

Geologisk **Nyt**



*Havmonstre genopstår
Undersøgelsesboringer
Ferskvandsbidrag fra Grønland*

Fortidens havmonstre genopstår - ny udstilling på Geocenter Møn

Af Esben Horn, 10Tons ApS og Jesper Milàn, Geomuseum Faxe, Østsjællands Museum

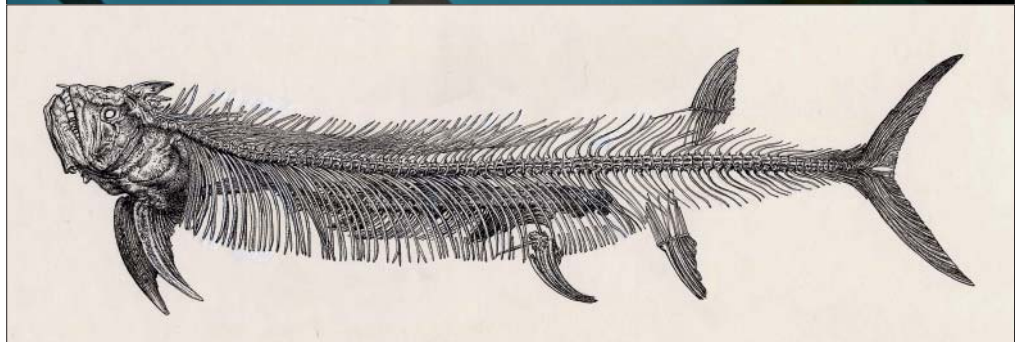
Skarpe tænder, flænsede kroppe og dødeligt giftige gopler er de saftige ingredienser i en ny udstilling, som netop er åbnet på Geocenter Møn, og som kan ses hele resten af året.

Udstillingen er bygget med udgangspunkt i National Geographics' flotte 3D-film om livet i fortidens have "Sea Monsters" og består af fem modeller i fuld størrelse, der er bygget over udvalgte scener fra filmen, samt et par andre fossile dramaer hvor fossiler giver vidnesbyrd om dramatiske hændelser fra den fjerne fortid. Selvom det hele er meget dramatisk fremstillet, er der videnskabeligt belæg for hver eneste af de fremstillede scenarier i form af fossiler, der viser netop den dramatiske historie, som udstillingen fortæller.

"Fisken i fisken"

De første tre dramaer udspiller sig i slutningen af Kridttiden for 85 millioner år siden, i hvad der i dag er den nordamerikanske stat Kansas. Dengang løb der et stort indlandshav op gennem Nordamerika, og aflejringerne fra dette hav er berømte for deres mange utroligt velbevarede fossiler fra datidens dyreliv i havet.

Den første rekonstruktion er bygget efter et berømt fossil, der viser, hvad der sker, når man bliver lidt for grådig. Fossilet blev fundet i 1925 og vakte straks stor opsigt. Ikke blot var det et fuldstændigt komplet skelet af den 5 meter lange rovfisk *Xiphactinus*, men i fiskens maveregion lå der et fuldstændigt komplet skelet af en anden rovfisk, den 2 meter lange *Gallicus*, som må være blevet spist ganske kort tid før *Xiphactinus*'en døde (figuren til højre). *Xiphactinus* var et effektivt rovdyr, der kunne blive op til 6 meter langt. Den var lang og strømlinet og havde en stor kraftig halefinne, så den hurtigt kunne springe frem og snappe byttedyr i havet. Dens mund var besat med lange syllespidse tænder, og kæberne kunne skydes frem så den hurtigt kunne gribe og fastholde selv store byttedyr. I dette tilfælde ser det dog ud til, at en 2 meter lang *Gallicus* var for stort et byttedyr for den. I hvert fald ser det ud til at *Xiphactinus*'en døde umiddel-



