vi under os i næsten hele Danmark. Det er beretningen om kridtidens hav, som her er repræsenteret ved den grønne befæstning. Og endnu grønnere bliver det, når den danske kalk bliver lagt oven på. Danien – vor bryozokalk som spreder sig som det gode fundament under Sjælland, Fyn og Jyllands jord.

Så kommer vi til tertiærets jordfarver. Det plastiske ler fra Rødbyhavn og til Ølst. Moleret ved Limfjorden og Lillebæltssleret under Danmarks store broer. Det oligocæne ler er en fed mørk stribe, og endelig spreder Miocænet sig ud under Jylland med kvartssand og brunkul.

Strukturerne

Strukturgeologi og tektonik er to discipliner, som ofte blandes sammen. Men forskellen er nu ganske enkelt, at strukturgeologi beskæftiger sig med, hvordan

ET NYT UNDERGRUNDSKORT

Som det ses på forsiden, har VARV udgivet et nyt undergrundskort i formatet 68 x 91 cm. Kortet er udarbejdet af Eckart Håkansson (Geologisk Institut, Københavns Universitet) og Stig Schack Pedersen (Danmarks Geologiske Undersøgelse).

Kortet er trykt i 15 specialfarver, helt uden raster i farverne, hos VARVs sædvanlige trykkeri, Johnsen + Johnsen a/s, København. Denne trykkes teknik har kun været økonomisk mulig ved, at VARV har modtaget et tilskud fra Undervisningsministeriet.

Redaktionen håber, at rigtig mange vil få glæde af kortet. I et senere nummer vil kort-redaktørerne nærmere behandle udvalgte geologiske forhold fra kortet.

Ved den første præsentation af kortet i juni måned blev der 'talt over' baggrunden for kortet. Et forkortet referat af talen bringes her:

VARV har udgivet et nyt undergrundskort. Kortet er trykt i herlige friske farver og giver det sidste bud på, hvordan den geologiske opbygning er under den kvartære overflade.

Grænserne og rammen

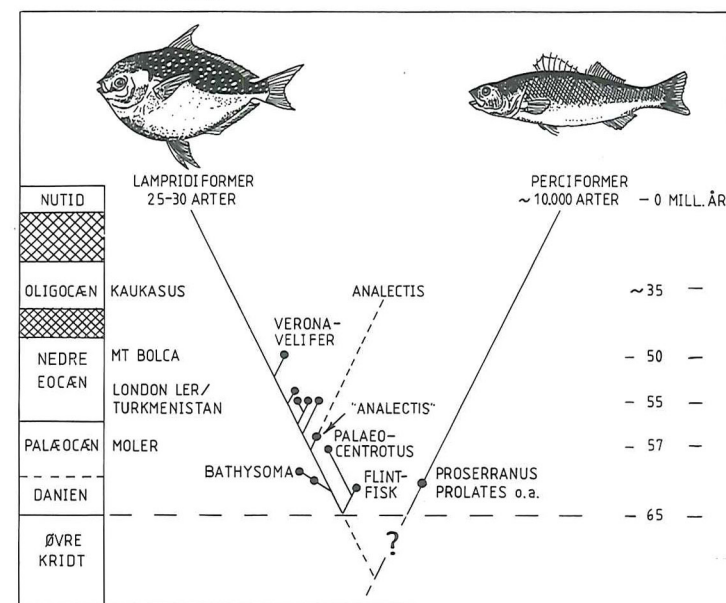
Undergrundskortet over Danmark dækker foruden farvandene omkring fædrelandet tillige en bid af landene omkring os. Kortets ramme er først og fremmest valgt ud fra ønsket om, at få Bornholm placeret korrekt i geografisk målestok. Det er vigtigt, at den del af vort land, som har haft så stor betydning for geologer i Danmark, bliver placeret i de rette proportioner i forhold til det øvrige land. Men det er lige så vigtigt at kunne præsentere helheden ved at markere den skånske randzone, som sammen med Bornholm giver os fortællingen om det, som ligger i dybet under det øvrige Danmark. Endelig kan man med et resignerende historisk tilbageblik bemærke, at der er ingen af områderne inden for rammen, som ikke har været dansk engang. Når Nordsøen til gengæld ikke er med, skyldes det dels, at det geodætiske kortgrundlag i denne målestok ikke rækker så langt, og dels at der tilbagestår en del geologisk kortlægning, inden man med samme sikkerhed vil kunne dække dette område.

Tiden og personer

For 20 år siden udkom VARVs første undergrundskort. E. Schou Jensen var redaktør for kortet, og det byggede naturligvis på Th. Sorgenfreis kort fra 1954 med nyere bidrag, bl.a. H. Gryns seneste kortlægning på Bornholm og ved Limfjorden fra 1969. Det var det kort, min generation voksede op med, og som vi blev fortrolige med gennem halvfjerdsere.

Kühne mente, at *Palaeocentrotus* var en slægtning til Sct. Peters fisk (gruppen Zeiformes), men den er nu nærmere beslægtet med nutidens op til 2 m lange glansfisk (gruppen Lampridiformes).

Palaeocentrotus er meget sjælden i moleret, kun to eksemplarer er indtil videre fundet, det største 10 cm langt, men hele skelettet bortset fra spidsen af snuden er bevaret. Der er jo meget mindre bevaret af flintfiskene, så selv om alle de nu kendte rester ser helt ud som hos *Palaeocentrotus*, så kan det jo en dag vise sig, at resten ikke stemmer så godt. Hvis det faktisk er en *Palaeocentrotus*, er det bemærkelsesværdigt, at vi lige netop har denne slægt kendt både fra moleret (for godt 55 millioner år i det seneste Paleocæn) og så fra tidligt Paleocæn i form af en flint, der nemlig nok kommer fra Danien (danske-) kalken ca. 63-65 millioner år. Flinten er nok ikke helt så mørk, som man normalt ville forvente af flint fra det lidt ældre skrivetridt, og faktisk er der ingen sikre lampridiformer kendt fra Kridttiden.



Figur 3. Lampridiformers slægtskab med Perciformer med angivelse af de tidligste fossile slægtninge til glansfiskene (Lampris).

Lampridiformer er en gruppe af benfisk, som i dag er forholdsvis lille, alle lever oceanisk fritsvømmende og ofte på ret dybt vand, så de ses ret sjældent. Berømte medlemmer af gruppen er ud over den 2 meter lange og meget velmagende glansfisk med høj og sammentrykt krop også sildekongen, som har en helt anden facon. Den er op mod 10 m lang (!), ganske tynd og smal. Begge har de pragtfulde farver i sølv og mørkeblåt og med knaldrøde finner.

Man ved ikke meget om levevis hos disse ret sjældne fisk, men de har tandløse kæber, som pludselig kan strækkes meget langt frem, hvorved undertryk dannes i mundhulen, og byttet af fisk, blæksprutter og krebsdyr suges ind. Glansfisker er kosmopolitisk. I tidlig Tertiær-tid, Paleocæn og Eocæn, var de tilsyneladende mere almindelige.

Der er kendt endnu en form, *Bathysoma*, fra Øvre Danien i Limhamn (syd for Malmö) og fra løse Paleocæne blokke ved Klintebjerg i NV-Sjælland. Der er også en anden slægt i moleret, som ikke er så sjælden, den ligner mest *Analectis*, beskrevet fra Oligocæn i Kaukasus. Fra tidligste Eocæn kendes to slægter fra London leret (fejlagtigt regnet til andre grupper) og to fra Turkmenistan.

I den berømte Monte Bolca fauna i sen Nedre Eocæn fra Norditalien findes også nogle former, den ene, *Veronavelifer*, hører til den gruppe inden for lampridiformerne, hvortil de ovennævnte også hører; alle er højkroppede fisk som glansfisker. Men faunaen rummer også et par ubeskrevne former beslægtet med vågmær-gruppen, hvortil sildekongen hører. Denne gruppe af langstrakte fisk kendes også fra Oligocæn i Iran.

