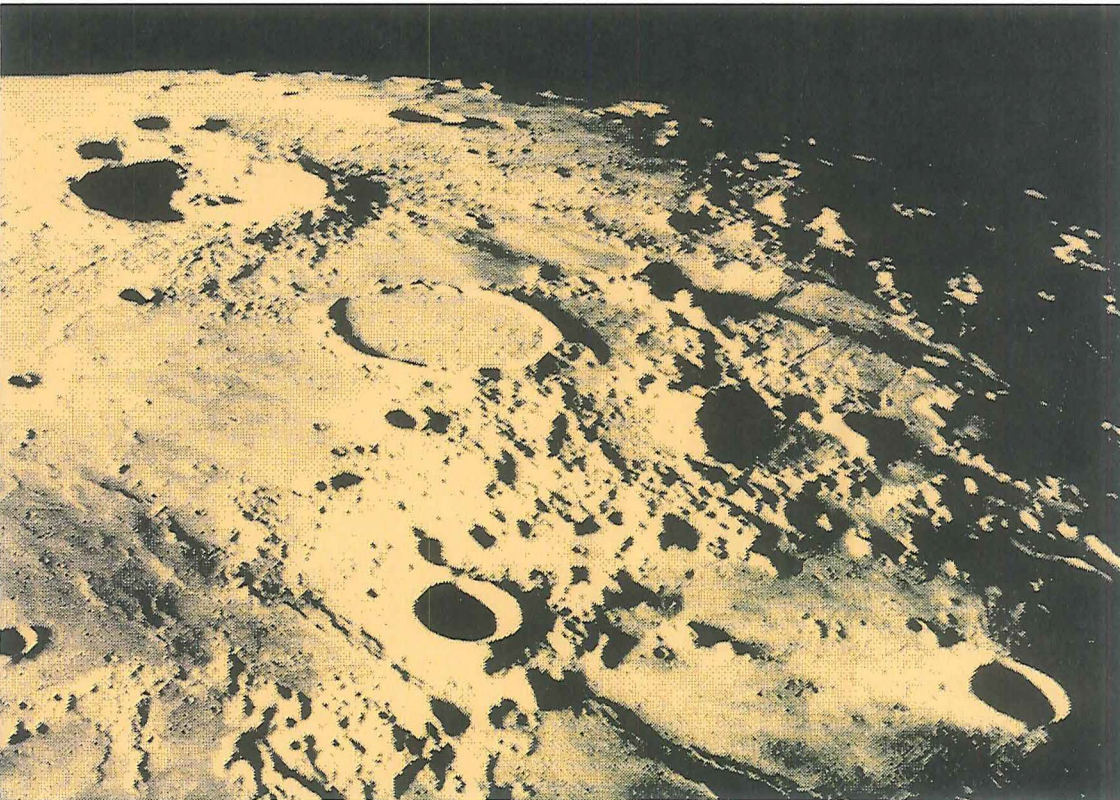


VARV

NR 4

BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER

1993



FORSIDEBILLEDET VISER ET UDSNIT AF MÅNENS OVERFLADE. ER JORDENS OVERFLADE ARRET LIGESOM MÅNENS? VARV SER PÅ SPØRGSMALET.

VARV BRINGER ENDVIDERE ARTIKLER OM SØPINDSVIN, OM PRÆKAMBRISKE MØLLESTEN FRA VÄTTERN OG OM DEN 100'ÅRIGE DYBE BORING PÅ GRØNDALS ENGEN.

ENDELIG LIDT OM EN ANDEN 100 ÅRS JUBILAR: DANSK GEOLOGISK FORENING

ISSN 0105-6301

1993-12-10

Forside billede: NASA

Forfattere til artikler i dette nummer kan kontaktes på følgende adresser:

Erik Kristiansen, Geologisk Museum's Bibliotek, Øster Voldgade 10,
1350-København K

Ulla Asgard, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350-København K

Nick Svendsen, Åvej 7, 3500-Værløse

Robert Lilljequist, Svenska Miljö- och Mineral, Artillerigatan 32, S-752 37
Uppsala

Michael Larsen, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350-København K

VARV ønsker sine læsere en glædelig Jul og et godt Nytår.

-----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 (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

Lay-out: Bjørn Hageskov og Svend Pedersen

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 1994.
Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88
80, eller 85 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 85 NOK
til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

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

PRÆKAMBRISKE MØLLESTEN

-Visingögruppens sandsten

Michael Larsen

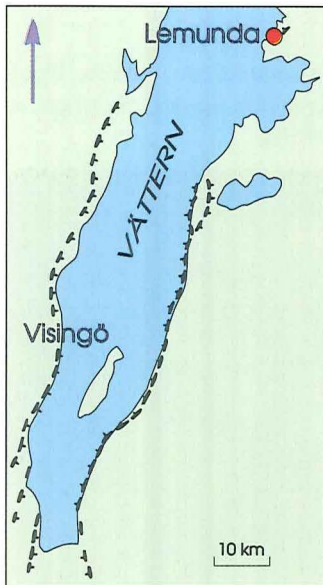
Gemt i skovbrynet ved bredden af Sveriges næststørste sø, Vättern, ligger talrige små stenbrud. Stenbruddene er nu overvoksede og den eftertragtede bjergart knap synlig, men en gang var det anderledes.



Figur 1. Stenbrud i skoven ved Vätterns bred, i forgrunden ses de mægtige møllesten som dannede grundlaget for industriproduktionen i området.

Driftige forretningsmænd indledte i begyndelsen af det 19. århundrede en produktion af møllesten ved Lemunda i Vätterns nordlige del (figur 1). Efter en periode med varierende afsætning vandt produkterne indpas og salget forøgedes i takt med introduktion af nye emner. Herman Hedström beskriver i 1908 (SGU Serie C, nr 209) produktionen i området, som på daværende tidspunkt skete ved to konkurrerende virksomheder - Lemingstorp Sandstensbrott og Aktiebolaget Lemunda Sandstensbrott. Aktiebolaget Lemunda Sandstensbrott var førende med omkring 70 ansatte og fremstillede ikke blot møllesten, men også defibreringssten til træindustrien, slibesten til jern og stål, bygnings- og facadesten, støbesand samt sand til glasindustrien.

De store møllesten blev hugget ud ved håndkraft i de mange små stenbrud langs kysten. Stenbruddenes placering blot nogle få meter fra søen var ideel for transporten af de store og tunge produkter, som om sommeren kunne ske på flåder og om vinteren, når kulden satte ind, over isen på slæder. Stenbruddets produkter var kendt viden om og kunne efter udskibning fra et af



firmaets to kajanlæg ved søen sejles direkte til aftagerlandene, et faktum som var med til at holde prisen på et konkurrencedygtigt leje. Sejladsen skete via Göta-kanalen, som mod vest forbinder Vättern med Kattegat og mod øst med Østersøen. De vigtigste eksportmarkeder lå i Norge, Finland, Rusland og Danmark.

Efter en storhedsperiode, som bl.a. resulterede i, at firmaets produkter blev prisbelønnet ved industriudstillingen i Norrköping i 1906, faldt omsætningen, og de store møllesten blev tilsidst udkonkurreret af industrifremstillede carborundumsten. Produktionen ophørte helt i slutningen af 1950'erne, og tilbage blev kun fremstilling af sand til støberier og glasindustri.

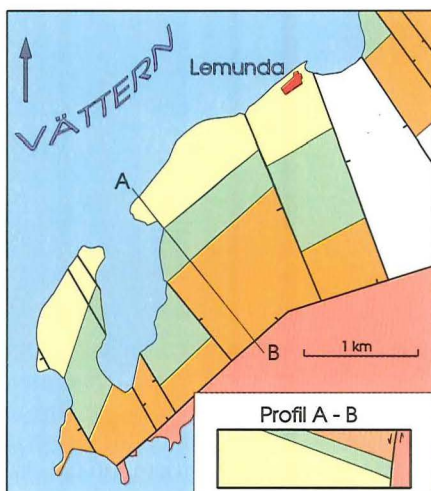
Figur 2. Oversigtskort over Vätternområdet i Sverige.

Geologisk Baggrund

Bjergarten som dannede grundlaget for industrien er en cementeret hvidgul kvartssandsten (kvartsit) tilhørende den prækambriske Visingögruppe. Visingögruppens sedimenter findes kun blottede i området omkring Vättern, hvor de er bevaret i en serie af nedforkastede blokke. Forkastningerne afgrænser Vättern og har udviklet et system af nedforkastede blokke langs søens østlige del, samt en serie af mindre forkastninger langs søens vestlige bred. At søen er beliggende i et forkastningsbetinget bassin, ses tydeligt ved en køretur langs bredden fra Jönköping til Omberg, hvor stejle forkastningsvægge rejser sig op til 70 meter over søen. Nedenfor de stejle vægge ligger Visingögruppens sedimenter som et smalt ofte fladt forland mod søen. Nord for Omberg er forkastningssystemet ikke længere til at se som et markant landskabs-element, men det er stadig styrende for Visingögruppens udbredelse.

