Det ville være synd, for ved omhyggelig gennemlæsning ændres indtrykket af bogen fuldstændigt. Der er et misforhold mellem layout og indhold. Bag det ydre skin af populærvidenskabelig 'porno' findes en original lille lærebog, hvor ajourført viden præsenteres på en yderst seriøs og pædagogisk måde. Det faglige niveau af denne 'bog i bogen' svarer til Gymnasiets og VARV's læserkreds. Kan også anvendes på Journalisthøjskolen, dels som et eksempel på layout, der taler nedad, dels som en nyttig håndbog. Niveauet er for højt til Folkeskolen, medmindre læreren skulle være en særlig engageret naturfaglig nørd.

'Bogen i bogen' giver både den nødvendige grundviden og det sidste nye, med mange interessante eksempler - også nogle, der er nye for anmelderen. Der berettes om, hvordan overtro om jordskælv, takket være pionerforskeres indsats, har udviklet sig til moderne jordskælvsforskning, hvor LLR, SLR og GPS målinger er rutine. De forskellige skalaer til angivelse af jordskælvs styrke forklares. Sammenhængen mellem jordskælvs geografiske udbredelse og de pladetektoniske og magmatiske processer anskueliggøres. Jordskælvsvarsling omtales, også den danske indsats, og jordskælvssikring beskrives med detaljerede eksempler, fra japanske pagoder til skyskrabere på støddæmpere. Danske jordskælv er i sagens natur viet et ret kort afsnit.

Dispositionen kan af og til virke lidt præget af katastrofetemaet, men det afhjælpes med systematiske sidetalshenvisninger til, hvor fagord forklares eller illustreres. Meget nyttigt. Brugen af fremmedord er i øvrigt søgt holdt nede, og der lefles ikke for letkøbte forklaringer. Udløsningen af et jordskælv betegnes som et elastisk 'tilbagespring'. Helt fint. At fordanske det svære ord subduktionszoner til nedglidningszoner er et hæderligt forsøg - bedre end indsynkningszoner. Men hvorfor ikke kalde dem for skafafvejenzoner.

Ses bort fra det splatteragtige layout og katastrofemanien, må forlaget ønskes til lykke med at have udgivet en fagligt og pædagogisk velredigeret bog om jordskælv i bogen HVAD SKETE DER? Der står utroligt meget på de 72 sider

Asger Berthelsen

VARV

NR. 4 BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER 1999



ISSN 0105 - 6301 1999 - 01 - 12

Forsidebillede: Kæmpevase, der er én blandt flere rekonstruktioner af det seismoskop, som den berømte kinesiske matematiker og kongelige astronom Chang Heng opfandt i år 132 e. Kr. Foto: Dorthe Borlund.

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

Per Christiansen: Zoologisk Museum, Universitetsparken 15, 2100 Kbh. Ø

Asger Berthelsen og Rikke Bruhn: Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350 Kbh. K.

Dorte Gadeberg, Dorthe Lyngby og Peter Jackson: Comet, Refshalevej 147, P.O.Box 1920, 1023 København K.

Henning Kryger Hansen: Geoteknisk Institut, Maglebjergvej 1, 2800 Lyngby.

John Frederiksen: Rambøll, Bredevej 2, 2830 Virum.

—————————VARV—————————

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

Adresse: Tidsskriftet VARV, Geologisk Institut, Øster Voldgade 10, 1350-København K. Telefon: 35 32 24 00, Geologisk Institut. E-Mail: SvendP@Geo.Geol.KU.DK

Redaktion: Asger Berthelsen, Bjørn Buchardt, Bjørn Hageskov, Henrik Fougt, Mikkel Hede, Mikael Pedersen og Svend Pedersen (ansvarshav.)

Bestyrelse: Asger Berthelsen, Valdemar Poulsen, Bjørn Hageskov og Svend Pedersen.

Tekstredaktør: Svend Pedersen

Lay-out og grafik: Bjørn Hageskov

Repro og tryk: Levison+Johnsen+Johnsen a/s, København

VARV udkommer fire gange årligt. Prisen er 120 kr i abonnement for 2000. Abonnement kan tegnes ved at indsende beløbet til VARV, postgiro 9 06 88 80, eller 140 SEK til VARV's svenske postgirokonto: 4388-5, eller 140 NOK til VARV's norske postgiro: 0806 1923234.

Adresseændringer bedes meddelt VARV!

© 1999 VARV. Eftertryk af tekst og billeder kan kun ske efter aftale.

Anmeldelse

Palle Vibe: Jordskælv: Hvad Skete der?

Faglig og pædagogisk redaktion ved Marie-Louise Hammer.
Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, København 1998, 72 sider.

Bogen i Bogen

For knapt 1 år siden udkom en lille rigt illustreret bog, som er udgivet af *Gyldendal Uddannelse*. Titlen ser ud til at være HVAD SKETE DER? Det står i hvert fald med de største bogstaver. Der står ganske vist også Jordskælv, men det står på højkant. På side 1 er tilføjet, at faglig og pædagogisk redaktion er foretaget af Marie-Louise Hammer. Her står i øvrigt KATASTROFER på højkant foran HVAD SKETE DER?

Lettere forvirret blader jeg om til kolofonen på side 2. Her oplyses, at titlen er Jordskælv, og at bogen er udgivet i serien 'Katastrofer - Hvad skete der?', samt at Copyright indehaves af Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S. Forfatteren er ikke nævnt og Marie-Louise Hammers rolle er reduceret til Billedredaktion. To andre personer står for Forlagsredaktion og Omslag og grafisk tilrettelægning. Det kan virke ret forvirrende, men hvis nogen vil forsøge at købe eller låne bogen er ISBN 87-00-231-64-9 heldigvis anført.

Ved første gennembladning virker bogen meget poppet. Overskrifterne er pyntet op med gyselige orange penselstrøg, tekst i petit er anbragt i lyserøde og grå felter, og der er et sammensurium af sort-hvide fotografier, kort og diagrammer, som er 'livet op' med grå og røde toner. På omslagets inderside (side 73) er dog trykt et flot verdenskort over kontinenterne og oceanbundens højdeforhold - lånt fra en anden af Gyldendals udgivelser: Den Store Danske Encyklopædi (Bind 8, side 280). Et smukt kort med megen information; desværre er den oceaniske spredningsryg nord for Island benævnt MOHORYGGEN. Moho ligger godt nok højt her, men ryggen hedder Mohns Ryg. Den er opkaldt efter den norske meteorolog og geograf Henrik Mohn (1835-1916).

Palle Vibes bog om jordskælv er den første i en påtænkt serie om katastrofer. Og der er katastrofer. Der er til overmål ruttet med orange splatter og rædsler; måske i den tro, at det vil holde læseren fanget. Bare det ikke virker modsat og får den fagligt interesserede til at lægge bogen fra sig.

som standser på hver sin side af havneløbet. I den seneste tid er der påbegyndt en betydelig udbygning af havnefronten ved Kalvebod Brygge, og forfatterkredsen har med spænding fulgt forundersøgelserne i håb om at få afklaret, om - og i givet fald hvor - dalen skærer sig under havneløbet. Som det fremgår af figur 3, er der stadig en mulighed for, at dalen krydser havnefronten på det sted, hvor vi forventer det, hvis den følger det forudsagte, helt rette forløb. To af de nye boringer ved havnefronten er standset lige under kote -13 uden at have nået kalken. En ældre boring, som er placeret umiddelbart, hvor dalens nordbred forventes at ligge, har nået kalken i kote -15. Fremtidige borearbejder vil forhåbentlig vise, om dalen faktisk krydser havnen.

Folkeuniversitetet i København

Folkeuniversitetet i København afholder i foråret 2000:.

en forelæsningsrække om: Masseuddøen i Jordens historie (v. docent, dr. phil. Hans Jørgen Hansen)

et specialkursus: Hvirveldyrenes udvikling på land (v. adjunkt, lic. scient. Per Christiansen)

samt følgende emnekurser:
Historisk geologi og stratigrafiske principper (v. lektor, cand. scient. Palle Gravesen)

Mineralske råstoffer: deres dannelsesbetingelser og udbredelse samt de miljømæssige konsekvenser af deres udnyttelse (v. mag. scient. John Rose-Hansen).

Strukturgeologi (v. lektor, cand. scient. Bjørn Hageskov).

