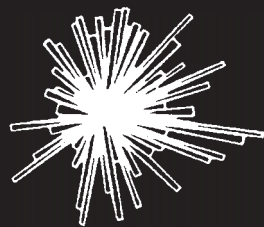
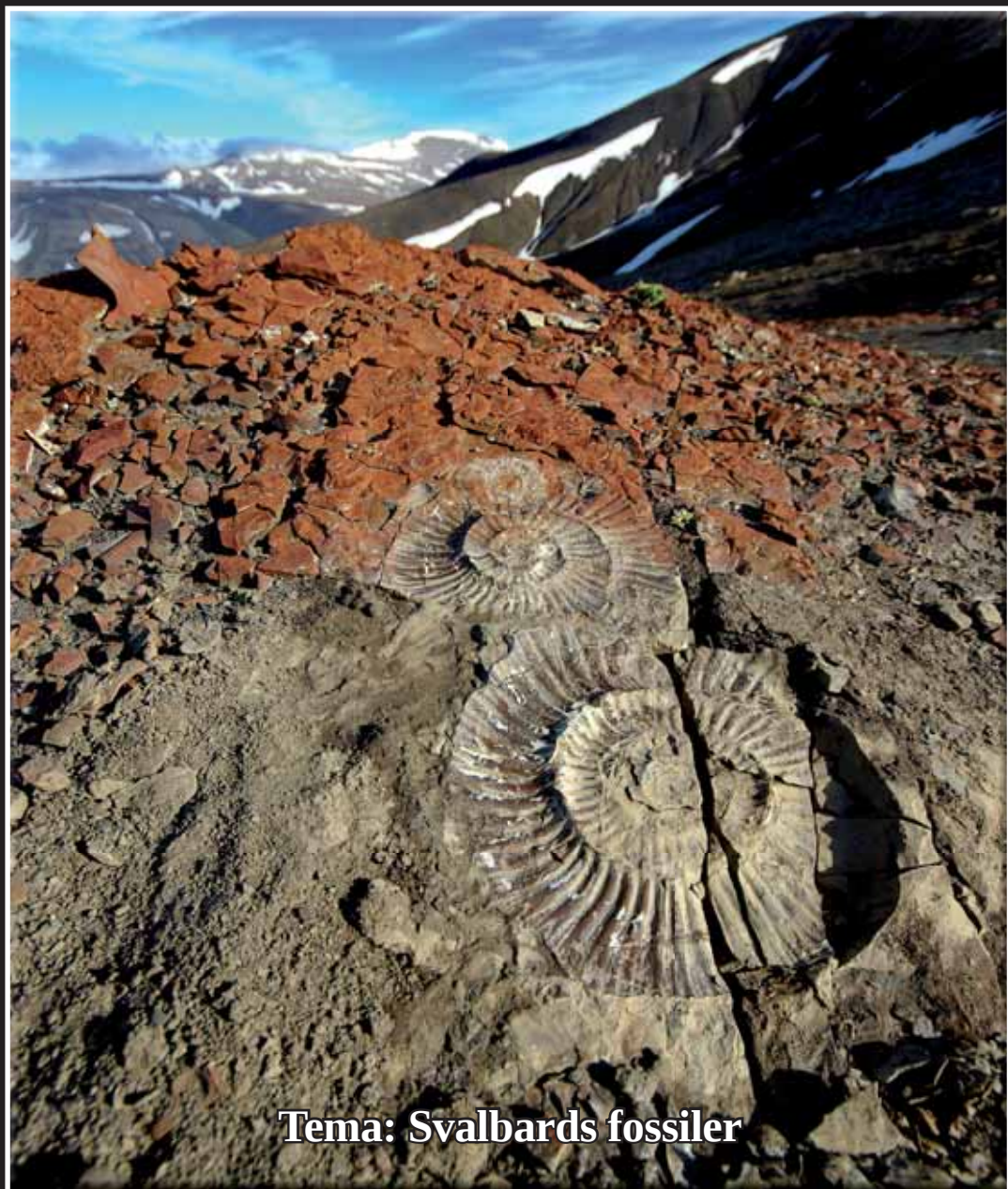


STEIN



MAGASIN FOR POPULÆERGEOLOGI



Tema: Svalbards fossiler

Innholdsfortegnelse i STEIN nr. 155

- 3 Redaksjonens hjørne
- 4 Svalbards fossiler av *Hans Arne Nakrem og Jørn H. Hurum*
- 7 De eldste fossilene som er funnet på Svalbard av *Hans Arne Nakrem*
- 10 Svalbardfossiler fra kambrium, ordovicium og silur av *Hans Arne Nakrem og Jørn H. Hurum*
- 16 Devon – fiskenes tidsalder av *Jørn H. Hurum*
- 20 Devon og karbon på Svalbard – planter inntar landjorda av *Hans Arne Nakrem*
- 24 Marinefossiler fra karbon og perm, Svalbard av *Hans Arne Nakrem*
- 30 En fiskeøgle fra trias på Svalbard av *Jan Stenløkk og Hans Arne Nakrem*
- 34 Fra land til vann – fiskeøglenes evolusjon av *Aubrey Jane Roberts*
- 37 Blekksprutfossiler på Svalbard av *Øyvind Hammer*
- 40 En nyoppdaget arktisk fauna av jurassiske pigghuder av *Julie Rousseau og Magne Høyberget*
- 44 Dorsoplaniteslaget – en juvel i jura av *Øyvind Hammer*
- 48 Verdens største forekomst av øgler som levde i havet av *Jørn H. Hurum, Hans Arne Nakrem og Espen M. Knutsen*
- 58 Planter og dinofotspor av *Jørn H. Hurum, Hans Arne Nakrem og Ivar Midtkandal*
- 64 På sporet af verdens første store pattedyr av *Jesper Milàn, Charlotta Lüthje og Jørn H. Hurum*
- 72 Svalbards tertiære plantefossiler av *Jan Stenløkk*
- 78 Bokanmeldelse, Monsterøglene på Svalbard av *Thor Sørli*

Vi minner om kommende messer/arrangement:

Minerant 2013, Antwerpen: 27.-28.04.2013
 Mineralsymposiet på Kongsberg: 26.05.2013
 Mineral & Gem, Sainte-Marie Aux Mines: 27.-30.06.2013
 Steintreff Eidsfoss: 19.-21.07.2013
 Stenmarknaden i Kopparberg: 27.-28.07.2013

Forsidebilde: Ammonitten *Dorsoplanites* (ca 15 cm i diameter) fra jura, fotografert på Knorringfjellet (se artikkel side 44). **Foto:** Hans Arne Nakrem

Redaksjonens hjørne

STEIN og Norske Amatørgeologers Sammenslutning (NAGS) er nå i havn med de to spesialnumrene om Svalbard, (nr 1 og 4 2012) og vi er stolte av produktene.

Vårt mål er å presentere Norges spennende geologi og de ulike landsdelene på en måte som alle kan glede seg over og lære noe av. I mange år fremover vil dette nummeret om Svalbards forhistoriske liv stå som en bauta blant våre publikasjoner!



Hans Arne Nakrem er professor i paleontologi ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Forsker til vanlig på fossile bryozoaer (mosdyr) og conodonte fra karbon, perm og trias fra Svalbard, men også ordoviciske og siluriske bryozoaer fra Oslofeltet. Har samarbeidet med Jørn H. Hurum på Svalbard de siste årene, med studier av forskjellige fossiler som er funnet sammen med de berømte monsterøglene fra jura. Har lang feltefaring fra Svalbard, med ekspedisjoner i Isfjordenområdet, Bjørnøya og Edgeøya siden 1985. Underviser og veileder studenter ved universitetet og formidler paleontologi i flere kanaler. Foto: Jørn H. Hurum.



Jan Stenløkk er utdannet som paleontolog, med hovedfag i sedimentologi og mikro-fossiler, og er ansatt ved Oljedirektoratet i Stavanger. Han har skrevet flere populære artikler, holdt foredrag og hatt utstillinger om fossiler. Jan har vært på Svalbard en rekke ganger

for å studere geologien og lete etter fossiler, både i jobb og privat sammenheng. Han er leder for Norske Amatørgeologers Sammenslutning.



Jørn H. Hurum er førsteamanuensis i paleontologi ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo. Jobber med virveldyrfossiler som dinosaurer, tidlige pattedyr, marine øgler og andre morsomme ting. Har samarbeidet med Hans Arne Nakrem på Svalbard 2004-2012 på juraglene. Han har feltefaring fra mange verdensdeler og har også en delstilling på UNIS (Universitetsstudiene på Svalbard). Foto: Charlotte Bjørå.

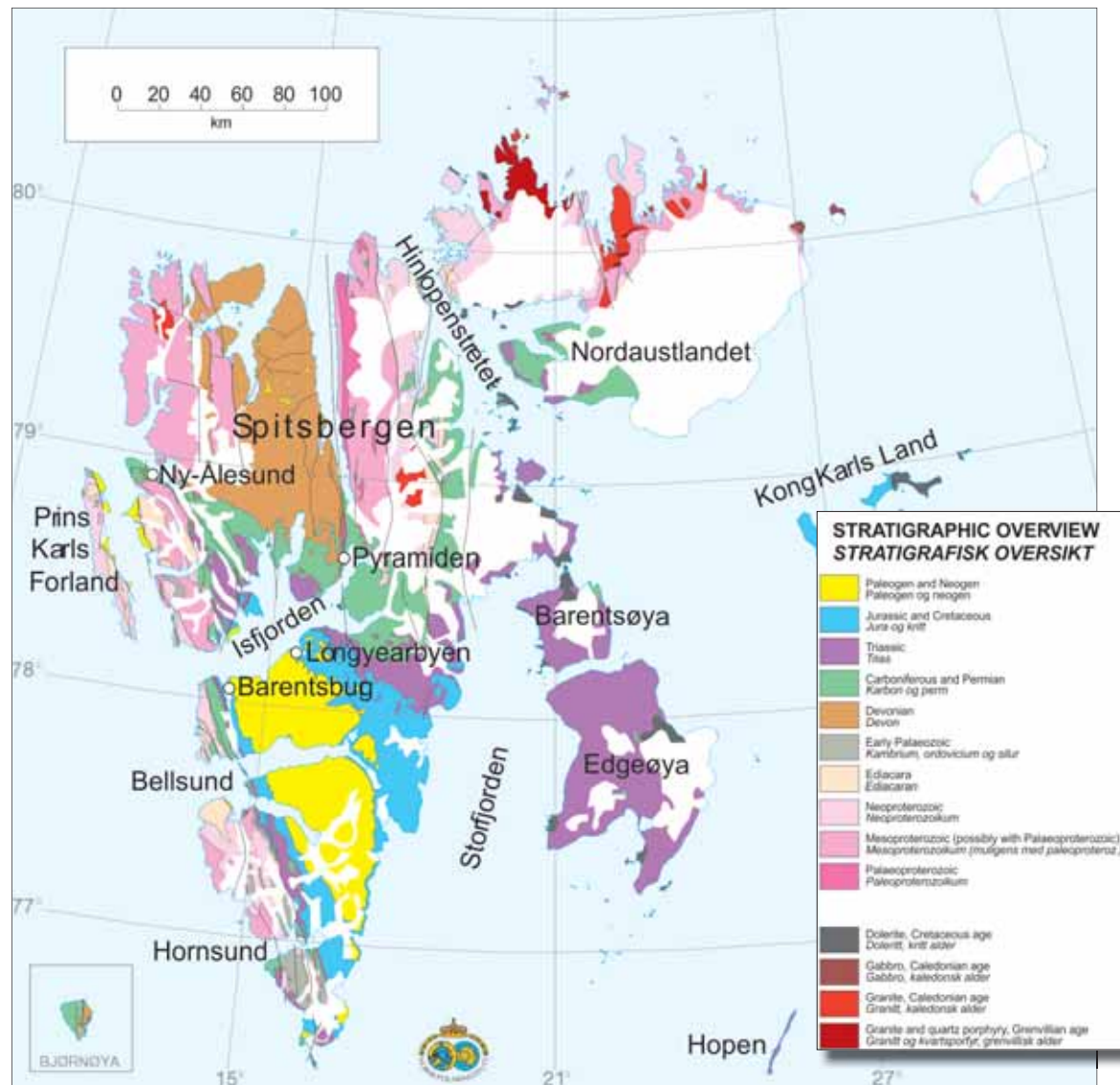


Øyvind Hammer er førsteamanuensis i paleontologi ved Naturhistorisk Museum, Universitetet i Oslo. Jobber for tiden blant annet med stratigrafi i kambrium og ordovicium i Oslofeltet og i øvre jura på Svalbard, og moderne metanoppkommer i

Barentshavet. Blir ofte hengt opp i statistikk og matematisk modellering, selv om han liker å arbeide ute. Favorittfossiler er blekkspruter og foraminiferer. Har gjort feltarbeid på Svalbard nesten hver sommer siden 2003.

Svalbards fossiler

Av Hans Arne Nakrem og Jørn H. Hurum



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra de forskjellige tidsperiodene på Svalbard.
Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Svalbard har en nesten sammenhengende sedimentær lagrekke gjennom de siste 800 millioner årene. Det er naturlig nok enkelte brudd i avsetningene – ingen områder i verden kan vise til fullstendig bevarte sediment! Men ser vi for eksempel på hva vi kan finne på fastlands-Norge, så er Svalbard et eldorado for fossilsamlere og paleontologer. Oslofeltet

og deler av Finnmark kan riktignok vise fram flotte fossiler fra tidsperiodene kambrium, ordovicium og silur. Dette er tidsperioder med heller få, og ofte dårlig bevarte fossiler på Svalbard. Yngre lagrekker er veldig dårlig representert på fastlands-Norge, men desto bedre på Svalbard. Mange klassiske studier innen utviklingen av tidlige fisk, mesozoiske

fiske- og svaneøgler og tertiære planter er basert på fossilfunn fra Svalbard. På mange måter har Svalbards fossiler gitt svar på flere evolusjonære spørsmål som forskere har stilt i mer enn 150 år.

Hva finner vi på Svalbard? – smakebiter fra dette nummeret

Vårt solsystem og vår jord ble dannet for 4,6 milliarder (mrd.) år siden. Det gikk noen hundre millioner år før overflata ble såpass nedkjølt at det kunne danne seg en kontinental skorpe, noe som igjen førte til at fjell kunne eroderes og det ble avsatt sedimenter i vandige miljøer. Sedimentære bergarter er første betingelse for å få oppbevart organismer i form av fossiler. Vann i flytende form er dessuten også et krav til at liv kan oppstå og utvikle seg, selv om vi i dag kjenner livsformer som kan tolerere ganske ekstreme tilstander, såkalte ekstremofile organismer. De eldste fossilene som er kjent fra Svalbard er funnet i sedimenter på Prins Karls Forland og nordøst på Spitsbergen, på den nordvestlige delen av Nordaustlandet, samt i et lite område på Sørkapp Land. Dette er ikke fossiler man «kommer over» - de fleste er mikrofossiler man bare kan se i mikroskop, men de tas med her likevel fordi de er «verdensberømte» for svært mange paleontologer!

Evolusjonsmessig er det neste store spranget overgangen inn til kambrium for ca 543 millioner år siden. Tidsperiodene kambrium, ordovicium og silur er heller dårlig representert på Svalbard, men i et par områder kan man likevel finne godt bevarte og veldig interessante fossiler. Som på fastlandet er det trilobitter, graptolitter og brachiopoder som dominerer.

Tidsperioden devon (419-359 mill. år siden) er ganske sparsomt representert på det norske fastlandet, men på Spitsbergen og Bjørnøya finnes det store områder med fossilførende rødbrun sandstein og kull fra denne perioden. Her finner vi mange, og evolusjonsmessig sett viktige fiske- og plantefossiler.

De første plantemakrofossilene, synlige planter, er funnet i lag fra tidlig devon i Skottland. På

Svalbard er det spesielt floraene fra slutten av devon og begynnelsen av karbon som har gitt viktige bidrag i et evolusjonsmessig perspektiv.

Mens Svalbard tidlig i karbontiden, for 330-350 millioner år siden, lå rundt 25° nord for ekvator beveget området seg nordover til rundt 40° mot slutten av permperioden, for rundt 250-260 millioner år siden. Bergartene endrer seg fra sandsteiner med kullag og fossile planter, via dolomitter og gips med koraller og andre varmekjære organismer, til kaldere silikariske avsetninger med brachiopoder, bryozoa og silikasvamper. Karbon- og permag er vanlige på Svalbard, mens de er omtrent fraværende på fastlandet.

Overgangen mellom tidsperiodene perm og trias, for ca 252 millioner år siden er av spesiell interesse for paleontologene ettersom den sammenfaller med klodens største utdøingskatastrofe. Rundt 90% av marine arter døde ut, og overgangen kan faktisk studeres på Svalbard!

De marine avsetningene fra triasperioden på Svalbard er fulle av gode fossiler. Primitive fiskeøgler i begynnelsen og store former mot slutten av perioden. Fiskefossiler, ammonitter og amfibier er også godt kjent fra lagene.

I avsetningene fra seint i jura, for 147 millioner år siden, er fiskeøglene fortsatt dominerende som fossile virveldyr, men har fått følge av plesiosaureer og pliosaureer. De kjente lagene med ammonitter og skjell som mange samler i Carolinedalen er også fra denne perioden. Den havbunnen som en gang blir til Svalbard har da beveget seg til rundt 65 grader nord.

I begynnelsen av krittperioden for 125 millioner år siden er det land på deler av Svalbard og dinosaurene lever her. Sandsteinene fra elveavsetninger med plantefossiler og fotspor fra dinosaurer forteller denne historien. Senere dekkes dette igjen av hav og vi finner ammonitter og andre blekksprutfossiler.

Like etter at dinosaurene døde ut for 65 millioner år siden var det igjen landområder på Svalbard og de første store pattedyrene vandret inn. Disse flodhestaktige dyrene med lange bein hadde gått tørrskodd fra Nord

Æra	Mill. år	Periode	Liv i vann	Liv på land
Jordas nytid	66	Kvartær	2,6	
		Neogen		
		Paleogen		
Jordas middeltid	252	Kritt	145	
		Jura		
		Trias	201	
		Perm		
		Karbon	299	
Jordas oldtid	541	Devon	359	
		Silur	419	
		Ordovicium	444	
		Kambrium	485	
		Proterozoikum		
		Arkeikum		
Jordas urtid	2500			
	4000			
	4600			

Stratigrafisk tabell fra 4,6 mrd til i dag, med skisserte viktige fossiler. Fargekode for hva som finnes på Svalbard. Fargene i de enkelte kapitlene i dette bladet tilsvarer fargene på periodene. Neogen og paleogen ble tidligere sammen kalt tertiær, dette brukes fortsatt av flere av forfatterne i dette nummeret.