På det forenkledede geologiske kort over Lemundaområdet (figur 3) ses, hvordan Visingögruppens sedimente er bevaret i et system af nedforkastede og kippede blokke. Sedimenterne begrænses mod øst af en normalforkastning op mod det krystalline grundfjeld. De enkelte blokke er kippede i forskellig grad, og området er desuden gennemsat af øst-vest forløbende småforkastninger. Som følge af forkastningsblokkenes orientering ses et snit gennem Visingögruppens stratigrafi, hvis man bevæger sig fra søbredden og mod øst. De stratigrafisk ældste aflejringer er den rene kvartssandsten, som anvendes i industrien. Sandstenen overlejres af en lagserie med vekslende lag af finkornede skifre, siltsten og sandsten. Konglomerater findes i en smal zone ind til selve forkastningen og er sandsynligvis dannet i forbindelse med tektoniske bevægelser. Visingögruppens øverste stratigrafiske enhed, der består af sorte skifre, er ikke blottet i Vätterns nordlige del.

Figur 3. Forenklet geologisk kort over Lemundaområdet. Visingögruppens sedimente er bevaret i en serie af nedforkastede og kippede blokke afgrænset mod øst af det krystalline grundfjeld (rødt). Med gult er vist kvartssandstenen, som anvendes ved produktion af møllesten. Sandstenen er overlejret af skifer og sandsten (grøn) og konglomerater (brun). Kortet og det geologiske tværsnit er modificeret fra SGU serie Af, 120.



De nu forladte og delvist overvoksede stenbrud giver kun få geologiske oplysninger fra sig ud over sedimenttyper og kornstørrelser, men heldigvis er indvindingen af sandstenen fortsat i et enkelt stenbrud. Stenbruddet er beliggende umiddelbart vest for Lemunda by ved en lille vig, hvor også et af de gamle udskibningsanlæg findes. De gamle brydningsmetoder er afløst af sprængstoffer, kraftige maskiner og moderne sorteringsanlæg, og produktionen er baseret på brydning af sand til glasindustri. Men i en lille afdeling af stenbruddet, hvor kvaliteten af sandstenen er særlig god, skæres den ud for anvendelse som facade- og bygningssten.

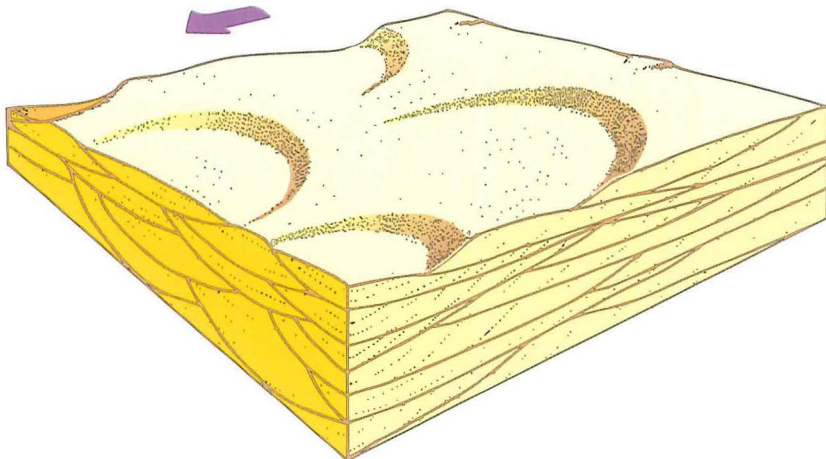
Kvartssandstenen er her velsorteret uden væsentligt indhold af feldspat eller ler og tillige hårdt cementeret. Set på afstand giver de plane savflader ingen sedimentologiske oplysninger, men går man tæt på, træder de sedimentære strukturer frem. I figur 4 er strukturerne trukket op med kridt direkte på savfladen, hvilket var nødvendigt for at kunne fotografere et passende udsnit af profilet. Strukturerne i sandstenen er dannet i forbindelse med aflejringen og afspejler de processer og miljøforhold, som herskede, da sandet blev aflejret for over 700 millioner år siden.



Figur 4. Profilvæg i Lemunda Sandstensbrott. De sedimentære strukturer er trukket op med kridt direkte på den plane savflade. Strukturerne er domineret af storskala trugkrydslejring. I profilvæggens venstre del ses en markant erosiv flade som afskærer de underliggende strukturer. Flere steder i profilvæggen ses vandundvigelsesstrukturer, tydeligst i væggens nedre højre hjørne. Se også figur 6. Foto N. Norgaard-Pedersen.

Den dominerende struktur er trugkrydslejring hvis karakteristiske konkave undergrænse og skrå forsæt dannes i strømmende vand ved migration af megaribber eller små banker (figur 5). De enkelte trug afskæres af de overliggende, og kun en lille del af den enkelte megaribbe bevares. Ændringer i de strømningsmæssige forhold kan skabe dybe erosionsskår, som det ses i figur 4's venstre del, hvor erosionen skærer mere end en meter ned i de underliggende sedimenter. Ud fra trugenes og de skrå forsæts orientering

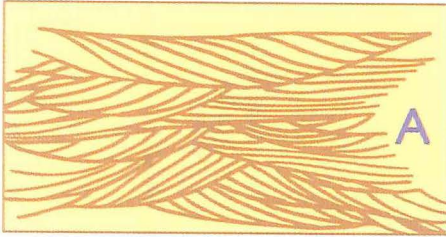
kan man aflæse strømningens retning på det tidspunkt, hvor sandet blev aflejret. I Lemundaområdet viser sedimentstrukturene en tydelig nordøstlig strømningens retning.



Figur 5. Skematisk model for dannelse af trugkrydslejring. Den karakteristiske konkave undergrænse dannes ved erosion i trugket foran de migrerende megaribber. De skrå forsæt dannes ved episodisk nedskridning af materiale på megaribbens stejle læside. Ved nedskridningen sker en sortering af materialet, hvilket gør hvert enkelt nedskrid synligt. De aflejringer, som dannes af den enkelte megaribbe, bliver udsat for erosion af den efterfølgende megaribbe. Hvis der er tilstrækkeligt materiale til rådighed, eller hvis strømhastigheden aftager, kan dele af megaribberne blive bevaret som trugkrydslejring. Ved mangel på materiale eller ved en stigning i strømhastigheden sker erosion, og tidligere dannede trugkrydslejringer kan blive fjernet.

Penekontemporære deformationsstrukturer, dvs. deformation af sedimentstrukturer dannet samtidigt eller kort tid efter aflejring, ses hyppigt i Visingsögruppens sandsten som puder eller sojleformede områder med massivt sand eller sandområder, hvor den oprindelige krydslejring er foldet (figur 6). At deformationerne er sket i tilknytning til aflejringen kan bl.a. ses af, at toppen af deformationstrukturerne i mange tilfælde mangler, som følge af erosion fra de overlejrende megaribber. De deformationstrukturer, som ses i profilvæggen i Lemunda, er dannet som følge af undvigelse af porevand fra sedimentet.

Figur 6. Dannelse af penekontemporære deformationstrukturer.



A. I forbindelse med aflejringen af det trugkrydslejlrede sand fanges der vand i porerne mellem de enkelte sandkorn. Hvis sandet er meget velsorteret (enskornet), eller hvis aflejringen sker hurtigt, kan der fanges en forholdsvis stor mængde vand. Porevandttrykket stiger under vægten af det overliggende sand eller som følge af periodiske trykbølger f.eks. seismiske bølger fra jordskælv.



B. Porevandttrykket har nået et niveau, hvor sedimentets pakning bliver ustabil, og de enkelte sandkorn flyder i porevæsken (liquifisering). Sedimentstrukturene foldes eller udviskes under porevandets undvigelse til overfladen. På sedimentoverfladen kan der dannes sandvulkaner.



40 cm

C. Erosion og fornyet aflejring har fjernet toppen af strukturen. Tilbage er en zone af massivt sand samt områder med foldede og deformerede krydslejringer. Den afbildede deformationsstruktur kan ses i nederste venstre hjørne i figur 4.

Ved en sedimentologisk beskrivelse af strukturerne og tolkning af aflejningsprocesserne, ikke blot for den viste profilvæg, men fra profiler i hele området, kan der skabes et grundlag for en tolkning af aflejningsmiljøet.

Sandstenen tolkes aflejret i en udstrakt flodslette med et system af flettede floder, som ustandseligt skifter placering (om flettede floder se Varv 1987-4). Det flettede flodsystem med hurtigt skiftende flodløb var almindeligt i Prækambrium, hvor der ikke fandtes vegetation på land, som kunne stabilisere flodens bredder og holde sedimentet tilbage.

Vil man se mere til resultatet af de flettede floders skiften i Sveriges Prækambrium kan man besøge de mange nedlagte stenbrud ved Vätterns bred eller slå et smut forbi Johannes kyrkan i Stockholm, hvortil en del af Aktiebolaget Lemunda Sandstensbrots produktion er afsat.



Figur 7. En blæsende dag ved Vättern. Visingögruppens sandsten findes i de lave klipper direkte ved søens bred.

GRØNDALSBORINGEN - en rekord fra århundredeskiftet

Nick Svendsen

I den sydlige ende af Grøndalsparken på Frederiksberg finder man et 30 cm bredt stålror, der rager ca. 30 cm op af grønsværen (figur 1). Stålrøret har en 'kapsel' boltet fast på toppen. Tidligere sad der blot et metaldæksel, som kunne løftes. Nede i røret kunne man kun se grundvandsspejlet.

