GEOLOGISKA SEVÄRDIGHETER I SKÅNE

Statsgeolog Leif Carserud, der er tilknyttet Sveriges Geologiska Undersökning i Lund, har udgivet første del af en fortegnelse over geologiske seværdigheder i Skåne. Bogen, der er i A4 format, indeholder en (kortfattet) beskrivelse af 68 lokaliteter med (større eller mindre) geologisk relevans.

Ved hver lokalitet findes et detailkort, som viser den præcise lokalisering, mens adgangsforhold og nuværende tilstand omtales i teksten. Ved hver lokalitet er der også en eller flere skitser, der kan give læseren et indtryk af emne og størrelsesforhold.

De udvalgte lokaliteter omfatter et bredt geologisk spektrum fra grundfjeldsblotninger til nuværende klitdannelser og steder, hvor man kan finde mineraler eller forsteninger. Lokaliteternes historiske og kulturhistoriske betydning er også omtalt.

Det geologiske ambitionsniveau er måske ikke så højt, men med de præcise lokalitetsangivelser og fyldige litteraturhenvisninger er bogen overordentlig nyttig for den geologisk sindede Skånerejsende.

Bogen, der er på 80 sider, kan købes direkte hos forfatteren: Leif Carserud, Kastanjegatan 21:01, S–224 56 Lund ved at indsende beløbet (SEK/DKr 125.- incl. moms og forsendelse) på svensk postgirokonto: 7 07 54–7 eller på dansk postgirokonto nr: 6 16 93 09 med angivelse af bogens titel.
God fornøjelse!

Red.

VARV

NR. 2 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1993

DEN MØRKE SPRÆKKE, DER SES HEROVER, ER ET EKSEMPEL PÅ STYLOLIT-DANNELSE, DER ER FORÅRSAGET AF TRYKOPLØSNING. INDE I BLADET OMTALES, HVAD STYLOLITTER KAN FORTÆLLE OM TYKKELSEN AF AFLEJRINGER, DER NU ER FJERNET.

DER ER FUNDET RESTER FRA SVANEØGLER PÅ BORNHOLM. HJÆLP MED AT FINDE NOGLE FLERE!

VAR DET VIRKELIG COLUMBUS, DER FØRST OPDAGEDE AMERIKA? – BERETNINGEN OM EN NU GANSKE ALMINDELIG SANDMUSLING ER MED TIL AT BESVARE SPØRGSMÅLET.

DER ER STORE FOREKOMSTER AF BENTONIT – EN EFTERTRAGTET LERBJERGART – PÅ LOLLAND. VARV FORTÆLLER, HVORDAN MAN FANDT FOREKOMSTEN.

ISSN 0105 – 6301 1993 – 07 – 26

Forsidebilledet med stylolitter er forstørret ca. 1.5–2 gange. Foto: Ida Lind.

Forfattere til artikler i dette nummer kan kontaktes på følgende adresser:
Niels Bonde, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K
Peter Japsen, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Thoravej 8, 2400 København NV
Kaj Strand Petersen, Danmarks Geologiske Undersøgelse, Thoravej 8, 2400 København NV
Gerald Hyde, Kent E. Petersen og Annette Dohm Pedersen, Storstrøms Amt, Miljøkontoret, Parkvej 37, 4800 Nykøbing F

Anmeldere af bøger kan kontaktes på følgende adresser:
Gunver K. Pedersen og Eckart Håkansson, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K
Arne Thorshøj Nielsen, Geologisk Museum, Øster Voldgade 5–7, 1350 København K

VARV har flere boganmeldelser liggende. De bringes så snart pladsen tillader det.

VARV

VARV er udgivet med støtte fra Kulturministeriets bevilling til almenkulturelle tidsskrifter.

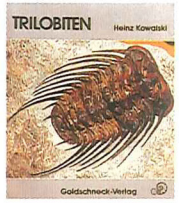
Adresse:	Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 København K
Telefon:	Steen Sjørring (også telefonsvarer): 35 32 24 73 Svend Pedersen: 35 32 24 25 Asger Berthelsen: 35 32 24 58
Redaktion:	Svend Pedersen (ansvarshavende), Asger Berthelsen, Lena Madsen og Steen Sjørring.
Renskrift og montage:	Steen Sjørring
Repro:	Tage Wilken a/s, København
Tryk:	Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 85 kr i abonnement for 1993. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80 eller 85 SEK til VARVs svenske postgirokonto: 4388–5.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1993 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

NY BOG OM TRILOBITER



En ny populærvidenskabelig, rigt illustreret bog om trilobiter er udkommet:

Heinz Kowalski, 1992: **Trilobiten.** Verwandlungskünstler des Paläozoikums. Ein unorthodoxer Streifzug durch das Reich der Dreilapper. *Pris: DM 89.–*

Goldschneck-Verlag, Postfach 1265, D–7054 Korb 2, Tyskland.

Bogen er skrevet på tysk, den er på 160 sider, og er rigt illustreret med 180 sort/hvide tegninger og fotografier samt 10 tavler med farvefotografier.

Som det fremgår af undertitlen, er der ikke tale om en lærebog i trilobiter, ej heller en bestemmelsesnøgle. Temaet er fra først til sidst trilobiternes utrolige morfologiske mangfoldighed gennem tiderne belyst ved udvalgte eksempler og omfattende illustreret med fotos og tegninger.

Bogen indledes med små afsnit – hver på under 1 side – om trilobitforskningens allertidligste historie, samt om trilobiters systematik og stratigrafiske udbredelse. Efter anmelderens opfattelse er disse afsnit dog alt for kortfattede til at være egentlig oplysende. Derefter følger bedre udbyggede afsnit omkring trilobiters morfologiske terminologi, og bagest i bogen findes også et kapitel om trilobiters levevis.

Hoveddelen af bogen er en systematisk gennemgang af udvalgte trilobiter fra hver hovedgruppe med illustrationer og korte beskrivelser. Danske læsere vil dog konstatere, at et flertal af de viste eksempler er fra Mellemeuropa, der i Kambrium–Ordovicium var karakteriseret af en trilobitfauna helt forskellig fra den skandinaviske. Således vil samlere, der har indhandlet materiale fra Marokko, kunne nikke genkendende til flere slægter og arter, end samlere af skandinavisk materiale kan.

Bogen afsluttes med en omfattende liste over videnskabelig litteratur, hvor der dog er en sprogmæssig slagside mod tysksprogede afhandlinger, hvilket ikke ganske afspejler den overvejende engelske litteratur på området.

Bogen kan anbefales til dem, der er 'bidt af' en gal trilobit, og som er fascineret af trilobiters æstetik og morfologiske foranderlighed.

Arne Thorshøj Nielsen

Sammenlignet med resultaterne fra de tidligere nævnte bentonitundersøgelser i Danmark er smectitindholdet i bentoniten ved Rødbyhavn moderat. Til gengæld er Na^+ den dominerende katjon i leret, hvilket forhøjer kvaliteten, da den har en større evne til at optage vand. Indholdet af jern er relativt lavt, hvilket er en fordel, da jern i større mængder er uønsket i mange forskellige produkter.

Samlet kan bentoniten ved Rødbyhavn karakteriseres som en mellemkvalitet, der kan måle sig med mange af de bentonitprodukter, der i dag findes på verdensmarkedet. En afklaring af hvilke produkter, den undersøgte bentonit egner sig (bedst) til, kræver mere produkt-specifikke afprøvninger.

Opmåling af forekomsten giver en beregnet minimumsmængde på 400 millioner kubikmeter. Det er dog mest sandsynligt, at forekomsten er endnu større, da en endelig afgrænsning endnu ikke er blevet foretaget.

Bentonitforekomsten på Lolland er således af kommerciel interesse, både på grund af sin størrelse og på grund af aflejringernes store ensartethed. Det har ligeledes stor betydning for en eventuel udnyttelse, at forekomsten er uforstyrret. Transporten lettes ved forekomstens beliggenhed tæt ved havn, motorvej og jernbane.

Der produceres omkring 10 millioner tons bentonit om året på verdensplan. Olieindustrien er blandt storforbrugerne, hvor bentonit benyttes som boremudder, mellem 1,5 og 2 millioner tons om året. I malmindustrien benyttes bentonit sammen med sand til at lave støbeforme. Hertil bruges omkring 2 millioner tons om året.
Størst stigning i bentonitforbruget ligger indenfor adsorberende materialer, herunder i form af kattegrus, hvor der alene i USA bruges over 1 million tons bentonit per år.

DAGU – Dansk Amatørgeologisk Union – er en sammenslutning af omkring halvdelen af de danske stenklubber. Unionen har til formål at udbrede og fremme kendskabet til geologi, mineralogi og palæontologi, samt at medvirke til sikring af geologiske lokaliteters bevaring.

Det var hensigten, at VARV i dette nummer skulle bringe en fortegnelse over de stenklubber, der er tilknyttet DAGU. Desværre kneb det med pladsen denne gang, men en fortegnelse bringes i næste nummer.

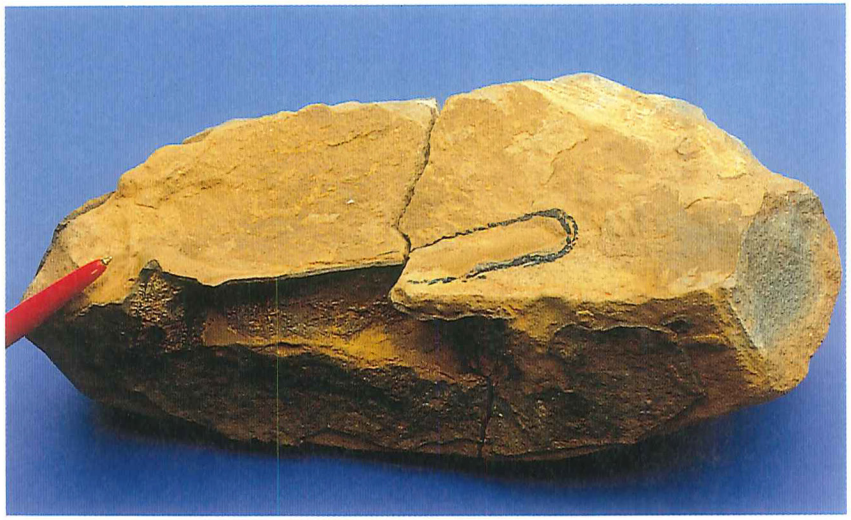
Læsere, der er interesseret i oplysninger om DAGU kan skrive til formanden: Mogens K. Hansen, Sanddalsvej 12, 1, 5700 Svendborg. Efter 1. september er adressen: Stationsvej 2M, 1. th., 5260 Odense S.