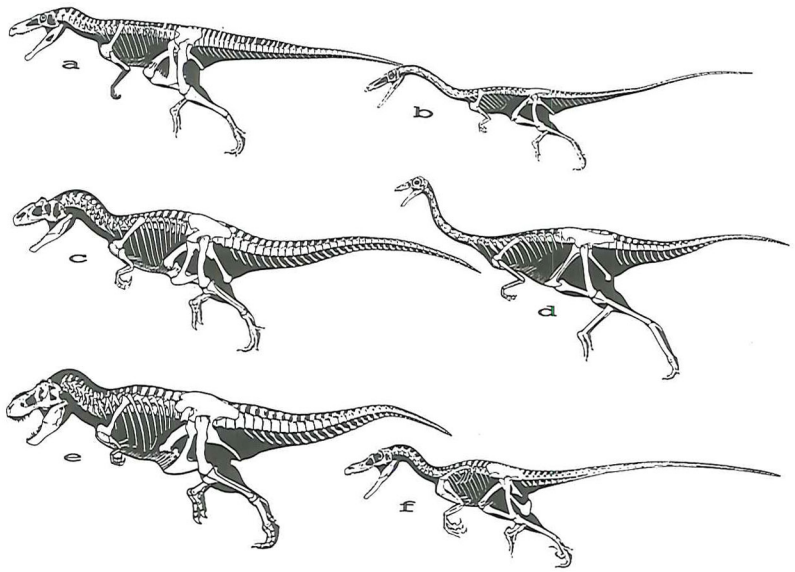
Rovdinosaurernes fødeindtag og fysiologi - nye fund skaber ny indsigt

Per Christiansen

Rovdinosaurerne hører til blandt de mest berømte dinosaurer. Alle rovdinosaurer tilhører Theropoda ('uhyre-fødder'), et noget uheldigt navn, idet theropodernes fødder faktisk minder en hel del om fuglenes. Et bedre navn ville have været Ornithopoda ('fugle-fødder'), men dette navn blev desværre allerede i forrige århundrede givet til en gruppe, der tilhører den ene af de to hovedgrupper af dinosaurer, Ornitischia, blot fordi de har 3 fremadrettede tæer på foden - altså lidt fuglelignende, men ikke meget. Særlig uheldigt er det, fordi fuglene (Aves) selv faktisk er en undergruppe af Theropoda! Dinosaurerne er således overhovedet ikke uddøde, men findes meget talrigt i den moderne fauna, med omkring 10.000 arter på verdensplan.

Theropoderne, selv uden fugle, var en meget succesfuld gruppe. Allerede midt i Trias, for omkring 235 millioner år siden, levede de første theropoder. De var alle små, og ret primitive af dinosaurer at være, men alle dinosaurer havde en lang række avancerede træk, der holdt gruppen sammen, og anatomisk var de mere højtudviklede end de fleste dyr, der fandtes både før og samtidig med dem. Den lille *Eoraptor* fra Argentina, på kun en meter i totallængde, er sandsynligvis den tidligst kendte theropod. Da den er ret primitiv, er det ikke sikkert, at den er en rigtig theropod, men den kan være en basal dinosaur, altså en repræsentant fra før splittet imellem de to store hovedgrupper af dinosaurer, Saurischia (rovdyr + sauropodomorfer) og Ornitischia, der alle var planteædere.

En anden primitiv form er den omkring 3 meter lange *Herrerasaurus*, også fra Argentina, og den lidt mindre *Coelophysis* fra det sydlige USA (figur 1). Som alle tidlige dinosaurer løb disse former på lange, slanke, muskuløse bagben, mens forbenene ikke havde med bevægelse at gøre, men formentlig blev brugt til fødeindsamling og lignende.



Figur 1.Sammenlignende morfologi hos en række rovdinosaurer. a: Herrerasaurus ischigualastensis *(3,5 meter lang); b:* Coelophysis bauri *(2,7 meter); c:* Allosaurus fragilis *(9 meter); d:* Gallimimus bullatus *(5 meter); e:* Tyrannosaurus rex *(11 meter); f:* Deinonychus antirrhopus *(3 meter). Efter Paul, G.S.: Predatory Dinosaurs of the World, Simon & Schuster, 1988.*

Medlemmer af mange dinosaurgrupper begyndte senere at gå på alle fire, ofte i forbindelse med at de blev større, dette gælder for eksempel Ceratopsia, Ankylosauria og Sauropoda. Theropoderne derimod forblev tobenede.

Alle senere theropoder - både meget store former som allosaurer, abelisaurer eller tyrannosaurer og små avancerede, meget fuglelignende former som dromaeosaurer (figur 2 og 3) - var i store træk ret lig de tidlige former, et bevis på det biologisk succesfulde i theropodernes anatomiske konstruktion. En lang række karakterer, ofte ret subtile, ændredes dog, men det var ofte træk, der havde at gøre med byttefangst, sanseorientering eller fødeindtag. Dette gælder bl.a. for de meget store hoveder hos de store former. De havde meget kraftige kæbemuskler og kraftige halse, der også var meget muskuløse, idet de skulle kunne holde til at nedlægge



Figur 5. Metroen under udførelse.

skakten ved Søpavillonen komme til at krydse under dalen næsten vinkelret på dalforløbet. Videre i NV-lig retning tolkes forholdene for tiden sådan, at dalen først bøjer af mod nord fra sit retlinede forløb, for siden at grene sig i to (figur 2).

Anlægsarbejdet i forbindelse med Metroen på Amager viste, at jordbundsforholdene under Islands Bryggeområdet er anderledes, end vi forventede.Der blev derfor udført supplerende boringer. Disse afslørede en dyb dal, som skærer sig gennem istidsjordarterne og ned i kalken (figur 3).

I ældre arkiver fandt vi oplysninger om jordbundsforholdene lidt længere mod sydøst. I to boringer fra 1950erne blev kalkoverfladen tilsvarende truffet i overraskende stor dybde på en lokalitet tæt sydvest for det sted, hvor Peder Lykkesvej munder ud i Amagerfælledvej/Røde Mellemvej (figur 3). Her findes således det sydøstligste punkt i dalen, som hidtil er påvist. Det skal blive spændende i fremtiden at se, hvor langt videre mod sydøst, den fortsætter.

Vi kender endnu ikke alle detaljer omkring den centrale del af dalen. Er det f. eks. én og samme dal, som findes under det centrale København og under Vestamager, eller er der tale om to nogenlunde parallelle dale,

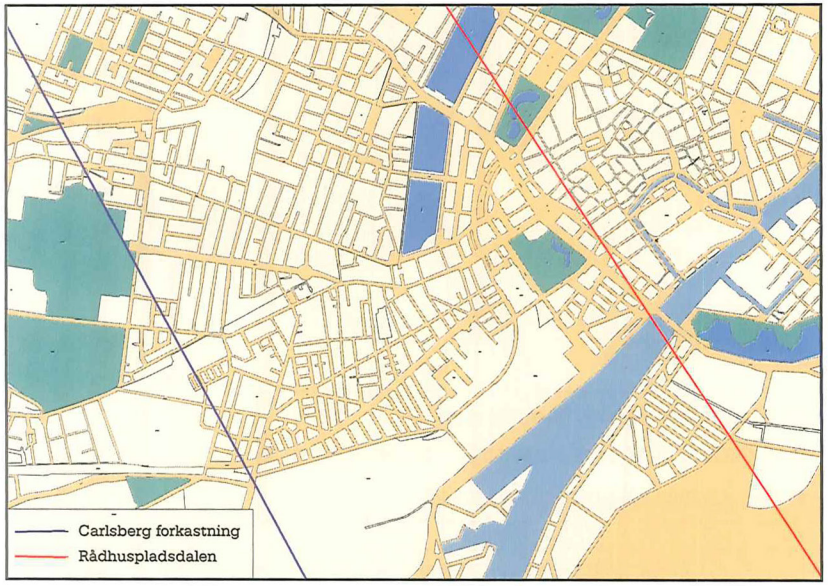
Rosenkrantz den for Carlsbergforkastningen. Det er den samme zone, som i dag udnyttes af Frederiksberg vandforsyning. Carlsbergforkastningen har siden vist sig at være den største af en række forkastninger, som med stort set samme retning gennemskærer kalklagene under byen.

Det fremgår imidlertid af figur 4, hvor både Carlsbergforkastningen og Rådhuspladsdalen er indtegnet, at de to linier ikke er helt parallelle. Trods dette antager forfatterne, at den flod, som har uderoderet Rådhuspladsdalen, har fulgt en svaghedszone omkring en forkastning i kalken.

Rådhuspladsdalens fortsættelse i sydøst og nordvest

Siden opdagelsen af dalen under Rådhuspladsen i 1969 har geologerne spekuleret på, hvor dalen fortsætter uden for det påviste forløb under bymidten. Her kommer forundersøgelserne og iagttagelserne under udførelsen af Københavns Metro til hjælp (figur 5).

Boringer udført forud for projektets opstart bekræftede Stenestads oplysninger om, at dalen mod nordvest skærer sig tværs under Peblingesøen. Metroen vil således på sin vej fra nødskakten ved Søtorvet til nød-



Figur 4. Forløbet af Carlsbergforkastningen og Rådhuspladsdalen.



Figur 2. Den mandsstore dromaeosaur Deinonychus *angriber ornithopoden* Tentosaurus *i midt Kridttidens (120 mio år siden) Nordamerika (tegnet af Michael Skrepnick). Og sådan kendes dromaeosaurerne i dag, især efter de to Jurassic Park film: Som langbenede, avancerede, varmblodede - og skællede.Vores populære forestilling om dem er stærkt influeret af vores holdning til deres udseende. Men det vi ser her er helt galt - de havde fjer over hele kroppen! På krop, ben og noget af halen var det ret primitive, hårlignende fjer, som kendes fra adskillige andre theropoder og tidlige fugle, men på armene havde de rigtige, lange fjer. Ikke bare var dyrenes anatomi fuglelignende - de lignede simpelthen fugle.*

et stort bytte. Forlemmerne reduceredes kraftigt hos visse grupper, især hos de ret primitive abelisaurer og de meget avancerede tyrannosaurer (figur 1).