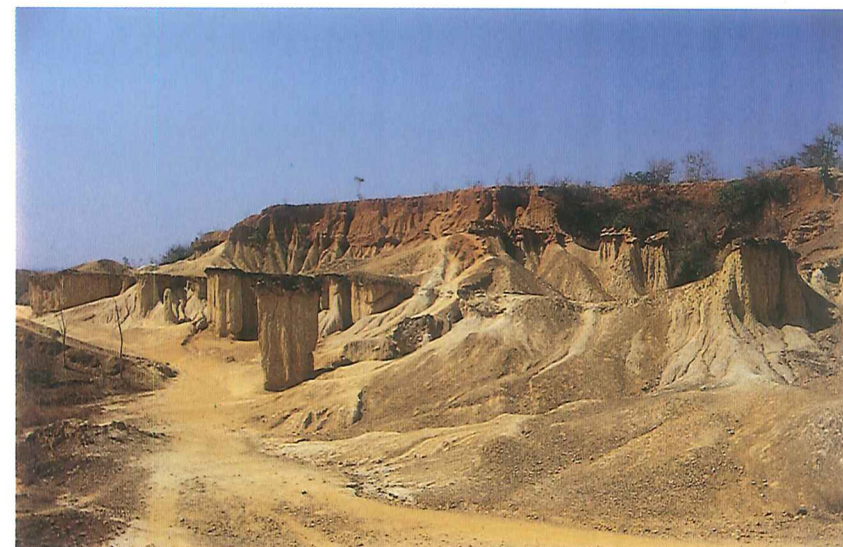
Lampridiformer er en tidlig sidelinie på de avancerede pigfinnede benfisks stamtræ, spaltet fra grenen mod nutidens dominerende havfisk, de aborre- (eller havaborre-) lignende fisk. Denne gruppe, Perciformes, som i dag omfatter op mod 10.000 arter, er også først kendt fra den tidligste Tertiær tid, selv om der for nylig er beskrevet en art fra Sen Kridttid, som måske er en perciform. Begge grupper må have eksisteret allerede i seneste Kridttid, men dokumentation i form af overbevisende fossiler er altså ikke fundet endnu.

Af den grund har fund af meget tidlige lampridiformer fra Danien-tiden, det tidligste afsnit af Tertiæret, selvfølgelig stor interesse. Men ud over dette er den store sjældenhed af fiskeskeletter i flint med til at gøre flint-fisker til et oplagt danekræ.

Faktisk er denne sjældenhed ret utrolig i betragtning af det millionantal af flintesten, der har været vendt i hænderne. Der må simpelthen ligge nogle flere fiskeskeletter i flint i private samlinger. Måske ikke så velbevarede, men alligevel interessante.

OBS! VARV vil derfor opfordre alle, der har noget, der ligner dele af fiske- (eller andre) skeletter i flint til at udlåne disse til Geologisk Museum eller indsende et godt foto af fossilet. Fossiler eller fotos kan sendes til VARV, der så drager omsorg for, at Museet får besked.

Det skal heller ikke skjules, at sammenhængende skeletter fra den slags kalksten, flinten er indlejret i (bryozokalk, 'limsten', Saltholms-kalk eller andre typer af 'danskekalk' eller i skrivekridt) også har meget stor interesse. Der findes kun et nogenlunde velbevaret skelet i samlingerne her, fundet i en 'løs blok' af Saltholms-kalk i en af de store grusgrave på Djursland af N. Groes fra Grenå. Sidste år afhændede han sin store privatsamling til Geologisk Museum.



Figur 7. Phae Muang Phii, lok. F, er lige som Sao Din (lok. E) dannet ved kvartær regnerosion i løse, usammenhængende sediment. De lyse aflejringer består af sandet silt, og det rødbrune grus i toppen er rester af en pleistocæn flodterrasse. Bemærk de to mørke, hældende lag af gruset laterit, der adskiller de enkelte sedimentære enheder.



Figur 8. Erosionsformer i Phae Muang Phii, lok. F.

Profilerne indeholder tre enheder adskilt af to mørke, hårde limonitholdige lag, der sandsynligvis repræsenterer gamle landoverflader. Alderen af sedimenterne er ikke ganske afklaret, men aflejringsperioden strækker sig muligvis fra Pliocæn? til Mellem Pleistocæn. Kipningen af lagene (se fig. 7) skyldes den tektoniske aktivitet, der stadig pågår i området.



Figur 6. Sao Din (lok. E samt bagsidefoto) i Nan Provinsen er et besynderligt landskab dannet ved regnerosion i en Tidlig- eller Mellem Pleistocæn flodterrasse. Søjlerne er op til 5 m høje. Lokalteteten blev tidligere anvendt som kulisse til western- og actionfilm, men er nu fredet.

I takt med den fortsatte ubarmhjertige træfældning og efterfølgende jorderosion vil tropiske lande som Thailand i fremtiden blive rigere på landskaber som Sao Din og Phae Muang Phii – men behøver vi egentlig flere af slagsen?

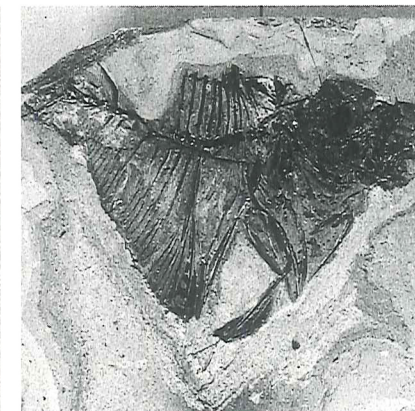


Artiklens forfatter er bosat i Thailand i de(t) næste år. Blandt andet arrangerer han ture – fortrinsvis i det nordlige Thailand. Ud over at være geolog taler han også det lokale sprog.

VARVs redaktion har adressen.



Figur 4. En 1 cm lang unge af *Mene* sp. fra Fur. Foto: Ole Bang Berthelsen.



Figur 5. Den 7-8 cm lange *Mene* fundet af Henrik Madsen på Fur. Foto: G. Steenstrup, Fur Museum.

Et par andre fisk med samme type kroksbygning, høj, rund og stærkt sammentrykt, men i dette tilfælde fra moleret, er også blevet erklæret for danekræ. Det drejer sig om slægten *Mene*, som især er velkendt med to arter fra Monte Bolca faunaen (sen Nedre Eocæn – ca. 50 mill. år) siden 1700 tallet, og er ret almindelig der. Slægten lever i dag med blot en art i det Indiske Ocean og omkring SØ-Asien, men som fossil er der også beskrevet arter fra tidlig Nedre Eocæn i Turkmenistan og fra Paleocæn i Tunesien. *Mene* lever altså typisk tropisk.

Nu er slægten så blevet fundet i vort moler, afgjort forventeligt, dog først i form af en unge, kun 1 cm lang og dermed mindre end noget fund blandt de mange – nok op mod 1000 *Mene* – fundet i Italien. Denne undseelige lille fisk, som mangler kæber og halefinne, blev fundet i 1991 af Henrik Madsen, Nykøbing Mors, vel nok landets 'bedste' amatør-samler i øjeblikket, i al fald den, der har haft held til at finde flest danekræ – og det ikke kun i moleret. Henrik samler sammen med sin kone Rebekka, som også har fundet danekræ.