BORNHOLMSKE SVANEØGLER

af Niels Bonde

I Danmark er der endnu aldrig fundet dinosaurer, men de samtidige havlevende krybdyr, svaneøglerne (gruppen Plesiosauria) er der fundet enkelte rester af på Bornholm. Fossilerne er ikke så imponerende, de er fra dyr på 1–3 meter i længden, og alle er fra tidlig Jura, altså ca. 200 millioner år gamle. Alligevel er en af disse svaneøgleknogler, den hidtil største fossile knogle fra Bornholm, nu blevet erklæret 'danekræ', fordi den er af stor videnskabelig interesse.

Det er en overarms- eller lårbensknogle, ca. 13 cm lang, fra et (næsten?) voksent dyr, og den har derfor omtrent opnået sin karakteristiske form. Det vil nok kunne bestemmes, hvilken slags svaneøgle det er, når knoglen kombineres med de ret få fund af hvirvler og flere 1–4 cm lange, slanke og stribede tænder, der i øvrigt er fundet i Hasle Sandstenen – selv om de ikke er fundet på samme sted.



Figur 1. Lemmeknogle – overarm eller lårben – fra svaneøgle fra Hasle Sandsten fundet af Claus Bonde i 1992 på stranden ca. 400 m vest for Sose Odde på Bornholms sydkyst. Knoglen er ca. 13 cm lang og er bevaret som et aftryk, hulrum, omgivet af en rustskorpe i den meget rustne sandsten. Knoglevæv anes i enderne af aftrykket. Dyret, som knoglen stammer fra, har været omkring 1.5–2 m langt. Stykket er nu erklæret danekræ. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Overarmen/lårbenet blev fundet på Bornholms sydkyst noget vest for Sose Odde, hvor de største klinter med Hasle Sandsten findes (stedet er lokalitet M-4, Mølledal i Varv 1989/3, Bornholms Geologi IV, side 81), mens alle andre svaneøglerester er fundet i og ved Hasle Klint nær vandrerhjemmet.

Hasle Sandstenen er en grå, men overfladisk meget rusten sandsten, der er aflejret i havet nær kysten for ca. 200 millioner år siden i tidlig Jura. Små muslinger, oftest forvitrede, grønsorte og utydelige og tynde koniske rør (fra orme?) er de mest almindelige fossiler i sandstenen.

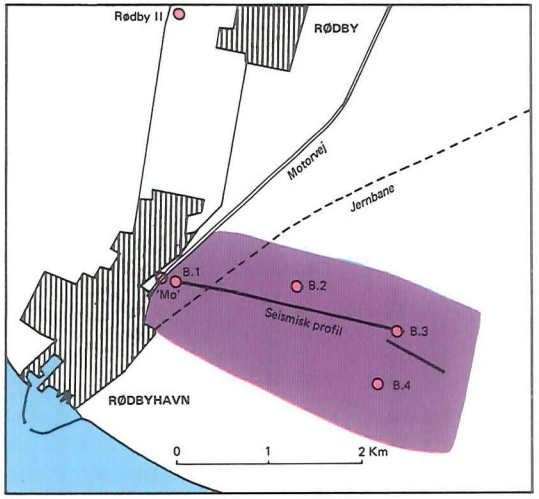
Figur 2. Den rustbrune Hasle Sandsten i kystklinten ved Hasle. Foto: Finn Surlyk.

Svaneøgler

Svaneøgler er havlevende krybdyr med 4 store luffer, en lang hale og enten lang hals og lille hoved (plesiosaurer), eller kortere hals og et stort hoved med lange kæber (pliosaurer). De sidstnævnte er de mest strømlinede og hurtigsvømmende, og de kan med deres meget store spidse tænder have fungeret som den tids 'spækhuggere', og ud over fisk og blæksprutter kan de også have overfaldet andre krybdyr. De langhalsede har nok kun taget fisk og blæksprutter.

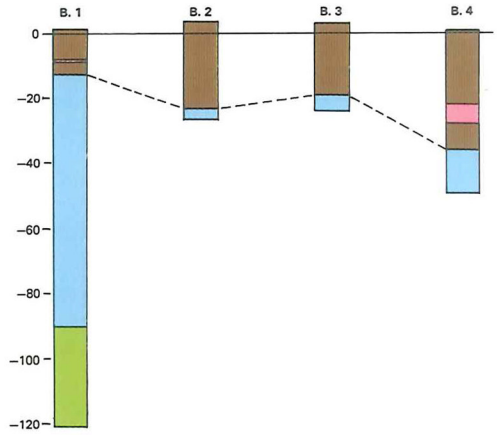
En svensk samler har for nogle år siden fundet en 8–10 cm lang tand i Hasle Sandstenen, så enten findes der store eksemplarer af langhalsede svaneøgler, eller større korthalsede typer, for sådanne har store tænder. Svaneøgletænder er 'stribede' af fine længdevolde.

Figur 6. Kort over Rødbyhavnområdet. Boringerne er vist med rødt, 'Mo' er den i teksten omtalte Motorvejsboring. Den lilla farve angiver den indtil nu kortlagte bentonitforekomst.



står overvejende af smectit og illit med smectit som det dominerende mineral. Det totale smectitindhold i forhold til alle andre forekommende mineraler – og ikke kun i forhold til lermineralerne – er gennemsnitligt 50%.

Figur 7. Hovedtræk af lagfølgerne i de fire nye undersøgelsesboringer. Lodrette skala er dybden i m. Brunt er moræneler og -sand, rødt er smeltevandsaflejringer, blå farve angiver det tertiære ler med højt smectitindhold, og grønt er kalk.



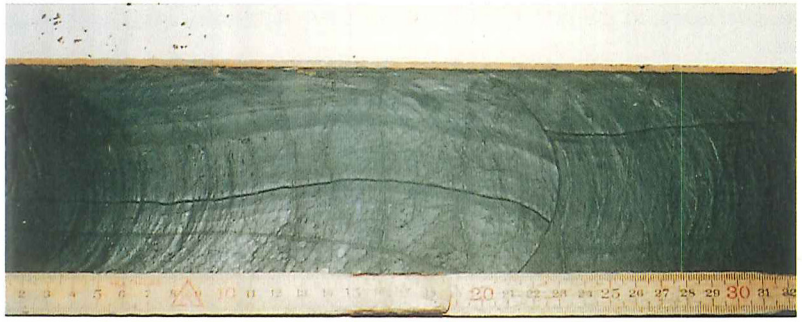
Råstofvurdering

Analyseresultaterne viser, at smectiten er styrende for bjergartens fysiske egenskaber, således at denne lerforekomst kan betegnes bentonit. Leret er i stand til at forøge sit volumen 3 til 6 gange, og evnen til at udbytte katjoner er høj, nemlig 4–5 gange højere end tilsvarende værdier for lermineralerne kaolinit og illit.

Undersøgelsen at et mere end 3 km langt profil viste, at leret har en regional udbredelse på et næsten vandret leje. Overfladen af leret er kun lettere kuperet og ligger mellem 10 og 25 m under terrænoverfladen. De seismiske undersøgelser viste også, at der ikke oprtæder interne strukturer i leret.

Geologiske undersøgelser

Resultaterne af de geofysiske undersøgelser blev benyttet til at udpege egnede lokaliteter til boringer, der alle blev udført som kerneboringer. De fire boringer med dybder mellem 27 m og 122 m viste øverst istidsaflejringer og derunder fedt Tertiært ler. Boring 1, der blev udført tæt ved den tidligere nævnte motorvejsboring, indeholdt godt 77 m Tertiært ler. I den øvre del er leret tydelig lagdelt, men lagdelingen er delvis ødelagt af talrige gravegange, der ses som mørke 'skygger' (rør og pletter) i det grønne ler. I borekernen ses enkelte små forkastninger, men ellers ingen tegn på, at lagsøjlen har været udsat for større forstyrrelser. I boringerne 2, 3 og 4 er leret grønligt og stedvis svagt lagdelt, også med spredte gravegange.



Figur 5. Udsnit af en borekerne bestående af fedt tertiært ler fra boring 1.

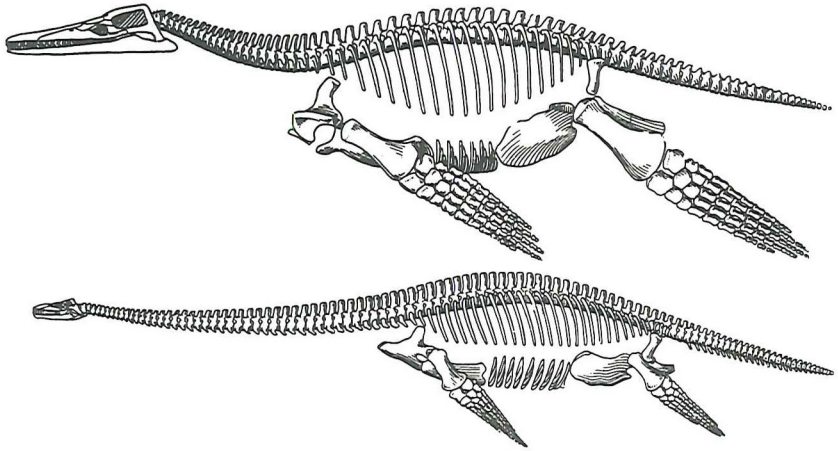
Der er udtaget prøver fra alle boringerne, og især i boring 1 er de udtaget meget tæt. Disse prøver skal være med til at belyse de generelle geologiske forhold samt være med til at afgøre, om forekomsten kan udnyttes kommercielt.

De stratigrafiske undersøgelser, der er udført af C. Heilmann-Clausen (Aarhus Universitet), viser – på grundlag af fossile dinoflagellater (se Varv 1990/4), at leret i den øvre del af boring 1 kan henføres til Holmehus Formationen, medens det underliggende tilhører 'gråt kalkfrit ler', begge fra Øver Paleocæn. Leret i de tre øvrige boringer tilhører Holmehus Formationen, dog optræder der i boring 2 også dinoflagellater af Yngre Eocæn alder.

