

Hvorfor døde dinosaurene ut

Jørn H. Hurum, *Paleontologisk Museum, Sarsgate 1, N-0562 Oslo*

Dinosaurene er borte for alltid, ingen genforskere kan bringe dem tilbake. Vi må i all fremtid nøye oss med deres nære slektninger -fuglene. Dinosaurene har på mange måter tatt over for eventyrene om drager og troll. En viktig forskjell mellom eventyrene og dinosaurene er at dinosaurene har eksistert. Hvordan og hvorfor de forsvant er en av de store gåtene innen naturvitenskapen, og et av de spørsmålene som ikke bare opptar forskerene men også vanlige mennesker.

Historisk oversikt

Ideen at arter dør ut er ikke så veldig gammel, og inntil for to hundre år siden dominerte kreasjonismen fullstendig. De trodde den gang at alle arter var skapt en gang av en guddom. Det sto ikke noe i Bibelen om at noen dyr var utdødd. Det eneste unntaket var kjemper, dermed ble alle store, uidentifiserbare, fossile knokler tilskrevet kjemper. Georges Cuvier (1769 - 1832) studerte fossiler i de sedimentære lagene rundt Paris og observerte plutselige forandringer fra lag til lag. Han fremsatte ideen om at voldsomme katastrofer ødela faunaen i et lag og gjorde plass for en ny fauna i laget over. Han dannet skole for de som trodde på plutselige og katastrofale forandringer i dyrelivet på jorda (katastrofistene). Charles Lyell, som var en samtidig av Cuvier, så i de

samme lagene kun mindre forandringer hos fossilene. Lyell viste hvordan dyrene gradvis forandret seg gjennom millioner av år. Charles Darwin tok med seg et eksemplar av første delen av Lyell's *Principles of Geology* (1830) på sin ekspedisjon til Galapagosøyene. Denne boken gjorde et varig inntrykk på Darwin, og gjorde at hans utviklingsteori (1859) kunne bruke det lange tidsaspektet først fremsatt av Lyell. Lyell og senere Darwin dannet grunnlaget for de som trodde på gradvise forandringer i jordens historie (gradualistene). Paleontologien (læren om fossilene) har etter Cuvier vært sterkt påvirket av gradualistene og de aller fleste arbeider i paleontologien bærer fortsatt preg av å komme fra en gradualistisk filosofi. Det var først i 1980 at katastrofistene igjen fikk noe å si i debatten om dinosaurenes utdøen. Da fremsatte Alvarez en teori om et stort meteorittnedslag på overgangen mellom kritt og tertiær -periodene (65 millioner år siden, da de siste dinosaurene døde ut). Det vi ser i dag er at katastrofistene (meteoritter og vulkaner) igjen vinner mange tilhengere som på begynnelsen av 1800-tallet, mens gradualistene (havnivåforandringer, naturlig nedgang) nå blir færre.

Hva er egentlig utdøen?

Utdøen er kanskje det mest misforståtte uttrykket i paleontologien og biologien. Vi tror at utdøen er en sjelden begivenhet (i hvert fall før den industrielle revolusjon). Dette er feil ! At en art dør ut er regelen, ikke unntaket. Så mye som 99% av alle arter av dyr og planter som har levd er borte !

Videre er utdøen sett på som en negativ prosess. Utdøen er faktisk en viktig samarbeidspartner for evolusjonen; hvis dinosaurene ikke hadde dødd ut for 65 millioner år siden ville pattedyrene ikke utviklet seg for å fylle de økologiske nisjene som til da var blitt okkupert av dinosaurene. Vi som mennesker ville aldri ha utviklet oss, og pattedyrene hadde fortsatt kun vært små nattlevende insekter på størrelse med spissmus.