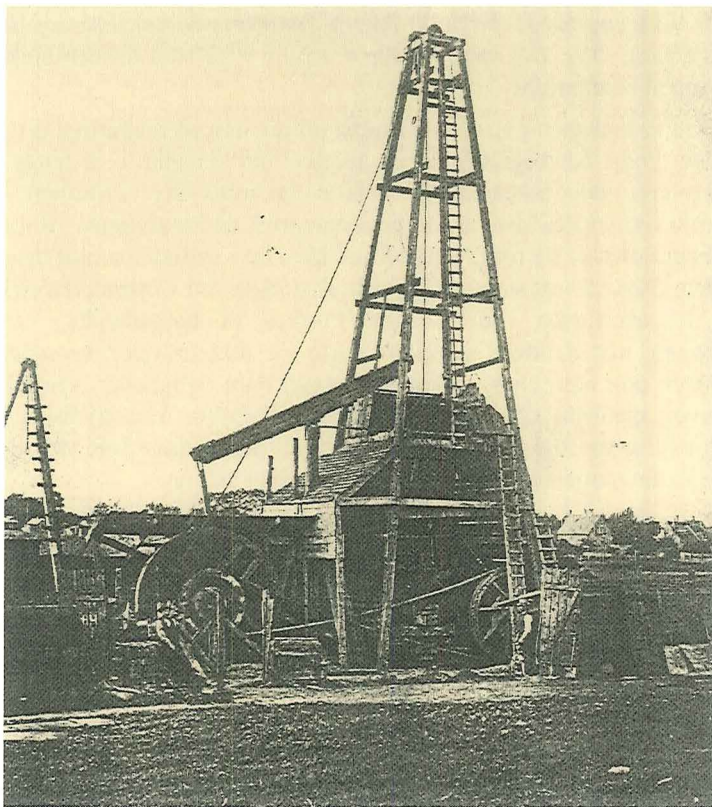
Røret ser ikke ud af meget, men dækker over en interessant historie, der har relationer til geologiens historie i Danmark.

Det skal allerede nu afsløres, at stålrøret er toppen af forerøret fra en boring, som blev udført fra 1893 til 1907. Det er således i år 100 år siden arbejdet begyndte. Da det var afsluttet, var det således datidens dybeste boring på ialt 860,6 meter.



Figur 1. Forerøret på Grøndalsboringen anno 1988.

I slutningen af forrige århundrede steg befolkningstallet kraftigt i København. Det krævede flere boliger og dermed også en øget tilførsel af vand. Der blev derfor også boret efter vand. I efteråret 1893 udførte Frederiksberg Kommune således en vandboring på Grøndals Engen (figur 2). Det var een blandt mange boringer. Resultatet af prøvepumpningerne var ikke overvældende. På det tidspunkt var man nået ned i skrivekridtet.



Figur 2. Boretårnet på Grøndals Engen

Inden kommunen standsede boringen tilbød ejeren af borefirmaet, ingeniør Knudsen, på fordelagtige betingelser at fortsætte borearbejdet med henblik på at gennembore skrivekridtet for at undersøge vandressourcerne. Kommunen afslog tilbuddet, men ingeniør Knudsen henvendte sig da til N.V.Ussing, der var docent i geologi ved Københavns Universitet. N.V.Ussing var begejstret for ideen og ansøgte straks Carlsberg Fonden om 12000 kr til

foretagendet. Pengene blev bevilget og boringen fortsatte. Ved udførelsen af boringen anvendtes tovborring (se nedenfor). Dette er en udmærket boreteknik i bløde bjergarter, men i hård kalk med flintlag, som her anbores, er den ikke særlig anvendelig. Det tog derfor 14 år før man nåede slutdybden på 2742 fod (= 860,6 meter). Der var dog en afbrydelse på 3 år fra 1897 til 1899, hvor man fik lavet stålforeror, som siden blev sat ned i hullet. Boringen blev meget dyrere end først estimeret, ialt 145590,64 kr i datidens penge. N.V.Ussing nåede desværre ikke at bearbejde de opnåede resultater, idet han døde i 1911. Det var J.P.J.Ravn, som i 1912 stod for den endelige publicering af resultaterne.

Som nævnt er boringen i Grøndals Engen udført som en tovborring, d.v.s. at borehullets bund bearbejdes med en mejsel, der hænger i et langt tov. Mejslen roteres under borearbejdet, hvorved borehullet bliver cirkulært. Med mellemrum fjernes det løshuggede materiale med en 'sandpumpe', d.v.s. en lang cylinder med et stempel, som kan trækkes op i cylinderen, når den står på bunden. Derved suges det løshuggede materiale ind i cylinderen og kan bringes til overfladen. Tovene, der brugtes til borearbejdet, var af manillahamp, idet datidens stål kabler viste sig ikke at være anvendelige. Tovene blev dog også slidt og knækkede ved flere lejligheder, specielt da man borede igennem den flintrige del af kalken fra Maastrichtien. Det betød, at man måtte 'fiske' efter de tabte dele, før man kunne bore videre. I et tilfælde tog det næsten et år at fiske en genstand af stål op.

Da man var nået ned i 300 meters dybde gik borearbejdet meget langsomt, og man besluttede sig til at sætte foreror. De blev bestilt fra et værksted i Odense. Det tog tre år at få rørene fremstillet og sat ned. Man prøvede også undervejs en primitiv metode til at afgøre, om boringen afveg fra lodret. Det lykkedes ikke, men man havde dog indikationer på, at boringen i 152 meters dybde var afbøjet.

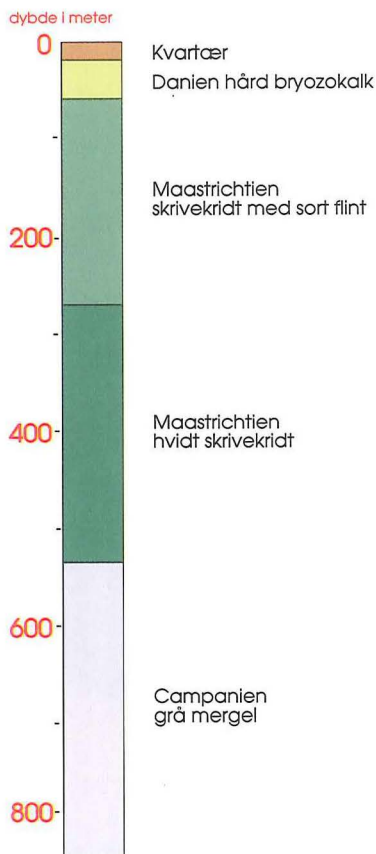
Tovborringsteknikken var fuldt udviklet i forrige århundrede og blev brugt mange steder. Boremesteren på boretårnet havde således sin erfaring fra Rusland. Den mere moderne rotationsboringsteknik, som er mest benyttet i dag, var opfundet og allerede i brug i Tyskland. Men på grund af omstændighederne - man var jo startet med den gamle metode - kom den nye metode ikke i brug.

Borehulsmålinger, som f.eks. måling af naturlig radioaktivitet (GR log) eller resistivitmålinger, kendtes ikke dengang. Den eneste type måling, som derfor blev udført, var måling af temperaturen. Den blev udført med et 'maximumstermometer', og den geotermiske gradient (d.v.s. temperaturstigningen pr. 100 meter) blev målt til 2,15 °C.

De optagne boreprøver blev naturligvis beskrevet og analyseret. Fossilindholdet blev bestemt, og på trods af, at materialet var meget fragmentarisk, kunne alderen på de gennemborede bjergarter bestemmes (se figur 3). Således var kalken i bunden af boringen af Campanien alder. Senere undersøgelser har bekræftet dette resultat.

Det var naturligvis en skuffelse, at Skrivekridtet ikke blev gennemboret, men de videnskabelige resultater, der blev opnået, var dog interessante nok i datiden. Boringen er stadig den dybeste i Københavnsområdet, man skal til Nord- eller Sydsjælland for at finde en dybere boring, og kalken er stadig ikke gennemboret i København. Først 30 år efter blev der udført en dybere boring i Danmark. Det var på et tidspunkt, hvor man var begyndt at udforske undergrundens indhold af salt og olie. Grøndalsboringen har dog stadig en rekord, idet den er 'den længstvarende boring i Danmark'.

Som nævnt ligger boringen der stadig. Frederiksberg Kommune undersøgte hullet for nogle få år siden. Et lod blev sænket ned. Det viste sig da, at hullet kun er åbent til 125 meters dybde. Hvad, det er, der spærrer den videre adgang, blev ikke undersøgt.



Figur 3.

Litteratur:

Bonnesen, E.P., Bøgild, O.B. og Ravn, J.P.J.: Carlsbergfondets Dybdeboring i Grøndals Eng ved København 1894 - 1907 og dens videnskabelige Resultater. København 1913.

Danmarks Natur bind 1

Dansk Geologisk Forening (DGF)

1893-1993: Personer og begivenheder i to billeder

Erik Kristiansen



Billede nr 1:

Deltagerne i DGF-ekskursion til SØ-Skåne, pinsen 1895 (Tomelilla d. 4/6): Stående i bageste række fra venstre: A. Schmidt, W. Schibbye, A. Hertz, H. Pjeturs(son), J.P.J. Ravn, O.B. Bøggild, P. Krarup. Siddende/knælende i forreste række fra venstre: C.E. Aagaard, K.J.V. Steenstrup, N.V. Ussing, K.A. Grönwall, A. Clement, V. Madsen.