De øvrige undersøgelsesresultater vidner om stor ensartethed fra top til bund af det tertiære ler, dog stiger evnen til at kvælde (svulme op ved vandoptagelse) ned gennem det tertiære ler. Mineralselskabet i leret er domineret af lermineraler og kvarts. Plagioklas, kalifeldspat og christobalit/tridymit (højtemperaturkvarts) er nogle af de andre mineraler, der optræder i leret. Lermineralerne be-

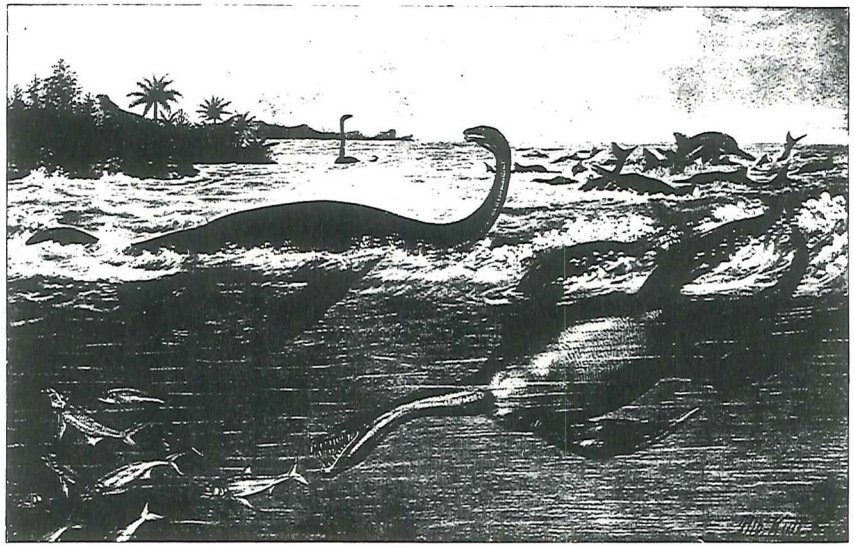
Figur 3. Hvirvel (kun hvirvellegemet, ikke torn- og tværtappe) fra en svaneøgle. Hvirvlen er ca. 6 cm i diameter og ca. 3 cm lang. Rusten Hasle Sandsten ses i hulheden på ledfladen. Med omkring 80–100 hvirvler må dyret have været omkring 3 m langt. Hvirvlen er fundet af Claus Bonde på stranden ved Hasle Klint i 1993. Foto: Ole B. Berthelsen.

Svaneøglerne kendes kun fra Jordens middelalder fra sen Trias (ca. 220 mill. år) gennem Jura til sidst i Kridt (ca. 65 mill. år), hvor de uddøde lidt tidligere end de store dinosaurer på land. Nogle af de sidste svaneøgler levede faktisk i ferskvand og er fundet sammen med dinosaurer i Canada. Det er endda muligt, at svaneøgler har lagt æg eller har født på land – man ved ikke noget om det, der er aldrig fundet æg eller fostre.



Figur 4. Rekonstruktion af to svaneøgle skeletter fra sen Jura. Øverst en korthalset pliosaur med langt hoved og store tænder. Nederst en langhalset plesiosaur med lang hals og lille hoved. Begge skeletter er omkring 3 m lange. Rekonstrueret af Andrews, 1910.

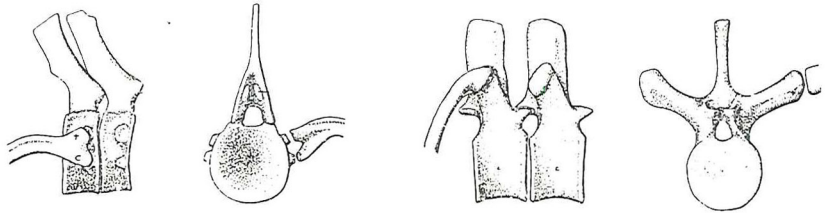
Uhyret fra Loch Ness i Skotland er næppe en svaneøgle, selv om den er videnskabeligt navngivet som en sådan, *Rhomboteryx nessiorum*, fra et foto af noget, der svagt ligner en rhombeformet 'luffe' i søen. Hvis Loch Ness-uhyret var en svaneøgle, ville den selvfølgelig tit blive observeret, når den skulle op for at ånde.



Figur 5. Havområde fra tidlig Jura i det sydtyske område som den tyske palæontolog Fraas forestillede sig det omkring 1900. Der er jagende plesiosaurer, to former med små hoveder, og en stime små hvaløgler.

Hvaløgler

Hvaløglerne (ichthyosaurer = 'fiskeøgler'), der levede fra tidlig Trias til midt i Kridttiden, var langt stærkere tilpasset livet i havet med en delfin- eller hajlignende kropsform, med lodret 'fiskelignende' halefinne og styring med kraftige brede forluffer og små bagluffer. De har ikke kunnet gå på land, mens svaneøgler nok har kunnet kravle op på stranden og 'luffe' rundt i stil med havskildpadder.



Figur 6. Hvirvler med ribben af hvaløgle (til venstre) og svaneøgle (til højre). Begge former er vist med 2 hvirvler set fra højre side og en hvirvel set forfra. Efter Andrews.

Hvaløgler er mærkeligt nok aldrig blevet fundet i vore aflejringer. Hasle Sandstenen er ellers en oplagt mulighed, men måske er denne aflejring for kystnær

orm i forhold til de omgivende bjergarter, og endelig er der en god kontrast i lydhastigheden mellem ler og kalk.

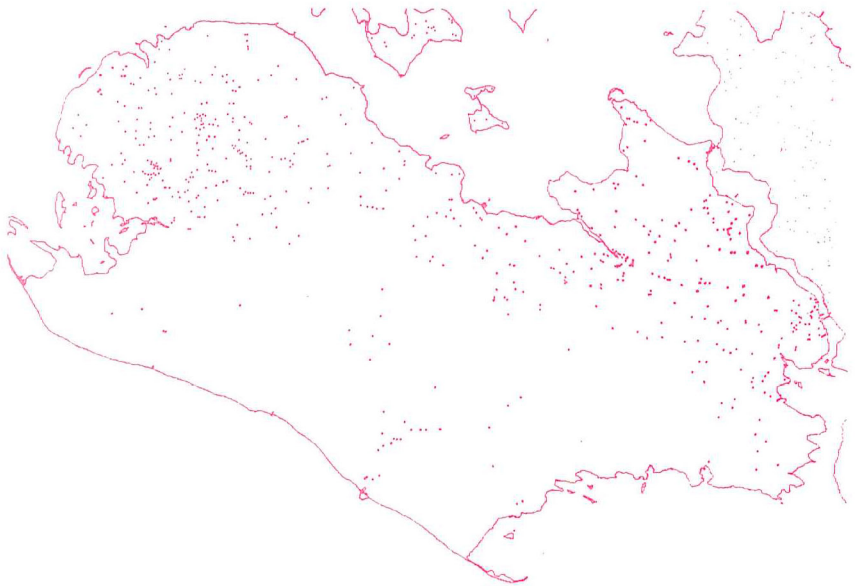
Massefylden af dybtliggende lag kan ikke måles direkte, men ændringer i tyngdekraftens styrke fra sted til sted kan registreres ved hjælp af gravimetriske målinger. For det tertiære ler, istidsaflejringerne og kalken er forskellen i massefylde således tilstrækkelig stor til at adskille formationer med en vis udbredelse og tykkelse, afhængig af dybde under overfladen og af måletæthed.

Gamle gravimetriske målinger fra Lolland viste således områder med masseoverskud og områder med masseunderskud. Underskud tyder på tilstedeværelsen af materiale med en mindre massefylde end i omgivelserne, f. eks. Tertiært ler. I områder med dybe boringer kan sådanne resultater kontrolleres. Boringen Rødby II – en næsten 3 km dyb olie-efterforskningsboring udført i 1953 – ligger i et masseoverskudsområde, og her findes der ca. 140 m glaciale aflejringer over kalken, mens 'motorvejsboringen', som indeholder 75 m fedt, formodentlig marint ler, ligger i et masseunderskudsområde. De gravimetriske undersøgelser viste yderligere, at denne lerforekomst strækker sig østover langs Lollands sydkyst.

Tertiært ler, moræneler, vådt sand og grus samt kalk yder forskellig modstand over for elektrisk strøm. Målingerne foretages med fire elektroder (normalt jernspyd, der stikkes ned i jorden i en lige linie), hvor de to yderste elektroder sender strøm gennem jorden, og de to inderste elektroder måler spændingsforskellen. Denne geoelektriske metode kan benyttes dels til arealdækkende undersøgelser, hvor den tilsyneladende modstand giver et billede af variation og udstrækning af en formation, og dels til punktmålinger, hvor der benyttes flere forskellige geometriske opstillinger, som gør det muligt at beregne tykkelse og specifik modstand af de underliggende lag.

I området øst for Rødbyhavn gennemførtes arealdækkende målinger, der gav information om to områder med relativ lille modstand. Dette antyder, at lerforekomsten her ligger nærmere overfladen end i det mellemliggende område. Motorvejsboringen, der viste en dybde ned til leret på 12–13 m, ligger i det vestlige af de to områder. For at få en ide om mængden af overjord inden for området gennemførtes geoelektriske punktmålinger, der viste et dække på mellem 10 og 20 m. Da leret er godt elektrisk ledende, er det ved denne metode ikke muligt at fastlægge dets undergrænse.

Endelig udførtes seismiske undersøgelser, der registrerer lydbølgernes evne til at forplante sig i jorden. Udbredelseshastigheden og lagenes massefylde er bestemmende for reflektionen af lydbølgerne ved laggrænser, og de reflekterede lydbølger registreres via geofoner (mikrofoner, som er specielt indrettet til at opfange lydbølger i jorden), der er udlagt på en linie fra lydkilden – ofte dynamit, der bringes til eksplosion tæt under jordoverfladen.



Figur 4. Placeringen af boringerne på Lolland. Bemærk, at størstedelen er vandboringer og derfor ligger i området, hvor der er kalk i undergrunden.