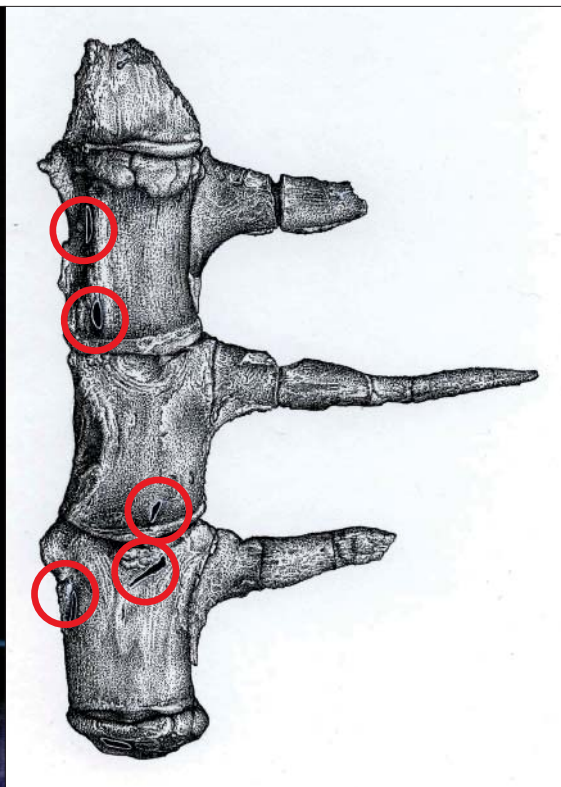
Den store rovfisk *Xiphactinus* har her gæbt over en for stor mundfuld i form af den lidt mindre rovfisk *Gallicus*. Nederst ses en illustration af det oprindelige "Fisken i fisken"-fossil fra Kansas. (Foto: Jesper Milàn, illustration af John Sibbick)

bart efter at den havde slugt sit bytte, da der ikke er tegn på, at det er ved at blive fordøjet, så måske er den simpelthen blevet kvalt i sit bytte, eller den kæmpende *Gallicus* har forårsaget indre kvæstelser hos den under arbejdet med at sluge den (se figur ovenfor).

En jæger bliver den jagede

Mosasaurerne bliver typisk regnet for havets toprovdyr i slutningen af Kridttiden, men

selvom de var store og udstyret med et effektivt og frygtindgydende tandsæt, var de ikke immune over for angreb fra andre af Kridttidens store rovdyr som for eksempel hajer. Et godt eksempel på det er fundet af en række ryghvirvler fra en mosasaur, hvor der er tydelige bidmærker fra en ginsu-hajs tænder. Ginsu-hajen var en kæmpe, der kunne blive over 6 meter lang og havde 5 centimeter lange skarpe tænder, og som alt-



Denne lille mosasaur ender sine dage som føde for den langt større ginsu-haj. Til højre ses fossilet af en række mosasaur-ryghvirvler med talrige mærker efter hajens tænder. (Foto: Esben Horn, illustration af John Sibbick)

så også havde mindre mosasaure på spisekortet. Det fundne stykke af rygsøjlen ser ud til at have været en del af en stor luns, der blev slugt hel, og på et senere tidspunkt har hajen så gylpet knoglerne op igen. Det kan ses, idet overfladen af knoglerne er ætset af hajens mavesyre (figur ovenfor).

En blækspruttes endeligt

Det sidste af kridttidens dramaer viser, hvordan en mosasaur har angrebet og ædt en kæmpe tiarmed blæksprutte. Fossilet, som scenariet er bygget over, stammer fra Smoky Hills i Kansas og er en såkaldt rachis fra den store blæksprutte *Tusoteutis*, der levede i Kridttiden. Rachis er en halve-

lastisk plade, der ligger i ryggen på tiarmede blæksprutter for at stive deres bløde krop af. Store tiarmede blæksprutter som *Tusoteutis* er selv frygtindgydende rovdyr, der bruger deres lange tentakler til at fange deres bytte. Den fossile rachis, som ligger bag denne opstilling, viser en række bidmærke, der præcist passer med størrelsen og formen på tænderne fra en mosasaur, der som nævnt var et af toprovdryene i havet i slutningen af kridttiden, og som altså også havde selv store blæksprutter på menuen (figuren på næste side).

Duel mellem panserfisk

Det næste drama tager os ud af Kridttiden

og helt tilbage til slutningen af Devontiden for omkring 360 millioner år siden, hvor toprovdryene i havet var store, mærkelige, svært pansrede fisk kaldet Placodermer. Disse panserfisk var karakteriserede ved, at deres hoved og forkrop var opbygget af en række kraftige benplader, der gav fiskene deres pansrede udseende. Den største af disse panserfisk var *Dunkleosteus terrelli*, der kunne blive op til 10 meter lang. Selvom panserfiskene ikke havde rigtige tænder, havde *Dunkleosteus* udviklet et effektivt bidapparat, idet de forreste af panserpladerne, der udgør kæberne, havde to skarpe takker, der passede sammen med tilsvarende takker fra overkæbens benplader. Biomekaniske

Vi borer over hele landet..!