Et karakteristisk udsnit af den unge forenings ca 75 medlemmer på den dengang årlige pinseekskursion, 6 professionelle geologer og 6 amatører. Ekskursionslederen K.A. Grönwall (Lund) blev først medlem året efter, men var medlem af Lunds geologiska Fältklub (LGF), som DGF samarbejdede med,

og hvis stiftelse i 1892 havde været inspirerende for dannelsen af Dansk geologisk Forening d. 16/1 1893 på Cafe du Lac, Sotorvet i København. De første 20 år holdtes foredragsmøderne oftest på forskellige københavnske cafeer. Man afsluttede gerne med spisning. Derefter blev Mineralogisk (Geologisk) Museum hovedmødestedet.

Personerne på billedet repræsenterer hver for sig og i kombination vigtige begivenheder i DGF's første 50 år. Statsgeolog ved DGU K.J.V. Steenstrup og geolog V. Madsen (senere direktør ved DGU) var DGF's første formænd. Samtidig er de de geologer, der har siddet som formænd i flest perioder, henholdsvis 1893-98, 1900-1901, 1902-1903, 1905-1906 og 1898-99, 1901-02, 1903-04, 1914-15, 1926-28, 1935-37.

K.J.V. Steenstrup og V. Madsen skrev endvidere Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening nr. 1: K.J.V. Steenstrup, 1894: Om Klitternes Vandring (først publiceret af Videnskabernes Selskab) og nr. 2: V. Madsen, 1895: Istidens Foraminiferer i Danmark og Holsten (V.Madsen's doktordisputats). Som gamle blev de begge valgt til æresformænd, henholdsvis nr 2 (1906-1913) og nr 4 (1941-47) af hidtil 4. Lobbyvirksomhed udøvede de også med held. Med professor mineralogiæ N.V. Ussing, bestyrelsesmedlem i perioden 1893-96, som primus motor og utvivlsomt støttet af V. Madsen udvirkede DGF's bestyrelse statsstøtte til udgivelsen af Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening fra nr. 3 (1896) (finansåret 1896-97). Ovennævnte inviterede finansudvalget, lands- og folketingets formænd m.fl. til et møde om moseundersøgelser i Danmark (12/03-1896) for at bakke op om professor Warmings avisartikler om mosegeologiens betydning. N. Hartz blev faktisk pr 1/4 1896 ansat som mosegeolog ved DGU.

Man havde endvidere opnået privat støtte til nye aktiviteter. Allerede i 1895 gav De brochske Legater 100 kr til trykning og udsendelse af skemaer vedrørende jordskælvsagttagelser. Efter jordskælvet i 1904 udsendte man atter via pressen skemaer til almenheden.

Den islandske geolog Pjetursson, medstifter af DGF, publicerede sin doktordisputats i Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening nr. 2/11 (1905): 'Om Islands Geologi'. DGF har publiceret yderligere 5 doktordisputatser.

På initiativ af professor Warming og med baggrund i den tyske naturfredningspioner professor H. Conwentz's foredrag i København i 1905 ('Schutz der natürlichen Landschaft, ihrer Pflanzen- und Tierwelt, besonders in den skandinavischen Ländern') nedsatte DGF, Dansk Naturhistorisk Forening og Botanisk Forening Udvalget for Naturfredning med 9 medlemmer. De 3 DGF-medlemmer i udvalget blev fra starten A. Jessen, G. Sarauw og V. Hintze. Den sidste beskæftigede sig især ivrigt med Møns Klint.

I 1930'erne blev DGF ejer af den sprængningstruede erraticke blok 'Janum Kjøt' i Han Herred efter på opfordring at have rejst en fredningssag. A. Rosenkrantz og V. Nordmann (se billede 2) var de implicerede DGF-bestyrelsesmedlemmer. Også senere har DGF beskæftiget sig med naturfredning.

K.J.V. Steenstrup (K.J.V.S.'s geologiske Ekskursionslegat fra 1913) og A. Clement (Ingeniør A.C.'s Legat til Fremme af DGF's Virksomhed fra 1935) er de store legatstiftere i DGF-regi. A. Clement, formand for DGF 1916-17, 1918-19, 1920-21, og den første og hidtil eneste amatørgeolog på denne post, forestod det 1. Skandinaviske Geologmøde (Ekskursion 22-27/5 1918 i Nordjylland).

Professor O.B. Bøggild (N.V. Ussings efterfølger som professor mineralogiæ) og docent J.P.J. Ravn, der var ledende københavnske universitetsgeologer fra 1912 til 2. verdenskrig, åbnede definitivt Mineralogisk (Geologisk) Museum for DGF's moder. Bøggild var ofte DGF-bestyrelsesmedlem og udarbejdede den årlige danske geologiske litteraturliste. Ravn oprettede i 1920 Palæontologisk Klub, den første DGF fraktion, og ledede den meget dynamisk med mange foredragsholdere og møder næsten til sin død. Andre klubber er siden kommet til.

V. Madsen og O.B. Bøggild tilsluttede sig den stærkt kritiske anmeldelse af Lauge Kochs 'Geologie von Grönland' (1935) i Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening nr. 8 (1935) og ligeledes på en ekstraordinær generalforsamling i december 1935 resolutionsforslaget på grund af samme bog vendt mod Lauge Koch. Lauge Koch stævnedes underskriverne for injurier. En landsretsdøm i 1937 gik Lauge Koch imod. Højesterets dom i 1938 kendte resolutionsforslag og følgeskrivelse ubeføjede. V. Madsen og O.B. Bøggild havde igennem 1920'erne støttet Lauge Koch, der var DGF-formand 1925-26, og været med til at fejre ham i DGF for hans Grønlandsarbejde et par gange.

Billede nr. 2:

Billedet er fra en fest efter et foredrag af forhenværende statsgeolog V. Milthers (medlem siden 1893). Festen blev afholdt for denne dansk kvartærgeolog 'grand old man' på hans 90-årsdag 12/9 1955 i Mineralogisk (Geologisk) Museums kælder. V. Milthers sidder selv ved bordenden midtfor, omgivet af DGF's bestyrelse (statsgeolog S. Hansen, lektor E. Nielsen, K. Ellitsgaard Rasmussen (senere direktør for Grønlands Geologiske Undersøgelse),



K. Halkier (Mineralogisk Museum) samt familie (bl.a. statsgeolog K. Milthers yderst tv). Tidspunktet for fødselsdagen ligger midt mellem 2 vigtige internationale begivenheder i dansk geologis historie, og flere af de mange fremtrædende danske geologer, der ses på dette udsnit af deltagerne i festen, var med til gennemførelsen af begge: Det 5. nordiske Geologmøde i København maj 1951 og Den 21. session (Norden) af Den Internationale Geologkongres i København august 1960.

Det vellykkede nordiske møde i DGF-regi med åbning i Universitetets festsal, oversigtligt indledningsforedrag af DAPCO-direktor A. Gregersen og modtagelse på rådhuset samt ekskursioner før og efter, blev en afgørende øvelse for den meget store nordisk ledede internationale kongres, hvis protektor var Kong Frederik d. 9., og hvis præsident A. Noe-Nygaard og generalsekretær Th. Sorgenfrei meget symbolsk her sidder side om side (venstre side af midterbordet nr. 3 og 4 fra nedenunder). De var også aktive i 1951 sammen med K. Ellitsgaard-Rasmussen, K. Milthers, S. Hansen (alle ved bordenden), J. Rasmussen, E. Koch, H. Sørensen (alle ved højre side af venstre bord), J. Iversen, J. Troels-Smith (venstre side af midterbordet), H. Ødum, Chr. Poulsen, A. Rosenkrantz (højre side af midterbordet), K. Hansen (højre side af hovedbordet).

Under professor Tove Birkelunds formandsskab i 1969-71 (den første kvindelige formand var K. Callisen i 1934-35) blev Århus-sektionen med eget bestyrelsesmedlem og mødeprogram oprettet. DGF's publikationsvirksomhed blev opdelt mellem den engelsksprogede 'Bulletin' og det dansksprogede 'Årsskrift'. I Tove Birkelunds formandsperiode blev Steno-medaljen ligeledes indstiftet. A. Noe-Nygaard og K. Ellitsgaard-Rasmussen promoverede de 2 første modtagere, henholdsvis vulkanologen S. Thorarinsson, Island (1969) og J. Haller, U.S.A. (1974), kortlæggeren af Østgrønlands geologi. Den sidstnævnte ceremoni lignede en endelig bilæggelse af Lauge Kochsagen, som også prof. K. Jessen (midterbordets venstre side, nr. 2 fra oven), A. Noe-Nygaard, Chr. Poulsen og A. Rosenkrantz i sin tid havde været involveret i. Ved jubilæumssymposiet i november 1993 uddeltes Steno-medaljen for 6. gang og - med DGF's bestyrelse som indstiller - DGU's Danmarks Geologipris for første gang.

Kun nordiske geologer har været valgt som æresmedlemmer i DGF. F.eks. valgtes professor K.A. Grönwall (Lund), DGU-ansat 1898-1910, ved 50 års jubilæet i 1943. Første æresmedlem Th. Thoroddson, Island blev valgt på stiftelsesmødet i 1893, mens hidtil seneste, P. Eskola, Finland og P. Hansson, Island blev valgt ved 60 års jubilæet i 1953.