Med udgangspunkt i denne viden besluttede Storstrøms Amt derfor at iværksætte en efterforskning af mulige bentonitforekomster på Lolland. Nye geologiske oplysninger er især opnået i forbindelse med udførelsen af vandindvindingsboringer og geotekniske boringer. Godt 1000 registrerede boringer blev gennemgået med henblik på at lokalisere mulige tertiære leraflejringer. Gennemgangen resulterede i, at der kunne udpeges flere områder, som var egnede til videre undersøgelser. Blandt boringerne i Rødbyhavn-området var der således en, 'motorvejsboring', der viste mere end 75 m ler, der kunne være af Tertiær alder. Et område øst for Rødbyhavn blev herefter detailundersøgt med geofysiske metoder og yderligere boringer.

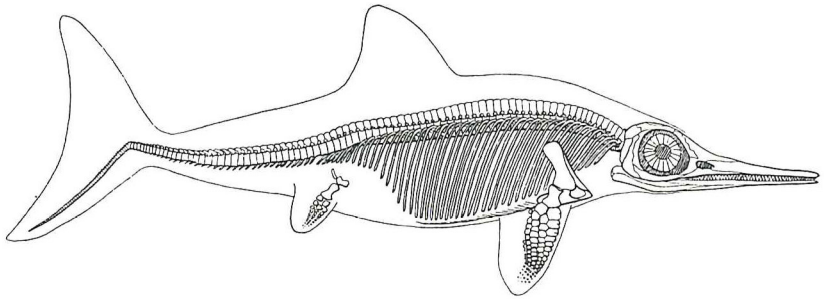
Geofysiske forundersøgelser

Forskellige materialers massefylde, indvirkning på magnetfeltet, evne til at lede strøm, måden at forplante lydbølger på og den naturlige gammastråling er alle eksempler på egenskaber, der kan måles på Jordens overflade eller i borehuller. Geofysiske undersøgelser giver derfor et billede af egenskabernes fordeling, og de kan tolkes som forenklede modeller af den geologiske virkelighed.

Det tertiære lers fysiske egenskaber er karakteriseret ved en lavere massefylde end de omgivende bjergarter (moræneler og kalk), evnen til at lede strøm er en-

og lavvandet til hvaløgler. 2–10 meter lange hvaløgler og 2–6 meter lange svaneøgler er fundet sammen i Sydengland og i Sydtyskland i jurassiske lerlag, der nok er aflejret længere borte fra kysten.

Hvaløgler er faktisk fundet i mere sandede, kystnære Juralag – også sammen med svaneøgler – i Østgrønland, som dengang lå meget nærmere ved vort område.

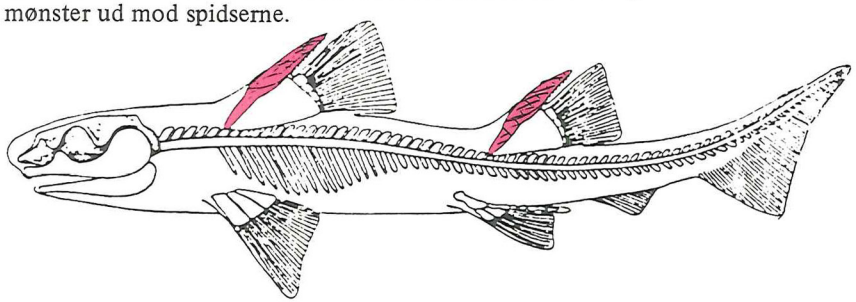


Figur 7. Simplificeret skelet af en jurassisk hvaløgle.

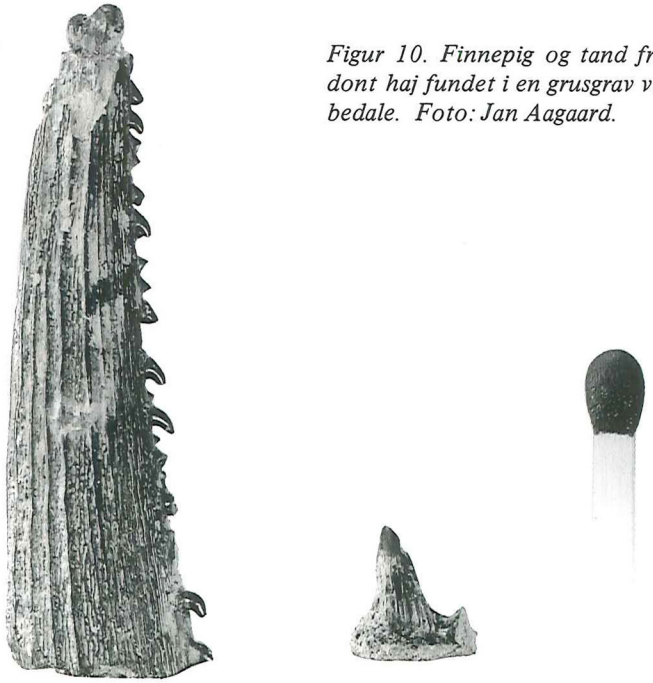
Figur 8. Tænder fra hypodonte hajer fra Hasle Sandsten. Den største tand er ca. 1 cm høj. De små sidespidser er knækket af. Foto: Ole Bang Berthelsen.

Hajer

Sammen med svaneøglerne findes hajer, dog er kun tænderne bevaret fra disse bruskfisk. Tænderne er fra 3 mm til godt 1 cm store, nogle små ovale er knusetænder til skaldyrføde, mens andre har slanke spidser på. I alt er der fundet fem forskellige arter, mest almindelig er *Hybodus* fra en uddød gruppe hajer, som kaldes hypodonter. Her er der en ret høj midtspids og nogle få små sidespidser, og den skinnende overflade er stribet af små skarpe volde som et fint mønster ud mod spidserne.



Figur 9. Rekonstruktion af Hybodus, *som viser placeringen af de to pigge (røde) foran rygfinnerne.*



Figur 10. Finnepig og tand fra hypodont haj fundet i en grusgrav ved Robbedale. Foto: Jan Aagaard.

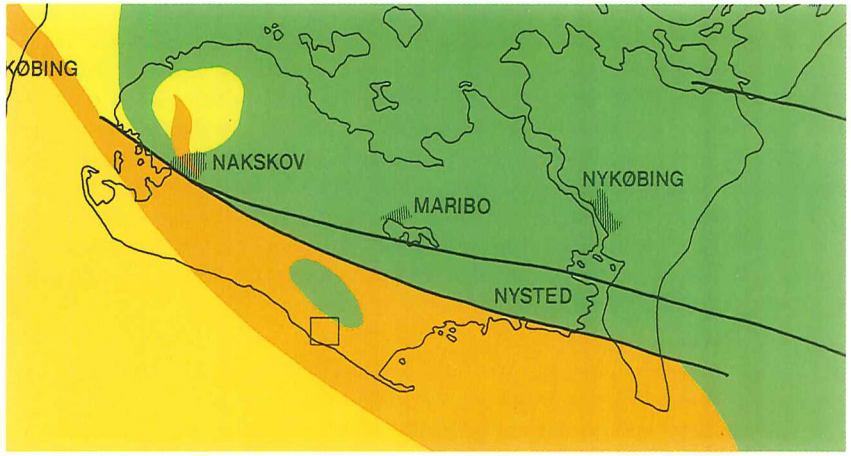
Figur 2. Stratigrafisk skema for den ældre del af Tertiæret i Danmark. En del af betegnelserne er formelle formationer, mens andre er meget anvendte trivialnavne.

EOCÆN	SØVIND MERGEL LILLEBÆLT LER RØSNÆS LER ØLST FORMATIONEN
PALEOCÆN	HOLMEHUS FORMATIONEN GRÅT KALKFRIT LER KERTEMINDE MERGEL LELLINGE GRØNSAND DANIEN KALK

Skov- og Naturstyrelsen) godtgjorde, at der i Danmark findes flere leraflejringer af Tertiær alder med et højt indhold af smectit. Den Paleocæne Holmehus Formation og til dels det underliggende 'grå kalkfrie ler' blev vurderet til at være mest lovende til indvinding af bentonit, og gennem laboratorie- og fuldskala-afprøvning er det første danske bentonit-produkt blevet fremstillet. Det kunne dog også konkluderes, at det var tvivlsomt, om de undersøgte forekomster kunne føre til en rentabel produktion.

Bentonit på Lolland?

I den nordlige del af Lolland findes kridtaflejringer, der enkelte steder er overlejret af kalk fra Danien, mens aflejringer i den sydlige del tidligere er antaget for at være af Eocæn alder. De interessante aflejringer – Holmehus Formationen – som tidsmæssigt er placeret mellem Danien og Eocæn, er hidtil ikke registreret på Lolland.



Figur 3. Formindsket udsnit af Varv's undergrundskort over Lolland og Falster. Den mørkegrønne farve angiver Øvre Kridt (skrivekridt), lysegrønt er kalk fra Danien, brunt er Palæocæne aflejringer (yngre end Danien) og lysebrunt er aflejringer fra Eocæn. Rødbyhavn-området er angivet med en firkant.

at regnvand kemisk omdanner bjergartens oprindelige mineraler til lermineraler. Denne omdannelsesproces, der kaldes hydrolyse, kan resultere i dannelsen af flere forskellige typer lermineraler – afhængig af den oprindelige bjergarts sammensætning, det lokale klima og den tid, processen har påvirket bjergarten. Smectit har typisk vulkansk materiale som sin udgangsbjergart.

På grund af opbygningen i mineralgitteret er smectitmineraler negativt ladede på overfladen. Den negative ladning udlignes ved, at katjoner som f. eks. Na^{+} eller Ca^{++} bindes til overfladen. Smectitens særlige egenskaber er blandt andet et resultat af, at disse katjoner kan udskiftes, og katjon-typen, der er bundet til leret, er bestemmende for lerets fysiske egenskaber.

På grund af den dobbelte ladning vil en katjon som Ca^{++} eksempelvis kunne bindes til overfladen af 2 lermineral-enheder og herved binde dem sammen. I modsætning hertil vil Na^{+} med en enkelt positiv ladning kun kunne bindes til en lermineral-enhed. Derfor kan bentonit med et højt natrium-indhold optage store mængder vand imellem de enkelte lermineral-enheders overflader samtidig med, at leret udvider sig voldsomt.