Amerika og sporene etter dem er funnet i Gruve 7 ved Longyearbyen. Plantefossilene ved Longyearbreen er rundt 50 millioner år gamle og viser en flora fra et mye varmere Svalbard enn det vi ser i dag, selv om området allerede den gangen var på over 70 grader nord.

Dette er bare noe som dette nummeret av STEIN har å by på av historier og fossiler. Fortsatt er det masse vi har måttet holde utenfor. Svalbard kommer i mange år fremover til å være en skattkiste for fossiler. Deler av

svaret på hvem vi er og hvor vi kommer fra ligger i vår fossile historie. Enten det er talløse skjell som vitner om en stor utdøing, fotspor fra en dinosaur, eller planter som forteller om klimaet lenge før menneskene satt sine ben på jorden.

Takksigelser

Winfried Dallmann og Norsk Polarinstitut som har latt oss bruke deres geologiske kart.

Diskusjoner, illustrasjoner, korrektur: David L. Bruton, Krzysztof Hryniewicz og Franz-Josef Lindemann, NHM.

De eldste fossilene som er funnet på Svalbard

Av Hans Arne Nakrem

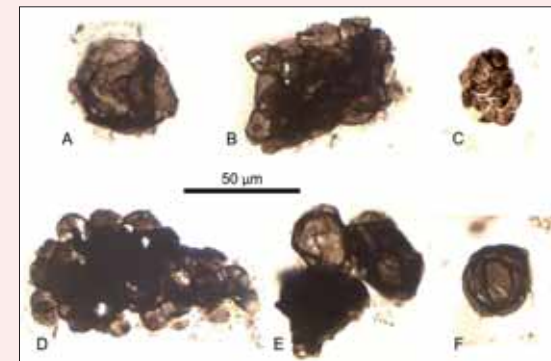


Kart som viser hvor seinproterozoiske sedimenter finnes. Kart fra Norsk Polarinstitut.

De eldste fossilene som er kjent fra Svalbard er funnet i sedimenter på Prins Karls Forland og nordøst på Spitsbergen, på den nordvestlige delen av Nordaustlandet, samt i et lite område på Sørkapp Land. Alderen på disse lagene omtales her som seinproterozoiske, og utgjør den yngste delen av prekambrium. Det er spesielt arbeidet som professor Andrew H. Knoll ved Harvard University har utført i dette området som har gitt oss omfattende kunnskap om disse fossilene, og svært mye av teksten under er basert på hans publikasjoner. Dette er ikke fossiler man «kommer over» - de fleste er mikrofossiler man bare kan se i mikroskop, men de tas med her likevel fordi de er «verdensberømte» for svært mange paleontologer!

Svalbards seinproterozoiske fossiler

Seinproterozoiske (800-600 millioner år gamle) sedimenter finnes nordvest og nordøst på Spitsbergen, på den nordvestlige delen av Nordaustlandet,



Mikrofossiler (mikroalger?) preparert ut fra Glasgowbreformasjonen (seinproterozoikum), Ny-Friesland. De små kulene er 12-15 mikrometer, de større 25-40 mikrometer.

samt i et lite område på Sørkapp Land (se kartet). Disse lagene er ofte mer enn 2000 meter tykke og består av kalk, chert (flint- eller silikariske avsetninger), dolomitt og skifer. Bergartene er ofte mørke fordi de har et høyt innhold av organisk materiale. De eneste fossilene som er synlig i felt er stromatolitter (se faktaboks) (bilde). Disse kunne bli flere titalls cm tykke og flere meter i høyden og viser en tydelig lagning.

Både stromatolittene, andre fossiler og avsetningene generelt indikerer at Svalbard på denne tiden befant seg i et tropisk område med varmt sjøvann og tørt klima. Stromatolittene (algemattene) tyder videre på at avsetningen skjedde i veldig grunne områder mens mikroalgene tyder på at det marine miljøet strakk seg videre utover på en bred kontinentalsokkel. Artsvariasjonen (diversiteten) øker utover i de dypere delene av sokkelen. Inn mot land var det utviklet laguner der helt spesielle avsetninger dannes. Nede i lagunene finner man mørkt organisk rikt slam som går over til skifer, mens i de grunnere delene dannet det seg såkalte oolitter. Oolitt er en kalkbergart som består av runde kalkkorn (ooider) som dannes fra utfelt kalk. I mikroskop kan man se at de enkelte ooidene har kanaler dannet

av borende bakterier. Det var altså et yrende liv i dette miljøet; det aller meste usynlig uten mikroskop! Ooidene i disse avsetningene er for øvrig helt spesielle ved at de er mye større (10 mm) enn de som dannes i dagens tropiske havvann (1-2 mm i diameter).

Fra havvannet ble det felt ut både kalk og krystallinsk silika (SiO_2). Dette skjer når havområder damper inn i et varmt og tørt klima. Silikaen danner chert (flint), mens man sammen med kalken også finner gips og andre salter.

Andrew Knoll studerte mikroalgene og cyanobakteriene i tynnslip av chertbergarter, mens akritarkene ble studert i mikroskop i prøver av flere varianter av syreressistente bergarter. Hans funn av fossiler i Svalbards eldste sedimenter har gitt oss et enestående innblikk i *artsvariasjonen* i dette spesielle miljøet, men også i fysiologiske aspekter – *hvordan* de enkelte livsformene *levde* og *hvordan* de *påvirket avsetningene*.



Stromatolitter fra Ny-Friesland, Akademikargruppen (seinproterozoiske). Foto: Winfried Dallmann.



Stromatolitter er lagdelte sedimentære hauger dannet gjennom samspillet mellom cyanobakterier (én-cellede prokaryoter, celler uten ekte cellekjerne) og sediment i vannet. Bakteriehinnene utvikler seg og vokser på sedimentoverflata, mens sedimentpartikler drysser over disse når bølger vasker fram og tilbake. Karbonat (kalk) felles også ut fra vannet og bakes inn i strukturen av bakterier og kalkslam. Bakteriene fotosyntetiserer, dvs. at de med energi fra sola spalter vann og karbondioksid til oksygen og organisk materiale. Stromatolitter utvikler seg derfor i vanligvis i grunt, varmt sjøvann. I dag kan levende stromatolitter studeres bl.a. i Shark Bay i vestlige Australia. I de senere årene er det også påvist bakterier som har en kjemosyntese, dvs. de henter energi fra bl.a. metan og sulfat, og kan derfor danne grunnlaget for miljøer uten tilstedeværelse av sollys. På Svalbard er stromatolitter funnet bl.a. i Akademikargruppen, i bergarter som er 600-700 mill. år gamle.

Akritarker er encellede mikrofossiler med organisk cellevegg. De er motstandsdyktige mot de aller fleste syretyper, og kan derfor løses ut fra alle typer sedimentære bergarter med flussyre (HF). Vi vet vanligvis ikke hvilken biologisk tilknytning disse har, men de kan være mikroalger, sporer eller andre ukjente former for mikroorganismer. De skilles vanligvis fra fossile bakterier ved at de er større og at de har mer komplekse strukturer. Akritarker er funnet i bergarter som er opp til 3,2 milliarder år gamle. På Svalbard er de eldste funnet i bergarter som er 600-800 mill. år gamle (Veteran- og Akademikargruppen).

Referanser

Hurum, J.H. & Bruton, D.L. 2006. Livet i prekambrium. I: «Landet blir til. Norges geologi» (Norsk Geologisk Forening), side 69 (1. utgave).

Knoll, A. 2003. Life on a young planet. The first three billion years of evolution on Earth. Princeton University Press. Kapittel 3 handler om Svalbards seinproterozoiske fossiler og inneholder flere relevante referanser.

Svalbard Villmarkssenter

BOOKING OF ECO-TOURS:
www.svalbardvillmarkssenter.no • tlf. +47 79 02 17 00 / +47 90 79 00 76

WWF logo and another circular logo are present at the bottom right.

Svalbard-fossiler fra kambrium, ordovicium og silur

Av Hans Arne Nakrem og Jørn H. Hurum



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra kambrium, ordovicium og silur på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Fastlandsnorge har ganske få fossilforekomster der Oslofeltet er et godt kjent unntak. Der kan man finne flotte fossiler fra tidsperiodene kambrium, ordovicium og silur (en samlebetegnelse er «tidligpaleozoikum»). Disse periodene er heller dårlig representert på Svalbard, men i et par områder kan man likevel finne godt bevarte og veldig interessante fossiler. Som på fastlandet er det trilobitter, graptolitter og brachiopoder som dominerer. Disse fossilgruppene blir nærmere omtalt her.

Som det geologiske kartet viser, så finnes det små områder med bergarter fra tidligpaleozoikum langs vest- og sørkysten og noen områder på nordøstkysten av Spitsbergen. Det finnes også fossilførende bergarter fra ordovicium på Bjørnøya. Hele vestkysten av Spitsbergen har sterkt foldete og til dels omvandlete (metamorfe) bergarter, mens områdene i øst er mer flatliggende og upåvirket. Jo mer omvandet bergartene er, jo dårligere er fossilene bevart, så de best bevarte

finnes stort sett i øst, på begge sider av Hinlopenstredet.

Fossilene man finner fra tidlig paleozoikum på Svalbard tilhører de gruppene man forventer å finne i lag av slik alder, i første rekke trilobitter og graptolitter, men også brachiopoder, blekkspruter og snegler. Enkelte grupper av mikrofossiler, bl.a. radiolarier, chitinozoer og conodonter er også beskrevet herfra i litteraturen.

Trilobitter er en utdødd gruppe marine leddyr som levde i paleozoikum (for ca 540–250 millioner år siden). De var en av de første dyregruppene med hardt ytre skall laget av kalsitt og organiske forbindelser. Trilobittene levde i havet, og er blant de vanligste fossilene vi finner i de eldste fossilførende bergartene i Norge.

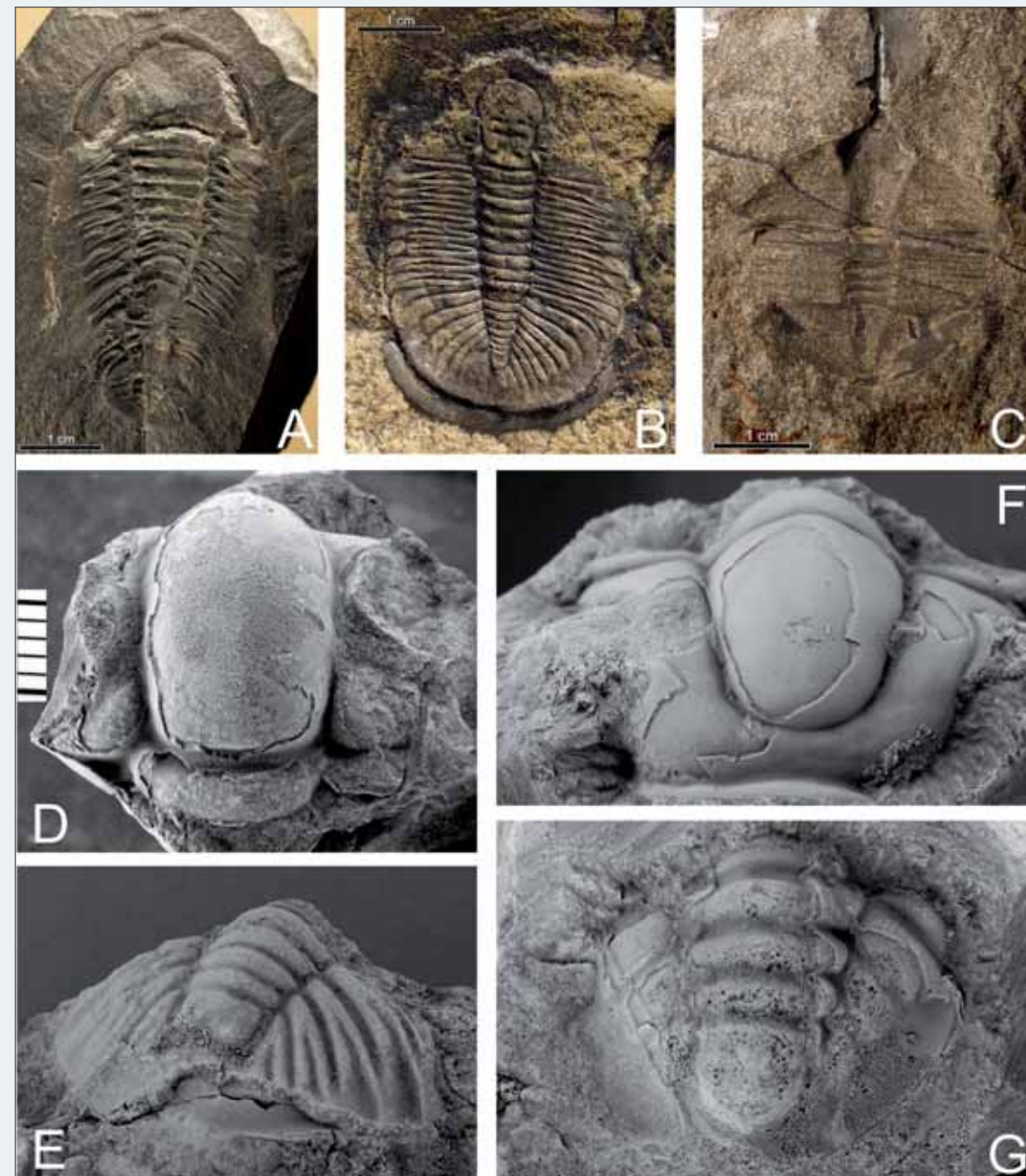
Trilobittene kunne være fra noen få millimeter til én meter lange. Dyrenes ytre skjelett («skallet») var delt i tre deler. Et hodeskjold (cephalon), et mangelddet kroppsskjold (thorax) og et haleskjold (pygidium) som var sammensatt av flere sammenvokste ledd. Kroppen hadde en langsgående midtakse hvor kroppens vitale organer og muskler var samlet, og på hver side var det sidefelter som var lavere enn aksene. Dette er de delene vi vanligvis finner fossilisert, men i noen få tilfeller er det funnet eksemplarer som viser andre kroppsdelene som bein, magesekk, gjelleblader og antenner.

Selv om de var vanligst i kambrium og ordovicium, fantes de i store mengder i silur og devon, ble sjeldne i karbon og perm, og døde ut ved grensen perm-trias. Gruppen eksisterte altså i 275 millioner år, en meget anseelig alder og f.eks. dobbelt så lenge som dinosaurene (Hoel, 1998).

Graptolitter er en utdødd dyregruppe som levde i havet i jordens oldtid (paleozoikum)

(de døde ut i slutten av karbon, for ca 320 millioner år siden). Skallet tyder på slektskap med noen små, nålevende kolonidyr i havet (pterobranchier). Noen graptolitter (med mange grener) levde festet på havbunnen. De fleste svedde fritt

i sjøen, - noen ser ut til å ha hatt flyteblære, andre kan ha vært festet til drivtang. Også noen frittsvevende former hadde mange grener, men stort sett utviklet disse seg til å ha færre og færre grener, til slutt bare en. De frittsvevende formene er særlig vanlige



Utvalgte fossiler (trilobitter) fra Hinlopenstredet fra overgangen tidlig-midtre ordovicium. A: *Cloacaspis* sp., B: *Gog* sp., C: *Ampyx* sp., D og E: *Petigurus* sp., F og G: *Bathurellus* sp.

i mørke skifre, dannet av mørkt slam på «råtten» havbunn med lite oksygen og lite dyreliv. De som sank ned på slik bunn, hadde bedre sjanser til å bli bevart enn de som sank ned på frisk oksygenrik bunn, hvor de lett ble ødelagt av andre dyr. Mange døde trolig fordi de drev inn i oksygenfattig vann.

Graptolittene var kolonidyr, og det vi finner som forsteininger er felles-skallet («boligblokken») som enkelt-individene levde i og utskilte. Skallet (det ytre skjelettet) besto av hardt, proteinholdig materiale. I mange forsteininger er det blitt til en forkullet hinne eller erstattet med blank svovelkis.

Graptolittene er ofte blitt presset flate i steinen. Godt bevarte eksemplarer (som vi kan finne på Spitsbergen) viser at grenene var små rør. Takkene var små siderør eller begre (theker), og i hvert av dem satt et lite dyr. Selve dyrene (bløtdelene) er ennå ikke funnet som fossiler, men det rørformede skallet viser at alle individene i en koloni hang sammen (som i kolonikoraller og andre kolonidyr).

Brachiopoder er marine dyr med et skall («skjell») som er delt i to deler; et bukskall og et ryggskall. Skallet hos de fleste er laget av kalsitt, men hos noen er det dannet av organisk materiale (kitin) og kalsiumfosfat. De sistnevnte er vanligst i de ordoviciske lagene på østkysten av Spitsbergen. Brachiopodene lever av ørsmå planter og dyr som de filtrerer ut fra havvannet. Vi kan finne forsteininger av selve skallet, eller bare avtrykket av det - et indre og et ytre avtrykk. I paleozoikum var det flere brachiopoder, men færre muslinger, som også har to skjell og lever på liknende vis. Mens muslingene har et høyre- og venstreskjell (som begge gjerne er litt skjeve), er brachiopodenes buk- og ryggskjell symmetriske om midten. Bløtdelene (selve dyret) er også forskjellige. Brachiopodene er i dag en liten gruppe med bare ca. 350 arter, men det er beskrevet ca. 15 000 arter fra tidligere geologiske perioder.