SØPINDSVIN DE REGULÆRE

Ulla Asgaard

Rækken Echinodermata (græsk: Pighude), hvortil klassen Echinoida (Søpindsvin) hører, har gennem deres mere end 600 millioner år lange eksistens været tilknyttet havet.

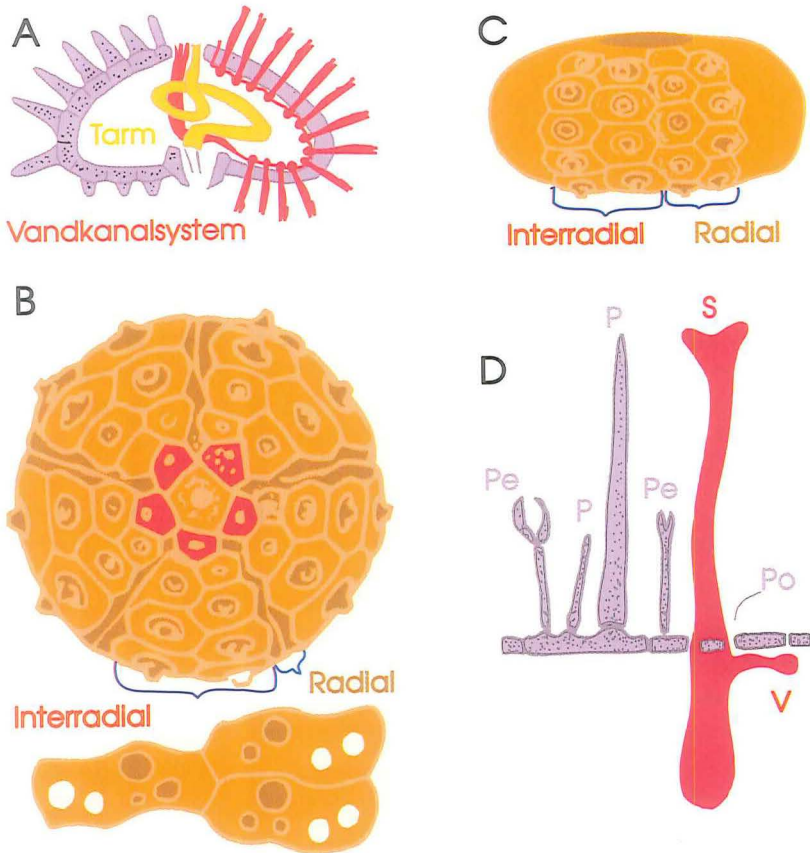
De karakterer, der adskiller pighude fra alle andre dyregrupper, er det enestående vandkanalsystem og skelettet, der ligesom vort er et indre skelet dannet af mesodermen (det mellemste hudlag), men i modsætning til vores består det af calcit (CaCO_3), hvor en del af calcium-ionerne (op til 40%) kan være udskiftet med magnesium. Hver enkelt plade i skelettet er een gitterformet calcitkrystal, hvor alle hulrum er opfyldt af levende cellevæv.

Vandkanalsystemet er også af mesodermal oprindelse, idet det er en del af krophulen og rummer krophulevæske, der kan beskrives som en fysiologisk saltopløsning hvori løse blodlegemer kan færdes. Systemet har forbindelse med det omgivende havvand gennem en pore eller en si-plade, hvorigennem vand kan optages eller udskilles, og ioner kan byttes. Hos de fleste pighude er vandkanalsystemet formet som 5 indvendige rør, der stråler ud fra en ringkanal omkring dyrets svælg. Rørene kan være forsynede med fingerformede udposninger (podier eller tentakler), der bryder gennem porer i skelettet og kan stå i både bevægelsens, fødeoptagelsens og åndedrættets tjeneste.

Nervesystemet følger i sin udbredelse vandkanalsystemet. Blodkarsystemet er ikke særlig veludviklet, og der er ikke noget hjerte. Der er ingen nyrer og ingen egentlige gæller, den tynde overhud tager sig af disse funktioner. Og mest iøjnefaldende - der er ikke noget hoved! Derfor er der hverken øjne eller hjerne hos disse ellers så avancerede dyr. Vandkanalsystemet må betragtes som et oprindeligt udvendigt tentakelapparat (lophophor) som hos brachiopoderne.

Navnet pighude hentyder til, at næsten alle former bærer bevægelige pigge, der i midten er forsynet med en skeletstav og udvendigt er beklædt med overhud. Man regner med, at pighude nedstammer fra en bilateralt symmetrisk, ormeformet lophophor-bærende dyregruppe, der i forbindelse med anlæg af det interne skelet foretog en kompliceret vridning. Dette resulterede i en snoning af tarmen og en indkrængning af lophoporen ledende til den karakteristiske 5-tals symmetri. Denne teori kan ikke støttes ved at studere

pighudes larveudvikling, idet de fritsvømmende larver ved en total metamorfose pludselig omdannes til en meget lille, men karakteristisk pighud.



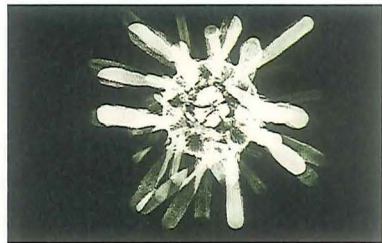
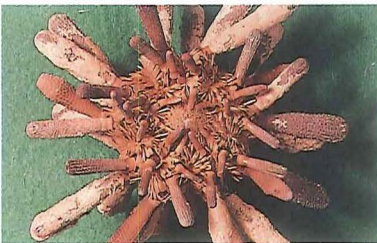
Figur 1. A: Snit gennem et regulært sopindsvin. B: Skallen af griffelsopindsvin (*Cidaris*). I midten ses topfeltet, hvor gattet er omgivet af 5 store genitalplader, der hver bærer en pore til frigørelse af kønsprodukter. Forneden 3 stærkt forstørrede radialplader. C: *Phymosoma*-skal fra skrivestik. Kun et radiale og et interradiale er angivet. D: snit gennem interradial- og radialplade. P = pig. Pe = pedicellarie, det er en omdannet pig, der ender i en slags knibtang. De bruges til at rense sopindsvinets overflade. Den største pedicellarie har giftkirtler og kan dræbe f. eks. muslinge- og kalkrørsorms-larver, der vil slå sig ned. Po = porer til podierne. S = sugefod (podie med sugepå på enden). V = radier vandkanal.

Til forskel fra søstjerner og slangestjerner har søpindsvinene ikke arme, men er lukket inde i en oftest helt stiv skal, så pigge og podier må sørge for dyrenes bevægelse (figur 1). De 10 pladerækker, der ligger over de 5 radialkanaler og bærer porer for podierne, kaldes radier eller ambulacra (ambulacrum: græsk = vandre omkring/spadseresti). De 10 pladerækker, der er fordelt mellem de 5 radier, kaldes interradier eller interambulacra.

Søpindsvinene kan deles i to grupper: 'Regulære' og 'Irregulære'. De regulære er de ældste, idet vi kender dem helt tilbage fra tidsperioden Ordovicium. De regulære er tydeligt radiært symmetriske med gattet midt i topfeltet. Lige modsat - på undersiden - findes munden med et kæbeapparat med 5 tænder, der med 45 plader og mange flere muskler er bundet til skallen og kan foretage komplicerede plukkebevægelser som en slags femtandet pincet eller fungere som mejsel (figur 2 og 3). Kæbeapparatet betegnes 'Aristoteles-lygte' efter den græske naturforsker og filosof, der var den første til at beskrive den.

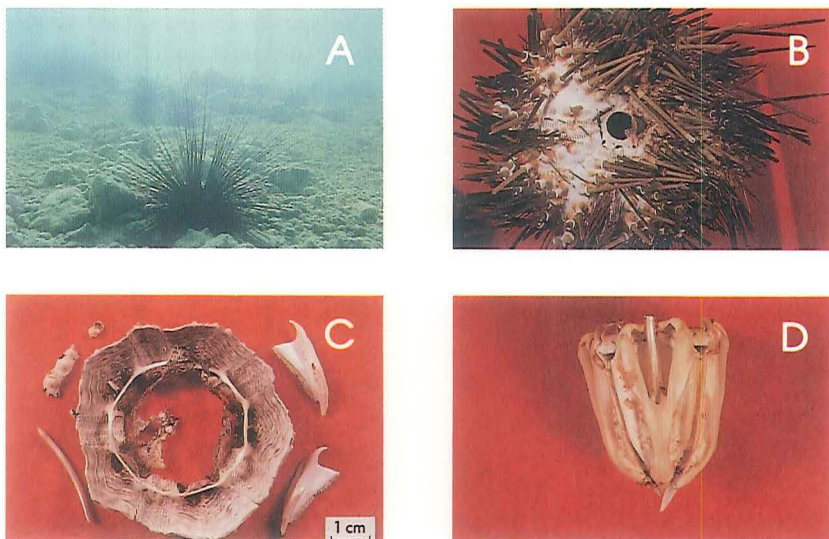
De regulære søpindsvin 'græsser' på underlaget. De er hovedsageligt vegetarer, men de går ikke af vejen for kød i form af bryozoa, kalkrørsorm og andre fastsiddende smådyr med og uden skal. De rasper også skal- og kalkstenoverflader, der er gennemboret af alger eller svampe (figur 4).