Den siste store misforståelsen er at når en art forsvinner så dør den ut. Ofte er det kun snakk om en mangelfull fossil oppbevaring. Et godt eksempel er *Latimeria* (blåfisk) som ble regnet som utdødd siden kritt-tiden, til den ble fisket sprell levende ved Komorene i 1938. Mange av de organismer som lever rundt oss i dag mangler fossile slektninger fordi de ikke har noen harde deler som kan bevares fossilt. Den viktigste årsaken til at endel arter forsvinner er dannelse av nye arter. Under artsdannelse kan utgangsarten forbli uforandret



mens den samtidig gir opphav til en ny art. I andre tilfeller kan utgangsarten splittes opp i to eller flere datterarter og dermed se ut til å forsvinne (dø ut). Dette kalles pseudoutdøen. Utdøen er når alle individene som har meget lik arvemasse forsvinner, pseudoutdøen skjer når to datterarter ikke lenger kan få avkom med hverandre.

Overgangen mellom krittperioden og tertiærperioden (heretter ofte forkortet K/T-grensen) er et skille i dyre-, og plantelivet som var så dramatisk at det synes i fossil-sammensetningen i avsetningene fra dette tidsrommet. Det var derfor relativt enkelt å sette grensen for overgangen fra én tidsperiode (kritt) til en annen (tertiær) akkurat her. Denne hendelsen er blant de fem største katastrofene i jordas historie, der dyr og planter på

land og i havet alle ble skadelidende.

Dinosaurer representerer selve eksemplet på utdøen for både forskere og menigmann. Den vanlige oppfatningen er at alle dinosaurene ble utryddet på et øyeblikk for 65 millioner år siden. Dette er også oppfatningen blant mange forskere, spesielt geofysikere og astronomer. Astrofysikk, geokjemi, geofysikk og geologi har dokumentert at noe skjedde på K/T-grensen, men dette betyr ikke at dinosaurenes plutselige utdøen også er dokumentert. Paleontologene som faktisk arbeider med fossilene er ikke overbevist om at den enkle forklaringen om f.eks. et meteoritt nedslag er den eneste løsningen. Det er merkelig hvordan mange mener de kan uttale seg om en utdøen når de aldri har studert ofrene, kun sett

på årsaker.

For det første var det kun et fåtall av dinosaurene som overlevde til tidspunktet da det ble satt en siste stopper for dem. De aller fleste dinosaurene døde ut lenge før overgangen til tertiær. *Diplodocus*, *Stegosaurus* og *Allosaurus* var alle borte lenge før den siste dinosauren vandret rundt på lavlandet i Nord-Amerika for 65 millioner år siden. Dinosaurer overlevde nok i mange verdensdeler fram til for 65 millioner år siden, men Nord-Amerika er det eneste stedet hvor vi har avsetninger som inneholder dinosaurer helt frem til omtrent dette tidspunktet, nærmere bestemt i Montana og sørlige deler av Kanada. Enda viktigere er å ha tilstede avsetninger fra tiden rett etter dinosaurenes utdøing. I de nærmeste årene vil vi forhå-

pentligvis få nye data fra Kina og Sør-

Amerika, funn tyder på at vi har bra avsetninger der som ennå ikke er studert nøye. For øyeblikket har vi ikke nok data til å si om dinosaurene døde ut på en dag eller brukte 100 000 år på å forsvinne! Faktisk hadde dinosaurene i kritt et høydepunkt kun tre millioner år før de forsvinner. Bevarte hele og delvise skjeletter av dinosaurene som kan fortelle oss noe om de siste 10 millioner år av deres historie (75-65 millioner år siden) er i underkant av 1000 individer; ikke mye å gjøre statistikk på.

Ved en undersøkelse av alle virveldyr som levde i Nord-Amerika like før K/T-overgangen fant man ut at det hadde levd 107 virveldyrarter i området (Archibald 1996). Dette innbefattet hai, beinfisk, amfibier, krokodiller, skilpadder, dinosaurer og pattedyr. Like etter overgangen fantes fortsatt 52 av artene (49%) i området. En del av artene er så sjeldne at det kan ha med oppbevaring å gjøre at man ikke finner dem. Hvis disse sjeldne artene inkluderes i de overlevende er det en overlevelseshendelse på 67%. De som rammes hardest over grensen er dinosaurene, haiene, pungdyrene og firfislene. Hva har disse til felles som gjør at de rammes verst? Enhver teori som skal forklare dinosaurenes utdøen må også forklare hvorfor de andre gruppene blir borte.