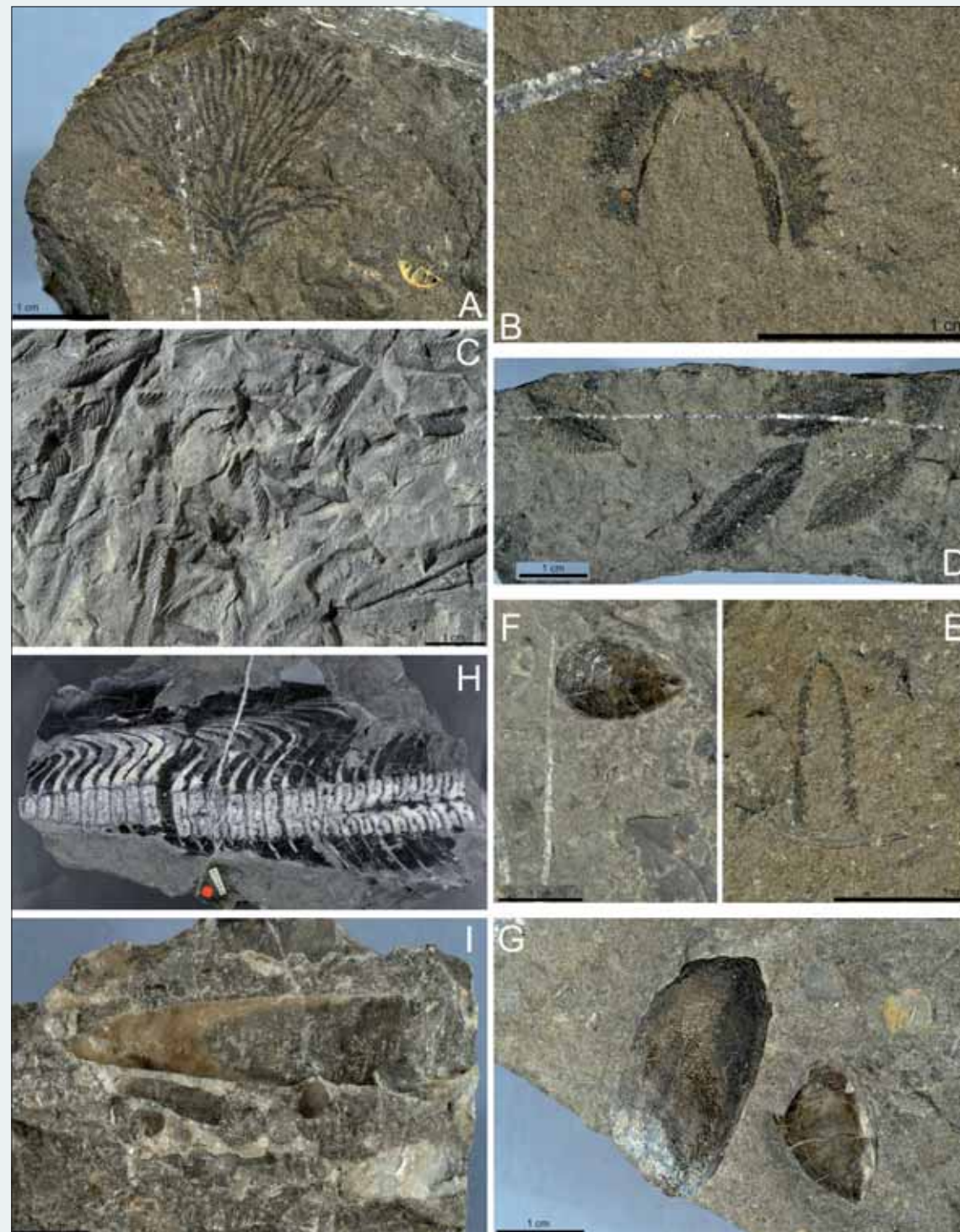
Hvor på Svalbard finner vi fossiler fra kambrium, ordovicium og silur?

Sør på Spitsbergen, på Wedel Jarlsberg Land og Sørkapp Land, er det blottet sedimentære bergarter fra tidlig kambrium til tidlig ordovicium. Dette er foldete skifre, sandsteiner og kalksteiner med trilobitter, brachiopoder, blekkspruter og snegler. Brachiopodene er ganske små og har svarte glinsende skall dannet av organisk materiale, tilhørende slektene *Obolella* og *Lingulella*. Trilobittene er litt mer vanlige, og slektene *Olenellus*, *Serrodiscus*, *Calodiscus* og *Pagetia* er funnet her.

De nederste lagene fra ordovicium inneholder blekkspruter tilhørende slektene *Oneotoceras*, *Beekmanoceras*, *Bathmanoceras* og *Polygrammoceras*. Både trilobittene og blekksprutene er mer like de som finnes i Nordamerika og på østlige Nordgrønland, enn de som er kjent fra Oslofeltet og ellers fra den Baltiske paleoprovinen. Studier av fossile faunaer fra flere steder har gitt geologene et godt innblikk i paleogeografien fra tidlig paleozoikum.

Jordskorpa er oppdelt i en rekke plater, både kontinent- og havbunnsplater. Disse har forflyttet seg gjennom geologisk tid, og vi vet at f.eks. Oslofeltet (den baltiske plate) lå rundt 60° sør for ekvator tidlig i ordovicium, mens Svalbard lå rundt 30-40°S på samme tid. Dyrelivet var da, som nå, forskjellig på de forskjellige breddegradene (fra kaldt, via temperert, til tropisk klimabelte), og ved å sammenligne fossilenes opptreden, så kan vi rekonstruere hvordan verden så ut for hundrevis av millioner år siden. Derfor kan vi si med ganske stor sikkerhet at fossilområdet sør på Spitsbergen har vært et eget lite «kontinent» som har «drevet» mot og kollidert med de andre «minikontinentene» som Svalbard i dag består av.

Vest på Spitsbergen, på Oscar II Land (Motalafjella og Bulltinden), er bergartene enda mer metamorfe, og fossilene er



Utvalgte fossiler (graptolitter, brachiopoder og blekkspruter) fra Hinlopenstredet (A-G, I) (Vallhallfonnaformasjonen, fra overgangen tidlig-midtre ordovicium) og øvre ordovicium på Bjørnøya (H)

A: *Aspidograptus* sp., B: *Tetragraptus* sp., C: *Didymograptus* sp., D: *Phyllograptus* sp., E: *Didymograptus* sp., F og G: Lingulide brachiopoder H: *Gonioceras* sp., I: Nautiloid blekksprut.

ganske ødelagte. Herfra er det kjent koraller (koloni- og enkeltkoraller), snegler, blekkspruter, brachiopoder og enkelte trilobitter. De fleste fossilene herfra er fra silur, rundt 440-430 mill. år gamle. Noen snegler og mikrofossiler (conodonte) tyder på at også lag fra slutten av ordovicium er tilstede her.

Selv om fossilene er vanskelig å identifisere er det ganske klart at faunaen her er ganske lik den som er kjent fra arktisk Canada, noe som tyder på at dette kontinentfragmentet har drevet lengst før det kolliderte med resten av Svalbard i slutten av silur.

Den østlige delen av Spitsbergen er den rikeste fossilforekomsten når det gjelder funn fra kambrium og ordovicium. Fossilene her finnes på Nordaustlandet og i Ny Friesland (to hovedområder på begge sider av Hinlopenstedet). De første funnene ble gjort her tidlig på 1900-tallet, men det er først og fremst den nesten to mnd. lange ekspedisjonen i 1971 utførte av forskere ved daværende Paleontologisk museum i Oslo som har resultert i store samlinger av fossiler og masse ny viten. Ekspedisjonen gikk til området langs Hinlopenstredet og hensikten med feltarbeidet var å samle inn detaljerte prøver fra et uforstyrret kambrisk-ordovicisk profil. Prøver som ble analysert viste et rikholdig innhold av trilobitter, graptolitter, brachiopoder og andre invertebrater. Trilobittene ble i hovedsak bearbeidet av Richard A. Fortey (London) og David L. Bruton (Oslo), som begge deltok i ekspedisjonen.

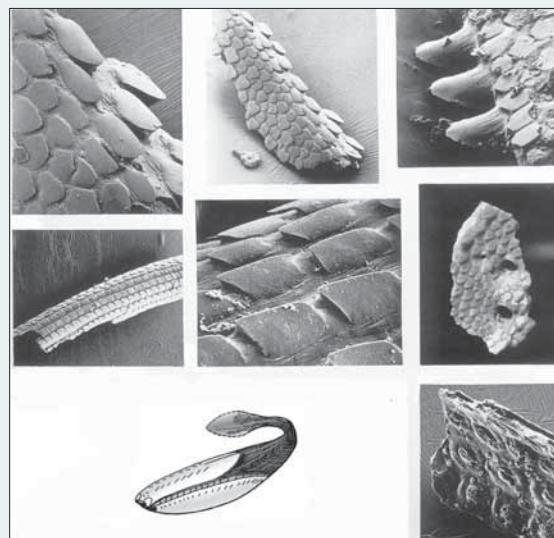
40 år etter at materialet ble samlet inn er det fortsatt gjenstand for forskning. Ut fra materialet som befinner seg i samlingene ved Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo (den paleontologiske typesamlingen) er det til nå beskrevet én ny fiskeart (*Anatolepis heintzi*), én ny blekksprutart, fem arter chitinozoer (mikrofossiler med organisk veggtype), 43 arter graptolitter (fire nye arter), 18 arter radiolarier (tre nye arter) og 13 trilobittarter (åtte nye arter). Fortsatt er det trilobitter og blekkspruter

som venter på å bli beskrevet. Noen av disse er avbildet under her.

Faunaen fra Hinlopenstedet er ganske lik den som er kjent fra Østgrønland, noe som tyder på at dette kontinentfragmentet har drevet et stykke nordover før det kolliderte med resten av Svalbard i slutten av silur.

Et uventet fossil

I 1975 sto den norske paleontologen Tove Bockelie og siktet små fossiler hun hadde løst ut med syre fra kalkstein. Hun visste ikke da at de små fossilene hun fant, medførte at lærebøkene måtte skrives om. Kalksteinen var samlet inn på Svalbard i 1971 og var 470 millioner år gammel. Da Tove Bockelie senere kikket på fossilene i mikroskopet, så hun noe hun aldri hadde sett før. Ved nærmere studier viste det seg at disse små fossilene besto av apatitt. Diskusjonen gikk høyt ved museet i Oslo. Var det verdens eldste beinvev de så i mikroskopet?



Biter av beinvev fra *Anatolepis heintzi* fra originalfunnet til Tove Bockelie, fragmentene er 1-2 millimeter store. Rekonstruksjon av *Sacambaspis* (<http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c9/Sacambaspis.gif>).

Dette var et sensasjonelt funn. Tove Bockelie publiserte funnet i Nature sammen med Richard Fortey i 1976 (Bockelie & Fortey, 1976). Fossilene var små biter av et kroppspanser fra verdens eldste kjeveløse fisk. Den ble oppkalt etter Norges mest kjente ekspert på fossile fisker, Anatol Heintz, og fikk navnet *Anatolepis heintzi*.

Senere er lignende biter funnet mange steder i verden i opptil 510 millioner år gamle bergarter og en hel fisk fra Bolivia (*Sacambaspis*) som er noe yngre kan vise oss hvordan disse fiskene så ut.

Referanser

Bockelie, T. 1980: Early Ordovician chitinozoa from Spitsbergen. *Palynology* 4, 1-14.

Bockelie, T. & Fortey, R. A. 1976: An early Ordovician vertebrate. *Nature* 260, 36-38

Cooper, R. A. & Fortey, R. A. 1982: The Ordovician graptolites of Spitsbergen. *Bulletin of the British Museum (Natural History) Geology* 36, 1-171.

Fortey, R. A. 1974: The Ordovician trilobites of Spitsbergen I. Olenidae. *Norsk Polarinstitutts Skrifter* 160, 1-81.

Fortey, R. A. 1975: The Ordovician trilobites of Spitsbergen II. Asaphidae, Nileidae, Raphiophoridae and Telephinae of the Valhallfonna Formation. *Norsk Polarinstitutts Skrifter* 162, 1-125.

Fortey, R.A. 1980: The Ordovician trilobites of Spitsbergen III. Remaining trilobites of the Valhallfonna Formation. *Norsk Polarinstitutts Skrifter* 171, 1-163.

Fortey, R.A. & Bruton, D.L. 1973: Cambrian-Ordovician Rocks Adjacent to Hinlopenstredet, North Ny Friesland, Spitsbergen. *Geological Society of America Bulletin* 84, 2227-2242.

Hoel, O.A. 1998. Faktaside om trilobittenes liv og levned for 500 millioner år siden. http://www.nhm.uio.no/fakta/geologi/fossiler/faktablader/blad_x60.htm

Major, H. & Winsnes, T. 1955: Cambrian and Ordovician fossils from Sørkapp Land, Spitsbergen. 47 sider.

Maletz, J. & Bruton, D.L. 2007: Lower Ordovician (Chewtonian to Castlemainian) radiolarians of Spitsbergen. *Journal of Systematic Palaeontology* 5 (3), 245-288.

Naturhistorisk museum, Faktaside om graptolitter. <http://www.nhm.uio.no/fakta/geologi/fossiler/faktablader/blad02.htm>

Store norske leksikon. Brachiopoder – fossile brachiopoder. Hentet fra: http://snl.no/brachiopoder/fossile_brachiopoder



Devon – fiskenes tidsalder

Av Jørn H. Hurum



Figur 1. Devonavsetninger på Svalbard
Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Tidsperioden devon (359-419 mill. år siden) finnes det avsetninger fra i store områder på Svalbard og Bjørnøya (Fossen *et al.* 2006). Avsetningene består for det meste av rødbrun sandstein, og er i alder omtrent fra 416-370 millioner år gamle (Figur 1). Her finner vi mange spennende fiskefossiler. Fisk er kjent tilbake til kambrium, men det var først i devon at fiskenes utvikling tok skikkelig av. Forskingen på fisker fra devon på Svalbard har en lang tradisjon i Sverige og Norge. Mye av den tidlige forståelsen av kjeveløse fisker sin anatomi, ble kjent gjennom arbeidene til Erik Stensiø, og Anatol og Natascha Heintz. De fleste devonfiskene fra Svalbard tilhører de kjeveløse gruppene cephalaspider og pteraspider.

Pteraspidene var kjeveløse fisk som hadde et stort beinpanser oppå og under hodet, disse var utviklet fra mange små beinplater som vokste sammen (Figur 2). På siden av kroppen hadde de mange små beinplater. De hadde i tillegg til vanlig beinvev, et

beinvev kalt aspidin, som kun finnes hos denne fiskegruppen. De var primitive og hadde ingen finner unntatt halefinnen, og en gjelleåpning på hver side. Fossilene viser at de var mer avanserte enn slimål, men mer primitive enn niøye som begge lever i dag.

Cephalaspidene var mer avanserte kjeveløse fisker som hadde parede brystfinner og en ryggfinne (Figur 3), dette betyr at de antagelig var bedre svømmere enn pteraspidene. De er lettest å kjenne igjen på at hodet og den fremre del av kroppen var dekket av et stort beinpanser. Inne i dette beinpanseret er det mulig å se kanalene for nervesystemet, hjernen og det indre øret på godt bevarte fossiler. Fossilene viser at de var noe mer avanserte enn niøye som lever i dag.

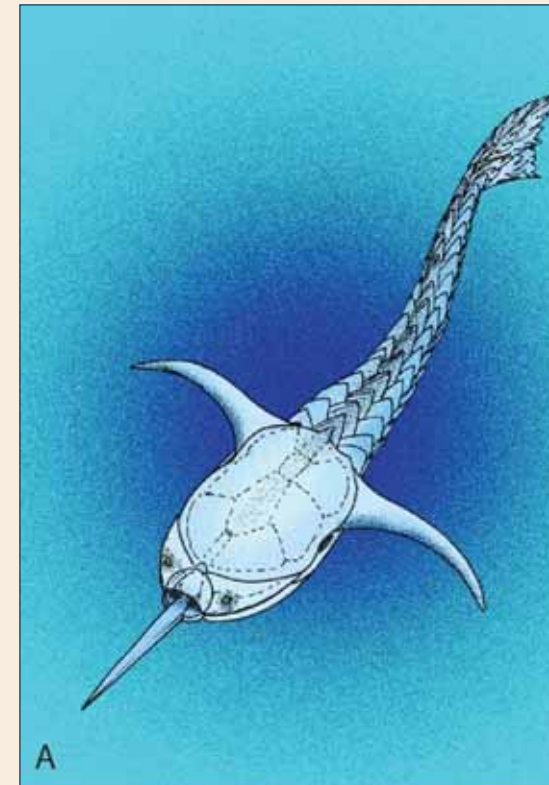
Det finnes også deler av mer avanserte fisker som panserhaier og kvastfinnefisker fra Svalbard (Figur 4). Panserhaiene var noen av de første virveldyrene med kjever. Hodet besto av mange beinplater, og det som er funnet på Svalbard er ganske fragmentarisk. De manglet tenner og tygget med skarpe beinplater, noe som gjør at kjevene minner om en stor avbitertang eller boltekutter. Noen av dem hadde både brystfinner, bukfinner og gattfinner, som dermed ga dem et finnesystemet som begynner å ligne på det vi ser hos de fleste fisker i dag. Panserhaiene er en gruppe som har alt fra trege bunnlevende flyndreaktige former, til mer hailignende aktive svømmere. De første store rovformene blant virveldyrene utviklet seg i denne gruppen, og et sjeldent funn fra Australia viser at de fødte levende unger.