- Kerneboringer
- Hulsneglsboringer
- Højslevboring
- Tørboring
- Luftslylleboring
- Skylléboring

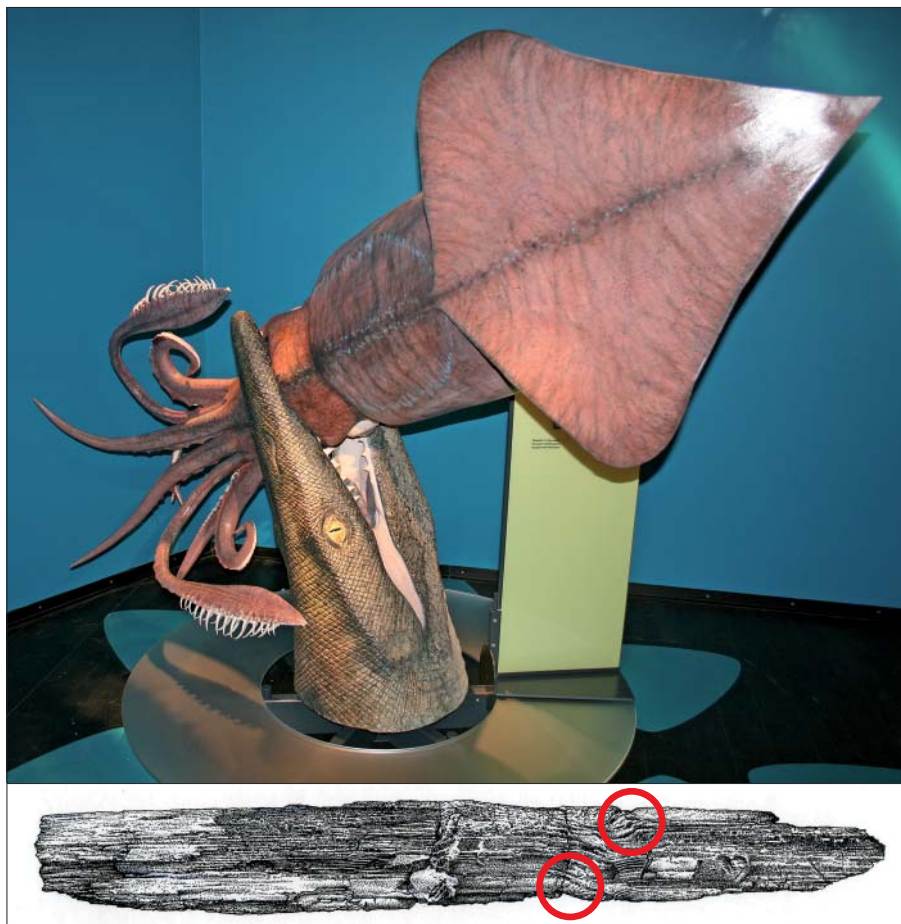
- ring og hør nærmere...



POUL CHRISTIANSEN A/S
Brøndborer- &
Ingeniørfirma
7840 Højslev
Tlf. 97 53 52 22

100 år

- din sikkerhed for erfaring og kompetence...



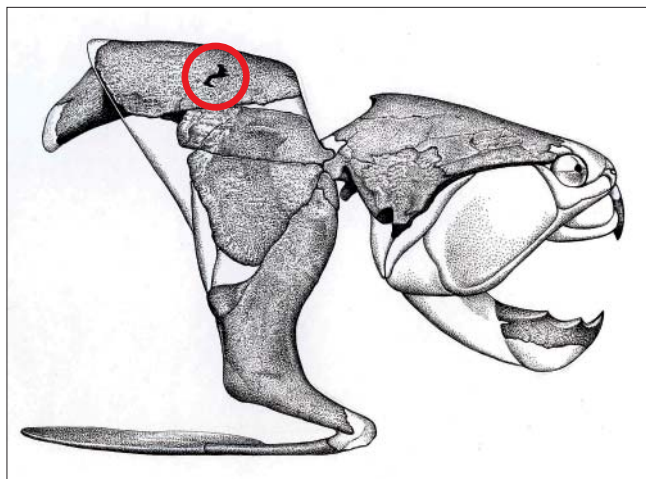
Kæmpeblæksprutten *Tusoteuthis* bliver her offer for en sulten mosasaur. Nederst ses den fundne rachis fra blæksprutten med bidemærker fra mosasaurens tænder. (Foto: Jesper Milàn, illustration af John Sibbick)

studier af kæberne hos *Dunkleosteus* viser, at et fuldvoksnet eksemplar kunne bide med 4.400 Newton og dermed havde den suverænt Devontidens kraftigste bid, som kunne knuse et hvert byttedyr på den tid.