Smectit findes i de fleste lerholdige aflejringer, men for det meste udgør smectit blot en ringe procentdel af de samlede lermineraler. Meget mere ualmindeligt er det, når indholdet af smectit-mineraler er så stort, at lerets fysiske egenskaber styres af smectit-indholdet. Først når det er tilfældet, taler man om bentonit. Bentonit kan derfor defineres som en lerbjergart, der hovedsagelig består af mineralgruppen smectit, og hvis fysiske egenskaber bestemmes heraf.

De egenskaber, der karakteriserer bentonit – og som udnyttes kommercielt – kan opdeles i 3 hovedgrupper:

1. bjergarten kan optage store vandmængder samtidig med, at den udvider sig
2. bjergarten er i stand til at udbytte store mængder af de katjoner, der sidder på mineralernes overflade
3. bjergarten har en ekstrem lav permeabilitet (evnen til at lade væsker passere igennem).

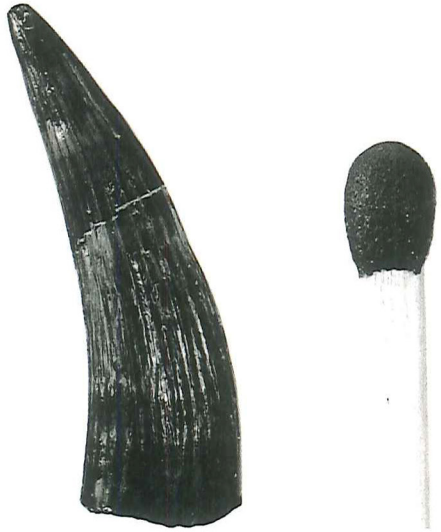
Disse egenskaber udnyttes i meget forskellige produkter – som boremudder i olieindustrien, i pilleproduktion i den farmaceutiske industri, som viskositetsregulerende middel i maling, som fodertilsætning til svinefoder samt til klaring af vin og madolie. Endelig kan det nævnes, at bentonit – ligesom moler – bruges til kattegrus.

En stor del af de bentonitforekomster, der udnyttes i dag, blev aflejret i Kridttiden, men bentonit er blevet dannet gennem store dele af Jordens historie og findes i aflejringer fra mange forskellige tidsperioder, både som ferskvands- og som havaflejringer.

Bentonit i Danmark?

Der er tidligere gennemført to store undersøgelser af mulighederne for at finde bentonit i Danmark. Resultaterne af disse undersøgelser (der begge er udgivet af

Hypodonter blev 2–3 meter lange og kendes både fra marine, ferske og brakvandsaflejringer. Fra brakvandsaflejringer er der på Bornholm fundet hajtænder og hajfinnepigge samt to tænder fra krokodiller i de sandede og lerede lag i de store grusgrave ved Robbedale øst for Rønne (lokalitet M-11 (side 91) i Varv 1989/3).



Figur 11. En krokodilletand fundet i en grusgrav ved Robbedale af Claus Bonde i 1987. Tanden er nu udstillet på Geologisk Museum i København. Foto: Jan Aagaard.

Dinosaurer?

Endnu mangler vi at finde, hvad vi alle håber på: landets første dinosaur. De kendes fra tilsvarende aflejringer i NV-Europa, især fra England. Hverken svaneøgler eller hvaløgler er dinosaurer, det er en udbredt misforståelse, at alle stor 'fortidsøgler' er dinosaurer. Dinosaurerne selv er stamformer for fuglene og nært beslægtet med krokodiller, mens svaneøgler nok nærmest er beslægtet med firben/slange-gruppen. Hvilke krybdyr, der er nærmest beslægtet med hvaløglerne, er derimod helt usikkert.

Chancen for at der en dag dukker en dinosaurknogle op på Bornholm er til stede, måske ved Hasle eller ved Robbedale. Mulighederne skulle også være der i de lerede og sandede ferskvandslag ved Risebæk (lokalitet M-1 (side 75) i Varv 1989/3), hvor lagene er fra sen Trias. Fra denne tid er nogle af de tidligste dinosaurer ret almindelige, sådan som de for nyligt er blevet fundet i Østgrønland, både rovdinosaurer og planteædere og deres fodspor. Masser af fodspor fra rovdinosaurer kendes fra samme tid i lag nær Hälsingborg, hvor der også er fundet nogle dinosaurhvirvler. Så en dag er heldet måske med os på Bornholm.

En ny bog om STEN

Troels V. Østergaard & Gregers Jensen: **STENbogen.** 127 sider, 128 kr incl. moms. *Gads Forlag 1993.*

Er dette bogen, som bør findes i ethvert sommerhus? Ja, hvis man mangler svar på, hvilke sten man finder ved stranden, hvis man ikke allerede har en opslagsbog af denne type, og hvis man synes om bogens illustrationer.

STENbogen er baseret på tegninger af løse sten suppleret med mere skematiske figurer og ledsaget af en tekst, som forsøger at popularisere et stort stof.

Tegningerne repræsenterer en meget stor arbejdsindsats og giver et mere farverigt billede og et mere dramatisk indtryk af stenenes overfladeformer, end et fotografi ville kunne. Tegningerne er mere stemningsfulde, men også mindre præcise end et godt fotografi. Det er derfor et spørgsmål om personlig smag, om man tiltrækkes af bogens illustrationer.

Teksten spænder vidt fra mineralogi, metamorf og magmatisk petrologi til en konkret beskrivelse af de afbildede stykker. De geologiske processer illustreres med yderst skematiske diagrammer, som fuldstændig mangler stentegningernes detailrigdom. Blandt illustrationerne er det således let at skille det generelle (processerne) fra det konkrete (stenene). I teksten er en tilsvarende opdeling gennemført, men da der kun er lidt plads til rådighed, bliver teksten ujævn og stedvis vanskeligt tilgængelig, fordi nye definitioner og nye begreber hele tiden hobes op.

Beskrivelsen af alle bjergarter er opdelt i *kendetegn, varieteter, dannelsesmåde* og *geologisk betydning.* Spørgsmål som den geologiske betydning kunne besvares mere generelt, og teksten kunne henvise til geologiske lærebøger frem for at indeholde alting, omend i sammentrængt form.

Personligt finder anmelderen, at bogens væsentligste problem er, at den er baseret på dekorative, løse sten. Stenene er transporterede og slidte brudstykker af bjergarter, som kan se helt anderledes ud, end stenene giver indtryk af. Dette synspunkt kan anskueliggøres med STENbogens illustration af moler (s. 49), som viser et lysegråt sediment med talrige huller efter boremusling. Moler er et finkornet sediment, som i tør tilstand er let og hvidligt. I fugtig tilstand er farven mere grålig. Moleret kan have en mm-tynd lamination, eller sedimentet kan være helt homogent. Det er derimod helt irrelevant for identifikationen af moler, om et tilfældigt stykke er blevet boret af recente boremuslinger.

Bogens format er mindre end A5, vægten er knapt 200 gram, og indbindingen virker solid. Bogen er således 'lommevenlig', egnet til at tage med på kortere og længere ture. Prisen forekommer rimelig i forhold til papirkvalitet og typografisk standard. Bogens anskaffelse er udpræget et spørgsmål om smag, men en sammenligning med de tilsvarende bøger af andre forfattere kan anbefales.

Gunver K. Pedersen

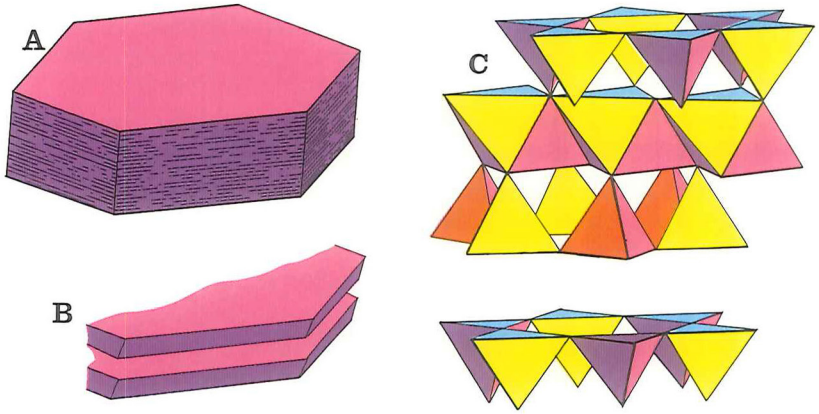
BENTONIT – især på Lolland

af Gerald Hyde, Kent E. Pedersen og Annette Dohm Pedersen

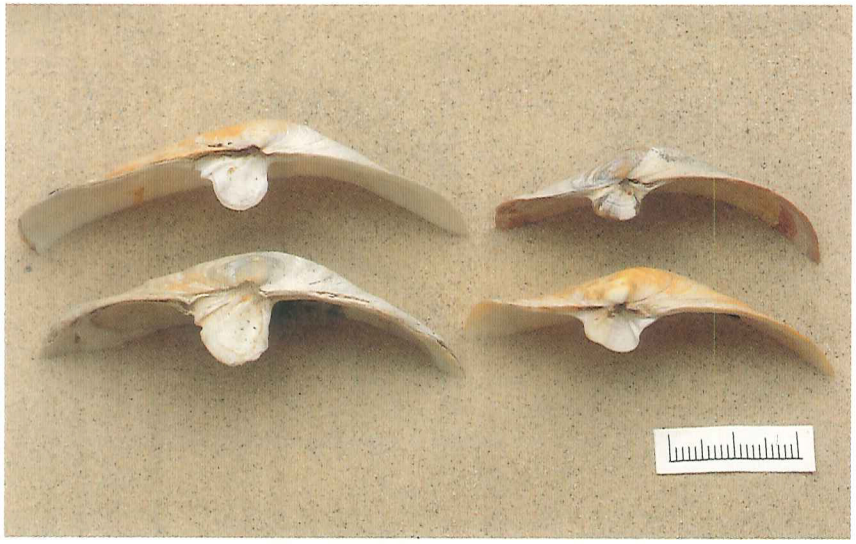
Ved århundredeskiftet blev bentonit foreslået som navn for en meget karakteristisk lertype, der findes i bjergarter fra Kridttiden i Wyoming i USA. De kretassiske bjergarter, der omslutter leret, var allerede kendt under navnet Benton Skifer efter den nærliggende forpost Fort Benton. Det var derfor naturligt også at navngive leret efter samme forpost.