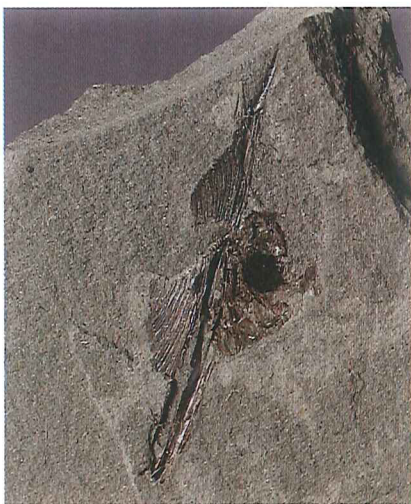
Den bitte lille fisk, en af molerets absolut mindste, blev erklæret danekræ i 1991, men allerede ved årsskiftet 91/92 fandt Henrik endnu en *Mene*, denne gang 7-8 cm lang og næsten perfekt, måske en voksen – den største italienske art bliver op mod 30 cm lang. Det er en meget flot fisk, klart af stor videnskabelig såvel som udstillingsmæssig værdi, og den blev da også erklæret danekræ i foråret. Den er fundet det samme sted som den lille, nemlig ved Stolleklinten på Fur i den allernederste del af 'moleret', som her har nogle laminerede, hårde lag i meget mørk ler, der nok snarere burde kaldes Ølst Formation. I al fald ligner det Ølst Formationens nedre dele, kendt længere sydpå i Jylland (se VARV 1990/4), snarere end det egentlige moler, som er en lys diatomit, kiselalgeaflejring med et mindre lerindhold, og bliver kaldt Fur Formationen.

Begge formationer indeholder i nedre halvdel få vulkanske askelag og i den øvre overordentlig mange (se VARV 1972/2-4 og 1990/2). Askeserierne er identiske, så vi ved, at de to formationer er samtidige, og tilmed kan askeserierne følges i hele Nordsøområdet i olieboringerne, hvor den nedre serie falder i Sele Formationen og den øvre i Balder Formationen.

De fisk, der er fundet i kerneboringerne i Nordsøen, kommer fra den nedre del, altså Sele Formationen, i lamineret, mørk slamsten, en bjergart, der meget ligner den, hvori fiskene findes ved Stolleklinten. De to almindeligste fisk fra moleret, en lille slægtning til guldlaks/strømsild og en større smeltslægtning (se VARV 1972/2) er begge fundet ca. 2 km dybt i Nordsøen og i Viking graven nord for i danske, norske og engelske borer. Først i 1991 kom en af de sjældnere molerfisk til i form af en makrelfisk fra en boring i Viking graven.

Endelig skal det nævnes, at Henrik og Rebekka nær årsskiftet fandt endnu en noget dårligere bevaret *Mene* på 4-5 cm, samt eksemplar nummer to af den art beslægtet med nutidens *Antigonia* (havgaltfamilien), som blev det første danekræ i 1990 – lovens første år (se VARV 1991/1). Denne lille '*Antigonia*' er, ligesom *Mene*, fra de hårde lag ved Stolleklinten. Den er endnu mindre end det første danekræ, kun 8-9 mm lang og ekstremt høj i kroppen. Dele af den er endnu skjult i slamstenen, men vil kunne præpareres, så at fisken bliver ret perfekt. Den lille nye '*Antigonia*' er også blevet erklæret danekræ i foråret på grund af sjældenhed og den fine bevaring trods størrelsen.

Den første '*Antigonia*' er bevaret i blødt moler, diatomit, fundet løst på Furs nordkyst (formodentligt nær Stolleklint, men Knudeklinten er også en mulighed). Den hører nok til lidt højere oppe i molerets nederste halvdel (kaldet Knuden leddet af Fur Formationen).



Figur 6. Den nye lille *Antigonia*-slægtning fra Fur. Foto: Ole Bang Berthelsen.



Figur 5. Pleistocæn terrasseaflejring dannet af Nan Floden ved Ban Thong Noi (lok. D). Det lyse grus består bl.a. af kvartsiter og kiselsten. Under den skarpe grænse ses rødlig, mesozoisk lerskifer.

Blandt de processer, der påvirker flodterrasserne efter deres dannelse, er regn- og vinderosion samt jordbundsdannelser. I områder med kraftigt relief viser løse tertiære og kvartære sedimentter kun ringe modstand mod regnerosion, hvilket i nogle tilfælde resulterer i særprægede landskaber som vist i fig. 6, 7 og 8.

Sao Din Provinsen (lok. E i fig. 1, fig. 6 og bagsidefoto) på vestsiden af Louang Phrabang bjergkæden er opstået ved kraftig erosion af strømmende overfladevand fra regnskyl i løbet af Kvartærtiden. Sedimenterne består af let sammenkittet leret og gruset sand med spredte hårde, limonitholdige lag, der til en vis grad beskytter de blødere lag mod erosionen. Besøges stedet under monsunen kan nogle af de aktive processer iagttages direkte. I tørtiden omlejrer vinden de løsvaskede finkornede materialer i form af små sandklitter og løss.

I Sao Din har man endvidere fundet nogle af de ældste spor af mennesker i Thailand i form af talrige palæolitiske slagredskaber, der samtidig indikerer, at dette landskab allerede eksisterede for 500.000 år siden.

Et tilsvarende kvartært landskab finder man i Phae Muang Phii (dansk: Phae Spøgelsesby), 10 km NNØ for Phrae (lok. F i fig 1, fig. 7-8). Navnet skyldes den lokale overtro blandt folk, som hævder, at stedet hemsøges af onde ånder.

Langs Chi Floden's mellemste løb finder man aflejringer (15 i fig. 2) med vidnesbyrd om menneskets tilstedeværelse i form af knoglestumper, potteskår, knuste muslingskaller og trækul. Der er i alt identificeret seks kulturlag, hvorfra ^{14}C -dateringer giver aldre fra 3.500 til 1.650 før nu. Fra samme periode kendes vindaflejret sand (16 i fig. 2) med forkullet træ, hvorfra ^{14}C -dateringer giver aldre mellem 3.500 og 2.000 år. Sandet repræsenterer en kortvarig klimaforværring præget af ringere nedbør.



Figur 4. De særprægede klipper har altid tiltrukket sig opmærksomhed. For ca. 4.000 år siden lavede mennesker disse tegninger ved Tham Khon, nogle paddehatformede sandstensformationer ved Ban Phue nær Nong Khai (lok. C).

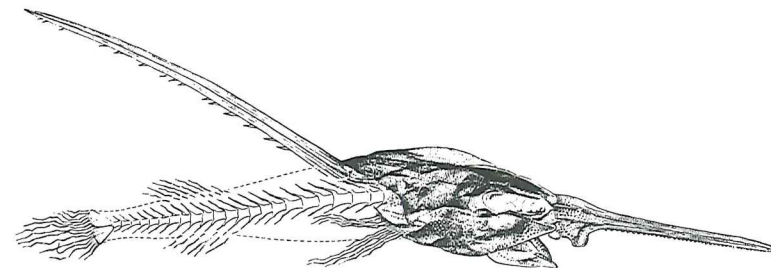
Det yngste Holocæn repræsenteres af recente aflejringer (17 i fig. 2) langs de nuværende floder og vandløb samt mindre forekomster af løss, der hvert år i de varme, regnfattige måneder marts-maj transporteres af vinden og talrige små skypumper.

NORD-THAILAND

I Nordthailands kontinentale højland er de kvartære sedimentter aflejret i bassiner omkranset af bjerge. I lighed med andre områder, hvor aflejrings- og erosionsfaser bl.a. kontrolleres af isostatisk- og klimatiske ændringer, optræder Kvartæret ofte i form af en serie alluviale terrasser af sand og grus (fig. 5) i de større dale. Alderen af de enkelte terrasser søges afklaret ud fra deres opbygning og beliggenhed i terrænet set i forhold til lokale bevægelser i undergrunden. I modsætning til marine terrasser udviser de dog ikke samme konsistens i alder og højde over havet, hvorfor korrelationer er vanskelige.

Endelig har Rebekka fundet en besynderlig lille fisk med en mægtig pig på nakken af et stort hovedskjold og en spinkel krop. Den er fra en molergrav på Fur bevaret i det bløde moler som aftryk ligesom et eneste andet eksemplar, der hidtil var kendt af den slags fisk fra Fur Formationen, nemlig *Rhamphosus rosenkrantzi*. Den blev beskrevet af min længst afdøde lærer dr. Eigil Nielsen i 1960 på grundlag af et lille, komplet fossil fundet i Skarrehagegraven af W. Kuhne i 1937. (Fisken er opkaldt efter geologiprofessor Alfred Rosenkrantz, som sammen med Eigil Nielsen var initiativtagere ved Fur Museums grundlæggelse i 1950-erne).