Visse grupper udviklede højt specialiserede våben til at nedlægge bytte med. Dromaeosaurerne, kendt fra filmene Jurassic Park og The Lost World, hvor formen *Deinonychus* (fejlagtigt kaldet *Velociraptor* i filmene) var en af hovedskurkene, udviklede meget lange arme med enorme hænder, der var meget fleksible. På hver finger sad en stor, krum klo, og deres underben og fødder var tilpasset en helt ny form for byttefangst.

Med undtagelse af nogle af de allertidligste former gik alle rovdinosaurer på 3 tæer - tå nummer 2-4 (figur 1, 2) - mens dromaeosaurerne kun gik på to. Anden-tåen var meget specialiseret, med kraftige muskelfæster på knoglerne og enormt stor bevægelighed i ét, og kun ét plan,

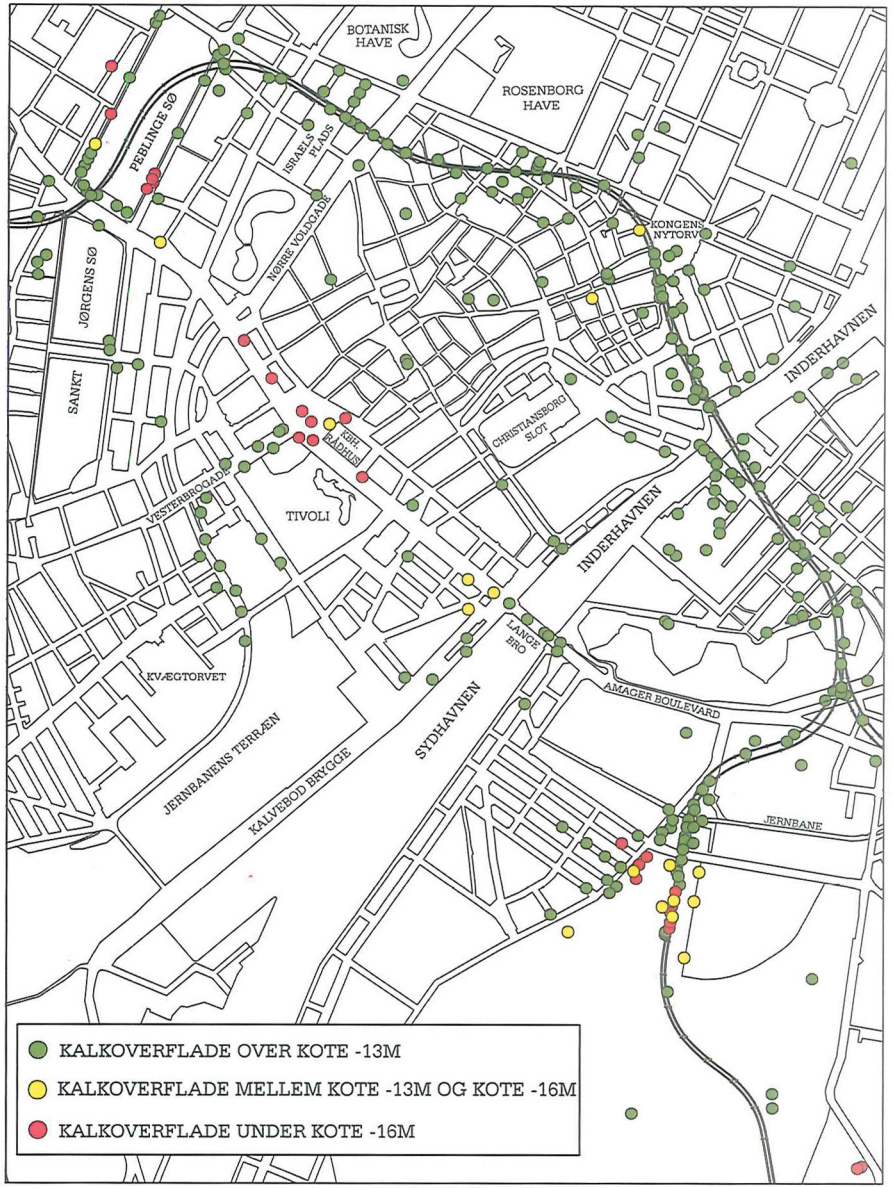
nemlig op og ned. Yderst sad en kæmpestor, krum slagteklo, der formentlig blev brugt til at flå byttet i stumper og stykker med. Dromaeosaurernes primære våben sad altså ikke i hovedet, men i fødderne, et højst usædvanligt træk for et landrovdyr.

Deres frygtelige udseende til trods lignede dromaeosaurerne fuglene meget og regnes for fuglenes nærmeste slægtninge (figur 3). Som alle rovdinosaurer havde de hule rørknogler og hvirvler, der tydeligt bar præg af, at et luftsæksystem (udposninger der står i forbindelse med lungerne) har været tilstede i dem, ligesom hos fugle. Mange rovdinosaurer havde også ønskeben og luftsække i kraniet, og hos dromaeosaurerne er dette også meget fuglelignende. Særdeles fuglelignende er også tre anatomiske træk: Et bagudvendt skamben (pubis), uncinate processer (tværforbindelser) på ribbenene, og en håndrod, der tillod hånden at klappes op imod underarmen (figur 3).

Visse rovdinosaurer var dog nok ikke kødædere, f.eks. de avancerede og fuglelignende ornithomimosaurer ('strudseøgler') og oviraptorosaurer (figur 1). De levede hovedsagelig sidst i Kridt (for 85-65 millioner år siden) i Nordamerika og Asien, og de havde et hornnæb som fuglene. Dette var sandsynligvis udviklet uafhængigt af fuglenes næb. Vi ved nemlig, at de tidlige ornithomimosaurer, som *Pelicanimimus* og *Harpymimus*, havde små tænder. Andre avancerede rovdinosaurer havde også hornnæb, undertiden i kombination med reducerede tænder.

Rovdinosaurernes makroanatomi tyder kraftigt på, at de var endoterme ('varmblodede') som moderne fugle og pattedyr, en konklusion der understøttes stærkt af knoglehistologiske undersøgelser, hvor knoglernes vækstmønster undersøges. Disse viser alle, at rovdinosaurerne, som alle andre dinosaurer, voksede meget hurtigt, og at de havde et primærknoglevæv, der var meget lig, i visse træk endog fuldstændig identisk med, det man finder hos nulevende pattedyr og fugle, og meget forskelligt fra krybdyrs.

Hvis rovdinosaurerne har været varmblodede, har det naturligvis haft store implikationer for deres økologi og tillige for den eksterne morfologi hos småformer, der ikke kan have været nøgne, som de ellers altid afbildes. Hvis de var nøgne, ville de ikke kunne termoregulere ordentligt, selv i varme klimaer, og det er højst usandsynligt, at de ikke har kunnet det. Visse forskere har da også i årevis hævdet, at vores billede af især



Figur 3. Forløbet af Københavns Metro og et udsnit af den store mængde boringer, der er udført i København.

strækninger at strømme 'op ad bakke'. Tunneldale kan derfor have et meget uregelmæssigt bundrelief. En anden model kunne være, at dalen i virkeligheden har et jævnt længdeprofil, men at der er en smal, dyb rende i dalbunden. Men denne er i givet fald kun truffet i ganske få af boringerne, hvilket har kunnet give anledning til opfattelsen af, at dalen har et uregelmæssigt længdeprofil.

Det har indtil videre ikke været muligt at afgøre, om smeltevandet strømmede fra SØ mod NV eller i den modsatte retning. Men ud fra almindelige betragtninger omkring isens bevægelse henover Sjælland i Kvartærtiden er en retning fra SØ mod NV den sandsynligste.

Er dalens retning og placering bestemt af en forkastning?