Et spændende fossile af *Dunkleosteus* fundet i Marokko viser, at de ikke nøjedes med at bruge deres kraftige kæber på potentielle byttedyr, men at de også af og til bed hinanden. I nakkeregionen af kraniet fandt man et karakteristisk hul i den 4 cm tykke panserplade, der beskytter fiskens nakkere-

To eksemplarer af den store panserfisk *Dunkleosteus* i drabelig duel. Nederst ses et *Dunkleosteus*-kranium med bidemærker i nakkeregionen fra en anden *Dunkleosteus*.

(Foto: Jesper Milàn, illustration af John Sibbick)

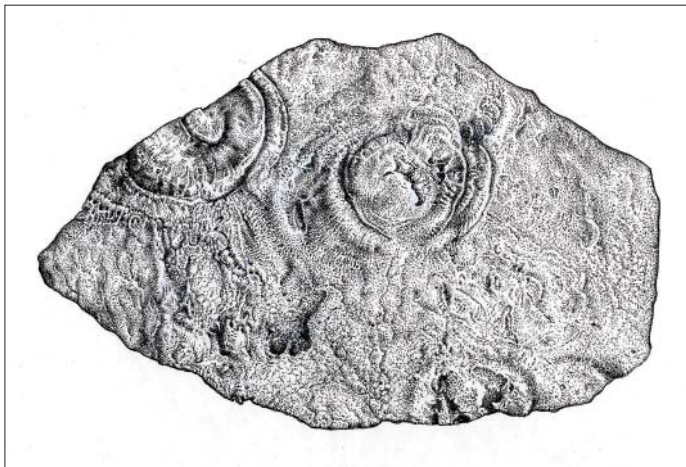


gion. Formen på hullet passede præcist med formen på tænderne fra undermundens på en *Dunkleosteus*. Så her fanget i fossilet var et tydeligt tegn på en kamp mellem to kæmpe panserfisk. Biddet har ikke været dødeligt for offeret, da man kan se at knoglen var ved at heles rundt om hullet, så offeret må have levet videre et godt stykke tid efter angrebet. Måske er det resultatet af en territorial kamp, vi ser her (figuren nedenfor).

En goples døds kamp

Sidste drama springer endnu længere tilbage i tiden til starten af Kambrium, for omkring 500 millioner år siden, og viser intet mindre end en gople af slægten *Hippolytes* døds-kamp, efter den er skyllet op på en strand-bred, i hvad der i dag er den nordamerikan-ske stat Utah. Bare det at finde en forstening af et væsen som en gople, der næsten udelukkende består af vand, er fantastisk og kendes kun fra ganske få steder i Verden, blandt andet Bornholm. Men i dette tilfælde kan man aflæse goplens sidste minutter ud fra fossilet og se, at den stadig var levende, da den blev skyllet op på stranden eller fanget i en tidevandspyt, der langsomt udtør-rede. Rundt om fossilerne kan man se, at der er dannet små volde af sediment fra goplens pulserende bevægelser i dens forsøg på at bevæge sig. Det er imidlertid ikke lykkedes, og goplen har fået trukket fine sandkorn op i sit tarmsystem under dens pulseren i det lave, plumrede vand, så de fine aftegninger