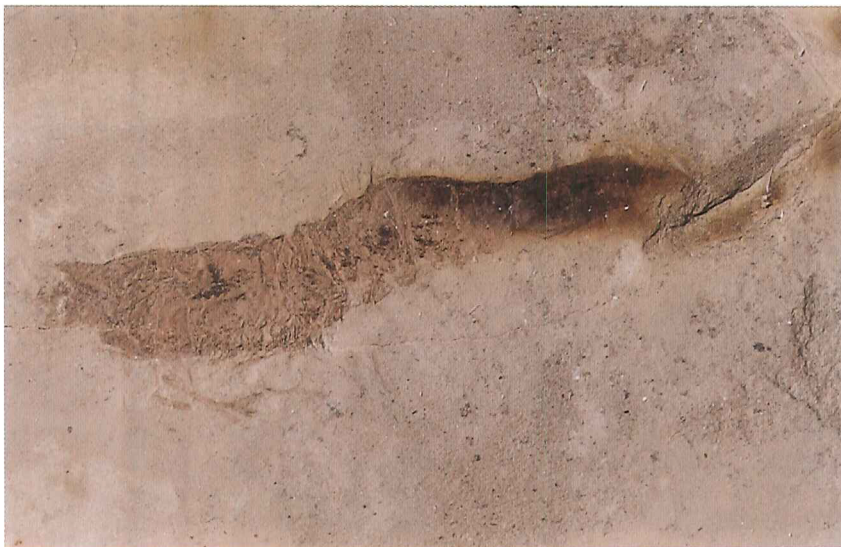
Rhamphosus er meget nem at genkende med sit store, armerede hoved bevæbnet med nakkepig og den spinkle krop. Slægten blev for allerede 200 år siden beskrevet fra Monte Bolca af italieneren Volta i det første store værk nogensinde om en fossil fiskefauna, som grev Gazzola i Verona ejede. Den store samling blev, som så mange andre værdier, beslaglagt af Napoleons tropper (og de videnskabsfolk og teknikere, der fulgte i deres kølvand) under krigen omkring 1800 og hjembragt til Paris, hvor schweitzeren Louis Agassiz genbeskrev fiskene i 1830-erne. Så *Rhamphosus* og flere hundrede andre fossiler danner kernen i den store Monte Bolca samling i Institut de Paléontologie i Paris i dag.



Figur 7. *Rhamphosus* i Eigil Nielsens rekonstruktion fra 1960. Formindsket.

Rhamphosus er meget sjælden, selv om der måske er to arter i Monte Bolca faunaen, hvoraf den største bliver over 15 cm lang. I tilgift til nakkepiggene har alle velbevarede *Rhamphosus*, også Kuhnes fund fra moleret, en meget stor pig på snuden, den er desværre ikke bevaret på Rebekkas fisk. De to fisk er omtrent lige store, d.v.s., ca. 4 cm med snudepig og godt 2,5 cm uden.

Rhamphosus' slægtskabsforhold har altid svævet i det uvisse, men en del træk tyder på slægtskab med de to sandsynligvis nærtbeslægtede grupper, nålefiskenes og hundestøjernes grupper. Rebekkas lille snudeløse *Rhamphosus* er også blevet erklæret danekræ på grund af sjældenheden og den videnskabelige interesse, der ligger i de endnu ret få fisk, der peger i retning af faunasammenhæng med Middelhavsområdet.



Henrik har også fundet en næsten hel lille reje, 2,5 cm lang, i de hårde slamsten. Det er sensationelt, for det er den første fossile reje fra Danmark nogensinde. Selvfølgelig et danekræ, selv om bevaringen ikke er helt perfekt – man kan dog se en af de bittesmå kløer. (I år har han fundet endnu en reje, forresten del mangler, men den viser meget bedre ben på bagkroppen og halefiften!).

Familien Madsen har således bidraget i rigt mål til samlingen af danekræ og har selvfølgelig fået de velfortjente belønninger, bl. a. også for en uanseelig fugleknogle, et brystben fra molerets cementsten, og ligeledes for nogle fuglelemmer med fjer bevaret.

De mest spektakulære danekræ, de har fundet, nogle store flotte fisk i cementsten på Mors, vil blive omtalt i et senere nummer af VARV.

[illegible]

42

I det meste af Nordøst-Thailand findes udbredte forekomster af vindaflejret silt, løss, benævnt Khu Muang Formationen (12 i fig. 2), der opdeles i to enheder: Rød løss i højder over 175 m.o.h. (5 m mægtig) og gul løss i højder under 175 m (3–8 m mægtig).

Farveforskellen skyldes udelukkende løss'ens position i terrænet og forskelle i forvitringen af indeholdte jernoxider. Begge enheder blev aflejret i samme tidsrum, og ¹⁴C-dateringer af forkullet træ viser, at det foregik i perioden fra 18.000 til 8.000 før nu. Idet løss primært aflejres under aride og semiaride forhold, repræsenterer Khu Muang Formationen et mere tørt klima, hvor den øgede erosion og materialetilførsel var et resultat af afskivning som følge af ringere nedbør.



Figur 3. Op til 10 m høje paddehatte som denne 'Karl Johan' ved Sao Chaliang (lok. A i fig. 1) er dannet ved vinderosion i Kvartærtiden, og de er

almindelige i Nordøst-Thailands sandstensbjerge. Bemærk de tydelige sedimentære strukturer i 'stokken'.

At vinden også havde en erosiv virkning vidner bizarre klippeformationer langs Mekhong Floden om. Ved Sao Chaliang (fig. 3, lok. A på fig. 1), Phu Pha Thoeb (Mukdahan Nationalpark, lok. B på fig. 1) og Ban Phue (lok. C på fig. 1) består undergrunden af mesozoiske sandstenslag af varierende sammensætning og hårdhed. I løbet af Kvartærtiden har kraftige vinde sandblæst og 'drejet' fotogene klippeformationer ud af den tidligere jævne landoverflade. Det modstandsdygtige top lag af kvartsitisk sandsten har virket som en beskyttende paraply for den underliggende, blødere og kalkholdige sandsten.

Holocæn

I Sen Pleistocæn og Holocæn opstod talrige afløbsløse lavninger som følge af indsykning af lagene over overfladenære saltforekomster, der lå i dybder på kun 30–40 m. I disse lavninger akkumuleredes 2–4 m tykke sø- og sumpaflejringer (13 i fig. 2) af organiskholdigt sandet ler. Pollenanalyser og fund af plantefragmenter, der er ^{14}C -daterede viser, at klimaet for 7.500 til 3.500 år siden påny var varmt og fugtigt. I toppen ses ofte et tyndt lag vindaflejret sand (14 i fig. 2).

I Khorat- og Sakhon Bassinerne optræder to fluviale grusaflejringer. Det ældre grus, Phu Khao Thong Formationen (4 i fig. 2) opnår en mægtighed på 31 m og består af dårlig lagdelt grus. Størstedelen af partiklerne består af kvarts, flint og jaspis, der er tydeligt polerede - enkelte er desuden vindfacetterede. Forkislede træfragmenter forekommer spredt. Aflejringsperioden strækker sig fra Yngre Miocæn til Tidlig Pleistocæn.

Adskilt af et 2 m tykt sandlag (6 i fig. 2) ligger herover det yngre grus, Kham Sakae Saeng Formationen (8 i fig. 2), bestående af sten og gruspartikler af kvarts og kiselsten i en sandet, siltet matrix uden tydelig lagdeling. Mange af partiklerne er vindfacetterede, hvilket fortæller, at de har ligget eksponeret på en landoverflade præget af stærke vinde, før de blev omlejret af strømmende vand. Forkislede træstammer og -fragmenter samt gråt ler med jernoxider optræder spredt. Hårde udfældninger af kalk, jern- og manganoxider er almindelige i den øvre del. Mægtigheden er 2 - 3 m. Det yngre grus menes at repræsentere erosion og omlejring af det ældre grus.