De tidligste former så meget forskellige ud fra dem vi kender i dag, idet pladerne i skallen var taglagte, så dyrene faktisk var bøjelige. Desuden var der mange rækker plader i skallen og ikke kun 20, som de nulevende har. Op gennem Jordens oldtid var der en tendens til reduktion i antallet af pladerækker. Den gruppe, der først nåede frem til 20 rækker, var griffelsøpindsvinene (cidaroiderne) i Karbon tiden. Denne primitive gruppe har ikke forandret sig væsentligt siden og kan her tages som et eksempel på opbygningen af regulære former (figur 1 og 2).



Figur 2. Recent griffelsøpindsvin. Fotografi og radiografi af det samme individ. Læg mærke til, hvor meget Aristoteles-lygten fylder i forhold til skallens størrelse. Foto: J. Aagaard og R. Bromley.

I Perm tiden uddøde de sidste bøjelige former med mange pladerækker. Fra Trias tiden kender vi kun faste former, hvor pladerne er vokset ind i hinanden efter et system af talrige mikroskopiske tryklåse. Cidaroiderne med deres få, store plader i interraderne og deres utallige små radialplader (en for hver sugefod) går let i stykker midt i radierne efter dyrets død, topfeltpladerne og aristoteles-lygten falder ud. I skrivekridt og danienkalk er det ikke ualmindeligt at finde cidaroiderne som løse pigge og femtedelsskaller.



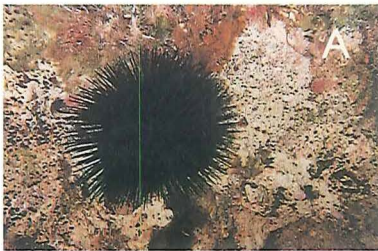
Figur 3. *A: Diadema antillarum* på 2 m's dybde ved Bermuda er farlig at træde på, idet de lange, hule pigge trænger dybt ind og knækker af. De er forsynet med kirtler, der udskiller et stof, der er meget smertegivende i timevis! *B: død eksempel, der er ved at opbrydes i enkeltplader. C: processen er gået videre. Nederst til venstre ses en tand - øverst til venstre en interradiel- og en radialplade - til højre to pyramider (støtteplader til en tand). D: Aristoteles-lygte (x 1/2). Foto: R. Bromley og J. Aagaard.*

Udviklingstendensen hos resten af de regulære går gennem Jordens Middelalder imod en forøgelse af pigbeklædningen og antallet af podier samtidig med at pladerne bindes hårdere sammen. Desuden bliver Aristoteles-lygten bygget mere åbent og let, samtidig med at tænderne bliver hårdere. Udviklingen går i 2 retninger:

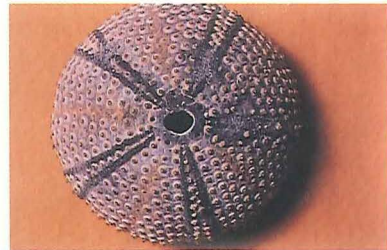
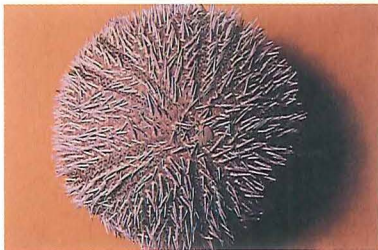
A) Interradierne har store plader bærende een stor primærpig på midten. I radierne smeltes plader sammen således, at mange podier kommer ud igennem den enkelte plade, og der desuden er plads til en stor central pri-

mærpig. Radierne bliver på denne måde lige så brede som interradierne, der bliver mange store ens pigge. De få, store radialplader er mere brudstærke end mange små samtidig med, at det store antal podier bevares. Et typisk eksempel på denne udvikling er *Phymosoma* (figur 1). Denne slægt optræder med flere arter i vort skrivekridt, hvor også de lange primærpigge er let genkendelige, fordi de har et ovalt tværsnit. *Phymosoma*-former er sjældne i dag og er kun kendt fra blød bund på dybt vand.

B) Den anden udviklingstendens går i retning af, at have lave brede interradieplader forsynet med en række ens pigge og smelte mindst 3 radialplader sammen. Den mest primitive type af disse er den tropiske lavtvandsform *Diadema* (figur 3) med lange, hule pigge. Rester af *Diadema* i form af løse plader, dele af Aristoteles-lygter og brudstykker af pigge er ikke ualmindelige i slemmeprøver af skrivekridt. De mere avancerede former har korte pigge og kan derfor bevæge sig ugenert gennem en vegetation af alger og havgræs (figur 4 og 5).

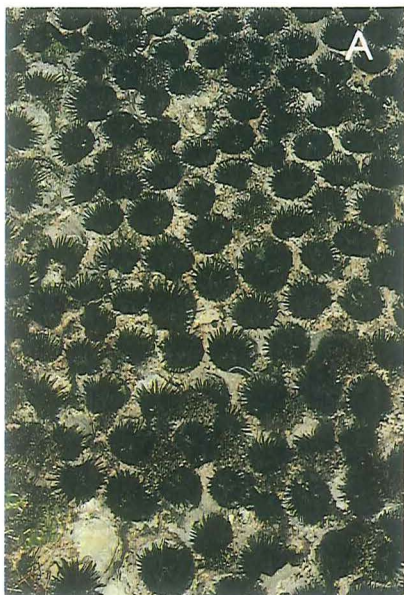


Figur 4. A: søpindsvin græssende på borende organismer i kalksten (dyrets diameter er ca. 12 cm). B: gnavespor på røde kalkalger (billedet er 20 cm bredt). Foto: R. Bromley.



Figur 5. Recent regulært søpindsvin fra Middelhavet med og uden pigge. Det er en avanceret form med tæt, kort pigbeklædning. Foto: J. Aagaard.

I Tertiær tiden udvikledes søpindsvin, der kan bore sig vej ned i kalksten og endog granit ved at bruge Aristoteles-lygten som mejsel og dernæst som pincet til selektiv fjernelse af korn. Nedboringen er først og fremmest til beskyttelse i et barsk tidevandsmiljø; men nogle former har specialiseret sig videre til at blive "gartnere" eller filtratorer (figur 6).



Figur 6. Et par meget specialiserede, borende søpindsvin. Begge fra Sri Lanka. A: en 'gartner med drivhus' i cementeret sandsten på tidevandsflade. Hvert individ har med Aristoteles-lygten mejslet en halvkugleformet grube i stenen og tilbringer dagen med at afgræsse 'drivhuset' for ny algevækst (dyrenes diameter ca. 13 cm). B: en art der mejsler dybe huller i døde koraller på toppen af revfronten. De forlader aldrig boringen; men ved hvert begyndende højvande sidder de i munden og spreder de tynde, stærkt slimede pigge ud og fanger plankton og ophvirvlet organisk materiale, som dernæst 'slikkes' af med podierne og anbringes i munden (x 1/2). Foto: R. Bromley.

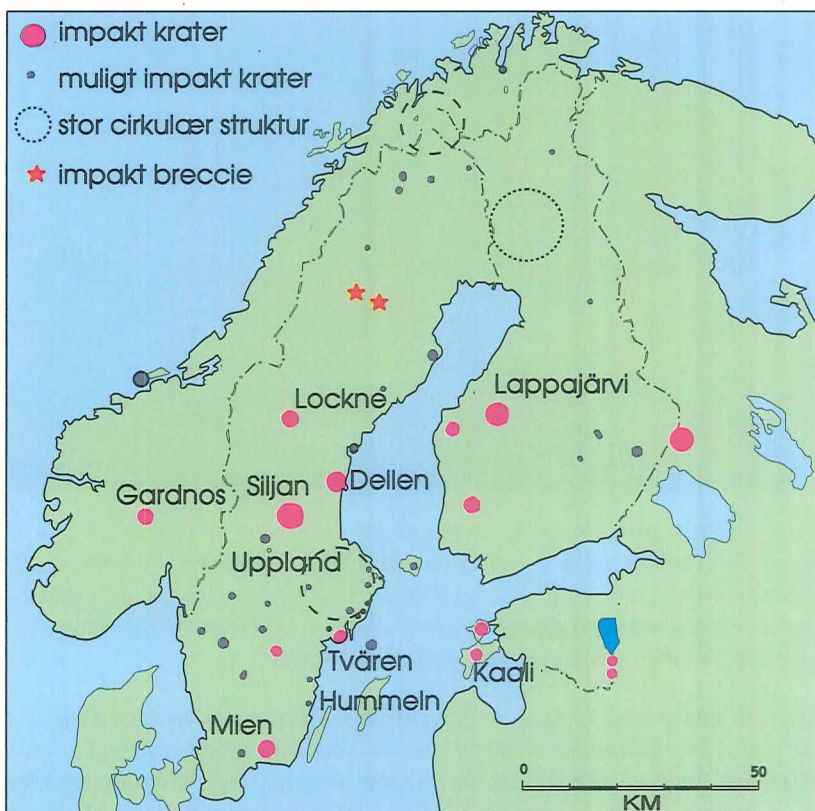
Til slut en kulinarisk sidebemærkning til de læsere, der rejser på ferie til Middelhavsområdet. Regulære søpindsvin er spiselige i måneder indeholdende et r i navnet. Da er konsorganerne fuldt udviklede og skal nydes rå!