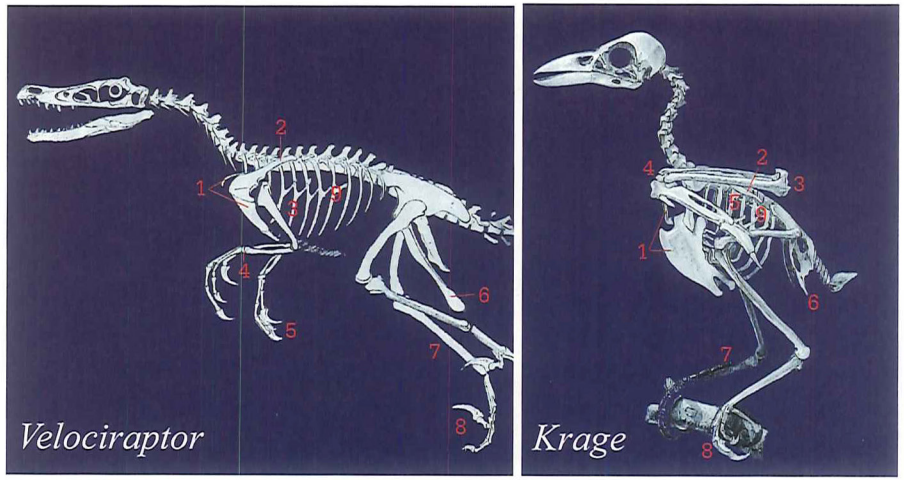
Det er nærliggende at forestille sig, at dalens retlinede forløb skyldes en forkastning. En forkastning er en brudlinie i undergrunden, langs hvilken to blokke har bevæget sig i forhold til hinanden. Der vil ofte opstå en knusningszone langs en sådan brudlinie, og vandet vil have lettere ved at erodere sig ned i den knuste kalk end i de uforstyrrede kalkaflejringer. Men passer retningen af dalen så faktisk sammen med det kendte forløb af forkastninger i Københavnsområdet?

For at vurdere om dette er tilfældet, må vi vende blikket mod den tilgængelige viden om forkastninger under København. Fra ældre tid er denne viden for en stor del fremkommet ved iagttagelser af lagserien i større udgravninger og boringer. I København har alle større udgravninger gennem de seneste mere end 100 år tiltrukket sig geologernes opmærksomhed. En af de geologer, som var mest aktiv ved opmålingen af udgravninger i København tidligt i århundredet, var professor Alfred Rosenkrantz. Ved sine iagttagelser blev han engang i 1920erne klar over eksistensen af en stor, lodret forkastning af kalklagene langs en NV-SØ-lig linie gennem byen. Bevægelsen langs forkastningen har bevirket, at lagene på nordøstsiden er hævet ca. 50 meter i forhold til lagene på sydvestsiden. I samme niveau finder man således langt ældre lag på den nordøstlige side end på den sydvestlige side.

Forkastningen løber under bryggeriet Carlsberg i Valby. Opsprækningen af kalken i forkastningens knusningszone er hovedårsagen til, at de boringer, der i tidligere tid sikrede Carlsbergs vandforsyning, havde så god en vandydelse, som de faktisk havde. Meget naturligt kaldte

de små rovdinosaurer simpelthen måtte være forkert, da det var i stærk modstrid med de fleste andre anatomisk træk, men mange palæontologer har rystet på hovedet af dette. De seneste par år, er der dog fundet flere små rovdinosaurer med fjer over hele kroppen, og adskillige af disse former er endnu ikke beskrevet. Netop ekstern beklædning (hår, fjer) regnes af de fleste zoologer for det endegyldige bevis på en høj cellulær fysiologi og dermed et bevis på, at de har været varmblodede.

Endotermi vil også have haft konsekvenser for dyrenes fødebiologi. Hos endoterme dyr er passagetiden for føden igennem fordøjelsessystemet langt hurtigere end hos ektoterme ('koldblodede') dyr, idet deres høje energiomsætning forudsætter kontinuerlig tilførsel af store mængder



Figur 3. Sammenlignende morfologi af dromaeosaur (Velociraptor) og nulevende krage (Corvus), med forskellige karakterer nummereret. De regnes normalt for fuglekarakterer, men var altså også til stede hos visse andre theropoder.
1: ønskeben og stort, forbenet brystben; 2: aflangt, tyndt skulderblad; 3: hule rørknogler; 4: halvmåneformede håndrodsknogler; 5: håndens morfologi, der ganske vist ikke ligner moderne fugles, men meget ligner de tidlige fugles; 6: bagudvendt skamben; 7: kun baglemmer bruges til gang; 8: fødder med tå 2-4 pegende fremad og første tå pegende lidt bagud hos theropoder, men ofte helt bagud hos fugle; 9: uncinate processer (tværforbindelser) på ribbenene. Der kendes faktisk nu en primitiv fugl, Rahoavis, fra Sen Kridt fra Madagascar, der også havde en stor krum slagteklo på anden tåen! Efter National Geographic Magazine.

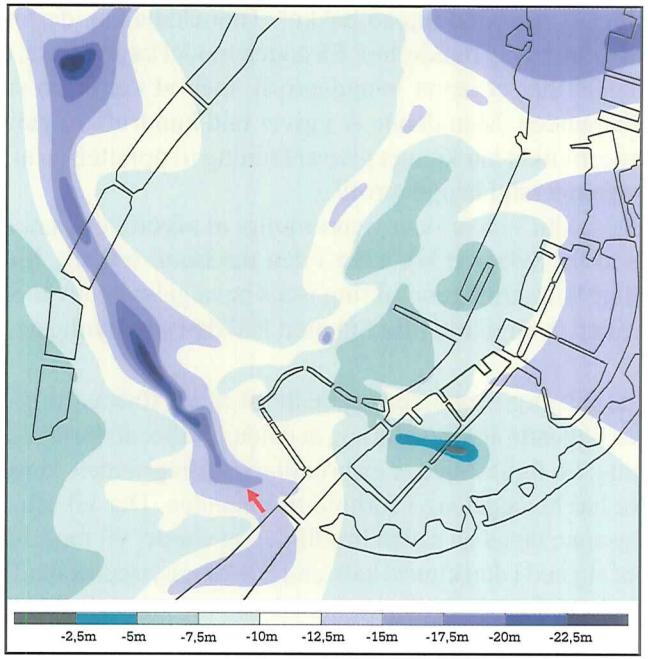
energi. Dette betyder f.eks., at knogler eller knoglesplinter ikke kan opløses særlig effektivt, mavesyrens lave pH-værdi til trods, idet knoglerne simpelthen ikke befinder sig længe nok i maven til at blive opløst. Madens surhedsgrad neutraliseres dog naturligvis af galden, før den fortsætter ind i tarmsystemet, for ellers ville dette tage skade. Men knoglesplinter kommer relativt uskadt igennem fordøjelsessystemet hos store endoterme rovdyr. Dette er tilfældet hos moderne rovpattedyr, mens derimod store krokodiller sagtens kan fordøje selv ret store knogler.

Et nærmere kig på tyrannosaurer

Tyrannosaurerne hører utvivlsomt til de mest berømte, og desværre dermed også mest misforståede, af alle dinosaurer. Der var ikke, som mange sikkert tror, kun en enkelt art. Det er lidt usikkert, hvor mange arter man med sikkerhed kender til, da en del bestemmelser er baseret på særdeles fragmentariske eksemplarer, men mindst 10 arter inden for familien Tyrannosauridae kendes med nogenlunde sikkerhed, hvortil måske yderligere et par stykker kan føjes. De stammer alle fra sen Kridt og kendes fra Asien og Nordamerika. De tidligste arter, såsom *Alioramus* og *Alectrosaurus*, var mellemstore former på 4-5 meter i totallængde. De var ret slanke og havde, som alle store rovdinosaurer, ret store hoveder, men dog endnu ikke den ekstreme morfologi der findes hos de store, avancerede tyrannosaurer.

De avancerede tyrannosaurer blev de mest specialiserede og de mest ekstreme af alle store rovdinosaurer, man kender til. Alle store rovdinosaurer var langlemmede, og alle store former havde meget kraftige hoveder, lange tænder og særdeles kraftige kæbemuskler. I modsætning til de fleste mindre former havde de fleste store former dog ret små forlemmer.

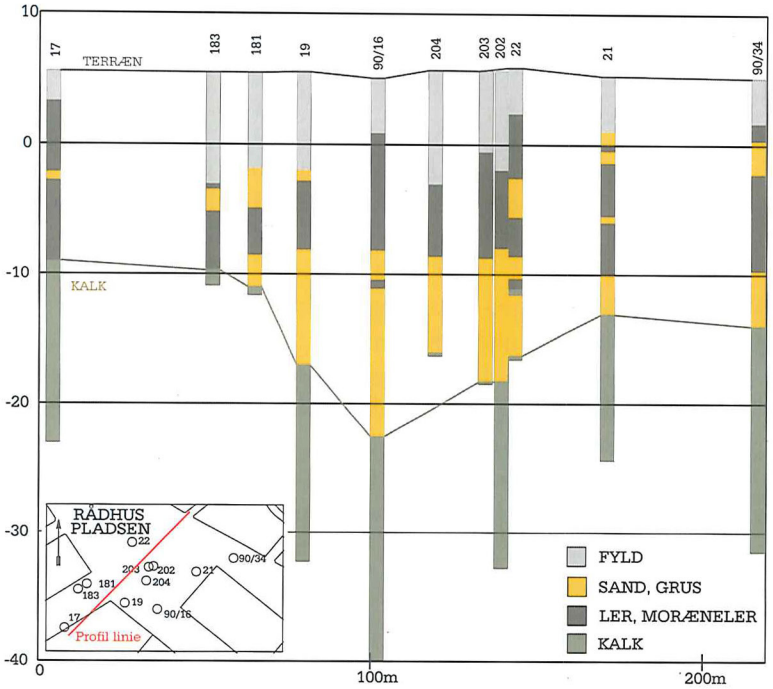
Hos store tyrannosaurer tages disse ting et skridt videre (figur 1 og 4). Hovedet bliver disproportionalt stort i forhold til kroppen, især hos de tre største former *Tyrannosaurus torosus*, *T. bataar* og *T. rex*, tænderne bliver også meget store og kraftige, med særdeles kraftige rødder, og kæbemusklerne bliver helt fantastisk veludviklede. Samtidig forstærkes hele kraniet, og halsen bliver meget kraftig. Til gengæld reduceres halen, kroppen bliver kortere og mere kompakt, og forlemmerne reduceres betydeligt. Baglemmerne derimod var længere, slankere og mere avancerede end hos andre store rovdinosaurer, og bækkenet meget stort med enorme muskel-



Figur 2. Kalkoverfladens udformning under København. Omtegnet udsnit af Stenestads kort. Pilen peger på Rådhuspladsdalen. De angivne dybder til kalken, er dybder under havniveau

af de udeladte boringer, som har kalkoverfladen dybere end kote -16. Alle de boringer, hvor kalkoverfladen er påvist dybere end kote -16, ligger stort set på en ret linie fra Peder Lykkesvej på Amager til Peblingesøens vestbred.