Kvastfinnefisker er evolusjonsmessig veldig spennende fisker, fordi de er i slekt med de første firfotede dyrene som gikk opp på land i devonperioden. Fra Svalbard har vi bare

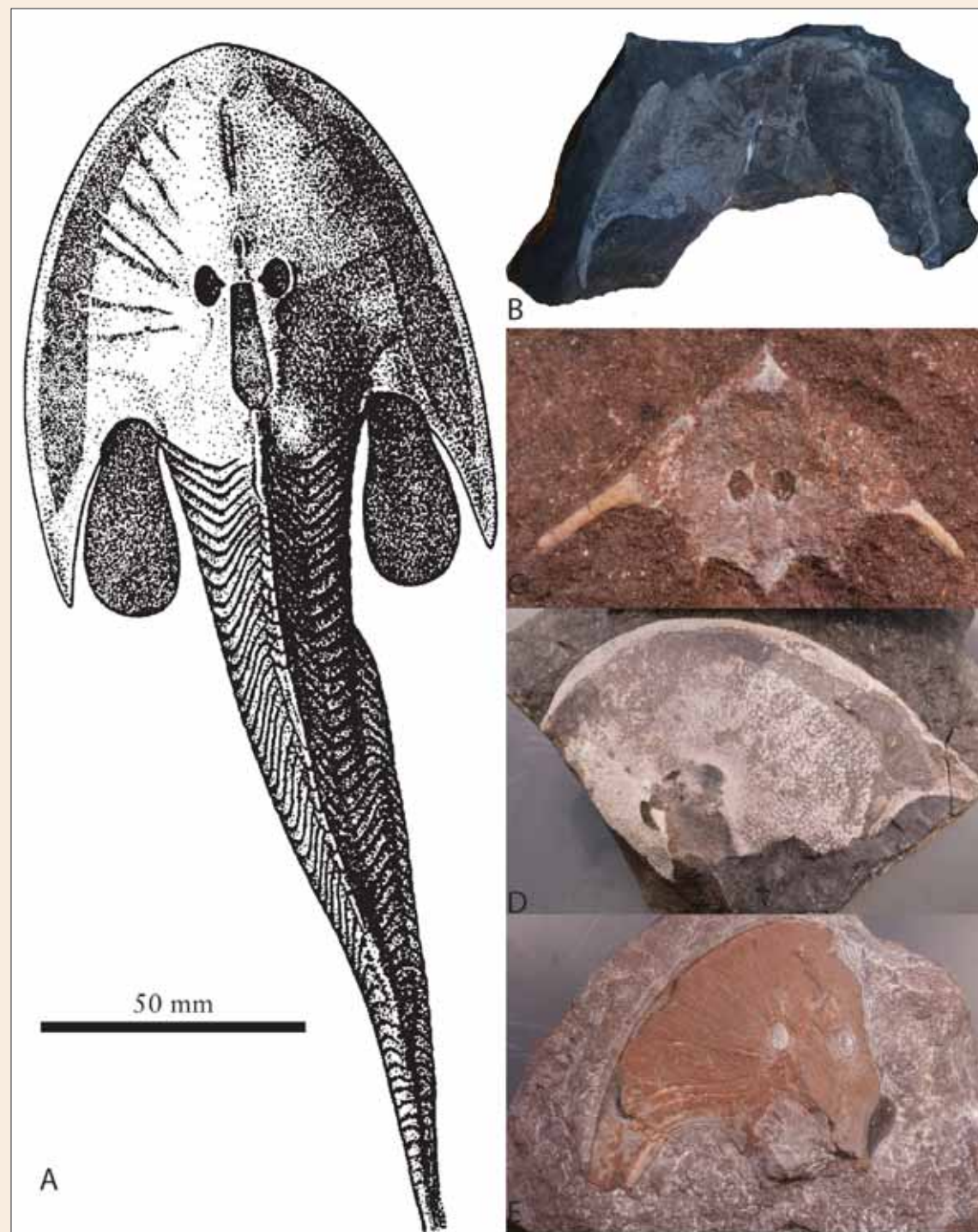
store fiskeskjell fra disse fiskene, men de er lett gjenkjennelige i de røde sandsteinene.

Plantefossilene fra devon på Svalbard og Bjørnøya forteller også noe av den tidligste historien til landplantene. De første landplantene var små og unnselige, men i løpet av devonperioden utvikles

de aller første skogene med høye trær og sumper fulle av planter på jorda. Dette ser vi i fossilene som trestammer og kull. Ettersom vi på Svalbard også finner fossiler av enkle planter og fotspor av sjøskorpioner, viser det at avsetningene er landnære. På Grønland er verdens eldste fossiler av firfotede dyr funnet i lag som er



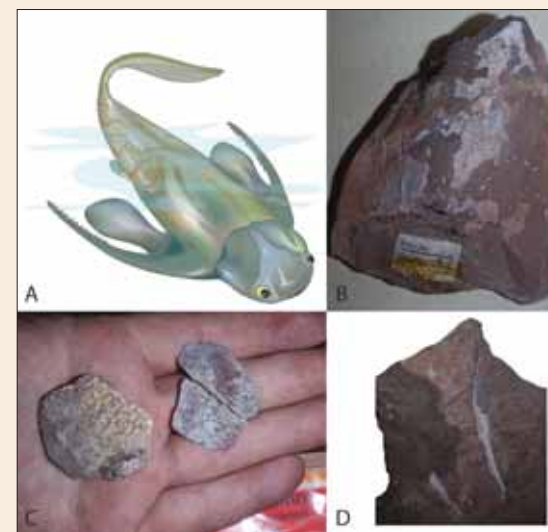
Figur 2. Pteraspider A. Rekonstruksjon av en pteraspide (Wikimedia commons). B. *Anglaspis*, mange deler. C. *Anglaspis* mange hoder (D 186). D. Detalj av et hode av *Anglaspis* lengde 2 cm (D 186). E. Hode av *Ctenaspis* lengde 2 cm (D 582).



Figur 3. Cephalaspider.

- A. Rekonstruksjon av *Cephalaspis lyelli* (fra Dineley & Metcalf 1999).
 B. Cephalaspis (A 30083) bredde 15cm.
 C. *Boreaspis* (A 29821) bredde 2cm.
 D. *Cephalaspis* (A 3009) bredde 13 cm.
 E. *Cephalaspis* med nervegangene i hodeskjoldet erodert fram (A 29809) bredde 10 cm.

365 millioner år gamle. I mange år trodde paleontologene at ettersom avsetningene på Svalbard er noe eldre enn dette kan vi ikke finne disse spennende fossilene der. Men nylig ble det funnet fotspor i Polen som er 395 millioner år gamle, dette betyr at vi kan begynne å lete etter våre første forfedre blant firfotingene (tetrapodene) på Svalbard!



Figur 4. Fisker med kjever: panserhaier og kvastfinnefisker.

- A. Rekonstruksjon av *Arctolepis* (Håkon Fossen)
 B. Hodeskjold fra *Arctolepis* (A 28225) bredde 9cm.
 C. Sidetagg fra *Arctolepis* (A 28101) lengde 8 cm.
 D. Fiskeskjell fra en kvastfinnefisk.

Referanser

Fossen, H., Dallman, W. & Andersen, T.B. 2006: Fjellkjeden går til grunne. Kaledonidene brytes ned; 405-359 millioner år. I: Ramberg, Bryhni & Nøttvedt (Eds.) Landet blir til. Norges geologi. kapittel 7, 230-257.

Dineley, D. & Metcalf, S. 1999: Fossil Fishes of Great Britain, Geological Conservation Review Series, No. 16, Joint Nature Conservation Committee, Peterborough, 675 s. Figurer er nedlastbare fra <http://www.thegcr.org.uk/ImageBank.cfm?v=16&Style=Chapter>

FOSSHEIM STEINSENTER

2686 LOM

MUSEUM med mineral frå over 600 norske forekomster.

BUTIKK med landets største utval i mineral og råstein, healingstein og smykker med og av stein. Vi sender også.

TIDSAKSEN ei vandring i tid.

I høgsesongen ope kvar dag 10-19 (17)

Telefon 61 21 14 60

www.FossheimSteinsen.no
 e-post fossst@online.no



Salgsutstilling og stort utvalg i norske og utenlandske mineraler.

Smykkestein, smykker og gaveartikler.

Åpent hver dag i sesongen og ellers etter avtale. Ta gjerne kontakt med oss på telefon. Vi sender din bestilling.

20% rabatt til alle med NAGS-kort.

www.beryllen.no
omesar@online.no

Beryllen mineralsenter, Kile, 4720 Hægeland.
 Telefon: 38 15 48 85, Mobil: 99 24 51 00

Devon og karbon på Svalbard – planter inntar landjorda

Av Hans Arne Nakrem



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra devon, karbon og perm på Svalbard.
Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Tidsperioden devon (419-359 mill. år siden) er ganske sparsomt representert på det norske fastlandet, men på Spitsbergen og Bjørnøya finnes det store områder med fossilførende rødbrun sandstein og kull fra denne perioden. Her finner vi mange, og evolusjonsmessig sett viktige fiske- og plantefossiler.

Som nevnt i artikkelen om de prekambriske fossilene så finner vi mikroalger (eukaryoter) på Svalbard i bergarter som er 800-600 millioner år gamle. Når vi ser bort fra sopp, som ikke regnes med blant planter, og lav, som er en symbiose mellom sopp og alger, så er de første indikasjoner på planteliv på land sporer som er funnet i lag fra ordovicium. De første makrofossilene, synlige planter, er funnet i lag fra tidlig devon i Skottland, fra Rhynie-flinten. Deretter, seinere i devon, opptrer det stadig nye plantearter forskjellige steder i verden. På Svalbard er det spesielt floraene fra slutten av devon og begynnelsen av karbon som har gitt viktige bidrag i et evolusjonsmessig perspektiv og som man kan finne f.eks. i Billefjord-området ved Pyramiden og på østkysten av Bjørnøya.

Plantelivet i devon og karbon

Da plantene «krøp opp» på landjorda måtte de overvinne en rekke hindringer. Til forskjell fra et liv i vann, så må landplanter utvikle et støttevev («ved») i stilken/stammen slik at de ikke faller sammen, de må ha et rørsystem (karsystem) som kan transportere vann oppover i stammen, de må ha et beskyttende lag (bark) mot uttørking, de må ha røtter for å feste seg i bakken og de må finne på nye metoder for å formere seg (lufttransporterte sporer og frø etterhvert). De første landplantene, mosene, hadde riktignok ikke utviklet disse trekkene; de kom etterhvert som karplantene utviklet seg. Alle disse evolusjonsmessige trekkene ser vi i plantefossilene fra Svalbard.

Plantelivet som dannet skogene i devon og karbon var helt forskjellig fra skogene vi har idag. Dagens trær hører med til blomsterplantene. Nakenfrøete blomsterplanter (bl.a. bartrær) dukket opp i slutten av karbon (310 millioner år siden), mens løvtrær og alle planter med blomster (dekkfrøete planter) utviklet seg ikke før i starten av kritt, for rundt 130 millioner år siden. I devon og karbon var det ikke frø-, men



Illustrasjonen viser hvordan typiske karbonskoger kan ha sett ut. Det store treet til høyre er en *Lepidodendron* (kråkefotplante). Stående på skrå til høyre en *Calamites* (snelleplante) og litt til venstre for midten en *Sigillaria* (kråkefotplante). Bunnvegetasjonen er *Sphenophyllum*, små snelleplanter.
Illustrasjon: R.W. Williams, Oljedirektoratet.

sporeplanter, enorme varianter av bregner, kråkefotplanter og sneller (kjerringrokker) som dannet skoger. I dag er disse plantene ganske små, sjelden mer enn 50 cm høye, mens de tidligste slektningene kunne bli 30-50 meter høye! Illustrasjonene viser hvordan noen av

disse trærne og skogene kan ha sett ut. Trærne hadde et kraftig rotsystem, en høy, og ofte glatt stamme og en bladkrone med varierende blader (tynne, lange, brede, flikete etc.). Da fossile rester av slike trær først ble funnet for mer enn 200 år siden hendte det at de enkelte delene fikk ulike latinske navn. Dette kom av at man da ikke visste hvilke deler som hørte til samme plante. På den måten kunne en rotstokk få det latinske navnet *Stigmara*, stammen/ barken kunne få navnet *Lepidodendron* eller *Sigillaria*, og bladene *Lepidophylloides*. Dette har medført en viss forvirring, men nå prøver paleobotanikerne å få orden på dette. Det først brukte latinske navnet skal ha prioritet, og dermed heter dette enorme kråkefottreet nå *Lepidodendron*.

Miljøet de tidligste skogene utviklet seg i var det vi vil kalle for våtmarker eller myrområder. Skogbunnen besto av forskjellige typer av moser og bregner i tillegg til andre sporeplanter nevnt ovenfor. Når store mengder slike planter hopet seg opp i myra dannet det seg etterhvert tykke lag med torv. Jo mer disse torvlagene bygget seg opp desto mer ble de trykket sammen, til de til slutt etter lang tid ble omvandlet til kull. Denne typen kull ble inntil for få år siden tatt ut i f. eks. Pyramiden.



Kråkefot-treet *Lepidodendron*.

Hvor finner man denne typen fossiler på Svalbard?

Det geologiske kartet over Svalbard viser hvor bergarter fra devon og karbon forekommer. På **Spitsbergen** er det først og fremst områdene innerst i Billefjorden (nær Pyramiden), et område i Wijdefjorden, samt områder i Bellsund som har lag av riktig type

og alder. Lokalitetsnavn som Plantekløfta og Planteryggen taler sitt tydelige språk i så måte.

De nederste devonske lagene i Billefjorden og Wijdefjorden er fra starten av devonperioden, rundt 415-405 millioner år gamle, og tilhører Frænkelyggformasjonen. Paleobotanikeren Ove A. Høeg beskrev plantene herfra i 1942. Flere andre har også arbeidet med disse

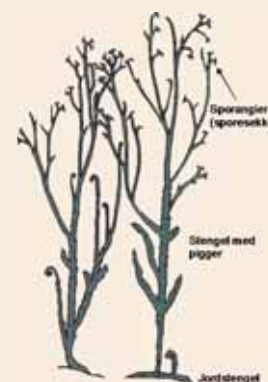


Bildet viser utvalgte plantefossiler fra Svalbard: A. *Ibyka (Hyenia) vogtii*, trolig en psilofytt fra Plantekløfta, Mimerdalen, sein devon. B. *Psilodendron spinulosum*, en psilofytt fra Gråhuken, Wijdefjorden, tidlig devon. C. *Psilophyton arcticum*, en psilofytt fra Gråhuken, Wijdefjorden, tidlig devon. D. *Svalbardia polymorpha*, fra Planteryggen, Mimerdalen, sein devon. E. *Enigmophyton superbum*, fra Planteryggen, Mimerdalen, sein devon. F. *Protolopododendropsis pulchra*, en kråkefot fra Plantekløfta, Mimerdalen, sein devon. G. *Bergeria mimerensis*, en kråkefot fra Plantekløfta, Mimerdalen, sein devon. H. *Calamites?*, snelle-lignende plante fra Gråhuken, Wijdefjorden, tidlig devon. I. *Lepidodendron*, en kråkefot fra Bellsund, tidlig karbon. J. *Adiantites bellidulus*, en bregne fra Bellsund, tidlig karbon. 1 cm skalastrek.

fossilene, bl.a. Hans-Joachim Schweitzer (se litteraturlisten). Plantene i denne delen av lagrekka tilhører noen av de eldstelandplantene vi kjenner til, de utdødde psilofyttene, samt forløpere for kråkefotplanter. Psilofyttene hadde en bladløs gaffelgreinet stengel med sporangier i spissen. De hadde ingen «ekte rot», men bare en vannrett jordstengel. Disse plantene ble for det meste ikke høyere enn 20 cm.

Psilofytter fra Pyramidenområdet omfatter bl.a. *Hostimella* og *Psilophyton*. *Prototaxites*, som også er funnet her, minner om kråkefot pga. sin barklignende struktur, mens indre strukturer kan tyde på at dette egentlig er en sopp eller en form for lav. *Zosterophyllum* er trolig en veldig basal form for kråkefot, men er uten blader.

De yngre devonske lagene, rundt 385-365 millioner år gamle, i Pyramidenområdet tilhører Mimerdalfformasjonen. Også disse inneholder enkelte psilofytter, men her er det kråkefotplantene som dominerer, ikke minst i størrelse. Psilofytten *Ibyka vogtii* (i eldre litteratur kalt *Hyenia vogtii*) har gaffeldelte greiner med torn-lignende utvekster. Flere typer kråkefotplanter er kjent fra disse lagene: *Dictyoxylon*, *Protolopododendropsis*, *Lepidodendron*, *Bothrodendron* og *Bergeria*, samt enkelte snelleplanter (*Calamites*). Fra disse lokalitetene er det også funnet plantefossiler som ikke har nålevende slektninger, og som vi ikke helt klarer å plassere, bl.a. *Enigmophyton* (et latinsk navn som rett og slett betyr «ukjent plante») og *Svalbardia*, muligens en mellomform mellom bregner og frøplanter. Flere av kråkefotplantene nevnt ovenfor er også funnet i de overliggende karbonlagene.



Psilofytter fra devon kunne se slik ut.

Plantefossiler av bl.a. *Adiantites*, *Lepidodendron*, *Lepidophyllum*, fra **Bellsundområdet** kommer fra Orustdalformasjonen som er av tidlig karbon alder, 345-325 millioner år gamle.

Fra **Bjørnøya** er det kjent en rik devonsk plantefossilforekomst i den øvre delen av Rødevikformasjonen, i Vesalstrand- og Tunheim-leddene. Disse fossilene er av sein devon og tidlig karbon alder, ca 365-350 millioner år gamle. Floraen er ganske lik den som finnes i Billefjord-området med kråkefotplanter av *Lepidodendron*-typen inkl. varianter som *Protolopododendron* og *Pseudolopododendropsis*. Her er det også funnet bregnetyper som *Sphenophyllum* og *Cephalopteris*, og slekter som kanskje er mellomformer mellom bregner og frøplanter, som *Archaeopteris*. I de overliggende lagene (345-330 m.å.) er det også kjent former som *Stigmaria ficoides*, *Lepidophyllum*, *Sphenophyllum* og *Adiantites*.

Også hos fossilforekomsten på Bjørnøya er det slik at de innkullede plantefossilene opptrer lokalt i så store mengder at de danner drivverdige kullag. Gruvesamfunnet Tunheim på nordøstkysten ble bygget opp i tilknytning til disse forekomstene i perioden 1916-25. Denne kulldriften var helt unik – det er kommersielt ikke tatt ut så gammel kull (devon) noe annet sted i verden. Kulldriften ble nedlagt i 1925, samme år som årsproduksjonen nådde 32000 tonn kull, fordi lagene ikke var mektige nok, og fordi de var tektonisk forstyrret slik at en videre prospektering ble for vanskelig.

Referanser

Høeg, A.O. 1942. The Downtonian and Devonian Flora of Spitsbergen. Norges Svalbard- og Ishavsundersøkelser, Skrifter 83, 228 sider.

Schweitzer, H.-J. 1999. Die Devonflore Spitzbergens. Palaeontographica Abt. B, 252 (1-4), 122 sider.

Schweitzer, H.-J. 2006. Die Oberdevon-Flora der Bäreninsel. 5. Gesamtübersicht. Palaeontographica Abt. B 274, 1–191 sider.

NHMs Faktaside om plantenes utviklingshistorie: <http://www.nhm.uio.no/fakta/geologi/fossiler/faktablader/blad43.htm>

Marinefossiler fra karbon og perm, Svalbard

Av Hans Arne Nakrem



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra karbon og perm på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Mens Svalbard tidlig i karbontiden, for 330-350 millioner år siden, lå rundt 25° nord for ekvator beveget området seg nordover til rundt 40°N mot slutten av permperioden, for rundt 250-260 millioner år siden. Denne nordlige driften førte Svalbard gjennom flere klimasoner, noe som er reflektert i både avsetningene og fossilene. Bergartene endrer seg fra sandsteiner med kullag og fossile planter, via dolomitter og gips med koraller og andre varmekjære organismer, til kaldere silikariske avsetninger med brachiopoder, bryozoa og silikasvamper. Karbon- og perm lag er vanlige på Svalbard, mens de er omtrent fraværende på fastlandet.