JORDEN - en arret planet

af Robert Lilljequist

I denne artikel skal vi beskæftige os med, hvordan meteoritnedfald har udformet Jordens overflade og påvirket dens udvikling.

Man regner med, at cirka 500 tons kosmisk stof hver dag træffer jordatmosfæren, men kun sten større end 10 cm i diameter overlever passagen gennem luften.



Figur 1. Kraterstrukturer i Skandinavien

En af foregangsmændene inden for impaktstudier (studier af meteoritnedfalds påvirkninger af jordoverfladens bjergarter), professor Frans E. Wickman, har inden for de sidste 30 år påvist et stort antal kraterstrukturer i den svenske undergrund. Flere kraterer er også kendt fra Finland, det bedst beskrevne er Lappajärvi. I Norge er der for nylig beskrevet et lille (5 km i diameter), men meget velbevaret meteoritkrater (Gardnos), men de fleste geologer er dog stadig meget skeptiske med hensyn til at gå ind på de nye ideer. Det er dog et faktum, at i samme udstrækning som vore naboer i solsystemet er blevet arrederede af utallige kollisioner med asteroider, kometer og meteoriter, så er planeten Jorden også blevet ramt siden sin begyndelse som himmellegeme.



Figur 2. Meteorkrateret i Arizona dannedes for 50.000 år siden ved et nedslag af en 100.000 ton tung jernmeteorit med en diameter på omkring 30 meter. Krateret måler 1100 meter i diameter og kanterne rejser sig i dag 47 meter over det omkringliggende terræn. Krateret har oprindeligt været 150 meter dybt, men er nu delvist fyldt med sosedimenter.

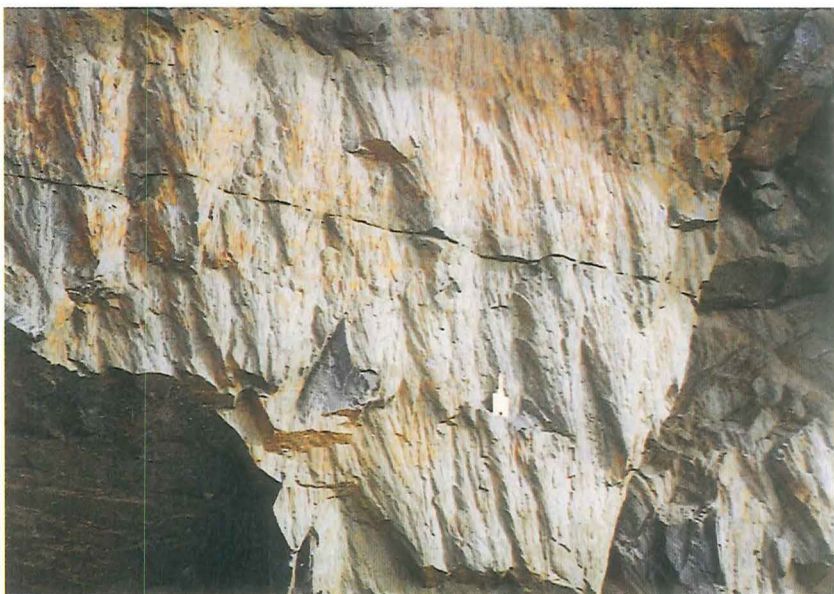
Kosmiske observationer rækker langt tilbage i tiden. Da Galileo Galilei i 1609 rettede sit halvanden tomme teleskop mod Månen og opdagede runde pletter, var dette en tidlig form for 'remote sensing'. Han afgjorde, at kraterne var depressioner i månens overflade, idet deres stejle flanker belystes af sollyset umiddelbart inden kraternes flade bunde. Galilei havde ikke selv

nogen bestemt opfattelse om oprindelsen af de cirkulære strukturer, men senere tiders astronomer var rørende enige om, at det drejede sig om vulkanske dannelser.

Det første seriøse forsøg på at fremme impaktteorien blev fremført af G. K. Gilbert i 1893 - altså for præcis 100 år siden. Gilbert var på sin tid en berømt geolog. Han beskrev månekraterne og målte deres størrelse (såvel diameter som dybde) og morfologiske forhold. Til støtte for teorien gennemførte han desuden eksperimenter med lavhastighedsnedslag i flere typer pulvere og lervællinger.

Også Alfred Wegener - kontinentaldriftteoriens far - skrev en artikel i 1920 om månekraternes dannelse som følge af nedslag og udførte desuden en del eksperimenter. E. J. Øpik fra Estland beskrev næsten samtidig (1916), at højhastighedsnedslag kan sammenlignes med eksplosioner. Derfor opstår der cirkulære kraterer uanset nedslagsvinklens størrelse. Ingen af artiklerne vakte opmærksomhed dengang. Først 20 år senere var ideerne om dannelsen af Månens kraterer som følge af kollisioner i rummet slået igennem.

Studierne af terrestriske (jordiske) impaktkraterer startede med, at man lagde mærke til, at sammensætning og udseende af meteoritterne var påfaldende forskellig fra de bjergarter, man træffer på Jorden.



Figur 3. Slagkegler dannet ved meteoritnedslag (Sudbury).

Den første forbindelse mellem en større struktur og et meteoredfald påvises af D. M. Baringer i 1906 fra Meteor Crater i Arizona. Denne cirkulære struktur var tidligere betragtet som et vulkansk krater, på trods af at flere fragmenter af meteorjern var fundet i og omkring krateret.

Robert (Bob) Dietz fandt i Kentlandstrukturen i USA sprækker i undergrunden, som dannede sribede kegler, såkaldte slagkegler. Spidsen af disse kegler peger mod nedslagscentret. Han publicerede sine iagttagelser i 1947. Da der var fundet tilsvarende slagkegler i Sudbury i Canada, tolkede han også strukturen her som dannet ved et gigantisk nedslag. I dag er mange geologer af den opfattelse, at Sudburystrukturen med alle nikkelmalmene er resultatet af et meteorimpakt for 1850 mill. år siden, som gav ophav til en struktur, der er mere end 200 kilometer i diameter.

E. Shoemaker har sammen med andre udført højtrykseksp eksperimenter og har kunnet påvise, hvordan slagkegler dannes gennem eksplosioner. Opdagelsen af højtryksmodifikationer af kvarts (coesit i 1953 og stishovit i 1961) gav mulighed for at fastlægge de enormt høje tryk, som ledsager nedslag af højhastighedsmeteoriter. Disse mineraler kan nemlig umuligt dannes ved de tryk, der normalt findes ved Jordens overflade. Senere er også chocklameller i kvarts blevet et mål for det tryk, der opstår ved større nedslag, og de anvendes nu som bevis for, at der har fundet et nedslag sted. Totalt findes cirka 220 påviste nedslagskratere på Jordens overflade.

I Skandinavien findes der i vor ældgamle undergrund også spor af disse kosmiske nedslag - sammenlagt findes cirka 60 strukturer, som mistænkes for at være impaktskabte, heraf godt og vel 40 i Sverige. Af disse har kun 6 af de svenske kratere været mål for mere indgående studier og har helt sikkert kunne henføres til kategorien "beviste meteoredfald".

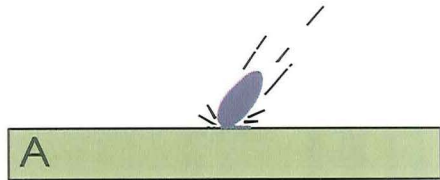
Et af de kendte nedlagsområder er 'Siljansringen' med en diameter på omkring 52 km og en alder på 368 mill. år. Andre, lidt ældre nedslagsstrukturer i Sverige er Tvären, Granby, Hummeln og Lockne som blev dannet i Ordovicium for cirka 455 - 465 mill. år siden. Disse kraterdannelser er ganske velbevarede, dog er Lockne dækket af kvartære aflejringer og vand.

Noget yngre nedslag findes veldokumenterede som tydelige kratere, nu dækkede af søerne Mien (Södra Småland) og Dellen (Hälsingland). Disse to nedslag er aldersbestemt til henholdsvis 118 og 90 mill. år.

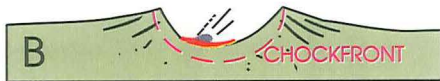
Øen Saaremma ud for Estland blev ramt i Bronzealderen, og de mennesker, der boede rundt omkring Østersøen for 4000 år siden, må have observeret nedslaget, som skabte et 16 meter dybt krater med en diameter på 110 meter. Krateret er nu opfyldt af søen Kaali.