De aller fleste av de mer enn 80 teoriene som er fremsatt om dinosaurenes utdøen er enten ren fantasi (utryddet av små grønne menn) eller ikke testbare (pest, forstoppelse, super-

nova). De teoriene som det i dag er grunn til å vurdere seriøst er meteorittnedslag, vulkanisme, havnivåforandring og generelt miljøstress.

Meteorittnedslag

Denne teorien er den mest populære i dag med mange tilhengere. Teorien ble fremsatt så sent som i 1980 og har ikke forandret seg stort siden. Det eneste viktige som har skjedd er at et meteorittkrater fra overgangen kritt-tertiær har blitt funnet på og ved Yucatan-halvøya. Krateret, som fikk navnet Chicxulub, er ca. 180 km i diameter.

Dersom en stor meteor treffer jorden vil det bli produsert enorme mengder støv som i løpet av kort tid mørklegger hele jorden. Dette mørket varer i noen måneder til et år. Fotosyntesen på land og i havet sluttet å fungere, planteeterne sultet i hjel og kjøtteterne gikk samme veien når det ikke var flere å spise. Iridium er et grunnstoff som er sjeldent på jordas overflate, men som det finnes mye av i jordas kjerne og i meteoritter. Et verdensomspennende lag med en anrikning av iridium nær/på K/T-grensen har blitt beskrevet av mange forskere. Dette kan stamme fra en meteoritt. Vi finner ingen sikre bevis for en verdensomspennende massedød akkurat på denne grensen, men "noe" skjer om trent samtidig. Hvis støv skygget for solen ville det også bli kaldt på jorda, og det ville først og fremst gå ut over de dyrene som ikke har konstant kroppsvarme. Nålevende amfibier og reptiler er avhengige av solens varme for å leve. Firfislene klarte seg

dårlig over grensen, mens andre dyr vi ville forvente skulle klare seg dårlig, som amfibier (frosk og salamander), skilpadder og krokodiller, klarte seg bra. Dette passer ikke med de teoriene som er fremsatt om katastrofen!

Når meteoritten slo ned kunne også store mengder nitrogen og svovel frigjøres. Disse gassene vil reagere med vanddamp og oksygenet i luften og danne salpetersyre og svovelsyre. Syren vil så falle ned på jorden som ekstremt sur nedbør. Denne nedbøren vil ha store innvirkninger på livet i vann. Av de virveldyrene som lever i havet i Nord-Amerika er det bare haiene som ser ut til å ha hatt store problemer på K/T-grensen. Dette stemmer ikke med teorien om sur nedbør! Det ville vært mye større tap av vannlevende arter hvis ferskvann og hav ble fylt med syre. Globale skog- og gressbranner er også foreslått som en bivirkning av meteorittnedslaget. Kull og kullstøv har blitt rapportert fra flere forskjellige lokaliteter med avsetninger nær K/T-grensen. Slike branner ville ha kokt de fleste innsjøer og elver og produsert så mye aske at det ville ha kvalt det meste av livet på jorden. Når fossilene viser at det bare er noen spesielle virveldyr som blir ofre for denne antatte kjempekatastrofen er verdensomspennende branner lite trolige. Kullstøv og større biter av kull fra lagene som er antatt å være avsatt på K/T-grensen, slik som fiskeleiren ved Stevns Klint i Danmark, er ikke avsatt i løpet av noen måneder som vi ville ha forventet ved en verdensomspennende katas-

trofe, men avsatt over noen år - kanskje noen tusen.