Ud fra de foreliggende oplysninger ser det ud til, at Rådhuspladsdalen er retlinet, og at den har en meget konstant bredde på lidt under 100 meter (figur 1). Hvad dybden angår, så er kalkoverfladen i de fleste boringer i dalen truffet i koter omkring -18 til -20. Dog er der omkring Rådhuspladsen truffet dybdepunkter noget under kote -20, ligesom der ved Peblingesøen findes tilsvarende dybdepunkter. På grund af dalens ret uregelmæssige længdeprofil mente Stenestad, at den var dannet som en 'tunneldal', dvs. gravet ud af vand, som strømmede i en tunnel under isen. Da vand i en tunnel strømmer under tryk, er det i stand til på



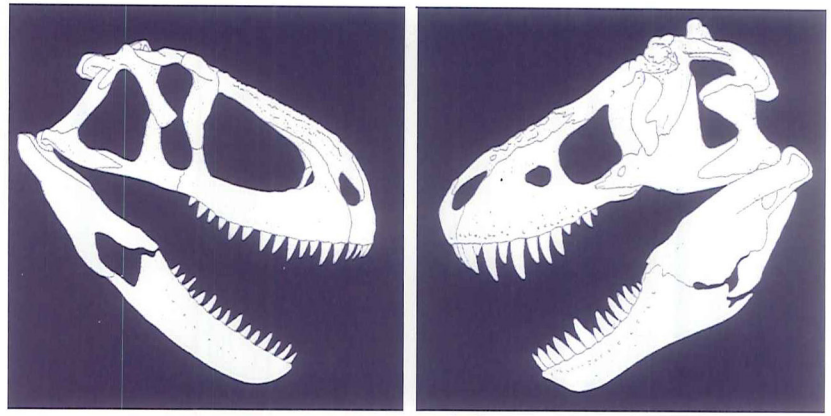
Figur 1. Tværsnit af Rådhuspladsdalen i den viste profillinie, som har retning nogenlunde vinkelret på dalretningen.

træpæle og trækonstruktioner. Disse kan skades, hvis man sænker grundvandsstanden, idet træet vil rådne og fyldlagene vil sætte sig. Nu blev tunnelbanen som bekendt ikke bygget, så man undgik problemerne.

Rådhuspladsdalens form og dannelsesmåde

Tunnelbaneundersøgelserne førte til, at geologen Erik Stenestad i 1976 hovedsageligt på denne baggrund udarbejdede en meget grundig oversigt over Københavns geologi. Figur 2 viser et udsnit af Stenestads kort over kalkoverfladens højdeforhold. Dalen tegner sig tydeligt i kalkoverfladen under bymidten.

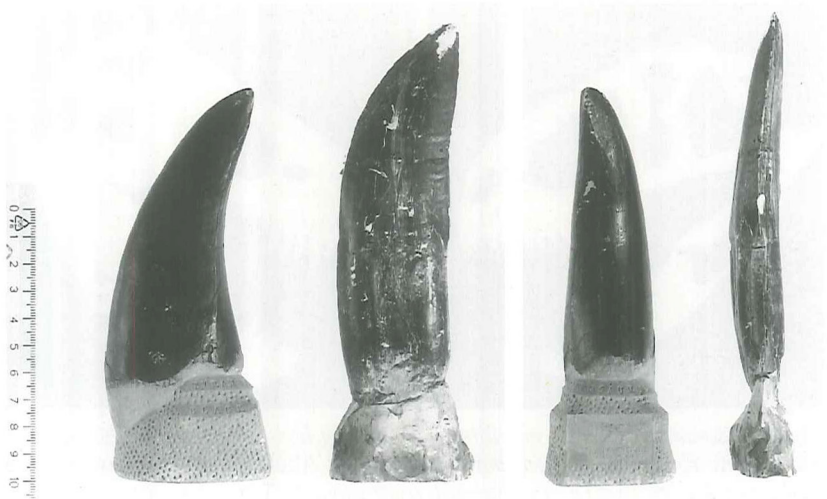
Et nyere kort over kalkoverfladens højdeforhold, som også viser forløbet af Københavns Metro, ses i figur 3. Kortet viser kun et udsnit af den store mængde boringer, der er udført i København. Der er dog ingen



Figur 4. Sammenlignende morfologi af hovedet hos to gigantiske theropoder fra seneste Kridt. Til venstre den ret primitive Abelisaurus comahuensis *fra Sydamerika, til højre den meget avancerede* Tyrannosaurus rex *fra Nordamerika. Bemærk de meget kraftigere kæber, betydeligt større og mere robuste tænder, den langt større nakkekam til fæste for halsmusklerne, samt det langt mere massive kranium hos* Tyrannosaurus. *Efter Czerkas, S. J. & Czerkas, S. A.: Dinosaurs - A Global View, Dragon's World Ltd., 1990.*

tilhæftningspunkter. Omlægninger af ørets opbygning viser tillige, at deres hørelse var bedre end de fleste andre rovdinosaurers, og deres øregang vendte fremad. Det gjorde deres øjne også, og de havde således stereoskopisk syn. De store tyrannosaurer maksimerede altså alle de træk, der har med jagt og byttefangst at gøre, på bekostning af resten af kroppen. Tænderne var heller ikke knivbladslignende som hos andre rovdinosaurer (figur 5), men langt tykkere og kraftigere, nærmest som store pløkke. De var ikke særligt skarpe, og de har ikke kunnet skære i nær samme grad som hos andre former. Derimod synes de bedre designet til at blive hamret direkte igennem kød og, om nødvendigt, knogler i et særdeles kraftigt, knusende bid.

Dette understøttes af resten af kraniets morfologi samt en række fund, bl.a. af den store nordamerikanske ceratopsid *Triceratops*, på hvilken spidsen af en tyrannosaurtand blev fundet 5 centimeter inde i lårbensknoglen, samt fund af sønderbidte halehvirvler fra hadrosaurer. Et par af disse var faktisk helede igen på trods af den kraftige læsion, hvilket beviser at dyret levede videre, så det var altså ikke altid, at tyrannosau-



Figur 5. Modeller af tænder fra to gigantiske theropoder. A) viser tænderne set fra siden,mens de i B) er set forfra. I begge fotos er venstre tand fra den meget avancerede Tyrannosaurus rex *og den højre fra den ret primitive* Carcharodontosaurus saharicus. *Bemærk de meget kraftigere og pløklignende tænder hos Tyrannosaurus. Modellerne viser kun den del af tanden, der stak op over kæben, roden var endnu længere hos begge former. Foto: G. Brovad.*

rerne ramte plet! Disse fund beviser også, at tyrannosaurerne var rigtige jægere, og ikke blot ådselædere, som nogen forskere faktisk har foreslået. Fortænderne var D-formede i tværsnit, med den flade side indad, næsten som en dejskraber, og de var sandsynligvis specialiserede til at skrabe kød af knogler. Dette træk findes ikke hos andre rovdinosaurer. Tyrannosaurernes kranier og tænder peger derfor på, at de har kunnet manipulere føden, f.eks. en lille smule tygning og findeling, i stedet for bare at sluge den. Sandsynligvis forekom dette også hos andre rovdinosaurer, men tyrannosaurernes tænder synes mest velegnede til dette.

Den vægtige evidens

Det er vanskeligt at sætte navn på de fossile ekskrementer - koprolitter - man finder, idet disse jo findes isolerede, ofte uden nogen som helst tilknytning til hverken skeletter eller fodspor. Hvis man i aflejringer fra sen Kridt i Canada finder en koprolit med planterester i, og det har man flere

På jagt efter Rådhuspladsdalen

John Frederiksen, Dorte Gadeberg, Henning Kryger Hansen, Peter Jackson og Dorthe Lyngby

I 1967 vedtog Folketinget en anlægslov, som fastslog, at der skulle etableres en tunnelbane under København. Igennem de følgende 4 år blev der foretaget omfattende undersøgelser af de geologiske, hydrogeologiske og geotekniske forhold under hovedstaden. Tunnelbanen blev siden opgivet, men geologerne kan glæde sig over, at vores viden om den geologiske lagfølge under København er blevet stærkt forøget. Blandt andet har den bedste og dybeste af tunnelbaneboringerne, TUBA 13, leveret kernemateriale og data til en lang række forskeres detaljerede undersøgelser af lagserien. Boringen er blevet international typelokalitet for en ny formel formation, København Kalk Formationen.