Særlig interessant for denne formation er tilstedeværelsen af små glasmeteoriter, tektiter, der aldrig viser tegn på at være vandtransporterede. Fission-track dateringer af disse giver aldre på 670 - 700.000 år, hvilket er identisk med aldre fra tilsvarende tektiter i samme stratigrafiske niveau i Laos, Cambodia, Vietnam og Indonesien. Fundene tyder således på, at Sydøstasien for ca. 700.000 år siden ramtes af en større meteorsværm, og denne episode falder iøvrigt nogenlunde sammen med polskiftet ved den palæomagnetiske Brunhes-Matuyama grænse. Det yngre grus, Kham Sakae Saeng Formationen tolkes derfor aflejret i Tidlig Pleistocæn.

Mellem- til Sen Pleistocæn

Over det yngre grus optræder en distinkt horisont af laterit (9 i fig. 2), der inddeles i tre typer: 1) Rødbrun, gruset laterit med partikler af kvarts, flint og jaspis, 2) Brunsort, pisolitisk laterit med små polerede kvarts- og opalpartikler, og 3) Rødbrun, hård laterit, der lader sig bryde i blokke. Sidstnævnte ligner den danske myremalm, og flere af de 1000-årige Khmer-ruiner i denne landsdel er opført af materiale fra dette lag.

I de dybeste bassiner findes 10-20 m tykke lag af organiskholdigt sand (10 i fig. 2), hvorfra ^{14}C -dateringer af vedfragmenter giver aldre på 34–20.000 år. Sandet tolkes aflejret under humide klimaforhold i tidsrummet forud for det sidste glaciationsmaximum på den nordlige halvkugle.

Herover følger vindaflejret sand (11 i fig. 2). Sedimentologiske og palæoklimatologiske undersøgelser indikerer, at det er aflejret i løbet af sidste glacialtids maximum for ca. 18–20.000 år siden, da klimaet i Thailand var betydeligt køligere og mindre regnfuldt end i dag. Det skal i denne sammenhæng tilføjes, at der aldrig har været nedisninger eller 'rigtig koldt' i Thailand.

Geologisk set: Det nordlige Jylland. (Red: Steen Andersen og Steen Sjørring). 208 sider, 50 fotos og 80 figurer. Geografforlaget 1992. Pris: 175 kr (incl. moms) plus forsendelse.

Bogen til sommerhuset — og en god gave at have med til feriebesøget i det nordlige Jylland.

Hvordan er det nu, det hænger sammen geologisk set? Spørgsmålet hænger og svæver i den varme sommerluft under sommerhustaget. I morgen er vi trætte af at dase i solen en dag til, lad os tage ud og se noget nyt. Lad os tage ud og opleve landskabet. Lad os prøve at forstå, hvorfor Vendsyssel ligger højt. Hvad er Vildmosen for noget, og ligger Limfjorden virkelig i limsten?

Så er det man kan tage den nye bog ned fra sommerhusets boghylde og slå op på de nærmeste lokaliteter. Tage ud og se på nogle klinter, eller nogle landskaber. I bogen bliver man vejledt af talrige profiler og blokdiagrammer, der fortæller en masse historie om landets opbygning og tilblivelse. Et konglomerat af oplysninger, hvor man kan finde svar på mere end de fleste har fantasi til at spørge om.

Bogens styrke er opbygningen omkring de enkelte lokaliteter. Vil man vide noget om Løkkens Blånæse, kan man slå op og få det at vide. Hvad er det for hvide skaller, man ser i profilet? Hvorfor ligger der træstammer inde i klinten? Bagerjomfruen i Løkken sagde, at det var vrage fra strandede skibe, men i bogen får man klar besked om, at det er træstammer fra fastlandstiden. Og det er jo en helt anden snak.

Foran i bogen er der en indledning om de store sammenhænge i geologien i Danmark. Det er tungt stof. Lige som det indledende tekstafsnit i 'Sten i farver'. Vi var mange børn og unge med begejstring for naturen, som aldrig fattede en brik af den knudrede tekst. Siden har jeg læst Karen Callisens værk om Beiträge zur Kenntnis des Granitgrundgebirges von Bornholm og Helge Grys afhandlinger om moleret og er blevet imponeret af deres akademiske stil. Men popularisering af det regionale geologiske billede er vanskelig at forstå. Måske er det stoffet, som trods alt er for utilgængeligt uden forkundskaber. Og så lad det være ved det.

Anbefalingen må så være at springe det over, indtil man bliver tilstrækkelig nysgerrig. Når nysgerrigheden bliver stor nok, kan man så til gengæld også finde en del svar. Der er virkelig kort nok at vælge mellem. Friske kort med de sidste nye data og endda helt fremme, hvor det sammenfattede billede her for første gang bliver publiceret.

Det er ikke bare enkelte kort, der for første gang bliver publiceret. Flere af bogens illustrationer er så friske, at de geologiske forklaringer måske kunne have haft godt af at modne lidt — måske på et referee skrivebord, inden de var

sendt på markedet. Men det gør unægtelig bogen meget spændende og frisk. Den er fyldt med gammelkendte 'evidenser', pluk fra Wienberg Rasmussens Danmarks Geologi og tegner Christian Rasmussens berømte kobberstikslignende illustrationer flettet sammen med mere populariserende blokdiagrammer og illustrationer af landskabets opbygning. Og det hele bæres af det lokalitetsspecifikke. Man kan let slå op på og finde frem til den lokalitet, man ønsker at få noget at vide om. Med en overkommelig læseindsats – selv i en ferie – kan man blive 'briefed' om 'highlights' ved en lokalitet og dermed føle, at man 'får noget med hjem'.

Og så har bogen i virkeligheden en helt andet, skjult identitet. For nogle år siden havde man sammensat et råd af geologer og andre repræsentanter fra styrelser og institutioner for at udpege nationale geologiske lokaliteter. Det kan måske lyde lidt højtravende, men man havde et klart øje for 'herlighedsværdier', og tidligere miljøminister Lone Dybkjær erklærede i sin tid, at Skov- og Naturstyrelsen skulle vogte om de 'ubetalelige' værdier. Dog må det i parentes bemærkes, at flere medlemmer i rådet for udnævnelse af de nationale geologiske lokaliteter har været med til at taksere herlighedsværdierne i erstatningsager vedrørende arealanvendelse.

To hundrede nationale geologiske interesseområder blev udnævnt (se VARV 1985/3). Her i bogen: *Geologisk set – Det nordlige Jylland*, har vi fået den første fjerdedel beskrevet. Dette arbejde er nødvendigt, hvis vi tror på, at der er nogle geologiske værdier, som vi bør hæge om. Gør vi ikke opmærksom på det, bliver det andre interesser, der får overhånd, og et godt profil bliver plantet til, adgangsvejen til en god fossillokalitet bliver pløjet op, i en lergrav med en enestående fauna bliver den lille motorpumpe stoppet, så lergraven bliver til vandhul. Hvis ikke geologerne får markeret disse 'herlighedsværdier', har geo-planlæggerne i amterne ikke en chance for at få gode ideer igennem til bevarelse og pleje af vores fælles danske geologiske baggrund.

Stig Schack Pedersen

Kjell Erik Hansen og Anne Tuxen: Kampen for rent vand – om natur og økonomi. 104 sider, rigt illustreret. Geografforlaget 1992. Pris: 102.80 kr. excl. moms og forsendelse.