Det geologiske kartet viser at bergarter fra karbon og perm opptrer over store områder på Svalbard. Langs vestkysten av Spitsbergen er lagene foldet og står på høykant mens de i sentrale og østlige deler er ganske uforstyrret og flattliggende. Også på Bjørnøya er det store områder med flattliggende avsetninger fra denne tiden.

Tidlig i karbon var landskapet karakterisert av fuktige tropeskoger med høye trær – slektninger av dagens snelle-, kråkefot- og bregneplanter. Etterhvert ble området oversvømmet av havvann, et fenomen geologene kaller for en transgresjon, og det kontinentale livet ble erstattet av marine organismer. I de grunne, varme områdene dannet deg seg rev med både koraller, alger og bryozoa (mosdyr). På havbunnen levde det også mange arter av brachiopoder (se kapittelet om kambrium, ordovicium og silur), mens det er funnet heller få svømmende organismer (noen få blekkspruter). Alle disse marine organismene hadde et skall bestående av kalsitt eller aragonitt. Når dyrene døde ble skallene etterhvert nedbrutt og knust til kalksand og -slam. Sanda og slammet har etterhvert blitt omdannet til kalkstein, og det er nettopp i kalksteinen vi kan finne de fleste fossilene.

Ettersom tiden gikk og Svalbard drev nordover kom området inn i et tørt og varmt klimabelte. Området var fortsatt dekket av ganske grunt vann med landområder et stykke unna. Innimellom dannet det seg avsnørte bassenger der havvannet dampet fullstendig inn. I den forbindelse ble det felt ut forskjellige salter, bl.a. anhydritt, CaSO_4 , dvs. gips uten krystallvann. Dette avsetningsmiljøet var svært ugunstig for de aller fleste organismene og det er stort sett bare funnet noen mikrofossiler (foraminiferer) og snegler, samt lag med alger og bakterier i gipslagene.

Svalbards videre drift nordover førte til et stadig kjøligere avsetningsmiljø. Midt i perm, for ca 280 millioner år siden, forsvant de varmekjære organismene (spesielle foraminifertyper, tropiske alger og de fleste korallene). Disse organismene døde ikke ut, men de migrerte til varmere strøk; vi kan finne slike fossiler i mer

tropiske avsetninger fra perm, bl.a. i Japan og Midtøsten. Det var sannsynligvis ikke bare en nordlig drift som gjorde at havet ble kaldere, kanskje var det en generelt kaldere periode over hele kloden, men det skjedde også endringer i de globale havstrømmene som gjorde at kaldt vann nordfra strømmet sørover.

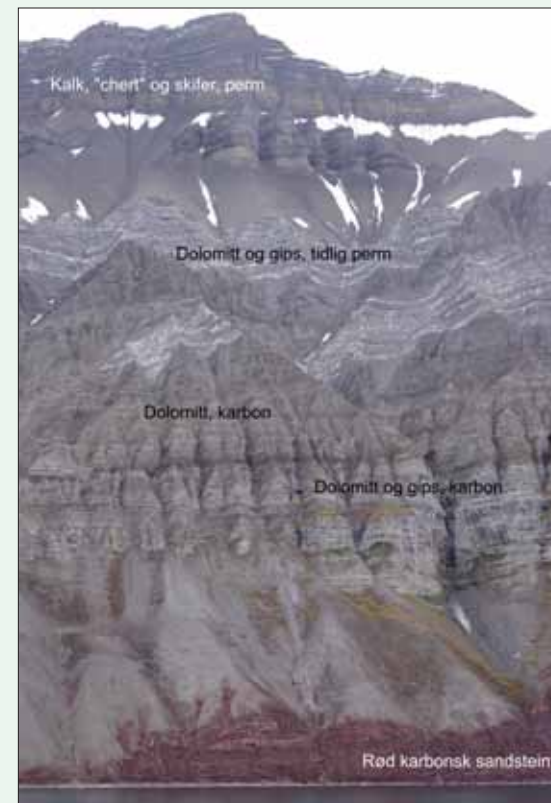
Da vannet ble kaldere overtok nye organismer de nisjene som de mer tropiske organismene hadde bebodd. Brachiopodene og spesielt bryozoa økte i antall og ikke minst etablerte det seg såkalte silikasvamper – svamper med kisel (silika) nåler. Disse silikanålene ble etterhvert en del av sedimentet, og det dannet seg flint- eller «chert»-lag. Disse er skarpe og motstandsdyktige lag som ofte danner brattkanter og stup, f.eks. Tempelfjellet og i Skansen.

Nye fossiler som opptrer i karbon- og perm lagene på Svalbard

Bryozoa (mosdyr) (Nakrem, 2009) er en stor gruppe av kolonidannende, virvelløse dyr. De aller fleste er marine, dvs. de lever i havet, og bare noen få lever i ferskvann. Sitt norske navn - mosdyr - har de fått fordi noen typer av bryozokolonier nærmest kan se ut som et moselignende belegg på steiner og annet underlag.

Bryozoens historie strekker seg nærmere 500 millioner år tilbake i tiden, da de eldste formene er kjent fra begynnelsen av ordovicium. Derfor skulle vi tro at bryozoa er godt kjent, men utenfor spesialistenes rekke er det ikke så mange som legger merke til dem, verken de nålevende eller de fossile. Dette skyldes nok at de er så små, men også at mange forveksler dem med koraller eller svamper selv om de har lite til felles med disse dyregruppene.

15.000-20.000 fossile arter er kjent, og det finnes ca 4.000 nålevende arter. De fleste paleozoiske bryozo-ordnene som vi



Hele den marine delen av karbon er blottet langs Billefjorden. Bildet viser Cowantoppen, med enkelte enheter nevnt.

finner på Svalbard døde ut på overgangen mellom perm og trias, for ca 250 millioner år siden. I den øverste formasjonen i perm på Svalbard, Kapp Starostinformasjonen, er det kjent ca 70 bryozoarter, mens i den nederste enheten fra trias er det kjent to arter. I enkelte deler av den geologiske lagrekken mangler andre stratigrafisk sett viktige fossiler (ledefossiler) og da kan bryozoa være nyttige. Deres raske utvikling i ordovicium og i perm tilsier at de kan være gode ledefossiler i disse periodene. Kanskje viktigere er bruk av bryozoa til paleoøkologiske tolkninger.

Koloniene vokser ofte i samsvar med de ytre fysiske forholdene (vannstrøm, vannkvalitet, lys, temperatur og saltholdighet), på mange måter avspeiler bryozoa omgivelsene. Ut fra funn av fossile bryozoa kan vi derfor også si noe om avsetningsmiljøet i tidligere tider.

Silikasvamper har spikler (nåler) som består av silika (kisel), SiO_2 , i koloniens vegger; dette i motsetning til kalksvamper som har spikler av kalk, og hornkoraller («badesvamp») som ikke har nåler, men et nettverk som består av et hornstoff. Svampene kan danne ganske store kolonier og nesten revoppbygninger; slike rev er kjent fra de øverste perm lagene på Svalbard. Denne typen svamper trives best i kaldt, næringsrikt vann; et miljø som nettopp er typisk for slutten av perm på Svalbard.

Hvor på Svalbard finner vi fossiler fra karbon og perm?

Som det geologiske kartet viser så er bergarter fra karbon og perm tilstede over store områder på Svalbard. I Longyearbyens nærområde er det spesielt i det såkalte Festningsprofilen og områdene

inne i Tempel-, Dickson- og Billefjorden at slike bergarter er lette å komme til. Nå er **Festningsprofilen** fredet som geotop så her skal man ikke slå løs fossiler eller ødelegge bergartene. Bruk heller kamera her, og let etter fossiler andre steder! Sysselmannen kan for øvrig gi informasjon om andre fredete områder som krever tillatelse før man kan ta ut fossiler.

Strandkanten i **Tempelfjorden** består stort sett av dolomitter og andre kalksteiner fra overgangen mellom karbon og perm. Lokalt er det mye brachiopoder, koraller og bryozoa i disse lagene, og faktisk kan man med det blotte øyet se encellede mikrofossiler her! Disse mikrofossilene tilhører foraminiferene og er encellede «amøber» med et sinnrikt kalkskall. De er her ofte store som riskorn, mens de på Bjørnøya, i Hambergfjellformasjonen, kan bli nesten 10 mm lange. Det kan nevnes at pyramidene i Egypt består av lignende,



Starostinaksla, midt i Festningsprofilen. Hele Kapp Starostinformasjonen, nesten 400 m tykk, er blottet her, med mørke mykere skifer over (trias) og dolomitter og anhydritt/gips under.



Utvalgte fossiler fra perm lagrekke på Svalbard. A-C: Silikasvampen *Haplistion* (midtre perm, Akseløya) B: Svampen slik man finner den i skiferen. C: Gjennomskåret og polert svamp. D: Fusulinider (foraminiferer) (det nederste perm laget, Tempelfjorden) E: Gjennomskårede koraller av slekta *Heintzella* (nedre perm, Treskelodden) F: Lys enkeltkorall som er overvokst av en korallkoloni av slekta *Syngonopora* (nedre perm, Billefjorden) G-J: Bryozoa G: *Ascopora* (nedre perm, Gipsvika) H: *Fenestella* (midtre perm, Akseløya) I: *Ramipora* (midtre perm, Bjørnøya) J: *Tabulipora* (midtre perm, Akseløya) K-M: Brachiopoder K: *Spiriferella keilhavi*, bukshallet (midtre perm, Bjørnøya) L: *Spiriferella keilhavi*, rygghallet (midtre perm, Bjørnøya) M: *Spiriferella* fra siden (midtre perm, Tempel) N: *Productus* (*Horridonia*) (midtre perm, Dicksonfjorden) O-P: Trilobitten *Paladin* (*Neokaskia*) *borealis* (midtre perm, Akseløya).

men mye yngre «store» mikrofossiler (nummulitter, som også er en type foraminiferer).

Den rikeste enheten med fossiler er uomtvistelig Kapp Starostinformasjonen, den yngste permiske enheten i **Isfjordenområdet**. Den består av vekslende kalk, «flint» (chert) og mer skifrige eller sandige lag. Felles for disse lagene er at de er veldig motstandsdyktige mot erosjon, og lagene står ofte ut som odder i sjøen og de danner klipper i fjellene inne i Tempelfjorden. Det lange fjellet Fjordnibba består omtrent bare av denne formasjonen, med noen gipslag under. Kapp Starostinformasjonen inneholder en rik fossilfauna dominert av brachiopoder, bryozoa og svamper. Enkelte steder kan man finne muslinger (skjell), koraller og oppbrutte sjøliljer.

Trilobittene døde ut i slutten av permperioden, men på Svalbard, nærmere bestemt på **Akseløya**, har man

funnet noen av de siste representantene for denne fossilgruppen som hadde sin storhetstid fra ordovicium og ut devon (se kapittelet om disse tidsperiodene). Gjennom feltarbeide utført på Akseløya av forskere ved Universitetet i Tromsø og Naturhistorisk museum i Oslo ble det samlet inn en rekke prøver fra denne enheten på Akseløya. Mer enn 50 trilobitt-eksemplarer ble samlet inn i to profiler på den nordlige og midtre delen av øya. Materialet inneholdt bl.a. den første forekomsten på Svalbard av slekten *Paladin* (*Neokaskia*) - tidligere kun kjent fra Timor og Oman, samt eksemplarer av *Ditomopyge* sp. Disse ligner på former som tidligere er beskrevet fra nedre perm fra Ellesmere Island, arktisk Canada. Begge disse trilobittene er paleogeografiske indikasjoner på en marin forbindelse i perm mellom Svalbard, arktisk Canada, Alaska og Eurasia, og ikke mot det sørlige Tethyshavet som var blitt avsnørt fra det nordlige Boreale havet gjennom lukkingen av Uralhavet helt i starten av perm.

Perm-trias-grensen

Slutten av perm markerer den største utdøing-episoden kloden har gjennomlevd (opp mot 90% av artene døde ut). Anoksiske (oksygenfrie) bunnforhold i slutten av perm og tidlig i trias kan være en årsak til denne marine utdøingen. Isotopanalyser er utført i Kapp Starostinformasjonen og Vardebuktformasjonen på Spitsbergen (bl.a. Wignall & Twitchett, 1996). Resultatene av disse analysene tyder på at intervallet fra noen meter ned i Kapp Starostinformasjonen til 60 meter opp i Vardebuktformasjonen (nedre trias) er karakterisert av anoksiske bunnforhold, også ut fra manglende fossiler av bunnlevende organismer, manglende gravespor, og tynne mørke skiferlag med pyritt.

På Svalbard endrer bergartene dramatisk karakter fra de klippedannende permlagene til de mørke lettforvitrende skifrene i trias. Fossilfaunaen endrer seg også dramatisk, ved at de typiske permfossilene (brachiopoder og bryozoa) blir borte; bare 2-3 arter henger seg gjennom overgangen. På den annen side dukker det etterhvert opp nye fossiler som nesten ikke fantes i perm, f.eks. muslinger og blekkspruter (ceratitter). I trias dukker også de første fiskeøglene opp på Svalbard.

Forskerne er ikke helt enige om hva som skjedde i slutten av perm som kunne føre til en så utslettende katastrofe. Forskere ved Universitetet i Oslo har lagt fram indikasjoner på at de enorme lavautstrømmingene i Sibir på denne tiden ganske sikkert spilte en veldig viktig rolle. Vulkanismen medførte utslipp av «klimagasser» og andre giftige gasser, kullag i undergrunnen tok fyr og førte til enorme metangassutslipp. Klimaet gikk ganske sikkert «amok», havet ble temmelig oksygenfritt og både marine og landlevende dyr døde ut som fluer!

Referanser / videre lesning

Bruton, D.L. 1999: Permian trilobites from Akseløya, Svalbard. *Geologica et Palaeontologica* 33, 191-201.

Fedorowski, J. 1986: The rugose coral faunas of the Carboniferous/Permian boundary interval. *Acta Palaeontologica Polonica* 31, 253-276.

Gobbett, D. J. 1963: Carboniferous and Permian brachiopods of Svalbard. *Norsk Polarinstitutt Skrifter* 127, 201 pp.

Nakrem, H. A. 1994: Middle Carboniferous-Lower Permian bryozoans from Spitsbergen. *Acta Palaeontologica Polonica* 39 (1), 45-116.

Nakrem, H. A. 1994: Bryozoans from the Lower Permian Vøringen Member (Kapp Starostin Formation), Spitsbergen (Svalbard). *Norsk Polarinstitutt Skrifter* 196, 92 pp.

Nakrem, H.A. 2009. Faktasider om mosdyr (bryozoa). <http://www.nhm.uio.no/fakta/geologi/fossiler/faktablader/blad15.htm>

Nilsson, I. 1993: Upper Paleozoic fusulinid stratigraphy of the Barents Shelf and surrounding area. Unpublished Dr. Scient Thesis, University of Tromsø, 538 pp.

Svalbards verneområder: http://no.wikipedia.org/wiki/Festningen_geotopvernområde, <http://dnweb12.dirnat.no/nbinnsyn/status/NBdata.asp?FyNr=21&Dataset=VV>

Wignall, P. B. & Twitchett, R. J. 1996. Oceanic anoxia and the end-Permian mass extinction. *Science* 272, 1155-1158.

VI HAR ALT DU TRENGER PÅ ETT STED TIL ARBEID MED STEIN SØLV, KNIV OG MYE ANNET HYGGELIG HOBBYARBEID

- * UTROLIG UTVALG AV SLIPT OG USLIPT SMYKKESTEIN
- * VERKTØY OG MASKINER FOR BEARBEIDING AV STEIN
- * DIAMANTSLIPEUTSTYR FOR STEIN OG METALLER
- * UTSTYR FOR Å LAGE SMYKKER I SØLV OG STEIN
- * EKE OG UEKE INNFATNINGER
- * KNIVMAKERUTSTYR
- * VERKTØY FOR ALL SLAGS HOBBYARBEID
- * LÆR AV MANGE KVALITETER
- * SØLV OG SØLVSMEDUTSTYR
- * SØLV I TRÅD, RØR OG PLATE
- * RIMELIG OG GODT NYSØLV
- * HALVFABRIKAT SMYKKER OG INNFATNINGER

Du bør besøke vår nettbutikk
www.grenstho.no
som oppdateres kontinuerlig



Genie slipe- og polérmaskin leveres med seks stk 6" diamanthjul og rondell med polérfilt og tinnoksyd. Den har vannanlegg med sirkulasjon.



Storgt 211, N-3912 Porsgrunn
Tlf 35 55 04 72 / 35 55 86 54 Fax 35 55 98 43
E-mail: grenstho@online.no
Internett: www.grenstho.no

En fiskeøgle fra trias på Svalbard

Av Jan Stenløkk og Hans Arne Nakrem



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra trias på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Oljedirektoratet, med faglig støtte fra SINTEF Petroleumsforskning, har i flere år drevet geologiske undersøkelser på Svalbard som en del av forståelsen av det nordlige Barentshavet (GEO 02-2008).

Funnene i 2007 var på et fjellplatå like ved Muenfjellet, på vestkysten av Edgeøya. Fossilene lå godt fremme i dagen, og var dermed sterkt utsatt for forvitring i form av frostsprengning og annen erosjon. Flere



Fossilene ligger delvis ubeskyttet helt fremme i dagen, og knoklene har kraftig blåfarge av mineralet vivianitt. Her ligger en sammenhengende rad med ryggevirvler og ribben, sammen med svake avtrykk av den tynnskallende muslingen *Daonella*, som dekker hele lagflaten. Foto: Jan Stenløkk.

av funnene ble fotografert, men det ble ikke tid til nærmere undersøkelser. Flere isbjørner var på vei inn i området fra ulike retninger, slik at geologene måtte trekke seg ut.

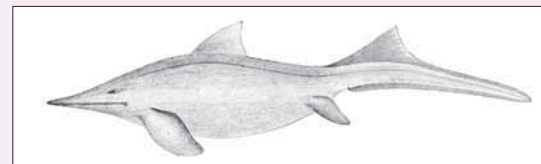
Oljedirektoratets feltprogram fortsatte imidlertid i 2008, og Naturhistorisk museum i Oslo ble invitert med av Oljedirektoratet, for om mulig å kunne ta ut og sikre de viktige fossilene. Museet søkte Miljøverndepartementet om tillatelse til å samle inn opptil tre øgleskjeletter, noe som ble innvilget. Også Oljedirektoratet hadde søkt og fått tillatelse til å ta ut stein og fossilprøver for vitenskapelig arbeid, men

Under geologisk feltarbeid for Oljedirektoratet sommeren 2007, fant geologene et godt bevart skjelett av en liten fiskeøgle på Edgeøya på Svalbard. Året etter ble Naturhistorisk museum i Oslo invitert med på tokt, og museet fikk samlet inn øglen sammen med andre fossiler fra området.