Bentonit blev oprindelig beskrevet som en ler med sæbelignende egenskaber. I dag ved vi, at det skyldes lerets store indhold af en gruppe lermineraler, der har fællesbetegnelsen *smectit.*

Lermineraler dannes typisk ved kemisk nedbrydning af silikatbjergarter som f. eks. gnejs, granit eller basalt. En af måderne, denne nedbrydning sker på, er,



Figur 1. Den principielle opbygning af smectit. **A.** *En smectitkrystal har en sekskantet grundflade, men 'stablingen' i de enkelte elementarlag er forskudt, så krystallen bliver 'skæv' (monoklin).* **B.** *2 elementarlag (lilla) med mellemliggende plads til udskiftelige joner.* **C.** *Princippet i opbygningen af et elementarlag, der består af et 'øvre niveau' af tetraedre (Si, O), et 'mellemniveau' af oktaedre (Al, Mg, Fe, O m. fl.), og et 'nedre niveau' igen med tetraedre (Si, O). Under elementarlaget er der et svagt elektrisk område med plads til udskiftelige joner og vand. Nederst ses det 'øvre niveau' af næste elementarlag. Elementarlaget i smectit er omkring 14 Ångström tykt. 1 Ångström er 10^{-7} mm.*



Figur 6. Nærbillede af to venstre skaller af Mya arenaria *og* Mya truncata, *der overfladisk kan ligne hinanden. Fra den nærtstående art* Mya truncata *kan sandmuslingen til venstre kendes selv i fragmenter, hvis blot disse omfatter båndpladen og den ældste del af skallen, d.v.s. regionen med umbo, idet diagonalkølen på båndpladen træder frem på sandmuslingen, samt at man vil finde en korrosionslignende hulhed ved basis af umbo. Foto: Ole Bang Berthelsen.*

Således skriver reporter Tim Friend (*USA TODAY*): 'In light of the findings, perhaps it's time to drop the 'Am' in America and rename the continent North Erica to give the top Viking his due'. (I lyset af de nye fund er det måske tidspunktet til at fjerne 'Am' i Amerika og navngive kontinentet Nord Erika for at vise vikingehøvdingen den fortjente respekt – frit oversat af red.).

Den viste opmærksomhed skyldtes vel nok så meget det tilfældige sammenfald med festligholdeldelsen af 500 året for Columbus' opdagelse af Amerika.

Yderligere kan det nævnes, at de norske geologer N. Spjeldnæs og K. Henningsmoen allerede i 1963 sandsynliggjorde, at den almindelige strandsnegl (*Littorina littorea*) var bragt fra Europa til New Foundland af nordboerne, men det er en helt anden historie, der ikke skal fortælles her. Alligevel viser fundene tilbage til den ældre trafik over Atlanterhavet, en trafik som mange har været tilbøjelig til at overse.

TERTIÆR LANDHÆVNING og EROSION

af Peter Japsen

Et blik på kortet over den danske undergrunds geologiske opbygning (se Varv, 1992/2) viser med det samme, at alderen på bjergarterne umiddelbart under istidsdækket varierer markant. Variationen er dog på ingen måde tilfældig, og som vi skal se, afspejler fordelingen netop nogle af de mest dramatiske hændelser i Danmarks geologiske historie.

Helt generelt tiltager bjergarternes alder mod nord og øst. I Midtjylland har man kunnet bryde Miocænt brunkul med en alder på omkring 20 millioner år lige under overfladen, medens kalken i cementfabrikkernes grave ved Ålborg og på Stevns Klint er aflejret for mere end 60 millioner år siden. Under Skågen mangler kalken helt, og på den anden side af Kattegat, ved Göteborg, er der kun det ældgamle grundfjeld tilbage.

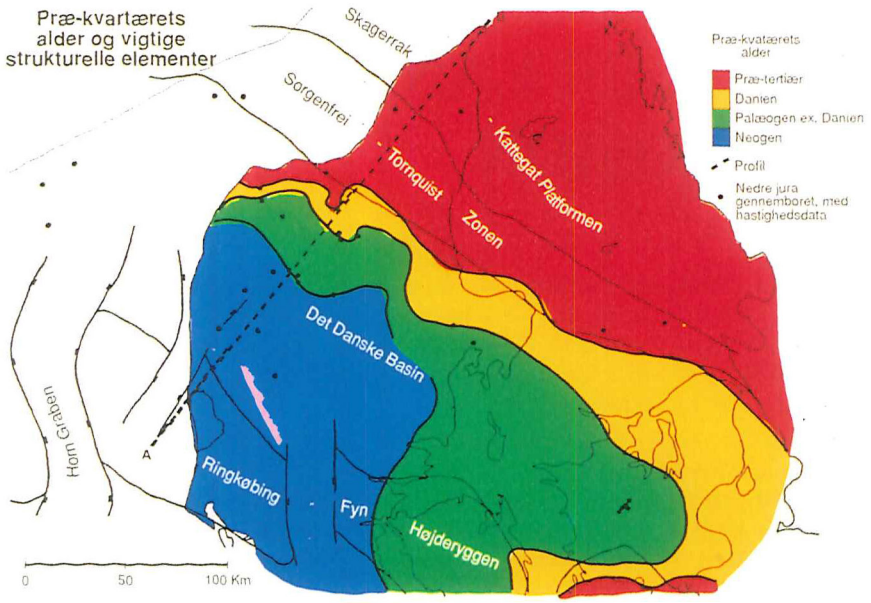
Dette billede af den præ-kvartære overflade er ikke nyt. Tilstedeværelsen af en kæmpemæssig *hiatus* – manglende sedimenter fra snesevis af år-millioner – mellem Kvartæret og Prækvartæret er heller ikke ny erkendelse. Det nye er, at denne laggeometri må forklares med en markant tektonisk begivenhed i sen Tertiær tid: Neogen landhævning af Det baltiske Skjold.

Det har vist sig muligt at beregne den hævning, området har været udsat for, ud fra kompaktionen (sammentrykningen) af nedre jurassiske lersten bestemt ved målinger af lydhastigheden i sedimenterne. Ved Skagen er der blevet borteroderet ikke mindre end 1 km sedimenter fra Kridt og Tertiær før istiden.

Teorien om Neogen landhævning er først slået an i de seneste år efter at have taget form i Norge. Men forestillingen om store tektoniske begivenheder går dog længere tilbage.

Holder teorien stik, kan det betyde et fornyet opsving for oliejagten i Jylland. Hvis der mangler et kilometertykt sedimentdække, har de oliedannende lag, der findes i området, været dybere begravet, end de er i dag. De har derfor været udsat for større tryk og temperatur end i dag. Derfor er der større chance for, at der er dannet olie, end man hidtil har antaget.

Også de geotekniske egenskaber af de præ-kvartære sedimenter er påvirket af, at materialet har ligget i en større dybde end i dag. Ligesom porøsiteten af de lag, der kan udnyttes geotermisk, er påvist.



Figur 1. De præ-kvartære lags alder samt vigtige strukturelle elementer i den danske undergrund.

Toppen af isbjerget

At teorien om Neogen landhævning har noget på sig, kan man selv danne sig et indtryk af. I Midtjylland kan man se de gamle brunkulslejer ved Søby og Fasterholt syd for Herning. I brunkulslejerne ses mørke lag af omdannede planterester mellem lyse sandlag aflejret af floder nær kysten for ca. 20 millioner år siden (i Miocæn tid).

Hundrede kilometer nord for brunkulslejerne ligger den hvide kalk i Ålborg Portlands kalkbrud ved Limfjorden. Kalken, der kan ses her, findes også mod syd ved brunkulslejerne i Midtjylland, men her ligger den i 1 kilometers dybde. Og nord for Limfjorden, under Skagen, er der i dag ingen kalk bevaret.

Hvordan kan disse simple observationer forklares? For 70 millioner år siden dækkede Kridt-havet hele Danmark, og kalkpartikler blev aflejret i et tykt tæppe over hele området. I Tertiær tid blev kalken dækket af lerede og sandede lag samt stedvis af organisk materiale, der senere blev til brunkul. Hele denne lagpakke blev løftet op mod nord og øst, da de norske og svenske fjelde hen mod slutningen af Tertiærtiden begyndte at rejse sig. Efter landhævningen blev de højest beliggende områder eroderet, så i dag er den største hiatus der, hvor landhævningen var størst. Endelig er hele det danske område sidenhen blevet dækket af istidsaflejringer.

Figur 5. Et udvalg af de større snegle og muslinger, som findes opskyllet på barriere-sandøerne ved Jerup Strand i dag. Mellem de store konksnegle ses til højre en hestemusling og flere hjertemuslinger. Til venstre i billedet dækker en sandmusling delvis ind over en oddermusling. De to arter kan let kendes fra hinanden på den hos sandmuslingen udragende båndplade.

ledes den kom over Atlanten ved menneskets hjælp. Angående det sidste kan det ses som en mulighed, at den har været medtaget som proviant, da den store kødfulde musling er meget værdsat som *fruit des mer* i Amerika i dag, og sandmuslingeskaller er også at finde i indianernes køkkenmøddinger.

En anden mulighed er, at larverne, der i sommerperioden findes i store mængder og har et fritsvømmende stadium på ca. 3 uger, kan være kommet om bord med et skvæt vand under passagen af brændingen. I bådens bundvand har de kunnet passere tværs over Atlanten indenfor deres tid som larver, da overfarten med vikingernes både kunne ske på mindre end 3 uger. En rejse som larve med Golfstrømmen ville derimod ikke kunne gøres på mindre end et år.

Undersøgelsen af sandmuslingens optræden i Europa, i dette tilfælde ved Skagens Odde, var et godt eksempel på tværvidenskabeligt samarbejde, idet fysikeren Kaare Lund Rasmussen (Danmarks Geologiske Undersøgelse og Nationalmuseets kulstof-14 laboratorium), Jan Heinemeier og N. Rud fra AMS-dateringslaboratoriet ved Aarhus Universitets Fysiske Institut arbejdede sammen med forfatteren, der er geolog ved Danmarks Geologiske Undersøgelse, på en artikel til *Nature*, der udkom 22. oktober 1992 og straks fik verdenspressens bevågenhed.

ske'. Af disse grunde var datering af skalmateriale indeholdende præ-Columbianske *Mya arenaria* af stor interesse.