Figur 4: Forenklet model af kraterdannelse ved meteoritnedslag (efter M.R.Dence og Roy Stanfors)

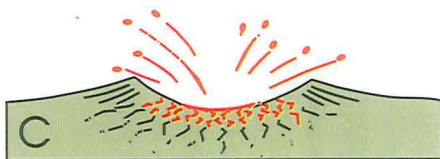
A. En stor meteorit kolliderer med Jorden



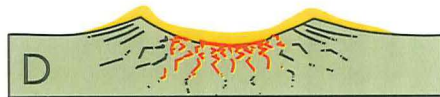
B. Initialtrykket i den chokbølge, der dannes foran meteoriten, formodes at være flere megabar og er tilstrækkeligt til at smelte eller fordampe såvel meteorit som visse dele af bjergarterne i nedslagsområdet



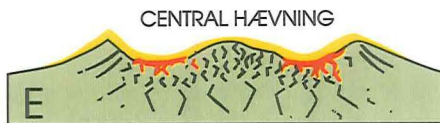
C. I dette stadium når krateret sin maksimale størrelse. Store mængder af det smeltede og chokpåvirkede materiale slynges ud af krateret. De smeltede bjergarter (impaktiter) danner bunden i den primære fordybning. Under denne breccieres bjergarts materialet. Også tæt på krateret finder man knuste og deformerede bjergarter



D. Det materiale, der slynges op fra krateret, falder tilbage i krateret og langs kraterranden.



E. For et komplekst krater bliver slutresultatet et andet. Her dannes en 'central hævnning' omgivet af en cirkulær depression, hvor der også findes impaktit og udkastet materiale



Det mest spektakulære 'smæld' i Jordens nyere historie indtraf for 65 mill. år siden, på grænsen mellem tidsperioderne Kridt og Tertiær, og Chicxulub strukturen (> 200 km i diameter) på den nordlige del af Yucatanhalvøen i Mexico anses for at være nedslagsstedet. Aldersbestemmelser af bjergarter i strukturen har givet 64.98 +/- 0.08 mill. år, og udkastede smeltefragmenter indsamlet fra Kridt/Tertiær-grænsen giver en alder på 65.07 +/- 0.1 mill. år. Nærmere kan man næppe komme.

Ved grænsen skete en massedød blandt organismer, og det er vurderet, at mere end 90 % af de landlevende dyr og omkring 60 % af havlevende organismer forsvandt, hvilket kan skyldes nedslaget. Ved den verdensberømte Stevns Klint (syd for København) er grænsen mellem Kridt og Tertiær overordentlig godt blottet.

I de sidste år har svenske forskere arbejdet med en hypotese, der går ud på, at hele Mellemsverige blev påvirket af et meteornedslag for omkring 1800 mill. år siden. Dette har været baggrund for den såkaldte Upplandsstruktur. Hvis det viser sig at være rigtigt, vil det betyde, at vi i Sverige har den største nedslagsstruktur på Jorden, lidt større end den godt undersøgte struktur ved Sudbury i Canada.

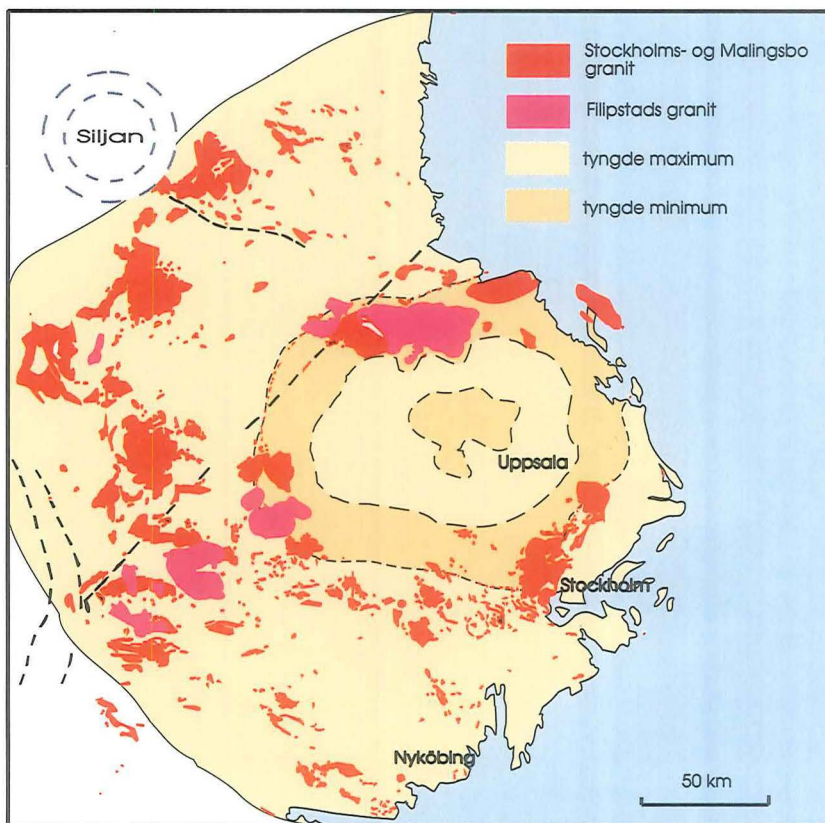
Stockholm og Uppsala ligger centralt i denne - måske Verdens største - impaktstruktur. Efter der er gået så lang tid fra dens eventuelle dannelse, kan choklammeller kun vanskeligt påvises i de bjergarter, man finder der i dag. Indicierne må i stedet begrundes med andre kriterier. Et af de stærkeste er den typiske impaktopsprækning, som kan påvises på topografiske kort og satellitbilleder over Stockholm og Uppland. Nedslagsområdet er intensivt opsprækket og danner en breccie, som kan spores såvel på klippeoverfladerne som på satellitbilleder. Der findes også bevarede breccieganget af intrusiv bjergartssmelte med fragmenter af omgivende bjergarter. Vi mistænker i dag den såkaldte Stockholmsgranit for at være dannet fra en oprindelig impaktmelte. I den overste og nederste del er der masser af fragmenter af de omkringliggende bjergarter. Fragmenterne viser sjældent spor af kontaktmetamorfose, hvilket tyder på en meget hurtig afkøling af kontaktzonerne. Dette taler for en impaktteori.

Dioriter i Uppland danner i dag et centralt dome i 'det geologiske landskab' og gravimetrisk kort viser et stort masseoverskud. Det geologiske tyngdeprofil er næsten identisk med lignende profiler over allerede kendte og vel beskrevne nedslagsområder (f.eks. det 65 km store krater Manicouagan i Canada).

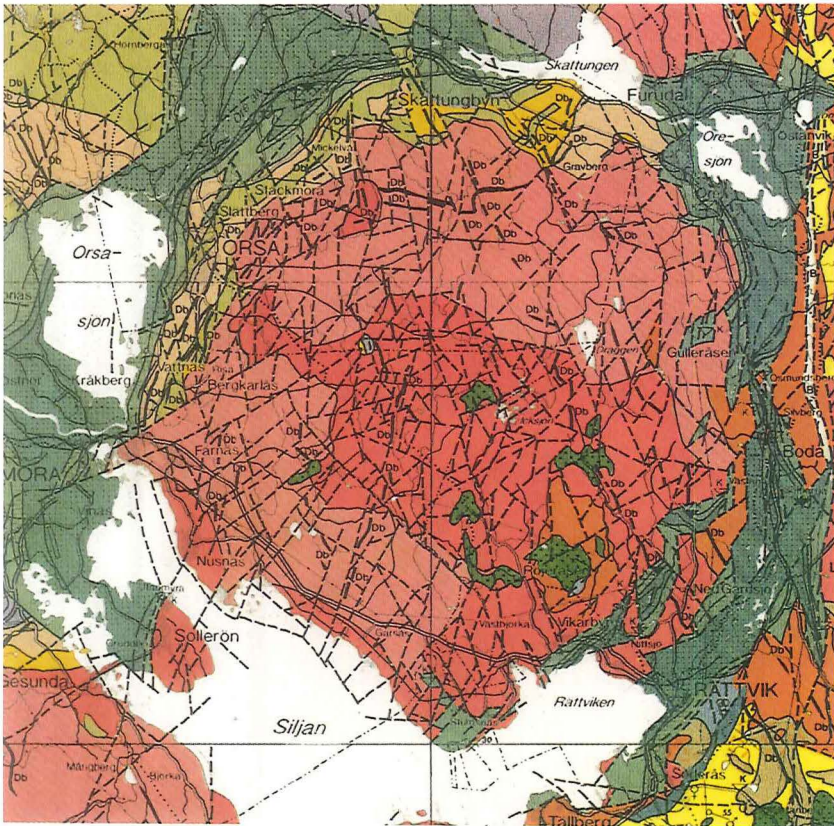
Indenfor de nærmeste årtier vil det sikkert vise sig, at kollisioner med asteroider og kometer har bidraget til både dannelsen og udformning af Jordens

overflade. Hvad dette kommer til at betyde for den geologiske forskning, kan vi i dag kun gisne om.

Geofysikeren Herbert Henkel og forfatteren, geolog Robert Lilljequist, har taget initiativ til dannelsen af en Europæisk Forskningsgruppe, som siden 1993 har fået støtte fra European Science Foundation, for at danne et forum for udveksling af tanker mellem forskere fra forskellige områder inden for impaktforskning.



Figur 5. Upplandsstrukturen ses som en central tyngdeanomali omgivet af meget fragmentrige magmatiske bjergarter, som går under betegnelsen Stockholms- og Malingsbogranit.



For 368 mill. år siden slog en stor meteor ned i det centrale Dalarna i Sverige. Den såkaldte Siljans-ring ses tydeligt på det geologiske kort. Søerne og de sedimentære bjergarter, som dannedes i kraterranden, viser en struktur med en diameter på 55 km. De røde farver er graniter, og de grønne, der markerer ringen, er bjergarter fra Silur tiden (efter SGU's kort)