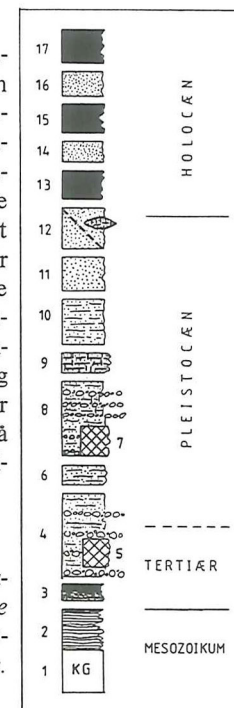
Bogen behandler det miljøproblem i Danmark der langt overskygger andre: Faren for at vort gode drikkevand bliver forurenet. Jeg glædede mig derfor over at modtage 'Kampen for rent vand' til anmeldelse, da al for megen af den miljødebat, der foregår, desværre bærer præg af manglende kendskab til de geologiske og geokemiske forhold.

NORDØST-THAILAND

Det nuværende 170.000 km² store Khorat Plateau i Nordøst-Thailand (fig. 1) var i Mesozoikum et stort bassin, der under fortsat indsynkning langsomt omdannedes til et lavvandet indlandshav. Heri aflejredes lag af stensalt og gips og senere sandsten, skifre og konglomerater med en samlet tykkelse på 4 km. Denne omfattende lagserie, Khorat Gruppen (1 i fig. 2) danner basis for de yngre aflejringer.

I Kænozoikum (Tertiær og Kvartær) opfoldedes Himalaya og dele af de bjergkæder, der strækker sig gennem Burma, Laos, Nord- og Vestthailand. Det tidligere indlandshav kom 'under pres', området hævede sig og genemsattes af store forkastninger, der bl.a. skabte to mindre depressioner, Khorat- og Sakon Nakhon Bassinerne adskilt af Phu Phan bjergene. Mod vest afgrænses Khorat Plateauet af Loei-foldebæltet og mod syd af Chuǒr Phnǔm Dāngrēk bjergene, en cuesta-dannelse af store kippede sandstens-'blokke', langs den thai-cambodian-ske grænse (fig. 1). Den tektoniske aktivitet blev ledsaget af spredt vulkanisme, og i provinserne Buriram og Si Sa Ket ses endnu i dag rester af de vulkaner, der var aktive i Plio-Pleistocæn tid. Kalium/Argon dateringer på basalt fra disse vulkaner giver aldre fra 3.3 til 0.9 millioner år (5 og 7 i fig. 2).

Figur 2. Sammensat geologisk lagsøjle fra Khorat Plateauet. Numrene refererer til de enkelte stratigrafiske enheder, der er omtalt i teksten. KG angiver de af Khorat Gruppens bjergarter, der ikke er behandlet nærmere.



Sen Tertiær – Tidlig Pleistocæn

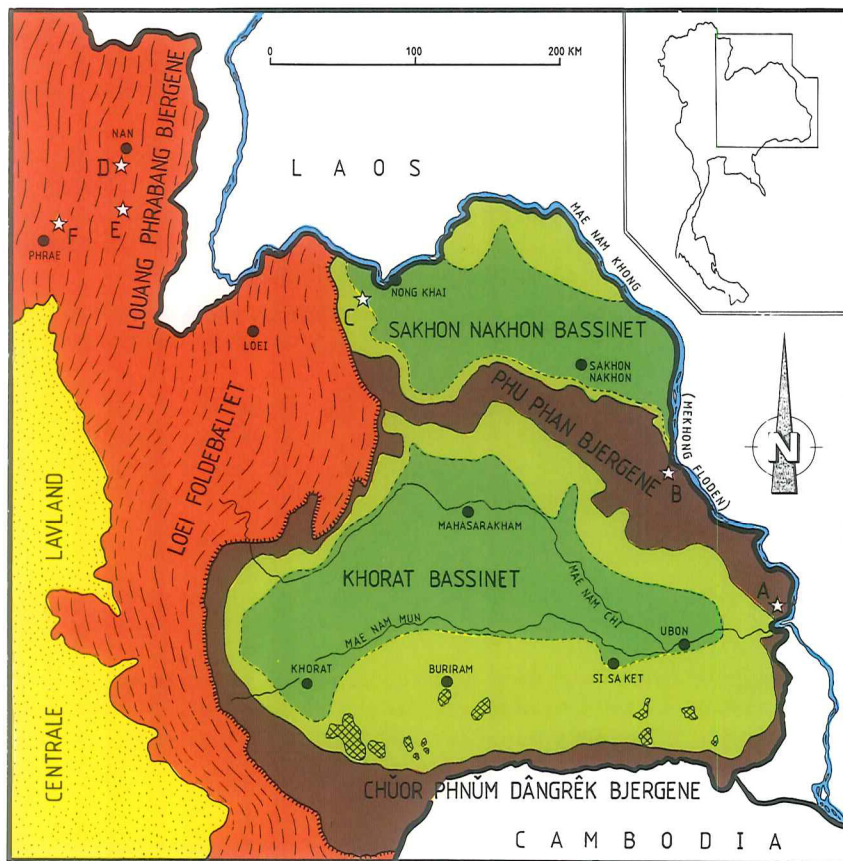
Toppen af Mahasarakham Formationen (2 i fig. 2), den yngste formation i Khorat Gruppen, er forvitret til det 1 meter tykke, rødbrune Khok Kruat Ler (3 i fig. 2). I toppen af leret findes en fossil 'jordbund' bestående af lagdelte jernoxidforbindelser og rustbrunt lamineret ler med limonit- og goethitnoder.

Figur 1. Forenklet geologisk kort over det beskrevne område. Grønne og brune farver viser Khorat Plateauet og de hertil hørende mesozoiske og kænozoiske bjergkædedannelser. De mørkere grønne farver angiver de dybere dele af bassinerne. Rødt viser det nord-syd gående foldestrøg fra perioden Øvre Perm – Oligocæn. Dette foldestrøg adskiller Khorat Plateauet fra Det Centrale Lavland (gult). Skraverede områder viser basaltintrusioner, og stjernerne angiver lokaliteter, der omtales i teksten.

Kvartærgeologi i Thailand

af Søren Skibsted

Selv geologisk interesserede rejsende i Thailand finder næppe Kvartæret særligt spændende sammenlignet med f. eks. Phang Nga Bugtens smukke kalkstensformationer eller landets mange drypstenshuler. Denne artikel vil alligevel fortælle lidt om de kvartærgeologiske forhold i nogle egne af landet, der kun sjældent besøges af turister.



Bogen har — som Geografforlaget har for vane — en nydelig lay out og gennemgår på 104 sider et stort antal emner med kapiteloverskrifter som: 1. Det livgivende vand, 2. Forurening, 3. Vand og undergrund, 4. Forureningsbekæmpelse, 5. Interesser støder sammen, 6. Naturopfattelser, 7. Dansk miljøpolitik, 8. Grænser brydes ned, samt endelig Litteratur- og medieliste.

Bogen er i sin titel og kapiteloverskrift meget ambitiøs, den er desværre — efter min opfattelse — for bredt favnende. Resultatet bliver derfor, at man efter at have læst bogen føler, at den har berørt mange emner, men at de fleste desværre har været meget overfladisk behandlet. Bogens stærke sider er de geologiske afsnit, som kapitel 3, hvor der gives en udmærket oversigt over Kvartærtiden og en omend kort gennemgang af vandets vej i undergrunden. Specielt det førstnævnte medtages sjældent i hydrologisk materiale.

Et emne som kampen for rent vand kan imidlertid ikke behandles på en tilfredsstillende måde uden en mere omfattende gennemgang af de kemiske aspekter end de spredte bemærkninger bogen giver. Grundvandets forurening er trods alt langt det største miljøproblem i Danmark med en tikkende bombe i form af lossepladser spredt over hele landet. Et indgående kendskab til kemien er derfor af den allerstørste betydning, ikke blot for de få, men for store dele af befolkningen, for at undgå de ofte næsten religiøse miljødiskussioner, der foregår og som desværre ofte danner grundlaget for de politiske prioriteringer på miljøområdet.