Som tidligere nævnt er strandvoldsmateriale sammenskyllet, og der kan derfor være en mulighed for, at de enkelte skaller ikke har samme alder. Endelig er der med hensyn til et enkelt fragmentarisk individ af sandmuslingen også mulighed for, at det er blevet indlejret mellem ældre materiale ved at f. eks. fuglene i deres flugt ind over land, hvor de ofte flyver med deres fødeemner, lader disse falde til jorden, for at slå dem itu.

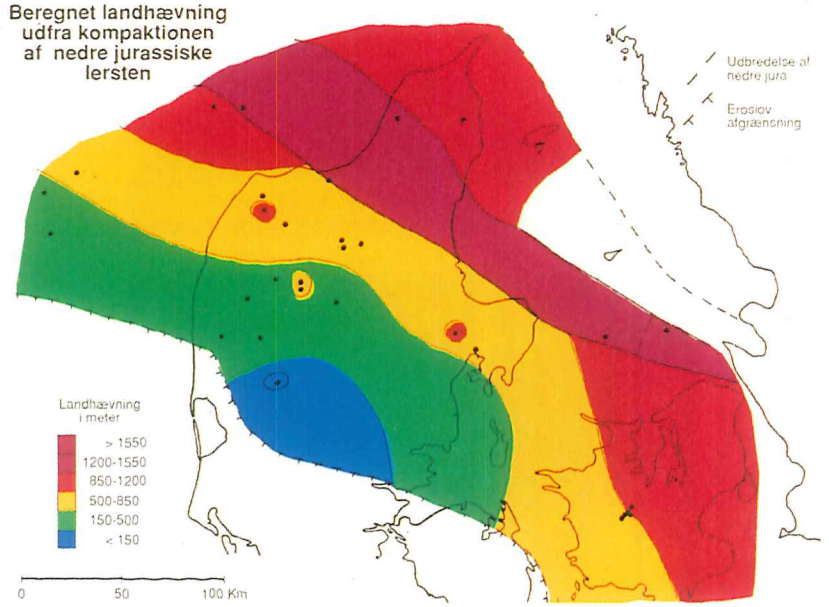
Figur 4. Stedet for udtagningen af prøver ved Jerup Strand, ca. 660 m fra kysten, der anes i baggrunden mod øst ved sine små kystklitter.

I dag er der mulighed for at datere selv meget små fragmenter (ned til 20 milligram), hvilket kunne løse problemet med sandmuslingen. Resultatet af en AMS-datering af sandmuslingefragmentet fra den ældste skalprøve gav således en alder på 700 ±80 år før nu, altså er skalfragmentet fra det 13. århundrede. Dette viser for det første, at vi har at gøre med materiale af forskellig alder i strandvoldene, men dateringen bekræfter også, at aflejringen som helhed indeholder præ-Columbianske skaller. Den menneskelige indvirkning må altså tillægges folk fra tiden før Columbus - nemlig de egentlige opdagere af Amerika. Her kan det ikke være nogen overraskelse for de nordiske folk, at vikingerne er kandidater.

I sagaerne har vi kunnet læse om vikingernes togter, der fandt sted i 1000-tallet, da nordboerne fra Grønland drog videre vestpå, samtidig med at der fortsat var en livlig forbindelse med Skandinavien. I sagaerne berettes om vikingernes forsøg på landnam i det østlige Nordamerika. Arkæologisk har man kunnet vise dette ved fundene fra L'Anse aux Meadows på New Foundland.

Dette sted blev fundet og udgravet af Helge Ingstad og hans kone Anne Stine, hvorved typiske nordiske ting blev gravet frem, således en ringnål af bronze og en tenvægt af fedtsten. Disse fund har kunnet ses på Nationalmuseets store udstilling: Vikingerne og Hvide Krist.

Men det må dog være klart, at det udfra fundet af *Mya arenaria* på Skagens Odde ikke er vist, hvornår sandmuslingen i historisk tid først kom til Europa efter det lange ophold ved Nordamerikas kyst. Det er også et åbent spørgsmål, hvor-

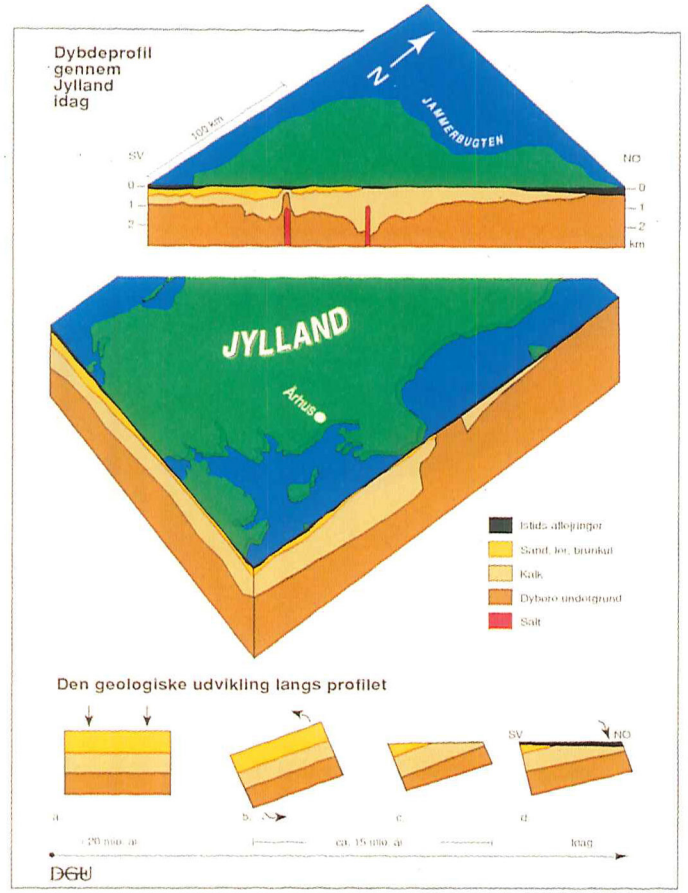


Figur 2. Beregnet landhævning på grundlag af størrelsen af kompaktionen af nedre jurassiske lersten. Kompaktionen er baseret på lydmålinger i Fjerritslev Formationen.

På grund af landhævningen skød områderne nærmest Norge og Sverige mere i vejret end de mindre forstyrrede områder mod sydvest. Derfor kan den hvide kalk i dag ses ved Limfjorden. Den kalk, som i Kridt-havet blev aflejret ved Skagen, er nu borteroderet. Tilsvarende udgør Stevns og Møns klinter en fortsættelse af den kalk, der gemmer sig kilometerdybt under Midtjylland. Da Skåne hævede sig, blev den danske undergrund løftet med op, så disse klinter i dag stikker op som toppen af et isbjerg.

Effekten af den neogene hævning sløres noget af både tidligere og senere tektoniske bevægelser i området. Sorgenfrei–Tornquist Zonen (se Varv 1993/1) er en aktiv del af Den fennoskandiske Randzone. Dette forholdsvis smalle bånd forløber fra Skagerrak via Ålborg-området tværs over Kattegat mod Hälsingborg. Sorgenfrei–Tornquist Zonen blev inverteret, det vil sige hævede sig, op til 750 meter på overgangen mellem Kridt og Tertiær for 60–70 millioner år siden. Der er dog mange tegn på, at denne del af randzonen stadigvæk er tektonisk aktiv.

Den senere såkaldte isostatiske landhævning, som de hævede strandlinier i Nordjylland vidner om, fandt sted efter istiden og i løbet af de seneste kun 15.000 år. Denne hævning er på højest 200 meter.



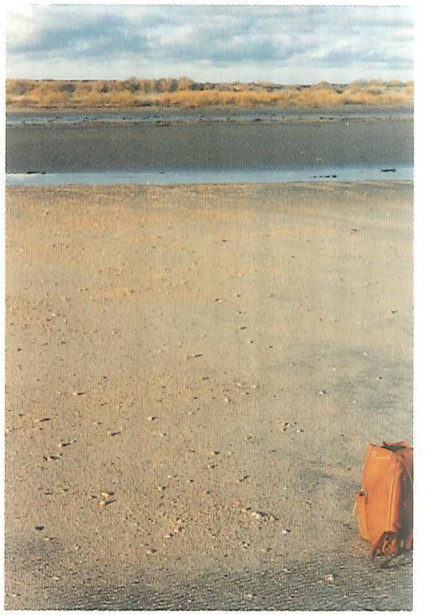
Figur 3. Dybdeprofil gennem Jylland med tilhørende skitse, der forklarer profilets tilbliven.

Sammenpressede lag nær overfladen

Hvordan er det muligt at vide noget om de sedimenter, der blev fjernet for millioner af år siden? Skønt sedimenterne nu er væk, har de dog tidligere udøvet et pres på de underliggende lag. Jo mere materiale, der hviler ovenpå et lag, jo mere kompakt bliver det, og lydbølger forplanter sig derfor hurtigere igennem det. Heldigvis er denne proces ofte irreversibel: Materialet forbliver kompakt, selvom den tidligere overliggende masse bliver fjernet ved erosion.

ling (*Cardium edule*), der gav en alder på 500±50 år før nu, hvilket vil sige, at strandvolden her, 660 m fra kysten, var fra 13–14 hundredetallet.

Da de nuværende strandvolde langs kysten opbygges til omkring 1/2 m over havniveau i dag, kunne der således ikke konstateres nogen målelig hævning i de sidste ca. 500 år. Man må heraf slutte, at den glacio-isostatiske hævning efter isens afsmeltning er afsluttet indenfor det nordlige Danmark.



Figur 3. Ved normal vandstand ved Jerup Strand træder barriere-øerne tydeligt frem med deres dække af sammenskyllede skaller, hvor hjertemuslingen dominerer blandt de større arter af bløddyr.

I skalmaterialet, som også blev gennemset inden dateringerne fandt sted, kunne der også konstateres tilstedeværelse af sandmuslingen *Mya arenaria*. For denne musling gælder det, at den ved Kvartærtidens begyndelse for ca. 2.5 mill. år siden uddøde i det europæiske område, men fortsat fandtes ud for Nordamerikas østkyst. Efter istidernes afslutning og frem gennem vor egen varmetid –Holocæn– er sandmuslingen aldrig fundet i Stenalderens mange Køkkenmøddinger eller i de talrige indsamlinger fra fortidens havaflejringer. Helt op i Jernalderen, til 800 efter Kristus, er der ikke fundet sandmuslinger i den tids kystnære bopladsers affaldsdynger. Først i historisk tid og i de nutidige have er sandmuslingen almindelig udbredt i det nordvestlige Europa. Sandmuslingen er nu så almindelig langt ind i Østersøen, at man inden for geologien også bruger betegnelsen *Mya*-havet.