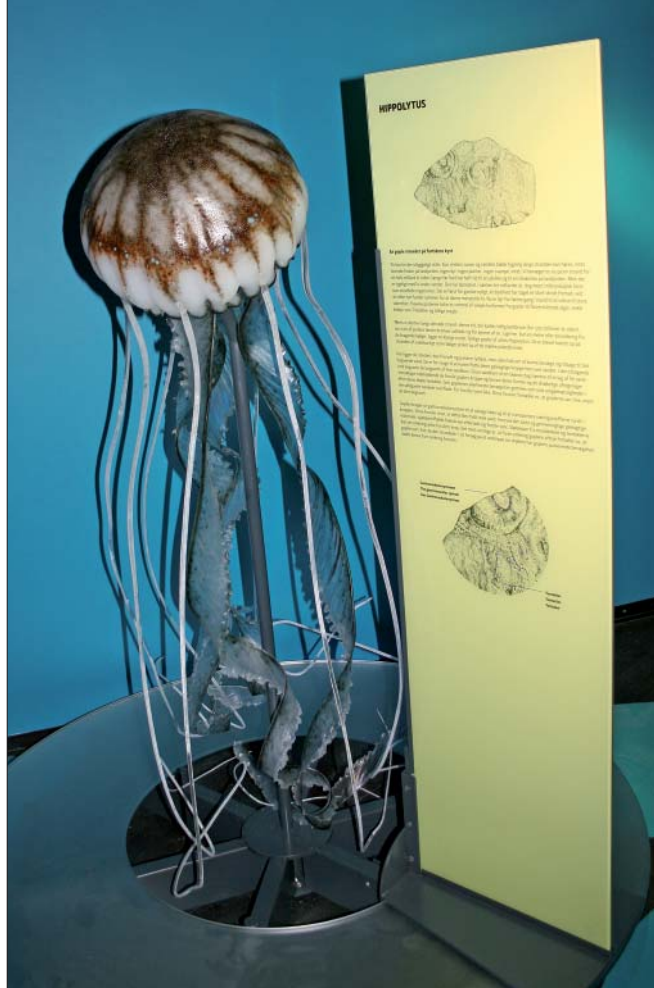
af goplens indre kanaler er blevet bevaret (figuren ovenfor).

Bag scenen - hvordan blev modellerne til?

Alle modellerne er bygget af firmaet 10 Tons, der er specialister i zoologiske og palæontologiske rekonstruktioner til naturhistoriske museer, og som blandt andet tidligere har bygget modeller til Geocenter Møn, Geomuseum Faxe, Statens Naturhistoriske Museum og Deutsches Meersmuseum i Stralsund. Selvom der er gjort meget ud af dramatikken i Sea Monsters-udstillingen, er der lagt stor vægt på, at det videnskabelige fundament bag udstillingen er i orden, og derfor har flere internationale eksperter

Et af verdens ældste fossiler af en vandmand er af slægten Hippolytes og er fundet i Utah. Her er den rekonstrueret, som den så ud før den fatale dag for ca. 500 mio. år siden, hvor den blev skyllet op på stranden. Øverst kan man se selve fossilet, som det blev fundet. (Foto: Jesper Milàn, illustration af John Sibbick)

løbende været involveret i designet af de enkelte modeller og konstant rettet på detaljerne, så de passer bedst muligt med den nyeste viden. Blandt eksperterne er Mike



Everhart fra University of Kansas, som også var konsulent på National Geographic's Sea Monsters-film, som ligger til grund for flere af de fremstillede dramaer. John Long, direktør for Natural History Museum of Los Angeles County, er ekspert i panserfisk og har sørget for, at de to kæmpende *Dunkleosteus* er så autentiske som muligt. Luis Chiappe, Dinosaur Institute, Natural History Museum of Los Angeles County, har velvilligt bidraget med den allernyeste viden om strukturen af skindet hos en mosasaur. Og endeligt har palæokunstneren John Sibbick minutøst tegnet alle fossilerne, som udstillingen drejer sig om.

Modellerne til udstillingen bygges op af mange forskellige materialer. Der fremstilles altid miniaturemodeller af dyrene. Her tages stilling til dyrenes proportioner og positionering. Disse miniaturer danner grundlag for opskalering af dyrene til den endelige størrelse. Selve kroppene på de store modeller skæres derefter ud i tykke flamingoplader, der er stablet oven på hinanden (figuren til venstre). Flamingoen bearbejdes med knive og savklinger, og med sandpapir opnås selv fine detaljer. Da flamingo er skrøbeligt og brandfarligt, skal det coates med et lag glasfiberarmeret jesmonit – en akrylforstærket gips. Jesmonit-overfladen slibes, og de sidste detaljer kan modelleres på plads med kunster.

Hvis der kræves meget fine detalje så som skæl og fine rynker, bruges der ler. Når modelleringen er færdig, fremstilles en silikone-støbeform, hvori man kan støbe



Her er den store ginsu-haj blevet skåret ud i tykke flamingoplader. (Foto: Esben Horn)

selve modellen i translucent plast eller jesmonit. Hvis der findes velbevarede kranier fra dyrene, bliver hovedet oftest modelleret op over en afstøbning af et originalt kranie, så det bliver så korrekt som muligt. I nogle tilfælde ved man præcist, hvordan skindet på dyrene har set ud, idet man har fundet forstenede aftryk af skindet, men i de fleste tilfælde må man gætte sig frem ved at sammenligne med enten moderne dyr eller andre fossile dyr, hvor man har aftryk bevaret. I tilfældet med mosasauren, der angriber kæmpeblæksprutten, er skindet her modelleret på baggrund af den allernyeste viden, der netop er ved at blive offentliggjort i et videnskabeligt tidsskrift. Der er nemlig for nylig blevet fundet et mosasaurfossil hvor der er bevaret aftryk fra skindet på hovedet og halsregionen af dyret, og her viser det sig, at mosasaurens skind var dækket af små skæl præcis som hos deres nulevende slægtninge, varaner og slanger (figur øverst til højre).