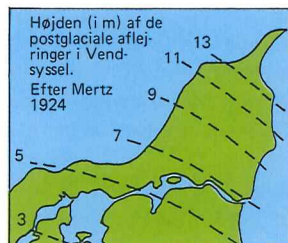
Kapitlerne 6, 7 og 8 savner den røde tråd og består i for stor udstrækning af ubeviste påstande, der tages for gode varer, lige som afsnittene ville have vundet væsentligt ved at forfatterens egne opfattelser havde fået en mindre fremtrædende plads.

Bogen har som nævnt et nydeligt lay out, og der er kun få stave(?)fejl som at: 'en stigning i overfladevandets surhedsgrad (pH) forringer livsbetingelserne for dyre- og plantelivet i vandløb og søer'. Der menes sikkert et fald, og jeg tror desuden ikke, de læsere, der ikke ved, hvad pH er, bliver klogere med parentes (-log H⁺).

Der oplyses ikke om, hvem bogen er beregnet på. Med den ambitiøse titel burde den være beregnet på os alle. Selv om denne udgave ikke levede op til mine forventninger, er den værd at stifte bekendtskab med. Jeg ser hen til den næste udgave, som jeg håber, vil rumme mere geokemi og dermed bør være et væsentligt led til forståelsen af, hvorledes vi kan bevare vort gode grundvand.

John Rose-Hansen

Undergrunden ved Skagen



af Holger Lykke-Andersen og Karen Luise Knudsen

I dette forår blev der ved Skagen foretaget en undersøgelsesboring med det dobbelte formål at danne et vigtigt støttepunkt for tolkningen af de kvartærgeologiske forhold i hele den nordlige del af Kattegat og at belyse forholdene lokalt ved Skagen. I tilknytning til boringen blev der udført en række seismiske undersøgelser til lands og til vands omkring Skagen.

I det følgende vil vi begrænse os til at beskrive nogle af de nye træk, som undersøgelserne foreløbigt har kunnet føje til kendskabet om de kvartærgeologiske forhold ved Skagen.

En del interesse har i de senere år samlet sig om de geologiske forhold ved Skagen, ikke mindst fordi det på forskellig måde har vist sig, at den del af Grenen, som ligger nord for den tilsandede kirke, ikke fuldgældigt deltager i den landhævning på ca. 2 mm/år, som ellers kendetegner den nordlige del af Jylland.

Denne afvigelse fra det normale er dels konstateret ved gentagne fin-nivellementer udført af landinspektør Poul Hauerbach, Randers, og dels ved, at afløbet fra Skagens kloaksystem efterhånden er kommet til at ligge under havniveau.

Med de nye undersøgelser kan der forhåbentlig kastes lidt lys over den geologiske baggrund for dette fænomen. I bedste fald med mulighed for at kunne forudsige, hvordan den videre udvikling vil blive. Analyserne af prøvematerialer og og målinger er langt fra tilendebragt. Det kan derfor meget vel vise sig, at nogle af de betragtninger, som fremlægges her, skal korrigeres, når de endelige resultater foreligger.

Før arbejdet gik igang i dette forår var der, blandt andet ud fra tidligere undersøgelser af prøvemateriale fra en af de gamle olieboringer nord for Skagen, gode grunde til at regne med ekstraordinært store tykkelser af Holocæne (Postglaciale) aflejringer ved Skagen. Der var derfor på forhånd en mistanke om, at sænkningen muligvis kunne hænge sammen med, at disse unge aflejringer endnu ikke er helt færdige med at sætte sig.

Den nye boring, som blev placeret ca. midtvejs mellem det grå fyr og Drachmanns grav, viste, at de Postglaciale aflejringer er usædvanlig tykke, nemlig 114 m. Den Kvartære lagserie består i øvrigt af ca. 65 m overvejende marine ler- og

Et ejendommeligt træk ved det seismiske profil er de mange små refleksioner med hyperbelform. De optræder med særlig stor hyppighed i den nordlige del af profilet, men også omkring forkastningen. Så vidt det kan bedømmes, stammer disse refleksionshyperbler fra reflekterede genstande, som ligger på eller lige under havbunden. Når refleksionshyperblerne tilsyneladende findes ved større dybder, skyldes det, at refleksionerne indløber fra punkter på havbunden uden for sejllinien. De 'dybeste' refleksionshyperbler stammer fra punkter, som ligger ca. 500 m sydøst eller nordvest for sejllinien. Et sted, nemlig umiddelbart syd for forkastningen, passerer profilet omtrent lodret over en genstand, som træder frem som en lille forhøjning på havbunden.

Det regnes for mest sandsynligt, at refleksionerne stammer fra kalkcementeret sand af samme type som de kalkskorstenene, som er kendt fra farvandet ud for Frederikshavn. Det vil sige, at refleksionshyperblerne sandsynligvis kan tages som tegn på, at der i området siver methangas op til havbunden.

Tilstedeværelsen af gas i sedimenterne giver sig også til kende ved, at det seismiske profil bliver 'tåget'. Det fænomen ses omkring forkastningen og i den nordlige del af profilet (fig. 2a). 'Tågen' skyldes, at de seismiske bølger spredes og dæmpes af små gasbobler i sedimenterne.

På hovedparten af de seismiske profiler er der tydelige indikationer på gas i de overfladenære sedimenter. Øst for Skagen er der mulighed for med nogenlunde sikkerhed at angive afgrænsningen af det gasområde, som ses i den nordlige del af profilet i fig. 2. Som det ses af kortet (fig. 3), løber den sydøstlige afgrænsning med en retning, som går gennem den sydlige del af Skagen.

Det ser altså ud til, at både den omtalte forkastningszone og sydøstgrænsen for de gasholdige sedimenter falder sammen med grænsen til det nordlige område, som sænker sig.

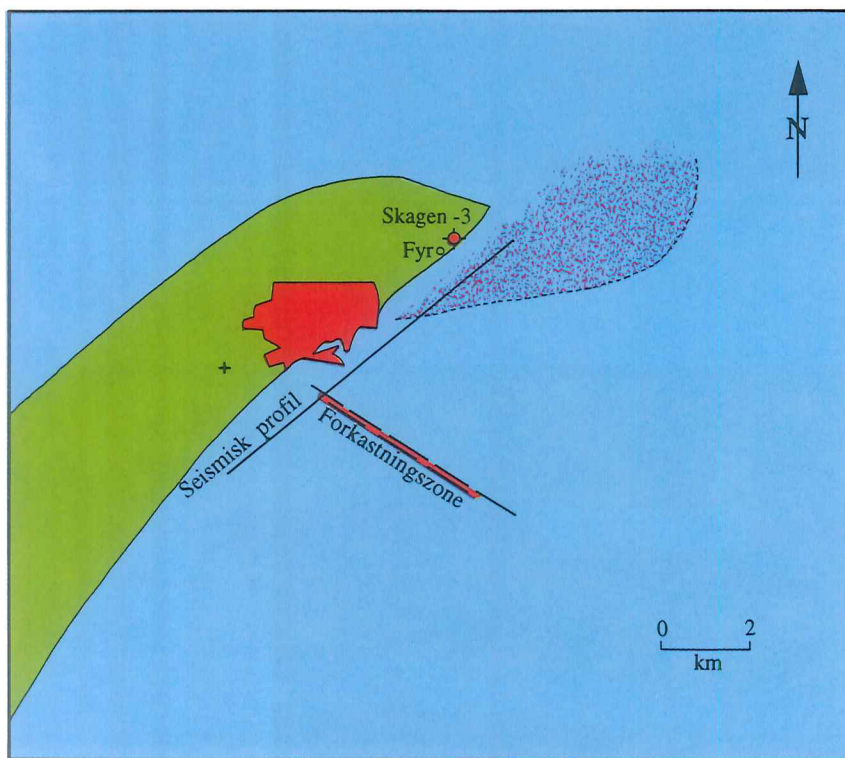
Selvom det på indeværende tidspunkt er umuligt at vurdere, hvorvidt forkastningen er aktiv, eller om gasholdige sedimenter kan give anledning til ekstraordinære sætninger, så tyder observationerne på, at der kan være andre årsager til sænkningen end den først antagne om konsolideringssætninger i de Postglaciale aflejringer.