Det er lett å glemme at vi har store områder med sedimentære og godt fossilførende bergarter i Norge – nærmere bestemt på Svalbard. Et geologisk kart over øygruppen viser at de østlige områdene med Edgeøya og Hopen, i hovedsak består av sedimentære bergarter av trias alder. Edgeøya er etter Spitsbergen, den nest største øya i Svalbard-øyriket med 5074 km². Men lett å komme hit er det ikke, og det krever båt eller helikopter. All ferdsel skal også godkjennes av Sysselemannen, og øya er vernet for fossil- og mineralplukking uten godkjenning.

disse var av en helt annen kategori, rettet mot sedimentologi og aldersdateringer.

Allerede i 1873 omtaler engelskmannen John Whittaker Hulke funn av fossile fiskeøgler i triaslagene på Svalbard, og han gir navn til artene: *Ichthyosaurus polaris* og *Ichthyosaurus nordenskiöldii*. Den første grundige beskrivelsen er det derimot svensken Carl Wiman som utarbeider,



Wimans rekonstruksjon av *Mixosaurus* fra 1910.

i en serie publikasjoner som kom fra 1910 til 1932. Senere har paleontologer gjennomgått materialet fra Svalbard og foreslått at de to artene tilhører slektene *Pessosaurus*, *Cymbospondylus* eller *Mixosaurus*.

Velkjent er det vel at Naturhistorisk museum i Oslo de senere årene har drevet med utgravninger ved Isfjorden på Spitsbergen, omtalt i flere utgaver av STEIN (4-2004, 2-2006, 4-2006 og 4-2010). De marine øglene som finnes her er både fiskeøgler og svaneøgler, og er av jura alder. Men også i den tidlige triastiden var det store fiskeøgler som levde i de områdene som senere skulle bli land på Svalbard. Det var flere grupper med store, marine øgler, hvorav fiskeøglene (*Ichthyosauere*) er krypdyr med delfinlignende kropp som levde i havet gjennom trias-, jura- og krittperioden. De aller største kjennes fra slutten av trias, og kunne være opptil 23 meter lange. I jura er de vanligste artene 2-4 meter (den største som er funnet på Svalbard er rundt sju meter lang), og i krittperioden er de sjeldne og de dør ut tidligere enn dinosaurene.

På Edgeøya ligger fiskeøglene i et metertykt lag med skifer som ble avsatt i midtre trias (Botneheiaformasjonen), og

mange fossiler er helt blottet på lagflatene. Knoklene består ofte av det blåfargede fosfatmineralet vivianitt, og kan derfor være svært lette å få øye på. Toppen av Botneheiaformasjonen har lenge har vært kjent for rester etter virveldyr, og ble tidligere omtalt som "saurielaget". Sammen med slike beinrester finnes det også ammonoideer (spiralsnodde blekkspruter) og muslinger. Spesielt er det tette lag med den tynnskallende *Daonella*-muslingen, og laget som er så rikt på muslinger og fiskeøgler omtales også som *Daonella*-nivået.

Men selv om det ikke er uvanlig å finne løse ryggvirvler eller knokkelfragmenter, er sammenhengende knokler, og spesielt hodeskallene, mye mer sjeldent. I løpet av 2008-feltsesongen kom paleontologene i land på Muen-platået to dager, og fikk tatt ut tre mer eller mindre komplette skjeletter etter fiskeøgler. På to av disse var kraniet bevart. Et større skjelett som vi måtte la ligge igjen på grunn av størrelsen og tidspress, kan kanskje tilhøre en ny art. På grunn av sammentrykking er de tynne knoklene i fiskeøglenes hodeskaller blitt ganske flattrøyte.



En av platene med fiskeøglefossilt løftes forsiktig ut, for å bli bandasjert med gips for transport til båten. Øyehulen og "nebbet" er godt synlig, og rundt ligger deler av ribben og ryggevirvler. Foto: Jan Stenløkk.



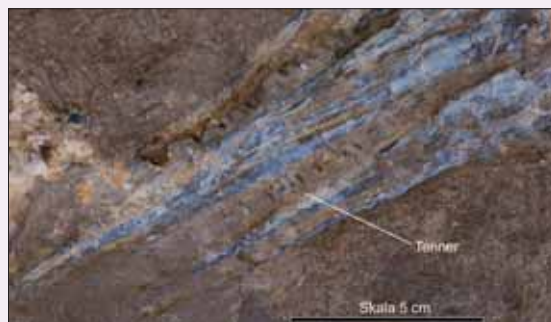
Hans Arne i ferd med å støpe de skjøre fossilplatene inn i en beskyttende kappe av bandasjer og gips.
Foto: Jan Stenløkk.

Muen-fossilene var betydelig mindre knust enn øglefossilene fra Isfjorden, men de var likevel svært skjøre. Ekspedisjonen hadde derfor med seg 10 kilo gipsbandasjer, 15 kilo ekstra gips og sekkestrie som armering – og alt skulle bæres opp på fjellplatået.

Fossilene ble dekket med et tynt lag vått toalett-papir, og deretter surret inn i våt gipsbandasje. Av bitter erfaring fra tidligere

år hadde vi med oss latex-hansker for å unngå forfrysninger og tilgrising av hender med gips. Gipsen ble også delvis armert med metallrør. Ytterligere forsterkning med mer gips ble lagt på når funnene var trygt forvart om bord i båten. Sol og stille vær begge dagene gjorde feltarbeidet og landgang med gummibåter betydelig enklere enn hvis det hadde vært vind. Da hadde det vært en svært sur og kald jobb på det utsatte fjellplatået. Men problemer med isbjørn som holder til og ferdes i dette området var det også i 2008. En bjørn kom mot oss og la seg ned ikke så langt unna, for å følge med i arbeidet. For sikkerhets skyld ble arbeidet avsluttet så fort som praktisk mulig.

Uttaket av fossilene var vellykket over all forventning. Fra Muen-området ble det altså samlet inn en rekke øgleknokler bestående av hodeskaller, kjeve, ryggrader, overarmsbein, hofte- og skulderknokler samt ribbein. Flere av disse hang sammen



Detalj av snutepartiet der tenner er godt synlige.
Foto: Hans Arne Nakrem.



Flere skjeleddeler av et stort krypdyr ble funnet, men kunne ikke tas med. Skulderblad, ryggvirvler og ribben er godt synlige. Foto: Jan Stenløkk.

i større skjelettgrupper. Vi antar at de små formene kan tilhøre slekten *Mixosaurus* og de større kanskje *Cymbospondylis* eller *Pessosaurus*.

Oljedirektoratet har delvis sponset prepareringen av fossilet. Den mest komplette, lille fiskeøglen ble høsten 2010 sendt til Löwentor-museet i Stuttgart i Tyskland, hvor den ble blant annet sandblåst, slik at knoklene kom bedre fram. Eksemplaret ble der også brukt i forbindelse med opplæring av preparanten ved Naturhistorisk museum i Oslo, som hadde et studieopphold i Stuttgart. På den måten fikk museet i Oslo både et preparert eksemplar, og en preparant med innsikt i moderne metoder som er i bruk ved et av Europas flotteste fossil-museer. Et besøk til Löwentor kan anbefales på det varmeste.

Oljedirektoratet har fått en avstøpning av originalen. Det er dessverre dyrt og vanskelig å grave ut fossiler i Arktis, og videre arbeid på det isolerte Muen-platået vil kreve flere dagers arbeid. Det er derfor høyst usikkert om og når noen paleontologer kommer tilbake for å drive videre utgravinger her. I mellomtiden blir området vaktet av isbjørnene, som passer på at ingen uvedkommende stikker av med fossilene. Så slikt sett ligger de i alle fall trygt.

Referanser

Heintz, N. 1964. Mesozoiske øglefunn fra Norge og Svalbard. Norsk Polarinstitutts Meddelelser 91, 40 pp.

Hulke, J. W. 1873. Memorandum on some fossil vertebrate remains collected by the Swedish expedition to Spitzbergen in 1864 and 1868: Bihang till Kungliga Svenska Vetenskapsakademiens Handlingar, 1 (9), 3-11.

Hurum, J.H. & Nakrem, H.A. 2004. Svalbard - Fossileventyret. Stein 2004 (4), 5-7.

Hurum, J.H. & Nakrem, H.A. 2005. Svalbards skjulte øgleskatt. I: Store Norske leksikon. Årbok 2005. Kunnskapsforlaget, 255-256.

Hurum, J.H. & Nakrem, H.A. 2006. Øglejegerne på Svalbard - en oppdatering. Stein 2006 (2), 18-19.

Hurum, J.H. & Nakrem, H.A. 2006. Svalbards øgleskatt. Stein 2006 (4), 36-40.

Knutsen, E.M., Hurum, J.H. & Nakrem, H.A. 2009. Svalbards unike fiske- og svaneøgler fra juratiden - utgraving, konservering og forskning. Ottar nr 278 (nr 5-2009), 30-37. (Tromsø Museum).

Sander, P.M. & Faber, C. 1998. New finds of *Omphalosaurus* and a review of Triassic ichthyosaur paleobiogeography. Paläontologische Zeitschrift 72(1/2), 149-162.

Wiman, C. 1910. Ichthyosaurier aus der Trias Spitzbergens. Bulletin of the Geological Institute, Upsala, 10:124-148.

Wiman, C. 1919. Notes on the marine Triassic reptile fauna of Spitsbergen. University of California Publications, Bulletin of the Department of Geology 10 (5), 63-73.

Wiman, C. 1918. Ein Archosaurier aus der Trias Spitzbergens. Bulletin of the Geological Institute, Upsala, 16:81-85.

Wiman, C. 1929. Eine neue marine Reptilien-Ordnung aus der Trias Spitzbergens. Bulletin of the Geological Institute, Upsala, 22: 183-196.

Fra land til vann – fiskeøglenes evolusjon

Av Aubrey Jane Roberts



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra trias på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitut.

Fiskeøgler var marine reptiler som levde i havene for 250-90 millioner år siden. De utviklet seg til å bli så godt tilpasset livet i vann, at de lignet på en krysning mellom en delfin og en fisk. Men de har ikke alltid vært slik, fiskeøglenes firbeinte forfedre levde en gang på land! De første forfedrene til fiskeøglene utviklet en vannlevende livstil i tidsperioden perm. Dyr som har vendt tilbake til havet som hvaler og delfiner, fiskeøgler og svaneøgler har mange tilpasninger for å kunne takle utfordringene med livet i de store vannmassene. Men hva er egentlig disse utfordringene?

Krypdyrenes delfiner

Tro det eller ei, men fiskeøgler er reptiler like mye som firfiser, slanger, krokodiller og dinosaurer. Disse dyra var de første av de firbeinte landlevende dyrene (tetrapodene) som utviklet seg til å bli fullstendig vannlevende (Motani 2005). De utviklet en fiske-lignende kropp, og har mange tilpasninger for et liv i havet (Motani et al. 1996B). Vi vet ikke hvilken reptil-

gruppe de stammer fra, men noen av de tidligste fossilene vi har av fiskeøgler er fra begynnelsen av triasperioden (250-245 millioner år siden) på Svalbard. Allerede da, var disse dyrene tilpasset livet i havet. Trias fiskeøgleartene så ganske annerledes ut enn de delfinlignende skapningene som vi ser for oss når vi tenker på fiskeøgler: De var som regel små, litt flattrykte, med en enkel lang hale og store fram- og bakluffer. Da trias perioden nærmet seg slutten utviklet fiskeøglene den delfinlignende kroppen de er mest kjent for. En dyp kroppsform med en todelt hale, små bakluffer, store øyne og en ryggfinne. Denne kroppsformen beholdt de til de døde ut i krittperioden (McGowan & Motani 2003).

Siden vi vet de utviklet seg fra landlevende reptiler, må de ha utviklet en hel rekke med tilpasninger for å kunne bevege seg, spise, puste, jakte og formere seg under vann.

Fra landkrabbe til tunfisk

I løpet av deres tid i de mesozoiske havene, greide fiskeøglene å oppnå den mest spesialiserte tilpasningen til et liv i vann som noen gang er oppnådd av noen reptilgruppe. Studier viser at fiskeøglene fra jura og kritt kunne ha beveget seg med høy fart og smidighet. Fiskeøgler gjennomgikk en hel rekke med forandringer fra et landlevende dyr med fire bein til strømlinjeformede svømmende reptiler. Ikke bare kroppsformen måtte forandre seg, men muskler og bindevev måtte optimaliseres for et marint liv, noe som tok millioner av år å utvikle. *Chensaurus*, en tidlig triasisk fiskeøgle fra Kina, representerer en overgangsform mellom et firbeint reptil og en mer spesialisert fiskeøgle. Den hadde en smal, lang kropp, og mange ryggvirvler, som tyder på en «åle-lignende» svømmemetode. En annen tidlig triasisk fiskeøgle *Utatsusaurus*, har tydelig rester etter sine firbeinte forfedre; med lange flatere overarmsben og underarmsben, som ville ha gitt lengre og tynnere luffer. Hoftebena var fremdeles festet til ryggraden, og er ikke redusert i størrelse. Disse funnene tyder på at tidlig triassiske fiskeøgler svømte sakte. Grip-

pia fra Svalbard er et eksempel på en primitiv fiskeøgle der hoften mulig sitter sammen med ryggraden, men ingen hele eksemplarer er beskrevet enda.

Triassiske fiskeøgler var en mangfoldig gruppe, i mange størrelser og former. De største ble opptil 23 meter lange, på Svalbard er det funnet deler av store fiskeøgler på over 10 meter og mange mindre fra denne tiden, spesielt i Botneheia. Forskning tyder på at det var kun en gruppe av disse som ga opphav til de jurasiske fiskeøglene. Evolusjon av kroppsform hos fiskeøgler ser ut til å ha en sammenheng med en nedgang i grunne kystområder i løpet av slutten av trias (Motani 2008). Mangel på leveområder kan ha resultert i en favorisering av dypvannsformer, og fiskeøglene fikk en mer strømlinjet kropp, ryggfinne og todelt hale. Denne dråpeformede kroppen gjør det mulig å oppnå høy fart. Dette ga fiskeøglene en kortere nakke og stivere kropp.

I løpet av fiskeøglenes evolusjon, er det en tendens til å minimalisere bakluffene. I likhet med hvaldyr, har dette en sammenheng med at halen hovedsakelig ble brukt til fremdrift av dyret. Framluffene brukes til styring, og da har bakluffene lite funksjon. Bakluffene er redusert i antall knokler og størrelse hos de avanserte fiskeøglene, men i motsetning til hvaldyr er de fortsatt synlig utenfor kroppen. Det samme gjelder hoftebena. De ble redusert i størrelsen og antall hofteknokler. Fra sent i trias og senere løsnet hoften fra ryggraden og hang «i løse luften» i buken på fiskeøglene. Bakluffene til fiskeøglene er et godt eksempel av det engelske uttrykket; «If you don't use it, you lose it»!



Bildet viser et eksemplar av *Stenopterygius* fra Holzmaden, som døde under fødselen. Eksemplaret er utstilt på Naturhistorisk museum i Stuttgart. Foto: Aubrey Jane Roberts.

Havets dypdykker

Gode øyne er viktig for et hvert dyr som er avhengig av syn for å jakte, spise, formere seg og passe seg for farer. Marine dyr har ulike tilpasninger for å takle mangelen på lys i de store dyp. Forskere tror ikke at fiskeøgler brukte ekkolokalisering slik som mange hvaler og delfiner gjør, men hadde en annen metode for å lokalisere bytte i mørket. Fiskeøgler har rekord i å ha størst øyne blant alle virveldyr som har levd, noe som tyder på at de ble brukt for å navigere i dypt vann. Store øyne indikerer vanligvis godt syn. Ophthalmosaurider, en familie innen fiskeøgler, hadde de største øynene i forhold til kroppsstørrelse av alle virveldyrene (Motani et al. 1996A).



Viser nedoverbøyning av halen og bevaring av de oppstivende fibrene i halen hos *Stenopterygius* fra Holzmaden i Tyskland. Eksemplaret er utstilt på Hauff Museet. Foto: Aubrey Jane Roberts.

En haug med nye arter innenfor denne familien har nettopp blitt, og blir beskrevet fra Svalbard (Druckenmiller *et al.* 2012).

Øyet til en *Ophthalmosaurus* er i gjennomsnitt 22cm i diameter. Siden den har en total kroppslengde på 4m, er øyet en stor del av kroppen. Til sammenligning er et blåhvaløye på 15 cm i diameter men dyret er vesentlig mye større. Ved å bruke korrelasjoner av øyestørrelse og dykkedybde til nålevende seler som er avhengig av syn for å dykke, estimerte Motani og kolleger (1996A) at *Ophthalmosaurus* kunne dykke til minst 600m. En annen artikkel av Humphries og Ruxton (2002), foreslo at den store størrelsen til fiskeøgleøyet, er et resultat av behovet for en kombinasjon av høy lyssensitivitet og skarphet og etter deres analyser kunne den dykke til omtrent 1000m.

Eggleggende? Absolutt ikke!

Reptiler er amnioter; dyr som enten føder levende unger eller legger egg som klekker senere. Vanligvis legger reptiler egg, inkludert marine reptiler som haviguaner og havskilpadder. I disse gruppene går hunndyrene opp på land for å legge egg. På et punkt i deres evolusjonære historie, ble fiskeøgler så godt tilpasset et liv i vann at de ikke lengre kunne vende tilbake til land for å legge egg. Siden egg ikke kan overleve under vann, var deres eneste mulighet å føde levende avkom. Det er funnet flere gravide individer

spesielt fra forekomsten Holzmaden i Tyskland (Sander 2000). Holzmaden er beskrevet som en yngleplass for fiskeøgler, siden det er høy forekomst av gravide individer, og individer som har død under fødselen (Massare & Callaway 1988). Det å føde levende unger har blitt utviklet mange ganger hos alt fra fisk til reptiler og pattedyr.

Siden fiskeøgler puster luft, må ungene fødes med halen først, akkurat som hos delfiner og hvaler. På bildet side 35 kan man se et eksemplar av en *Stenopterygius* fra Holzmaden som har dødd under fødselen, hvor avkommet har blitt bevart på vei ut livmoren.

For spesialiserte?