Vulkanisme

Flere store hendelser i den globale geologien skjedde omtrent på K/T-grensen. India, som hadde revet seg løs fra Afrika i begynnelsen av kritt, kolliderte med Asia. Denne kollisjonen dannet Himalaya-fjellkjeden og også en av de aller største vulkanske basaltseriene i jordens historie -

Deccan traps. Et område på 4200 kvadratkilometer ble dekket av basalter i India og Pakistan, med tykkelse på opptil 2200 meter, og individuelle lag på 10-100 meter. Disse utbruddene skjedde over noen millioner år, så der meteoritt-teorien kan snakke om en katastrofe på måneder til noen år kan vulkanismen ha påvirket hele jorda over lengre tid. Hva slags effekter kan slike utbrudd ha hatt på plante og dyrelivet? Gassene fra utbruddet, som inneholdt mye svovel ville ha skapt sur nedbør, mens røyk og aske ville skygget for solen og gjort klimaet kaldere. Et nært eksempel på dette er utbruddet på Laki på Island i 1783 da det kom over 11 kubikkilometer basalt opp til overflaten. Dette kjølte klimaet i Europa så mye at franske kornbønder ikke fikk avlinger. Den påfølgende sulten utløste den franske revolusjon. En ny teori for effekten av stor vulkansk aktivitet er virkningen av et økt innhold av selén i jordsmønnet, noe som er veldig giftig for fostre. Et høyt innhold av selén i eggeskall fra dinosaurer er kjent fra nær K/T grensen i Frankrike og Kina. Men ved forråtnelse uten oksygen til stede blir dette grunn-

stoffet også anriket.

Havnivåforandring

I deler av jordas historie har store områder på kontinentene vært dekket av innlandshav med dybder på opptil 100m, dette er grunne hav med enorm diversitet. Denne typen hav eksisterer nesten ikke i dag, så det er vanskelig å forestille seg disse store, grunne havene. Hudsonbukta i Nord-Amerika er et av de få eksemplene vi har i dag. Sent i kritt-perioden var store landområder dekket av slike hav. Turgaitredet delte Russland fra nord til sør like ved Ural fjellene. Nord-Amerika var delt fra nordvest til sørøst av Pierrehavet; det vestlige kontinentet kalles Laramidia og det østlige Appalachia. Disse havene trakk seg tilbake ved K/T grensen og arealet av tørt land økte fra 42 millioner kvadratmeter til 53 millioner kvadratmeter. Dette er like mye økning som et helt Afrika. Denne tilbaketrekkningen av havene førte til at store kontinenter fikk landbroer mellom seg, elvene ble lengre og grunnhavene ble borte. Hva som egentlig styrer disse havnivåforandringene forstår vi ikke fullstendig i dag, men vi kan observere at de har skjedd. De fleste teorier går på atsvingningene har en sammenheng med perioder med økt bevegelse av kontinentene, andre på binding av vann i isbreer.

De fleste landlevende virveldyrene vi finner fra den aller siste delen av kritt perioden er fra østkysten av Laramidia. I de siste millioner år av kritt trakk Pierrehavet seg tilbake fra mye av det Nord-

Amerikanske kontinentet.

Men skulle ikke økningen av kontinentenes arealer gi dino-saurene og andre landlevende virveldyr større områder å boltre seg på? Det vi ser bevart av fossiler viser det motsatte; de dino-saurene som levde på elveslettene og i de kystnære områdene taklet ikke stresset i miljøet og ble borte. Oppstykkning av leveområdet ved tørke, og dannelsen av nye store elvesystemer gjorde at leveområdet for store dyr faktisk ble mindre. Landbroene gjorde at dyr kunne vandre og dermed økte konkurransen om plassene i økosystemet. Dette gjaldt spesielt de nord-amerikanske pungdyrene som ser ut til å ha blitt utkonkurrert av tidlige plasentale pattedyr fra Asia (condylarther, tidlige slektninger av hval og hovdyr). Disse kom over landbroen i Berings-tredet. Kritikere av havnivåforandring-teorien viser til at det i løpet av jura- og kritt-periodene var flere havnivåforandringer som var like store som den på slutten av kritt og at disse ikke hadde innvirkning på dinosaurfaunaen.