Rådhuspladsdalen

Et vigtigt resultat af boreundersøgelserne er, at man under Rådhuspladsen opdagede en langstrakt dalstruktur, som blev skabt af en smeltevandsflod engang i løbet af Kvartærtiden. Dalen skærer sig igennem et nedre lag af moræneler og når ret dybt ned i de underliggende kalklag. Siden er den blevet opfyldt med smeltevandssand, og i området omkring Rådhuspladsen er den blevet dækket af et ret tykt, sammenhængende lag af moræneler. Dalen er følgelig dannet på et tidspunkt, som ligger forud for den sidste nedisning af området. Figur 1 viser et tværsnit af dalen.

Den sandfyldte dal, som ligger under grundvandsspejlet, ville have givet store problemer i forbindelse med anlægget af tunnelbanen i forbindelse med en nødvendig sænkning af grundvandsstanden. En grundvandssænkning fører uvægerligt til, at der trækkes vand ud af de overliggende jordlag. I dette tilfælde - med tilstedeværelsen af dalen - ville det have givet anledning til en ektraordinær stor vandmængde og en ukontrollabel udbredelse af grundvandssænkningen. I en gammel by som København er mange ældre bygninger funderet i fyldlag eller på

struktion vist, at hvis den første P-bølges stød er for svagt, vil instrumentet blive aktiveret af den første af de efterfølgende S-bølger, der svinger vinkelret på udbredelsesretningen. I så fald vil det være en drage, der er placeret 90° fra retningen til jordskælvets epicentrum, der taber sin kugle, og så kan retningen til epicentrum ikke bestemmes entydigt.

Som sagt, nærmer problemet sig kun sin opklaring. Med så forskellige rekonstruktioner må det indrømmes, at vi ikke med 100% sikkerhed kan afgøre, hvad det var for en mystisk kraft, den geniale Chang Heng udnyttede i sin seismiske detektor.

Ordforklaring:

Epicentrum: Det sted på jordoverfladen, som ligger direkte over jordskælvets arnested (fokus).

P-bølge: Først ankommende (primære bølge) jordskælvsbølge. Svingningerne sker i forplantningsretningen.

S-Bølge: Senere ankommende (sekundære) jordskælvsbølge. Svingningerne sker vinkelret på forplantningsretningen. Udbredes ikke gennem flydende medier.

Litteraturhenvisninger:

Holmes, Arthur, 1968: Principles of physical geology. Second edition, 1288 sider. Thomas Nelson and Son Ltd, London.

Vibe, Palle, 1998: Jordskælv: Hvad Skete der? Faglig og pædagogisk redaktion ved Marie-Louise Hammer. 72 sider. Gyldendalske Boghandel, Nordisk Forlag A/S, København.

Temple, Robert, 1998: The Genius of China. 3,000 years of Discovery and Invention. 256 sider, Prions Books Ltd, London.

steder fundet, stammer den naturligvis fra en planteæder, og man kan derfor se bort fra rovformerne. Men er den så fra en af de mange arter hadrosaurer eller ceratopsier, eller er den fra en ankylosaur? Kunne den måske være fra en ornithomimosaur eller caenagnathid, måske en form man ikke kender som skelet endnu? Det er næsten umuligt at svare på.

Imidlertid kan koprolitter forekomme under omstændigheder, hvor deres identitet synes langt mere sikker. For nylig er en kæmpe koprolit, dobbelt så stor som nogen hidtil kendt, fra en stor rovdinosaur blevet beskrevet. Den er hele 44 cm lang, 13 cm høj og 16 cm bred, og denne størrelse, kombineret med, at den er fra Maastrichtian (seneste Kridt) i Nordamerika gør, at det er næsten sikkert, at den stammer fra en tyrannosaur. Det vides naturligvis ikke hvilken art, og selvom *Tyrannosaurus torosus* teoretisk var rigeligt stor nok til at have produceret den, tyder alderen på, at den nok stammer fra selveste *T. rex*. *T. torosus* er ikke fundet i lag så unge som denne koprolit, det er *T. rex*'s tidsperiode. Koprolittens indhold fører ny viden med sig om rovdinosaurernes fødebiologi.

Det er nemlig sådan, at mange forskere tidligere har påstået, at de store rovdinosaurer blot rev store kødlunser af, med hele eller brækkede knogler i, og slugte dem, ligesom moderne krokodiller. Imidlertid er rovdinosaurernes - og især tyrannosaurernes tænder - mere komplekse end nulevende krokodillers, og dette tyder på, at de sandsynligvis var mere selektive i deres fødeindtag. Koprolitten beviser, at dette er korrekt, idet den er fuld af små, tynde knoglesplinter. Det er disse, der for alvor fastslog koprolittens identitet som stammende fra en kødæder. Yderligere viser mineralsammensætningen, at det virkelig drejer sig om en koprolit fra en kødæder. Det store indhold af små knoglesplinter viser, at selv store rovdinosaurer forarbejdede føden i munden, ligesom f.eks. store rovpatedyr.

Imidlertid er den nok vigtigste implikation af koprolitten nærmest blevet overset i de rapporter, der er fremkommet om den, idet disse stort set kun har fokuseret på tilstedeværelsen af fødeforarbejdning hos rovdinosaurerne. Tilstedeværelsen af store mængder af små knoglesplinter er nemlig et særdeles stærkt indicium på, at dyret, der producerede den, var endotermt. Endoterme dyr har en hurtig fordøjelse sammenlignet med ektoterme dyr af tilsvarende størrelse, ofte endog langt hurtigere. Dette er nødvendigt, hvis dyret skal optage nok energi til kroppens store energiomsætning. Endoterme dyr kan ikke, som de fleste ektoterme dyr,

beholde maden længe i fordøjelsessystemet, så de kan presse den sidste energi ud af den. Fra et energimæssigt synspunkt kan det langt bedre betale sig at udskille resterne og derefter tilføre ny energi i form af ny næring.

Store krokodiller æder store kødlunser, ofte med store knoglefragmenter i, i visse tilfælde endog halve lemmer. Alligevel er der normalt ikke knoglerester i deres afføring, og da specielt ikke små knoglesplinter. Krokodillers mavesyre er meget stærk, og føden forbliver i fordøjelsessystemet meget længere end hos f.eks. en løve eller en ulv. Derfor er selv store knoglestykker normalt blevet fuldstændig opløst, førend dyret udskiller resterne. Hos rovpattedyr er ekskrementerne imidlertid ofte fulde af knoglesplinter, såfremt rovdyret tilhører en art, der normalt indtager knoglemasse med føden. Den hurtige fordøjelse gør, at knoglesplinterne ikke i nævneværdig grad når at blive opløst, førend de igen udskilles.

Denne nye koprolit beviser altså, at ikke blot kunne visse - sandsynligvis de fleste - rovdinosaurer forarbejde føden, og var altså også forskellige fra krokodiller og andre 'krybdyr' i denne henseende, ligesom de er det på langt de fleste andre områder, men fordøjelsen hos rovdinosaurerne var hurtig ligesom hos moderne pattedyr og fugle. Da en hurtig fordøjelse er et særkendetegn for endoterme dyr, tyder koprolitten altså på, at rovdinosaurerne havde en høj energiomsætning. Dette skal så kombineres med alle de andre anatomiske karakterer, der tyder på, at dinosaurerne var endoterme. Disse udgør i sig selv en overvældende mængde indicier på endotermi, men man kan også anskue dette fra en mere filosofisk vinkel.

Hvis en forklaringsmodel, oprindeligt foreslået og senere udbygget udfra ét sæt data, er korrekt, vil den være i stand til at forudsige karakteren på visse andre data, der endnu ikke er kendt, i dette tilfælde hurtig fordøjelse. Og når de første data på området så findes, vil de udgøre en meget stærk blindtest på, om modellen er korrekt. I dette tilfælde opførte de manglende data sig præcist, som de skulle, såfremt teorien om dinosaurer som fysiologisk langt mere avancerede end moderne krybdyr er korrekt. Det kan næppe være et tilfælde.

Ordforklaringer

Gruppe: En naturlig slægtsskabsgruppe
Undergruppe: En naturlig slægtsskabsgruppe, blot mindre.

Trods gentagne demonstrationer med kunstigt frembragte rystelser betragtede hoffets embedsmænd og lærde i starten Chang Hengs seismiske detektor med stor skepsis. De blev dog ret mystificerede, da en af dragerne en dag, hvor der ikke var indtruffet mærkbare jordrystelser, alligevel tabte sin kugle ned i en tudsemund.