Utfordringene med et liv i havet har blitt overvunnet av flere grupper av virveldyr som levde på land, og uten tvil var fiskeøgler veltilpasset et marint miljø. De døde derimot ut før den store utdøingen i slutten av krittperioden som tok knekken på dinosaurerne. Det har vært diskutert om de døde ut rett og slett fordi de var for spesialiserte, og ikke greide å henge med i miljøendringene og i konkurransen med andre marine reptiler. Det er hvert fall flere steiner å snu på Svalbard og flere øgler å finne. Kanskje en dag vil finne svaret på hva som skjedde med disse dyrene?

Referanser

til denne artikkelen finner du på side 71.

Blekksprutfossiler på Svalbard

Av Øyvind Hammer



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra trias, jura og kritt på Svalbard.
Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Spiralformede skall av ammonoidéer (utdødd gruppe av blekkspruter) er blant de vakreste og mest velkjente fossilene fra Svalbard, og vi finner dem gjennom mye av den mesozoiske lagrekken. Belemnitter, som er "pigger" fra blekkspruter med indre skall, og armkroker er også vanlige. Disse fossilene er viktige for å datere lagene, og som ikoner for Svalbards geologi har de betydning for undervisning og turisme.

Ammonoidéer

Ammonittene er kjente og kjære fossiler fra jura og kritt i mange land. Disse blekksprutene med spiralsnodd skall er karakteristiske for mesozoikum, og varierte i størrelse fra under en centimeter til flere meter i diameter. Skallet var delt inn i gassfylte kamre, mens bløtdelene (som ikke er oppbevart som fossil) satt i det ytterste kammeret. *Suturlinjene* markerer sømmen der kammerskilleveggene møter ytterskallet. Hos ammonittene er suturlinjene svært intrikate. Ammonittene tilhører en større gruppe som vi kaller ammonoidéer. Mer primitive ammonoidéer fra devon til trias har enklere suturlinjer enn ammonittene.

Fordi vi har veldig lite sedimenter fra mesozoikum i fastlands-Norge, finner vi ikke ammonoidéer der. For oss nordmenn er ammonoidéene på Svalbard derfor temmelig eksotiske fossiler.

Ammonoidéer er ganske lette å finne i de marine lagene fra nedre trias rundt Isfjorden. De peneste finnes i kalkknoller som er konsentrert i visse horisonter, særlig velkjente er *Arctoceras* og den litt yngre *Svalbardiceras* fra Vikinghøgdfomasjonen.

I Botneheifomasjonen (nederst i mellomtrias) finnes noen særdeles godt oppbevarte fosfatiserte ammonoidéer, bl.a. av slekten *Amphipopanoceras*. Disse triassiske formene har gjerne et forholdsvis glatt skall og enkle (ceratittiske) suturlinjer.

I jura finner vi ekte ammonitter med kompliserte suturlinjer. I lag av kimmeridge alder (sein jura, ca. 155 millioner år) er *Amoeboceras* den vanligste ammonitten. De fleste ammonittfossilene som selges i Longyearbyen er *Dorsoplanites* fra slutten av jura (tithon alder, ca. 150 mill. år), funnet i rødlige, siltige og siderittiske lag øverst i

MS Langøysund

Daglige avganger i Isfjorden

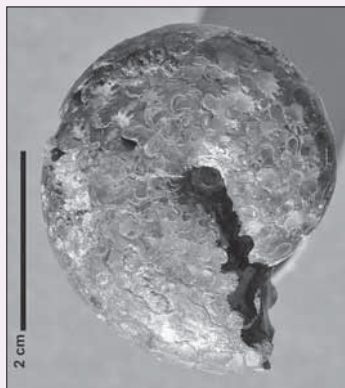
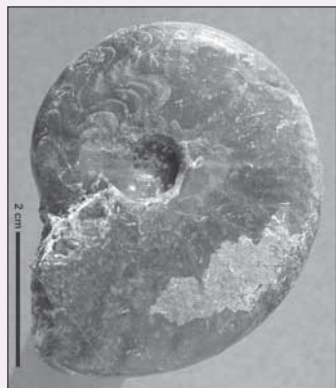
Vi gir deg Svalbard, ekte og (H)ærlig

BARENTSBURG
Mandag - Onsdag - Fredag - Lørdag. Buss fra hotellene kl 0830

PYRAMIDEN
Tirsdag - Torsdag - Søndag. Buss fra hotellene kl 0830

TEMPELFJORDEN
Fredag. Buss fra hotellene kl 1845

Booking: Tlf: 79021311 Web: www.htg.svalbard.no E-post: mail@htg.svalbard.no



Svalbardiceras (Vikingshøgdfm.), *Amhipanoceras* (Botneheifm.), *Freboldiceras* (Carolinefjellfm.).
Foto: Hans Arne Nakrem.



Lagflate med *Dorsoplanites* og *Buchia*, øvre jura, Janusfjellet. Foto: Øyvind Hammer.



Tollia fra metanoppkomme, nederst i kritt, Knorringfjellet. Foto: K. Hryniewicz.



Forholdsvis enkle (ceratittiske) suturlinjer hos *Nathorstites* (trias) og mer kompliserte linjer hos ammonitten *Grycia* (kritt). Foto: Hans Arne Nakrem.



Agardhfjellformasjonen ved Sassenfjorden. De har ribber og kan være ganske store og pene, men flatklemte. Selve skallet er oppløst, slik at det bare står igjen et avtrykk. Det ligger gjerne muslinger (*Buchia*) på den samme stuffen. I senere år har vi samlet mange vakre, tredimensjonale ammonitter fra spesielle kalksteiner (metanoppkommer) rundt jura-kritt-grensen.

Ammonitter finnes også i kritt, men er mer sjeldne der. I Carolinefjellformasjonen, øverst i nedre kritt, er *Grycia*, *Hoplites*, *Freboldiceras* og *Arcthoplites* de vanligste slektene. Typisk for mange av dem er grove, kraftige ribber. Ammonittene døde ut i slutten av kritt, men vi har ikke lag fra øvre kritt på Svalbard.

Belemnitter, armkroker og nebb

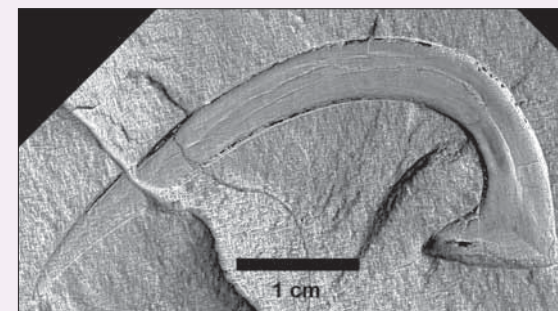
Belemnitter er sigarformede fossiler av kalkstein etter "pigge" som lå bakerst i kroppen på akkar-liknende blekkspruter kalt belemnoidéer. De er ganske vanlige på Svalbard, både i trias, jura og kritt, men kan være vanskelige å artsbestemme for ikke-eksperter. I mørke skifre gjennom hele Agardhfjellformasjonen finner vi også store mengder av fangkroker som satt på armene til belemnoidéer. De fleste er bare et par millimeter lange, men vi har også funnet en del som er mye større, opptil 4 cm. Funn av hele dyr i Tyskland (ofte forfalskninger!) viser at slike svære kroker ikke hørte til spesielt store blekkspruter, men sannsynligvis ble brukt av hannen under paring. Nylig har vi også funnet munnleder (nebb) fra belemnoidéer i juralagene på Svalbard.

Hva er de godt for?

Blekksprutfossilene på Svalbard er nyttige av flere grunner. Fordi de er ganske vanlige, levde oppe i vannmassene og gjennomgikk rask evolusjon, er de blant de aller beste ledefossilene vi kjenner. Dateringen av mesozoiske lag på Svalbard baserer seg derfor i stor grad på ammonoidéer. Disse fossilene er også glimrende biogeografiske markører. I trias og jura er ammonoidéene og belemnittene på Svalbard i stor grad stedegne for nordområdene (Svalbard, nordlige Russland, Grønland).

I kritt blir faunaen mer "kosmopolittisk", i takt med åpningen av Atlanterhavet som ga en passasje til sørligere hav. Blekksprutfossilene på Svalbard er ganske viktige brikker for å forstå verden i mesozoikum, og de har blitt studert av forskere fra Norge, Polen, Russland og andre land.

De vakre ammonittene på Svalbard skaper glede og undring blant turister og naturinteresserte, og er såpass vanlige at man ikke trenger å ha dårlig samvittighet for å ha dem på peishylla!



Armkrok (*Onychites quenstedti*) fra blekksprut, øvre jura, Janusfjellet. Foto: Øyvind Hammer.

Referanser

Hammer, Ø., Hryniewicz, K., Hurum, J.H., Høyberget, M., Knutsen, E.M., Nakrem, H.A. 2012. Large onychites (cephalopod hooks) from the Upper Jurassic of the Boreal Realm. Acta Palaeontologica Polonica, i trykk.

Nagy, J. 1970. Ammonite faunas and stratigraphy of Lower Cretaceous (Albian) rocks in southern Spitsbergen. Norsk Polarinstitutt Skrifter 152.

Weitschat, W., Lehmann, U. 1983. Stratigraphy and ammonoids from the Middle Triassic Botneheia Formation (*Daonella* Shales) of Spitsbergen. Mitteilungen Geol.-Paläont. Institut, Universität Hamburg 54, 27-54.

Weitschat, W. 2008. Intraspecific variation of *Svalbardiceras spitzbergensis* (Frebold) from the Early Triassic (Spathian) of Spitsbergen. Polar Research 27, 292-297.

Wierzbowski, A., Hryniewicz, K., Hammer, Ø., Nakrem, H.A., Little, C.T.S. 2011. Ammonites from hydrocarbon seep carbonate bodies from the uppermost Jurassic - lowermost Cretaceous of Spitsbergen and their biostratigraphical importance. Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen 262, 267-288.

En nyoppdaget arktisk fauna av jurassiske pigghuder

Av Julie Rousseau og Magne Høyberget



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra jura og kritt på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

I forbindelse med øgleutgravningene på Svalbard, ble det gjort en meget oppsiktsvekkende bifangst. Mengdevis med fossiler av sjeldent godt bevarte pigghuder (Echinodermer), som levde på dypt hav i jura-tiden, er innsamlet i løpet av tre ekspedisjoner.

Pigghudene er en stor dyregruppe som omfatter blant annet sjøliljer, sjøstjerner, slangestjerner og sjøpinnsvin. De kjennetegnes ved en femtallssymmetri og spesielle kanalsystemer som styrer ernæring, sansing, åndedrett og bevegelse. Dyrene har et indre skjelett av løst sammensatte kalsittplater, som raskt ramler fra hverandre og spres utover havbunnen etter dyrets død. Derfor er fossile pigghuder sjeldne å finne som hele eksemplarer. Hvis de da ikke blir hurtig begravd levende.

For rundt 145 millioner år siden forårsaket en kraftig storm en plutselig siltsteinsavsetning, som begravde de

forskjellige pigghudene som levde på den oksygenfattige mudderbunnen.

De største partiklene i silten består av opptil 1 mm store, avrundete kvartskorn. Et myldrende liv av enorme mengder individer fikk plutselig tettet igjen porene til kanalsystemet, døde raskt og ble bevart som et øyeblikksbilde av Jurahavets bunn. Noen ble liggende i naturlig stilling, mens andre ble liggende opp-ned eller forvridde. Sammenlignbare funn fra denne tiden er sparsomme på verdensbasis. Kjente lokaliteter finnes i England, Frankrike og Tyskland, men ingen lignende funn av denne størrelsesorden er tidligere kjent fra så nordlige breddegrader. Ingen jurassiske pigghuder er tidligere beskrevet fra Svalbard og noen ytterst få fragmentariske funn er rapportert fra Grønland og Russland. Svalbardfunnene er dermed verdens nordligste fossile kolonier av sjøstjerner, slangestjerner, sjøliljer og sjøpinnsvin.

Alle funnene viser seg å være nye arter, og nye slekter må opprettes for ei sjøstjerne og to slangestjerner. De er funnet i et lag med brune siderittkonkresjoner som kan følges kilometervis langsetter fjellsidene ved Sassenfjorden. De store, frostsprengte konkresjonene ligger rundt 40 meter under jura/kritt-grensen, i Slottsmøyalettedet, Agardhformasjonen. Dermed kan disse funnene være med på å belyse pigghudenes utbredelse, utvikling og slektskap og samtidig fortelle om dyregruppers spredning over kloden i tidligere hav, samt korrelere avsetninger i forskjellige verdensdeler. De samme lagrekkene rommer de velkjente svaneøgle- og fiskeøglefunnene.

Sammen med pigghudene finnes fossile sneglehus, muslingskall, sjøtenner, ammonitter og noen spredte, små fiskebein.

Sjøliljer (Crinoidea)

Slekt *Chariocrinus*: Det ser ut til å forekomme bare én art av denne tidligere kjente slekten. De lange sjøliljestilkene er som regel knekt opp i småbiter hvor dekorative, stjernefomede kalsittplater kan dekke hele lagflater (Figur 1).



Figur 1: Løse kalsittplater fra stilk til sjøliljeslekten *Chariocrinus* kan dekke lagflaten. Foto: Magne Høyberget.

Disse ble det samlet inn store mengder av i 2010, men selve kronen med fangarmene manglet. Året etter ble det derfor lett systematisk etter kronene, og det ble funnet rundt 10 gode eksemplarer. Den totale lengden på stilkene er ukjent, men eksemplarene er små og kronene rundt 5 cm lange. Sjøliljene bestod av en lang, tynn stilk med støttestillarer, slik at krona med alle fangarmene på toppen kom et stykke opp fra mudderbunnen. Noen av de nålevende artene er i stand til å bevege disse støttestillarene, slik at organismen kan flytte på seg. Antageligvis kunne *Chariocrinus* også bevege seg til en viss grad.

Sjøpinnsvin (Echinoidea)

Slekt *Hemipedita*: Kun én art er funnet og den ser ut til å tilhøre en slekt som ble beskrevet allerede i 1855. Kun to gode eksemplarer og noen få meget slitte funn

ble gjort i 2010. Derfor ble det også søkt etter flere eksemplarer påfølgende år. 8 flatklemte sjøpinnsvin ble da funnet på én og samme prøve og er av meget god kvalitet, med kjeveapparatet (Aristoteles lykt) bevart (Figur 2). Piggene ligger strødd rundt omkring. Eksemplarene er nokså små, opptil 5 cm i diameter.



Figur 2: Tre sjøpinnsvin på rekke, av slekten *Hemipedita*. Foto tatt i felt. Foto: Patrick S. Druckenmiller.

Sjøstjerner (Asteroidea)

Familie Asteriidae: Det er samlet inn over 50 eksemplarer av ei sjøstjerne, der både slekt og art er nyoppdaget og beskrevet for første gang. Ofte ligger eksemplarene tett sammen, armene er lange og slanke og dyret hadde ei lita midtskive (Figur 3).



Figur 3: Plate med ei nokså komplett sjøstjerne og flere enkelt-arter (tilhører familien Asteriidae). Øverst i bildet sees et sjøpinnsvin av slekten *Hemipedina*. Foto: Magne Høyberget.

Hele dyret hadde en diameter på rundt 10-12 cm. Fossilene opptrer oftest som horisontale snitt gjennom organismen, noe som tydeliggjør de indre kalsittplatenes form, plassering og organisering. Andre eksemplarer er vitret tredimensjonalt ut på overflaten av matrix (Figur 6). Sjøstjernenes diett var ganske sikkert muslinger, snegler og andre pigghuder.

Slangestjerner (Ophiuroidea)

Slangestjerner er de mest tallrike av disse fossilene og det er funnet to forskjellige

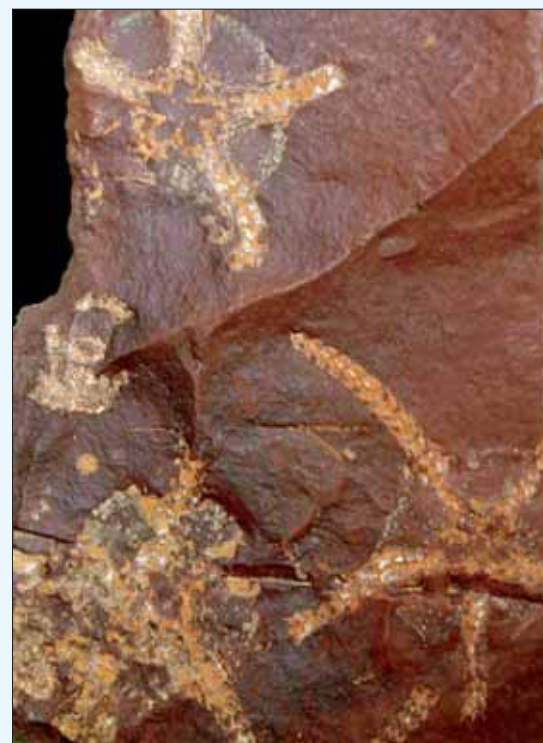
arter, begge er nye for vitenskapen, både som arter og slekter.

Familie Ophiacanthidae: Denne nye arten er det funnet bare 9 eksemplarer av og de lange, slanke armene er tett besatt med lange pigger (Figur 4). Midtskiva på det største eksemplaret er ca. 18 mm i diameter og armene var av ukjent lengde, da disse er knekt.

Underfamilie Ophiurinae: Over 70 eksemplarer og store mengder armfragmenter er samlet inn av denne slangestjerna (Figur 5). Hovedmengden ble samlet inn under planering av bakken før



Figur 4: Det mest komplette eksemplaret av ei slangestjerne (familie Ophiacanthidae) med lange pigger på armene. Kun 9 eksemplarer er kjent. Foto: Julie Rousseau.



Figur 5: De vanligste pigghudfossilene er fra ei slangestjerne (underfamilie Ophiurinae) og ble oppdaget under planering av bakken til ekspedisjonens kjøkkentelt. Foto: Magne Høyberget.



Figur 6: Forvitret siltstein, slik at kalsittplatene i sjøstjernene (Familie Asteriidae) opptrer tredimensjonalt.

oppsetting av ekspedisjonens kjøkkentelt. De største midtskivene måler 25 mm i diameter og de lengste armene er rundt 5 cm lange. Med en total diameter på over 10 cm, er dette relativt store slangestjerner.

Ingen andre kjente slangestjerner fra øvre jura ligner på funnene fra Svalbard. Disse eksemplarene er derfor interessante med hensyn til videre arbeid med systematikk på disse dyrene.