Generelt miljøstress

I de siste 5-10 millioner årene av dino-saurenes tidsalder skjedde en stor forandring i floraen over hele verden. For 75 millioner år siden var det et subtropisk og tropisk klima over store deler av verden med varmekjære planter. Deretter kjølnet klimaet og planter som trives i kjøligere strøk ble mer vanlige. Tropiske områder ble kaldere og tørrere. De siste tre millioner årene av kritt (68-65 millioner år siden) er preget av at det går dårligere for dino-sau-

rene. Antall arter er redusert til 1/3 av hva det var omtrent 5 millioner år tidligere. Det er kun 18 slekter igjen, 14 av disse fra Nord-

Amerika. Er det vi ser i Nord-Amerika egentlig bare en liten oase med dinosaurer som trivdes helt opp til K/T-grensen, mens de i resten av verden allerede er borte? Langs Red Deer River i Alberta, Kanada, som er det eneste stedet i verden hvor tre soner med forskjellige dinosaurfaunaer er bevart oppå hverandre tett opp til K/T-grensen, har det underste laget 30 slekter, det midtre 18 slekter og det øverste bare 9 slekter. Er dette et tegn på at dinosaurer ikke trivdes? Slik nedgang i slekter er også indirekte studert i Frankrike og Kina der variasjonen i eggtyper blir mindre og mindre mot K/T-grensen. I Pyreneene forsvant dinosaurer 350.000 til en million år før K/T-grensen.

Kort om andre teorier

Jeg kommer ikke helt unna alle de andre teoriene som har blitt presentert av forskere de siste 30 årene. Endel har jeg samlet i tabell 1, men noen få fortjener litt omtale.

-Krittperioden innevarsler et stort skifte i floraen over hele verden, da nakenfrøede planter (bartrær etc.) blir fortrent av dekkfrøede planter (blomsterplanter) på mange områder. Planteetende dinosaurer kunne kanskje ikke fordøye disse nye plantene, fikk mageproblemer og døde. Kjøtteterne sultet ihjel etter at alle de store byttedyrene var borte. Dette er det ingen bevis for blant fossilene.

-Pollenallergi er en tilstøtende teori som heller ikke kan

testes i fossilene.

-Kjønnene til alligatorer bestemmes i løpet av den perioden fosteret er i egget. Er temperaturen i egget mindre enn 30 °C blir ungen en hunn, er temperaturen over 34 °C blir det en hann. Hvis dinosaurer hadde det på samme måte ville både en drastisk økning eller senkning av temperaturen føre til en enkjønnet verden. Kjønnforskjeller er også vanskelig å se i fossiler.

-At pattedyrene spiste opp alle eggene er også en teori som har vært framsatt. Men ingen funn tyder på at spesialiserte eggtyver blant pattedyrene fantes på slutten av krittperioden.

-Dinosaurer ble så store at de ikke kunne spise nok eller formere seg. De største dinosaurer levde ikke på slutten av kritt. Langhalsene (Sauropodene) var vanligst i perioden før kritt, juraperioden.

-Eggeskallene ble tynnere til de ikke lenger kunne holde på hvitten og plommen. Mye av denne teorien stammer fra en misforståelse gjort av en fransk paleontolog. Han studerte biter av eggeskall fra det han trodde var en type dinosaur gjennom flere lag mot slutten av kritt. Det viser seg nå at disse små eggeskallfragmentene stammer fra mange forskjellige typer egg, noen store og tykke, mens andre var små og tynne.

-Den magnetiske Nordpolen byttet plass med den magnetiske Sørpolen. Dette har skjedd mange ganger i jordas historie, men dinosaurer dør ut mellom to skiftninger og ikke på en slik skiftning.

Konklusjon ?