Ikke mange troede Chang Heng, da han forklarede, at der et eller andet fjernt sted i nordvestlig retning måtte være indtruffet et jordskælv. Det var nemlig det dragehovede, der vendte mod sydøst, der havde tabt kuglen. Tvivlerne ændrede først opfattelse nogle dage senere, da en budbringer overbragte nyheden om, at der ca. 600 kilometer mod nordvest var indtruffet et jordskælv i Lung-Hsi. Herefter var alle ved hoffet overbevist om, at der gemte sig en mystisk kraft i Chang Hengs instrument.

Der er endnu i dag delte meninger om, hvordan denne kraft virkede. Geologen Arthur Holmes har i sin bog 'Principles of physical geology' fra 1967 (side 911) afbildet uden mange kommentarer en dystert udseende rekonstruktion af Chang Hengs seismiske detektor, som er udstillet i Science Museum i London. I denne model er en tung lodstang i ustadig ligevægt anbragt i en cylindrisk broncebeholder med domeformet låg. Det første seismiske stød vil vælte lodstangen og udløse en af dragekuglerne.

Chang Hengs jordskælvsdetektor omtales også af forfatterne Vibe (1998) og Temple (1998). De afbilder en anden model fra Science Museums samlinger, en såkaldt 'Chocos kugle'. Den blev konstrueret i 1936 af den kinesiske forsker Wang Chen-to. I den er der ophængt et pendul under låget og indbygget otte mekaniske arme, som forbinder pendulet med dragehovederne.

Temple (1998, side 165) foretrækker dog sin egen forbedrede udgave af japaneren Imamura Akitsune's rekonstruktion fra 1939. Her er, som i Arthur Holmes dystre cylinder, anvendt en lodret lodstang i ustabil ligevægt. Lodstangen omgives af to vandrette plader, der hver har otte slidser, som stråler ud fra hullet til lodstangen. I slidserne mellem pladerne er anbragt otte forskydelige stænger, hvis ene ende er i kontakt med kuglerne i dragehovederne. Når det første bølgestød vælter lodstangen i stødets retning, vil lodstangens øverste spids skubbe til stangen i den slidse, som har (eller næsten har) stødets retning, og derved aktivere en kugle. Ifølge Temple (1998) har forsøg med Imamura Akitsune's rekon-





sig i den mystiske seismograf fra Handynastiet, befinder den sig stadig i det bageste gemak på cloisonnéfabrikken i Beijing.

Nu flere måneder senere nærmer mysteriet sig sin opklaring: Vasen med dyrene stammer ikke fra Handynastiets tid, men noget om snakken er der alligevel. Kæmpevasen er én blandt flere moderne rekonstruktioner af en seismisk detektor, et såkaldt seismoskop, som den berømte kinesiske matematiker og kongelige astronom Chang Heng opfandt i år 132 e. Kr - under det yngre Handynasti.

Den originale udgave af Chang Hengs opfindelse er desværre ikke bevaret, men af beskrivelser fremgår det, at den bestod af en broncevase med otte dragehoveder, omgivet af otte gabende tudser. Under vasens låg gemte der sig formodentlig et pendul, som blev sat i svingninger, når det første stød fra et jordskælv nåede frem til instrumentet. Stødet udløste en kugle fra den dragemund, der pegede i bølgens bevægelsesretning, og kuglen blev opfanget af tudsen under dragen, som havde 'spyet jordskælv'.

Plesiosaurer og andet godtfolk på Nordgrønland

Rikke Bruhn

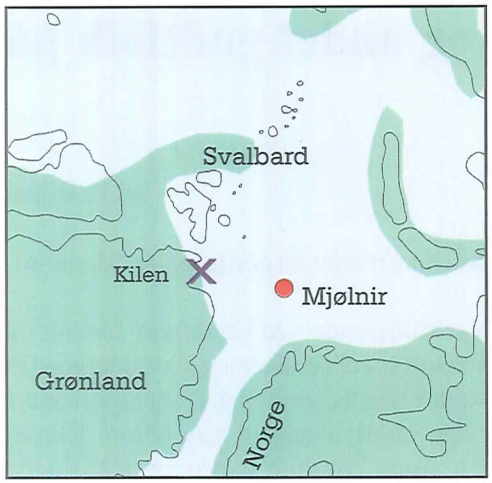
Her er en beretning om, hvordan man træder en nordgrønlandsk plesiosaur over tæerne.

I sommeren 1998, da jeg var studerende ved Geologisk Institut og arbejdede på at blive færdig med mit speciale, blev jeg kontaktet med et tilbud om at tage med på feltarbejde i Nordøstgrønland. Den slags chancer kommer ikke så ofte, og få uger efter var der afgang til station Nord. Ekspeditionens formål var at forsøge at spore 'Mjølnir' meteorens aflejringer, i sig selv et usædvanligt mål for geologisk feltarbejde. Mere usædvanligt blev det, da der pludselig dukkede et velbevaret aftryk af en plesiosaur- 'luffe' op. Men først noget om ekspeditionen.

Ekspedition Mjølnir

Mjølnir meteoren slog ned i Barentshavet nær afslutningen af Jura perioden for 135-140 millioner år siden. Krateret er bevaret under havbunden, hvor det er påvist ved seismiske undersøgelser. Ud fra dets størrelse har man regnet ud, at meteoren selv målte omkring 2 kilometer i diameter. Da den slog ned i et daværende havområde, må nedslaget have forårsaget en kæmpe flodbølge, der væltede ind over kysterne på de omkringliggende landområder.

I Sen Jura havde havbundsspredningen mellem Nordamerika og Eurasia ikke nået de polare egne, så Grønland hang sammen med Norge, kun adskilt af et smalt og forholdsvis lavvandet stræde. Kronprins Christian Land og Peary Land i Nordøstgrønland er, udover Svalbard, de steder nærmest Mjølnirs nedslagssted, hvor der findes sedimentære aflejringer fra Jura og Kridt bevaret. Meteornedslaget er på Svalbard for nylig blevet sporet udfra fund af kvartskorn med strukturer, der kun dannes ved voldsomme trykpåvirkninger, og meningen med Mjølnirekspeditionen var om muligt at gøre lignende observationer i Nordøstgrønland.



Palæogeografisk kort visende land/hav fordelingen for 142 mill. år siden samt positionen for Mjølnir meteornedslaget og Kilen, hvor plesiosaur-luffen blev fundet.

Sporing af virkningerne fra et stort meteornedslag er interessant, fordi et nedslag er en øjeblikkelig hændelse, der påvirker store områder samtidigt; en sjælden ting i geologiens verden. Derfor er Mjølnir-nedslaget en enestående mulighed for at lave nøje tidsmæssig korrelation mellem aflejringer over store dele af Nordatlanten og derved forstå den regionale udvikling bedre.

Fundet på Kilen

Ekspeditionens første arbejdslokalitet var Kilen, en lille klat fjeld på sydsiden af Kronprins Christian Land med en hale af smeltevandsaflejringer, klemt inde på begge sider af gletscheris. Kilen ligger midt i Wandel Sea bassinet, der består af en række mindre, sedimentære, strike-slip bassiner, som er dannet i forbindelse med rifting og sideværts bevægelse mellem Grønland og det Eurasiske Superkontinent i Sen Mesozoikum.

Kilen er ikke jordens behageligste arbejdsplads. Faldvinde fra isen gør vejret til en heftig affære med stærk blæst, kraftig skydannelse og en sommertemperatur på 2-3 grader, hvorfor den næsten totale mangel på vegetation og dyreliv er umiddelbart forståelig. Efter først 4 dages indeblæsning i en lokal orkan og derefter en uges arbejde på fjeldsiderne, dukkede 'luffen' op som en glædelig nyhed.

Prisen, næsten 400.000 danske kroner, kunne for den sags skyld godt tyde på, at vasen er så gammel, men det er der andet, der ikke gør. Porcelænet har ingen skår og revner, glasuren er perfekt og messingdyrene er ikke det mindste anløbne. Dragerne ligner ganske vist de Long- og Mang-drager, som kan ses på kinesisk kunsthåndværk fra det første Kejserdømme (221 f. Kr.- 265 e.Kr.). De har horn som hjorte, pander som kameler, ører som okser, øjne som en dæmon og poter som en tiger. Den slangeagtige hals og søuhyrelignende krop er beklædt med karpeskæl. Long- og Mang-dragerne blev dog ikke opfattet som onde monstre og uhyrer, men mere positivt. De indgik bl.a. i symboler for universets opbygning. Men det er alligevel tvivlsomt, at vasen kan være så gammel. Det foresvæver mig, at det blå-hvide porcelæn med klar glasur over det koboltblå først dukkede op langt senere - i det 1400. århundrede e. Kr. under Mingdynastiet.

Kunne denne kæmpevase virkelig være en seismograf? Kunne dragerne virkelig spy messingkugler og varsle jordskælv? Adspurgt nikker ekspedienten smilende på kinesisk. Endnu en ekspedient - en tredje, og en fjerde bliver tilkaldt. De smiler og nikker også. Til sidst dukker afdelingschefen op. Han bedyrer belevent, at det **er** en seismograf, et instrument, der kan 'måle jordskælv'. Men hvordan den imponerende tingest virker, er han ude af stand til at fortælle.