P.S. Den del af Grenen, der ligger nord for Skagen by, er ganske ung, kun ca. 300 år gammel, baseret på gamle kort, der er sammmentegnet af P. Hauerbach. Kortet ses bl.a. i 'Geologisk set: Det nordlige Jylland, som er omtalt her i bladet.

Laggrænserne i den Prækvarter del af profilet er anslået ud fra sammenligninger med en gammel olieboring (Skagen-2), som ligger et stykke inden for kysten.

Omtrent midt i profilet ses en stejltstående forkastning, som forsætter hele den Prækvarter del af lagserien og muligvis også dele af den Kvarter lagserie. Springhøjden er af størrelsesordenen 10 meter ved overgangen Kvarter-Prækvarter.

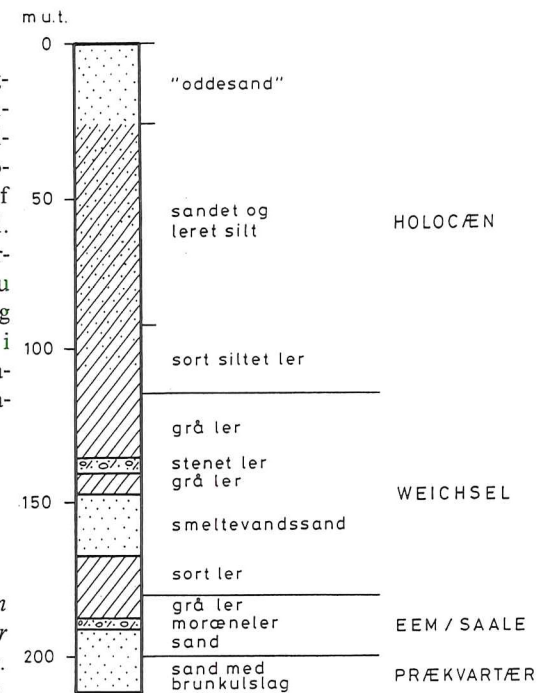
Foreløbige analyser af alle de seismiske profiler tyder på, at tilsvarende forkastninger kan spores langs en zone, som løber i retningen ca. SØ-NV, som vist i figur 3. Forlænges dette forløb til lands, rammer man ind i den sydlige udkant af Skagen.



Figur 3. Kort over udbredelsen af gas i overfladenære aflejringer nordøst for Skagen (violet raster). Forløbet af den formodede forkastningszone er vist ligesom beliggenheden af det seismiske profil i fig. 2. Krydset sydvest for Skagen angiver placeringen af den tilsandede kirke.

sandaflejringer fra Weichsel perioden, omkring 10 m marint ler fra Eem Inter-glacial tid, og nederst fluvialt sand og moræneler, som formodes at være fra Saale istiden (fig. 1). I bunden af boringen – under den Kvarter lagserie – fulgte ca. 20 m sand med brunkulslag, sandsynligvis fra Nedre Kridt.

Af de Postglaciale aflejringer, som består af marint sandet og leret silt, blev der udtaget prøver til brug for geotekniske undersøgelser af materialets sætningstilstand. Resultaterne af disse undersøgelser foreligger endnu ikke, men de vil formentlig kunne vise, om sætninger i disse unge aflejringer bidrager til sænkningen ved Skagen.

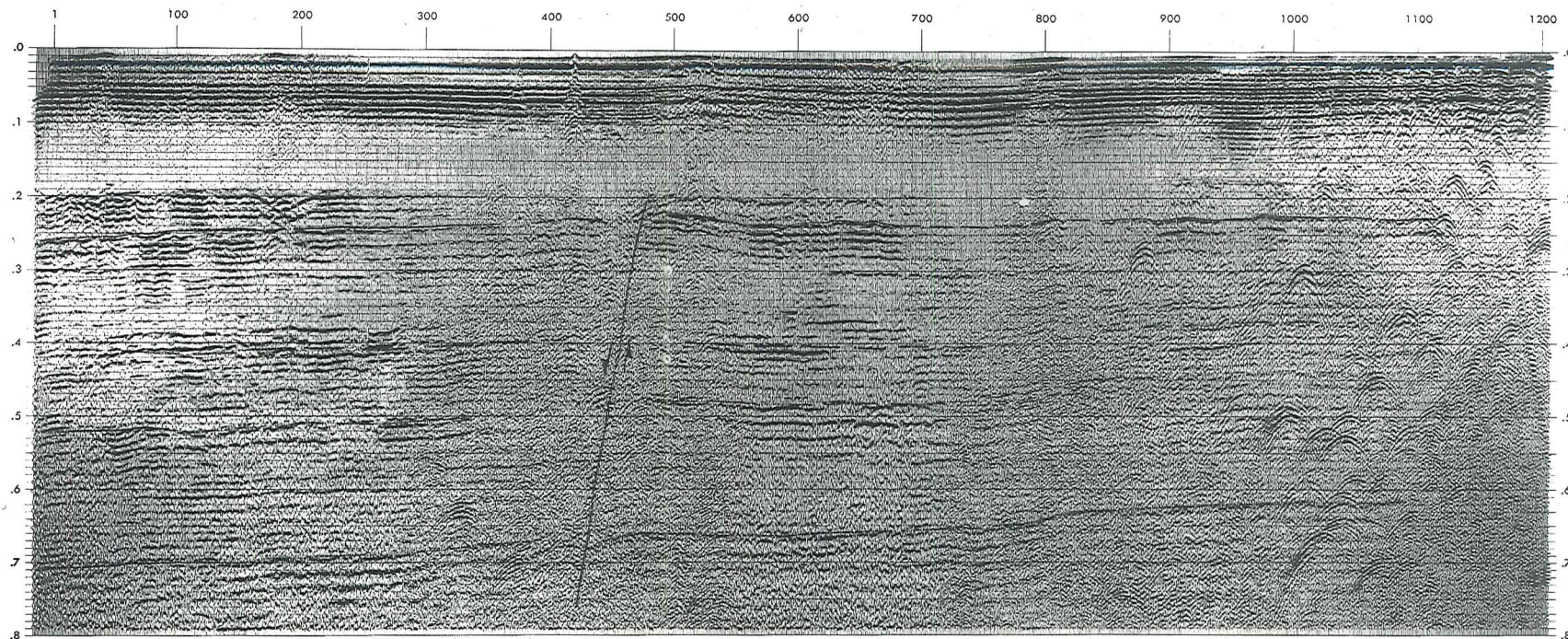


Figur 1. Lagserien i den nye boring, Skagen 3, der ligger nord for Skagen by. Terrænkoten er 1 m.o.h.

Efter boringens færdiggørelse blev der opmålt ca. 50 km reflektionsseismiske profiler dels til søs øst for Grenen og dels til lands på Grenen, ved Ålbæk og langs vestkysten mellem Kandestederne og Skiveren. Formålet hermed var – med udgangspunkt i boringen – at søge at opnå et billede af aflejringerens indre struktur og geografiske udbredelse. I fig. 2a ses et seismisk profil, som løber langs kysten mellem Sandmilen og Grenen 700–1000 m fra kysten. Fortolkningen af det seismiske profil er vist i fig. 2b.

Grænsen mellem Kvarter og Prækvarter, som blev fundet ved ca. 200 m dybde, har med rimelig sikkerhed kunnet overføres til det seismiske profil. I det seismiske profil ses en tydelig grænse 25–50 meter over Prækvarter grænsen. Efter boringen at dømme ligger denne grænse et stykke under den nedre grænse for de Postglaciale aflejringer.

Figur 2a. Seismisk profil optaget 700-1000 m udenfor kysten mellem Sandmilen (til venstre) og Grenen (til højre).



Figur 2b. Fortolkning af det seismiske profil vist i fig. 2a.