Dinosaurer døde ikke ut på slutten av kritt; små rovformer hadde allerede utviklet seg til fugler 90 millioner år tidligere. Men, alle de siste landlevende dinosaurer døde ut. Det er en fascinerende hendelse, at alle de siste dinosaurer forsvinner omtrent samtidig; vi har ingen spor av små grupper som overlever inn i tertiærperioden noe sted i verden. Havnivåforandring, forandringer i flora, vulkanisme, gradvis færre dinosaurslekter mot K/T-grensen, og meteorittnedslag var alle hendelser som vi vet skjedde ved K/T-overgangen. Ingen av disse kan alene forklare hvorfor alle de forskjellige dyrene og plantene ble borte på dette tidspunktet. Vi er heller ikke sikre på at alle hendelsene skjedde akkurat samtidig. Men til sammen ble dette en cocktail som ble for sterk for dinosaurer. Når vulkaner pøser ut lava i enorme kvanta, havene trekker seg tilbake og en kjempeteoritt slår ned er det i grunnen merkelig at ikke mange flere arter dør ut. *Livet er utrolig seiglivet !*

Videre lesning

Archibald, J.D. (1996) Dinosaur extinction and the end of an era. New York University of Columbia Press. 237s.

Dingus, L. & Rowe, T. (1997) The mistaken extinction. Dinosaur evolution and the origin of birds. W.H. Freeman and Company, New York. 332s.

Fastowsky, D.E. & Weishampel, D.B. (1996) The evolution and extinction of the dinosaurs. Cambridge University Press, New York. 461s.

Tabell 1. Teorier for utdøen av dinosaurene.

- kaldt vann fra polarområdene avkjølte sørlige hav
- superkontinentene brytes opp
- blinde pga. solstråling
- reversering av jordens magnet-felt
- dannelse av månen fra atlanterhavet
- meteoritter eller kometer
- solflekker
- supernova
- månen falt ned
- variasjon i gravitasjonskraften
- nedjaktet av små grønne menn
- syndefloden
- gikk over til å bli fugler og døde dermed ikke ut
- drivhuseffekten
- nemesis, jordens andre døende sol
- 26 mill års syklisitet
- sort dverg, astronomisk
- tiende planet
- for mange rovdyr
- aldring av gruppen

- overspesialisering
- større størrelse og dermed mer klumsete
- parasitter
- sykdom
- klima forandringer
- forandringer i atmosfærens trykk
- forandring i atmosfærens sammensetning
- flom
- uttørring av myrer og innsjøer
- giftig vann
- kollaps av intervertebrale bruskskiver
- kjertlene sluttet å virke
- for store til parre seg
- dumme fordi de hadde så liten hjerne
- fravær av overflødig dna
- forstyrrelse i kromosomene
- misdannelse av eggene
- egg som utvikler kun ett kjønn
- seksuell frustrasjon
- aggresjon
- psykotiske selvmordsfaktorer
- konkurransen med pattedyrene

- eggene spist opp av pattedyr
- konkurransen med løvetende larver
- giftige planter
- mangel på naturlige avføringsmidler
- dekkfrøede planter tar over i floraen
- impotens
- spiste opp alle matplantene
- sterilisering pga. høyere temperatur og dermed spermdød
- skadelige effekter i det mesozoiske klima på jevnvarme dinosaurer
- kollaps i matkjeden
- mangel på sporelementer
- giftige mineraler
- for høy naturlig stråling
- jordskjelv
- giftige gasser
- vulkansk aske
- fjellkjededannelse
- vannstanden sank og dermed ble landområdene høyere
- vannstanden ble høyere

Slutt å famle i blinde

BERGVERKSNYTT

HOLDER DEG ORIENTERT OM VIRKSOMHETEN I NORSKE FJELL

9 UTGIVELSER I ÅRET — PRIS KR. 150,-

ADR. BERGVERKSNYTT, POSTBOKS 1438 LEANGEN, N-7002 TRONDHEIM

TLF. OG FAX. 73 52 38 21