Jeg gætter selv på, at et fjernt jordskælv måske vil kunne få en af kuglerne i dragernes mund til at falde ned og blive spist af tudsen nedenunder. Men hvad mekanismen er, som får dragen til at lukke munden op, forbliver uopklaret, da vi ikke kan tillade os at løfte 'låget' af vasen. Den er også så høj, at vi ikke vil kunne kigge ned i den.

Afdelingschefen øjner en god forretning og prøver ihærdigt at overbevise mig om, at jeg bør købe det sjældne instrument. Det er et unikum, et fund til prisen, som også indbefatter pakning og forsendelse. Firmaet skal nok sørge for, at den tunge seismograf når sikkert frem til min adresse i Danmark.

Alle hans overtalelser er dog forgæves. De gør mig kun endnu mere opsat på at få en forklaring på, hvordan dette sjældne instrument virker - om ikke andet, så når jeg kommer hjem. Derfor fotograferer jeg vasen med dragerne og tudserne og sender efter hjemkomsten billederne til VARV (AB). Hvis ikke en dollarstærk millionær skulle have forelsket

Kan drager spy jordskælv?

Dorthe Borlund og Asger Berthelsen

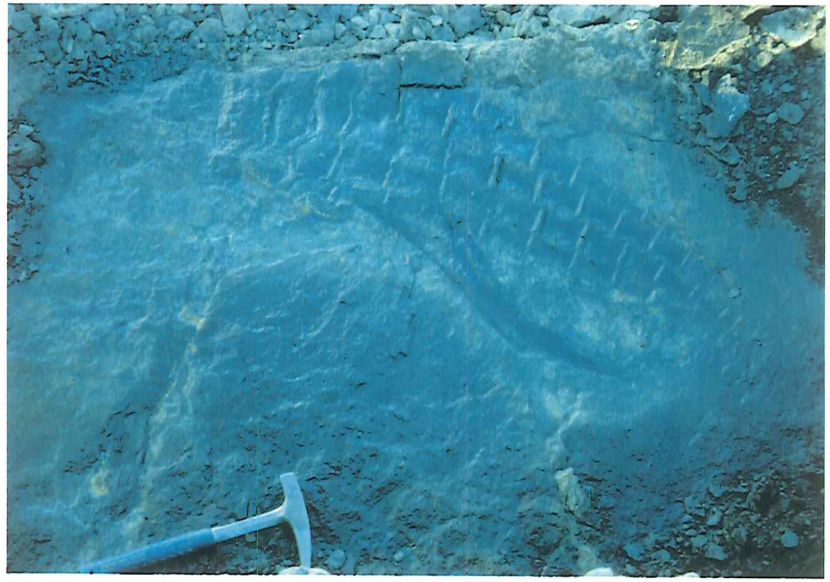
'Pris 59.480 US dollar', står der på et lille skilt foran en næsten mandshøj porcelænsvase med stiliserede koboltblå mønstre. Og til den pris medfølger otte fint ciselerede malm- eller messingdrager, som er fastgjort på vasens sider med hovedet nedad. De holder alle en messingkugle i gabet. Med i købet følger også otte ligeså blanke tudser med vidt opspilet mund. De er placeret under dragerne, så hvis en drage pludselig skulle finde på at spy jordskælv, vil tudsen nedenunder sluge messingkuglen. Hele arrangementet står på et lavt, udskåret bord.



Tiden er Påsken 1999 efter europæisk tidsregning; stedet er det bageste gemak i en salgsudstilling i en cloisonné-fabrik i Beijing, hvor jeg (D.B.) ser mig omkring sammen med et dansk rejseselskab. På prisskiltet står også at læse, at den fantasifuldt udsmykkede vase er en **SEISMOGRAPH**. Det er prentet med rødt mandarinblæk på både kinesisk og engelsk. Jeg spørger lidt skeptisk den ekspedient, der er fulgt i hælene på os, om dét virkelig kan passe. Hun bedyrer, at det er rigtigt og tilføjer, at seismografen er fra Handynastiets tid, cirka 2.000 år gammel.

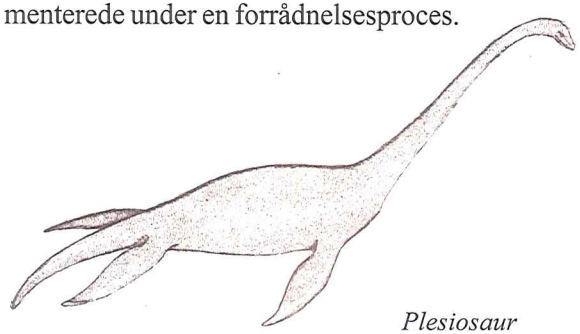
Aftenen før, under planlægningen af den følgende dags arbejde, havde et af ekspeditionsmedlemmerne bemærket den store lighed mellem litologien på Kilen og Svalbard, hvor han havde arbejdet i en årrække. På Svalbard, fortalte han, havde han været med til at finde rester af nogle plesiosaurer i lag svarende til de, der skulle opmåles dagen efter. Aftenens spøg blev, at så kunne vi jo bare gå ud og finde en, nu vi vidste, hvor de lå.

Stor var min forbavselse derfor, da jeg dagen efter bogstavelig kom til at træde et eksemplar af slagsen over tæerne. Fundet, som blev afdækket efter et par dage, viste sig at være et aftryk af rækker af fingerknogler fra en plesiosaurluffe. Aftrykket er bevaret i sorte skifre, der vidner om, at den havbund, som dyret efter sin død sank ned på, var iltfattig. Manglen på ilt betød, at liget ikke blev omsat af nedbrydende organismer, men langsomt dækket af sediment og derfor bevaret perfekt. Knoglematerialet derimod blev efterhånden opløst, fordi det gennemsivende vand var surt.



Plesiosaur-luffen fra Kilen.

Der er grund til at tro, at hele plesiosauren er bevaret inde i klippesiden, fordi bevaringsgraden af de dele, der blev afdækket, er perfekt. Muskeldækket på lufferne har antageligvis kun været tyndt, og det må derfor antages, at disse dele af dyret ville være noget af det første, der fragmenterede under en forrådnelsesproces.



Plesiosaur

Plesiosaurer

Plesiosaurerne tilhører en gruppe af marine krybdyr, der levede i Jura og Kridt, på samme tid som dinosaurerne på land. De havde en lang hale og hals med et lille hoved, og en torpedoformet krop med to sæt luffer (figur. 3). De fleste plesiosaurer menes at have holdt til nær kysten, hvor de levede af fisk og skaldyr. Dette stemmer fint overens med paleogeografiske rekonstruktioner, lavet udfra den velblottede, sedimentære lagfølge, der viser, at Kilen-området var kystnært gennem det meste af Sen Jura.

Pleisiosaurerne var typisk omkring 3 meter lange, men nogle typer kunne blive op til 10 meter. Kilen-plesiosaurens luffe er omkring 80 cm lang, hvilket tyder på, at dyret målte 6-8 meter fra hoved til halespids. Der er fundet en del plesiosaur-fossiler rundt omkring i Europa, så det har sandsynligvis været et almindeligt dyr, der levede over store områder. I Danmark er der på Bornholm fundet enkelte plesiosaurtænder i aflejringer fra Jura.

Hvad skete der så?

Fundet er gjort på grønlandsk jord, i verdens største nationalpark, og det vil kræve en tilladelse fra Grønlands regering at røre yderligere ved den. Derudover er en udgravning af et så stort dyr noget, der kræver helt andre redskaber end en felthammer, nemlig ekspertise, samt tid og ikke mindst penge. Derfor ligger plesiosauren stadig på Kilen, og det vil den formodentlig blive ved med.

Ordforklaring

Litologi: De fysiske karakteristika af en bjergart, f.eks. farve, mineralindhold og kornstørrelse.

Mesozoikum: Geologisk æra der strækker sig fra 225 til 65 millioner år og omfatter perioderne Trias, Jura og kridt.

Rifting: Den tidlige fase af en kontinental opsprækning og separation. I opsprækningsfasen opstår et system af rift-dale gennem kontinentet, som f.eks.det østafrikanske dalsystem.

Strike-slip bassin: Sedimentært bassin dannet i forbindelse med en sideværts (strike slip) forkastning, hvor forrykkelsen sker horisontalt og parallelt med forkastningen. Strike-slip bassiner dannes i områder langs forkastningen, hvor den har en afvigende orientering i forhold til sit ellers retliniede forløb. I sådanne områder opstår der et 'hul' mellem de to forkastningsadskilte blokke, når de glider forbi hinanden.

I år 2000 udkommer VARV på følgende datoer

VARV 2000 nr. 1: 1.-5.
VARV 2000 nr. 2: 1.-8.
VARV 2000 nr. 3: 1.-10.
VARV 2000 nr. 4: 1.-12.