Da sandmuslingen ikke ved egen kraft kan krydse Atlanterhavet – i givet fald ville spredningen så også være sket i den lange periode efter den sidste istid, eller i de tidligere mellemistider – har man antaget, at dens tilstedeværelse her i Nordvesteuropa skyldes, at den var indslæbt ved menneskets hjælp, *efter* at forbindelsen med Nordamerika var etableret. Her faldt det naturligt at antage, at sandmuslingen kunne være ført over Atlanten, da franskmændene i 1500-tallet koloniserede det østlige Nordamerika. Dette skete i århundredet efter, at Columbus kom til Amerika. Man har ligefrem benyttet forekomsten af sandmuslingen til at karakterisere de alleryngste aflejringer som 'post-Columbian-

Det har været en almindelig antagelse, at det nordlige Danmark stadig hæver sig efter at have været nedtrykket af isen for indtil for ca. 15.000 år siden. Da den smeltede bort, var der en kraftig hævning i de første årtusinder, hvorefter hævningen aftog jævnt hen mod vor tid. Det var derfor af stor interesse for Skagenprojektet at kunne fastslå, om denne hævning af jordoverfladen stadigvæk var af en størrelsesorden, der var målelig. For at undersøge det, måltes højden af yngre – op mod 1000 år gamle – stranddannelser for at se, om de var hævet i forhold til de nuværende stranddannelser langs samme kyst.

Figur 2. Ved Jerup Strand var der i januar 1993 en meget høj vandstand i forbindelse med et kraftigt stormvejr. Fra kystklitten ses mod vest ind over de ældre strandvoldsdannelser, der røber sig som svage rygge i terrænet. Helt ind til området for prøvetagningen, hvor en bil holder parkeret, viser vanddækningen, at området ikke er hævet.

Som et egnet område valgtes egnen ved Jerup, der ligger mellem Frederikshavn og Skagen ud mod Kattegat. De ældre såvel som de nuværende strandvolde indeholder store mængder af sammenskyllede muslinger og snegle liggende i overvejende rent sand. Da muslingers og snegles skaller kan aldersbestemmes ved hjælp af kulstof-14 metoden, kunne der sættes en cirka alder på det ældre kompleks, som i dag ligger inden for kysten og vestpå frem til landevejen mellem Frederikshavn og Skagen.

Der blev udtaget 3 skalprøver til kulstof-14 bestemmelse i området fra 500 til 600 meter fra kysten. Prøverne blev samlet i kote 0,50–0,55 meter over havniveau. Den prøve, der havde den højeste alder, var fra skaller af Hjertemus-

Nedre jurassiske lersten, der er truffet i boringer nær Skagen, er ganske enkelt så sammenpressede, at kun et ekstra sedimentdække i kilometerstørrelse ville kunne presse materialet så meget sammen. Det ved vi fra sammenligninger af lydens hastighed med målinger fra områder i Nordtyskland, der stadigvæk er dækket af tykke sedimentdækker.

Også andre kendsgerninger tyder på en markant hævning inden istiden. Planterester, der er fundet i dybe boringer i Jylland, er så langt på vej mod at blive til kul, at de må have været begravet på en større dybde, hvor tryk og temperatur er højere. Ja, selve tilstedeværelsen af brunkul ved overfladen i Midtjylland er påfaldende. Her mangler der givetvis et dække på nogle hundrede meter, som har medvirket til at planteresterne kunne omdannes til brændbare brunkul. Selv det geologiske dybdeprofil for den jyske undergrund vidner om hævning mod nordøst efterfulgt af en afskæring af lagene før istiden.

Blandt de få synlige tegn på landhævningen er den begyndende stylolitdannelse i kalken på Stevns Klint. Stylolitter (se forsiden) er bugtede horisonter, hvor der er foregået opløsning som resultat af trykpåvirkning. Ida Lind (Danmarks Tekniske Højskole) har registreret stylolitter i uforstyrrede kalkaflejringer på Ontong Java Plateauet. Her optræder de første stylolit-dannelser i ca. 700 meters dybde, så kalken ved Stevns Klint har nok ikke altid ligget fremme i dagen.

Figur 4. Udsnit af Stevns Klint. Over det gennemgående flintlag i den hvide kalk findes gråkridtet, der har svage bankestrukturer. Det er i gråkridtet, der er fundet stylolitter, som vist på forsiden. Foto: Eckart Håkansson.

ER VÆTTELYS LYS ? – en anmeldelse

Svaret på dette centrale spørgsmål kan man få i et hæfte, der hedder DANSKE FORSTENINGER, som er det tredie bind i en række af små hæfter, der "tilstræber at præsentere geologiske emner på en lettilgængelig måde" (citat fra omslaget). Et så veldædigt mål lyder jo lovende, og da serien er produceret af Danmarks Geologiske Undersøgelse (DGU), må læseren trygt kunne forvente en både sober, oplysende og forståelig publikation. Beklageligvis må man konstatere, at DGU er meget langt fra målet med dette nummer i rækken.

Umiddelbart, når man får hæftet i hånden første gang, bliver man imponeret over illustrationerne, hæftet rummer nogle af de flotteste fotografier af fossiler, jeg mindes at have set. Ikke desto mindre vil illustrationerne uvægerligt kreere formidlingsmæssige problemer hos seriens målgruppe. Stedvis manglende mulighed for at få indtryk af de faktiske størrelsesforhold, samt en total u-geologisk sammenblanding af ammoniter og graptoliter hører måske til i småtingsafdelingen. Værre er det, at en del af de afbildede stykker ikke har deres oprindelse i Danmark – og for fleres vedkommende (f. eks. side 58 og 64) overhovedet ikke kan findes her! Hæftets titel taget i betragtning snyder man folk på denne måde.

Det virkelige problem er imidlertid teksten. Sproget er uantageligt – hyppigt forvrøvlet og/eller nedladende infantilt. Særprægede nyskabelser som 'kødnåle' (for svampespikler) slipper vi heller ikke for, men det værste er, at der står så meget sludder. Man kvier sig næsten ved at fremdrage eksempler, så lad mig nøjes med at udløse spændingen fra overskriften med følgende smagsprøve fra side 37: *"De (Vættelysene) har altså intet med et lys at gøre og kan ikke brænde."*

Nu er ovenstående udsagn jo ikke *faktuelt* forkert – men det er der såmænd andre oplysninger i hæftet, der er! For eksempel er *kridttiden* og *tertiærtiden* byttet om på side 21, og i det stratigrafiske skema (side 62) kan man dels lære, at Prækambrium's undergrænse ligger ved 2600 millioner år, dels at Kridt/Tertiærgrænsen ligger ved 61 millioner år (medens Fakse-kalkens alder på side 12 angives til ca. 65 millioner år).

Alt i alt – sjusk, sludder og flotte billeder. Hvis læseren ikke besidder en velfunderet viden på forhånd, er vedkommende totalt værgeløs, og så må hæftet betragtes som direkte skadeligt. Jeg skal derfor anbefale DGU så hurtigt som muligt, at udsende en anstændig ny udgave af dette hæfte. Det skylder man læserne – og sig selv.

Interesserede læsere kan ved henvendelse til anmelderen få en komplet oversigt over hans kritikpunkter – eller endnu bedre, læs hæftet selv og se, hvor mange I kan finde!

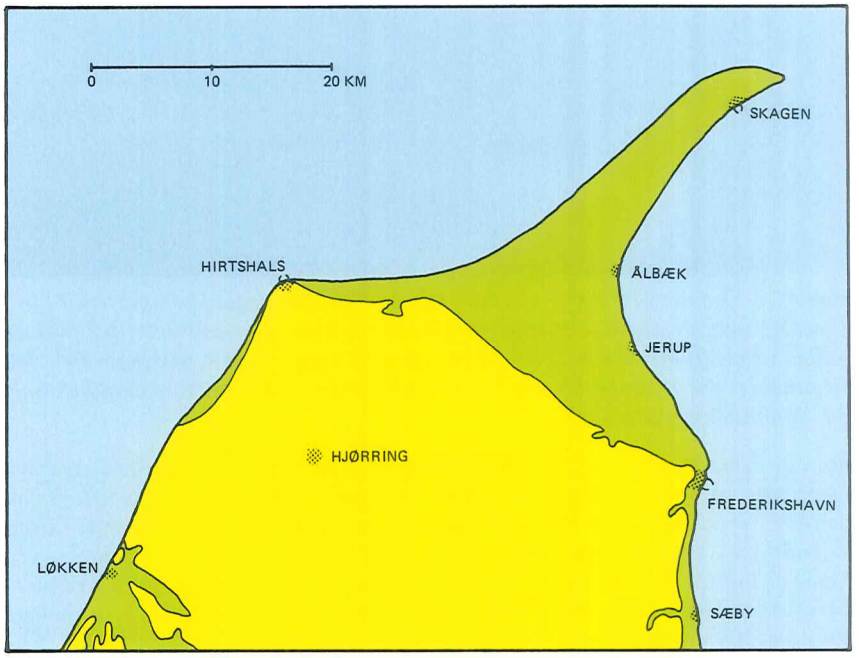
Eckart Håkansson

HVORDAN KOM DEN AMERIKANSKE SANDMUSLING TIL EUROPA, FØR COLUMBUS OPDAGEDE AMERIKA ?

af Kaj Strand Petersen

Det var et rent tilfælde, at det netop blev i **Columbus-året**, 1992, hvor man fejrede 500-året for Columbus' opdagelse af Amerika, at danske geologer og fysikere kunne vise, at der havde været en tidligere forbindelse mellem Nordamerika og Europa. Hvorledes dette skete, skal der her gøres rede for.

Sidste års arbejde ved Skagens Odde havde i en vis grad påkaldt sig offentlighedens interesse, da man her blandt andet arbejdede med spørgsmålet: Hvorfor synker Skagen? (se Varv 1992-2).



Figur 1. Oversigtskort over det nordlige Vendsyssel. Gult angiver glaciale- og senglaciale aflejringer, grønt er områder med postglaciale aflejringer. Den omtalte lokalitet, Jerup Strand, ligger ca. 1 km nord for Jerup.