I tilfældet med den store rovfisk *Xiphactinus* har man fundet velbevarede aftryk af dens skæl, så man ved både hvilken form de har haft, hvor store de har været, og hvordan de var fordelt over fiskens krop. Til modellen blev der derfor fremstillet omkring 7.000 skæl af forskellige størrelser, der omhyggeligt blev limet på et for et, en proces der tog næsten 3 uger at fuldføre (figuren nederst). Hovedet og finnerne af fisken blev modelleret over en model af fossilets knogler, og her blev det hurtigt klart, at finnerne hos denne fisk ikke har lignet finnerne hos en typisk fisk i dag, da der inde i finnerne var massive knogler på op til 3 cm's tykkelse. Derfor blev finnerne på modellen fremstillet som tykke og massive og ikke tynde og halvgenemsigtige som almindelige fiskefinner.

Som modelbygger er det vigtigt at have sans for detaljer i overflader samt øje for komposition og bemaling for at kunne lave en troværdig model. Men palæontologernes vejledning er helt afgørende for, at modellen bliver videnskabelig korrekt. Heldigvis viser det sig som oftest, at palæontologerne er ligeså interesserede i fremstillingen af modellen som modelbyggeren. Det kan nemlig være meget givende at se en rumme-

De fine detaljer i mosasaurens skind bliver modelleret i ler. (Foto: Esben horn)

lig fremstilling af de dyr, som de sædvanligvis kun kender fra sammentrykte aftryk i sten. Ved at skulle svare på modelbyggerens talrige spørgsmål vedrørende hudstruktur, behåring, stoflighed osv. osv. tvinges de ud i tankerækker, som ind imellem leder til ny forståelse af det dyr, de arbejder med. Forskere har en tendens til at fokusere på små bestemte detaljer ved dyrenes skeletter, som er med til at kendetegne dem, hvori- mod andre ting opfattes som uinteressante trivialiteter. Men som modelbygger har man behov for at få det hele med. Til sammenligning kan man forestille sig, at der er skrevet utallige videnskabelige artikler om elefantens anatomi – dens muskulatur, tarmsystem osv. Men det bliver sikkert svært at finde en artikel om, hvordan dens rynkede hud ser ud – selvom det i høj grad er vigtigt at få med,

hvis man skulle lave en model af dyret.

Når modellen endelig er færdig og tilfredsstillende både palæontologerne, modelbyggeren og kundens krav, laves der en støbeform af hele modellen. Den færdige model støbes ud i et let, men stærkt materiale som jesmonit, og alle løse dele som finner, tænder, tentakler eller skæl monteres på modellen, inden den er klar til at få den endelige finish og monteres til udstillingsbrug.

Hvilke farver havde de?

Den sidste og vigtigste del af fremstillingen af modellerne nemlig bemalingen er også det sted, hvor eksperterne kommer til kort, og hvor der således er plads til stor kunstnerisk frihed hos modelbyggeren. Der er nemlig ingen, der ved hvilken farve Kridttidens blæksprutter, mosasaure og fisk har haft. Så her kan forskerne kun komme med kvalificerede gæt ud fra sammenligninger med moderne dyr med tilsvarende levevis. Indtil nu har det ikke været muligt at sige noget om farverne på fortidens dyr, lige meget hvor velbevarede fossilerne har været, men nu er der lys forude. Som det kunne læses i *GeologiskNyt* nr. 1 i år, har den danske palæontolog Jakob Vinther som er ph.d.-studerende ved Yale i USA, sammen med en international forskergruppe udviklet en metode til med succes at identificere farver, indtil videre dog kun rød, ud fra melamin i fossile dinosaurfjer. Så hvis deres arbejde forsætter med at være lige succesfuldt, kan det være, at vi inden for en årrække kan lave modeller, der ikke kun er anatomiske korrekte, men også har de rigtige farver. ■



Der går omkring 7.000 skæl til en model af Xiphactinus, som møjsommeligt bliver limet på et for et. (Foto: Esben Horn)