Referanse

Julie Rousseau, unpublished Master Thesis, Universitetet i Oslo, 2011. A Late Jurassic Boreal echinoderm Lagerstätte from Janusfjellet, central Spitsbergen, Arctic Norway.

Dorsoplaniteslaget – en juvel i jura

Av Øyvind Hammer



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra jura og kritt på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

De fleste fossilene av muslinger og ammonitter som selges i Longyearbyen kommer fra et spesielt lag øverst i jura på Spitsbergen som vi kaller Dorsoplaniteslaget. Fossilene ligger gjerne tett i tett og oppå hverandre, og gir et levende inntrykk av havbunnen i jura.

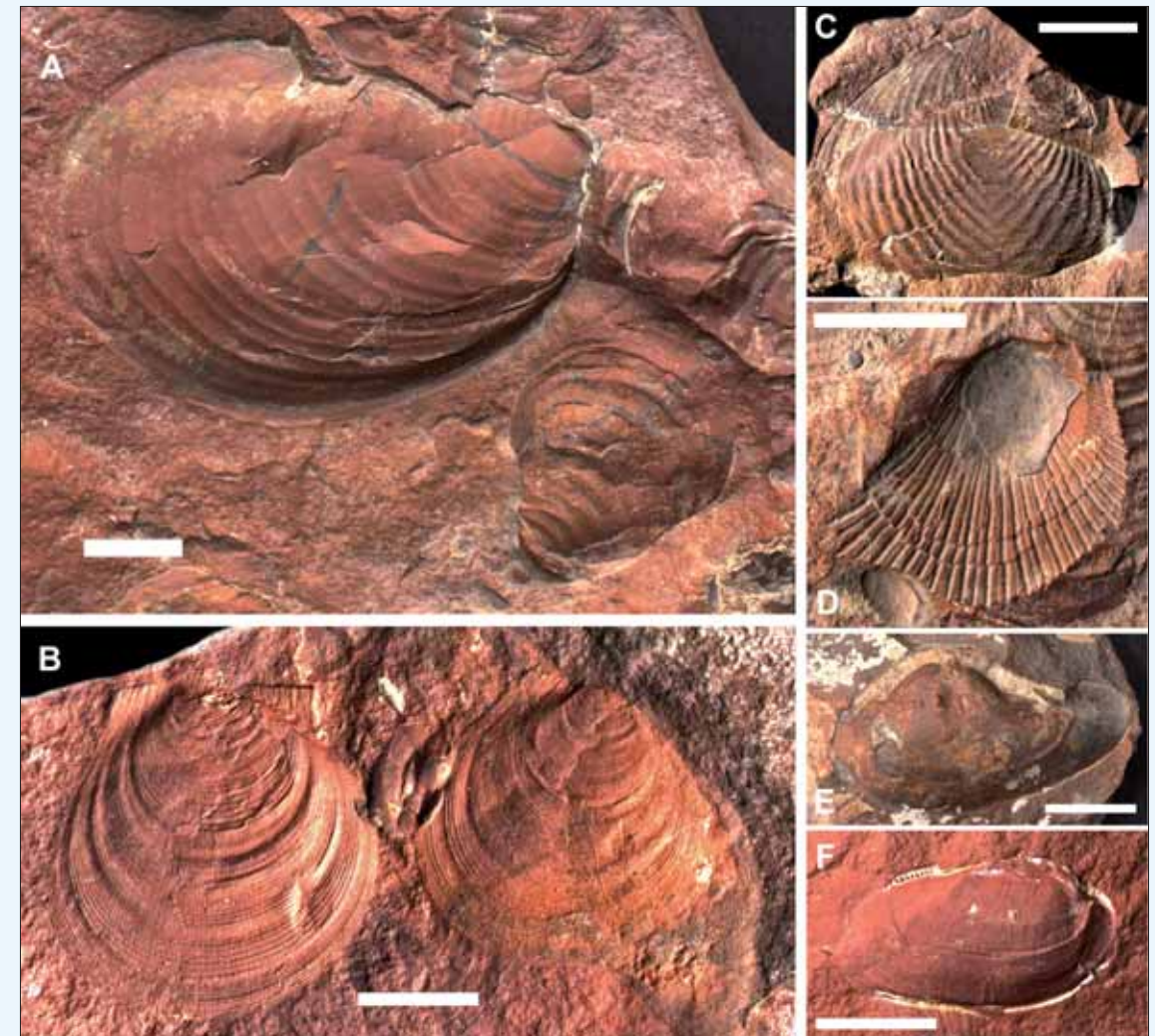
Stratigrafi og utbredelse

Jura på Svalbard forbinder vi mest med en ca. 200 meter tykk, mørk skifer med tynne lag av silt og sand som kalles Agardhfjellformasjonen. Ser vi bort fra noen meter nederst og øverst, er denne formasjonen av sein jura alder (oxford, kimmeridge og tithon). Deler av formasjonen består av svart skifer meget rik på organisk materiale, altså en god kildebergart for olje. Omtrent den samme utviklingen fortsetter sørover i

Barentshavet, Norskehavet, Nordsjøen og England, selv om formasjonen skifter navn på veien (Hekking, Draupne, Kimmeridge Clay). Det meste av den norske oljerikdommen kommer fra disse svarte skifrene.

Agardhfjellformasjonen sentralt på Spitsbergen er delt inn i flere underenheter. Den øverste av disse, Slottsmøyleddet, er for det meste av tithon alder (152 til 145 millioner år). Tithon er den seineste alderen i jura. Slottsmøyleddet er meget rikt på fossiler av store marine reptiler og andre sjødyr, og det er omtrent midt i denne enheten at vi finner Dorsoplaniteslaget. Laget er mindre enn en halv meter tykt (noen steder ser vi et liknende lag et par meter over), og består av en siltig bergart sementert av sideritt (jernkarbonat). Sideritten er hard og danner utstående benker eller rader av store knoller. Kjemisk forvitring gir en rødlig farge på overflaten, som gjør Dorsoplaniteslaget ekstra lett å finne.

Selv om Agardhfjelletformasjonen finnes både vest, sør og øst på Spitsbergen, er det særlig i de sentrale områdene like nord og øst for Longyearbyen at Dorsoplaniteslaget er best utviklet. Lagrekken heller litt ned mot vest på grunn av senere bevegelser i jordskorpen. Dorsoplaniteslaget dukker opp av Isfjorden omtrent ved Carolinedalen, og fortsetter på stadig større høyde østover innover langs Sassenfjorden. På østsiden av De Geerdalen ligger laget omtrent 600 meter over havet. Dorsoplaniteslaget kommer også ut flere steder rundt den indre delen av Adventdalen. Fra kjerneboringer vet vi at det samme laget ligger ca. 450 meter under bakken i Longyearbyen.



Muslinger fra Dorsoplaniteslaget, 1 cm skalastrek. Uformell taksonomi. A: *Buchia*. B: *Camptonectes*. C: *Goniomya*. D: *Oxytoma*. E: *Dacromya*. F: *Malletiid*. Foto: Øyvind Hammer.

Ammonitter

Dorsoplaniteslaget er oppkalt etter ammonitten *Dorsoplanites*. Arten *Dorsoplanites maximus* finnes også i Sibir og andre nordlige områder, og gir en god aldersbestemmelse. Ifølge den siste internasjonale geologiske tidsskalaen har denne ammonittsonen en alder på 148 millioner år. Ifølge litteraturen finnes det flere arter av *Dorsoplanites* i disse lagene, men dette kan også dreie seg om variasjon

innen en art. De har alle tydelige ribber, 30-40 for hver omdreining, med noe forgrening nær ytterkanten av skallet. Det er også beskrevet noen andre ammonitter fra Dorsoplaniteslaget, slik som *Glaucolithites* (noen flere ribber, uten særlig forgrening) og *Laugeites* (sterk forgrening som gir fine og tette ribber i ytterkanten). Sistnevnte er mer typisk for siderittknoller noen meter høyere i lagrekken.

Muslinger

Dorsoplaniteslaget er også fullpakket av muslinger. De vanligste tilhører slekten *Buchia*, muligens *Buchia mosquensis*. Denne arten ble først beskrevet fra Russland av den berømte geologen og norgesvennen Leopold von Buch i 1844, under navnet *Avicula mosquensis*, men ble senere lagt til slekten *Buchia* (oppkalt etter von Buch). Så het slekten i mange år *Aucella* (derav Aucellatoppen innenfor Vindodden), før den etter heftig diskusjon skiftet navn tilbake til *Buchia*. Det er en viktig muslingslekt, typisk for sein jura og tidlig kritt i nordområdene, og de ulike artene brukes til aldersbestemmelser. *Buchia mosquensis* skal være typisk for relativt dypt vann. Det skal også finnes flere andre *Buchia*-arter i Dorsoplaniteslaget – *B. mosquensis* har to sterkt krumme (kommaformede) skjell, mens andre arter (*B. russiensis* og *B. fischeriana*) er mindre og har ett krumt og ett rett skjell. Det er ikke lett å se forskjell på disse når fossilene er flatklemt og de to skjellene har skilt lag.

Vi finner også mange andre muslingarter. *Oxytoma* har stråleformede ribber, mens *Camptonectes* har et fint nettmønster. Begge disse minner om kamskjell. Glatte, bønneformede nøtteskjell kan være

Palaeonucula isfjordica, *Dacromya* og malletiider. Store skjell med V-formede ribber er av slekten *Goniomya*. Fossiler av snegler og rørmak er mer sjeldne.

Hva er dette?

At så mange fossiler opptre konsentrert i et tynt intervall krever en forklaring. Mange har ment at Agardhfjellformasjonen ble avsatt i et miljø med lite oksygen, hvor bunndyr ikke hadde gode leveforhold (vi finner mange fossile blekkspruter, men disse levde formodentlig høyere oppe i vannmassene). Lag med mange fossiler av bunnlevende dyr kan da enten representere kortere episoder med mer oksygenrikt bunnvann, eller avsetninger etter stormer eller undersjøiske ras som har fraktet inn skjell fra andre områder. Den siste forklaringen forskyver for så vidt bare problemet, og dessuten har vi lag i Agardhfjellformasjonen med fossiler av skjøre sjøstjerner og slangestjerner som neppe er transportert langt. Den artsrike muslingfaunaen i Dorsoplaniteslaget bærer heller ikke preg av særlig transport. Dessuten finnes det muslinger og snegler ikke bare i de siltrike lagene men også ute i skiferen, men de er vanskeligere å samle fordi skiferen er så frostsprengt.

Takk til

Krzysztof Hryniewicz for bestemmelse av muslinger!

Referanser

Birkenmajer, K., Pugaczewska, H., Wierzbowski, A. 1982. The Janusfjellet Formation (Jurassic-Lower Cretaceous) at Myklegardfjellet, East Spitsbergen. *Palaeontologia Polonica* 43, 107-140.

Rogov, M., Zakharov, V. 2009. Ammonite- and bivalve-based biostratigraphy and Panboreal correlation of the Volgian Stage. *Science in China D: Earth Sciences* 52, 1890-1909.



Dorsoplaniteslaget ved Sassenfjorden, med negative avtrykk av ammonitten *Dorsoplanites*. Foto: Hans Arne Nakrem.

NYHET

Allerede
nytt
opplag!

Finnes på bokmål
og nynorsk.
Kr 259,-

For 147 millioner år var det hav der Svalbard ligger nå. Med lange snuter med tenner tett i tett, svømte store øgler rundt på jakt etter mat. Men i det mørke dypet lurte farer med enda større tenner. I denne boka blir du nærmere kjent med noen av disse øglene, og hvordan de levde. Du får også vite hvordan forskerne fant fossilene av øglene, hvordan de gravde dem ut, og hva øglene forteller oss om livet på jorden.



CAPPELEN DAMM

Verdens største forekomst av øgler som levde i havet

Av Jørn H. Hurum, Hans Arne Nakrem og Espen M. Knutsen



Figur 1A. Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra jura og kritt på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.



Figur 1B. Havbunnen som senere ble Svalbard sin plassering i slutten av juraperioden (forenklet fra Hurum et al. 2012).

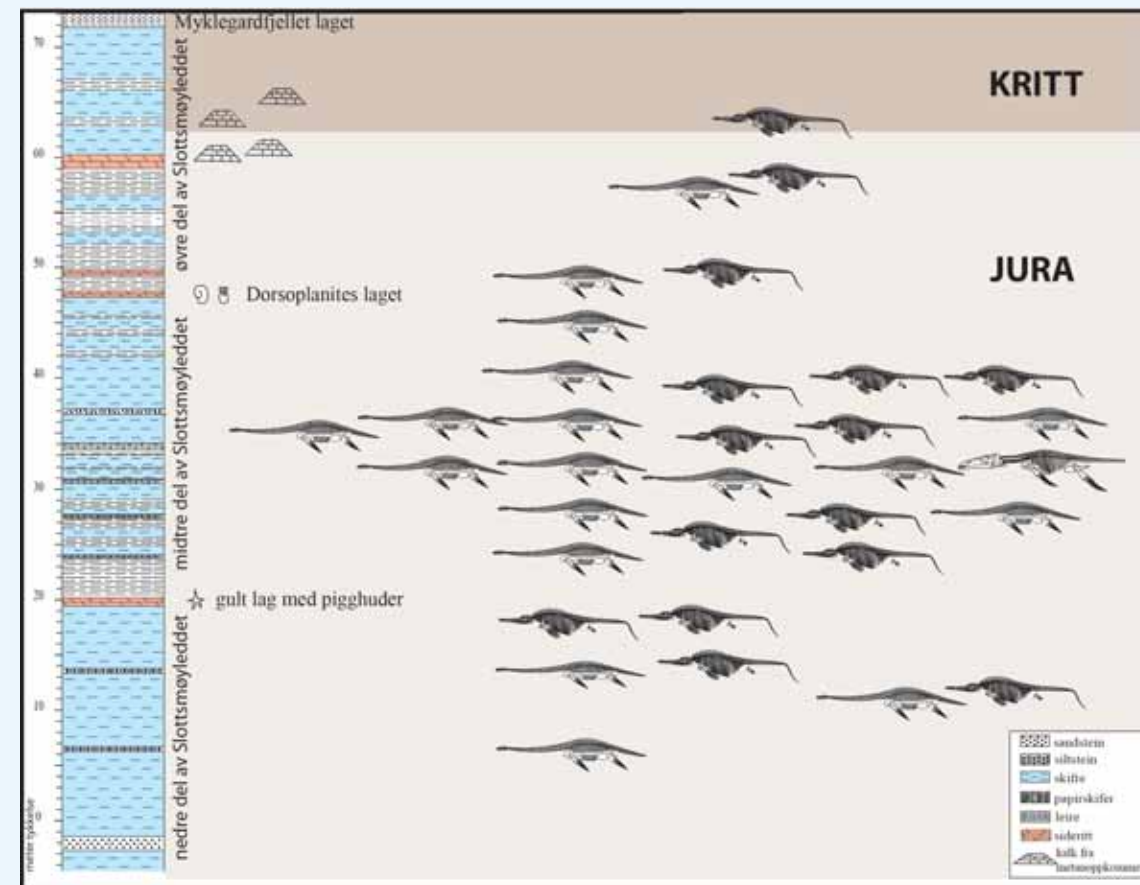
For rundt 150 millioner år siden, mot slutten av juraperioden, lå havbunnen som en gang skulle bli Svalbard lengre sør. Havbunnen lå på ca. 65 grader nord, omtrent som Nordland i dag (Figur 1). Det vi i dag ser som høye fjell og dype daler på Svalbard var den gang et rundt 200 meter dypt hav med en flat havbunn dekket av gjørme. I dette havet svømte forskjellige øgler og mange blekkspruter. Vår forskning viser at dette havet i nord var nesten helt isolert fra de mer sørlige havene. Dette gjør at det meste vi finner på Svalbard er nye arter for verden. Vi legger en puslespillbrikke i livets historie som ingen før har lagt.

Historisk bakgrunn

De første fossilene av marine reptiler som ble funnet på Svalbard var fiskeøgler (ichthyosaurer) fra trias. Disse ble funnet for over hundre år siden. Det første jurassiske

fossil var ryggvirvler av en svaneøgle (plesiosaur) som ble funnet i 1913 på Spitsbergen i nærheten av Janusfjellet. I 1931 fant en amerikansk gruppe av leger, som studerte spredning av forkjølelse i Longyearbyen, bakparten av en plesiosaur. Med unntak av en isolert luffe ble ikke noe nytt materiale funnet i jurassiske bergarter på Svalbard før 2001, da en gruppe norske forskere og studenter fant restene etter et marint reptil i svartskiferen på Janusfjellet i den geologiske lagrekken kalt Slottsmøyleddet i Agardhfjellformasjonen (se infoboks neste side). I 2004 ledet Hans Arne Nakrem og Jørn H. Hurum en gruppe fra venneforeningen på Naturhistorisk museum (PalVenn) som samlet inn eksemplaret. Fossilene viste seg å være en luffe, halsen og deler av hodet til en svaneøgle. Under innsamlingen fant gruppen utrolige ni skjeletter til, inkludert en stor komplett fiskeøgleskalle.

Dette var starten på de største paleontologiske utgravningene på



Figur 2. Plassering av øglefunnene i lagene, forenklet fra Hurum et al. (2012).

Svalbard noen gang. I løpet av feltarbeidet som har pågått i området mellom Janusfjellet og Knorringfjellet på Svalbard i årene 2004-2012, har det blitt gravd ut 37 skjeletter av fiske- og svaneøgler i de samme lagene (Figur 2). Disse har blitt tatt med til Naturhistorisk museum i Oslo der de sakte, men sikkert blir preparert og stabilisert. Under kartleggingen oppdaget vi også de beste kalksteinsavsetningene etter metanoppkommer, fulle av fossiler, som noensinne er funnet - ikke bare fra jura, men fra hele jordas middeltid.

Forskningen

Et internasjonalt forskerteam ledet av Jørn H. Hurum og Hans Arne Nakrem fra Naturhistorisk Museum ved Universitetet

i Oslo publiserte 12/10-2012 de første vitenskapelige resultatene fra åtte år med utgravninger på Svalbard i et spesialvolum av Norwegian Journal of Geology. I hele 18 artikler tok 18 internasjonale og nasjonale forskere for seg alt fra avsetningsforhold og mikroorganismer til 13 meter store øgler. Alt stammer fra de samme lagene fra sent i juraperioden på Svalbard. Både virveldyr og virvelløse skilte seg fra de som finnes ved andre velkjente lokaliteter. Dette fordi de nordligste havområdene var isolerte i den siste delen av juraperioden. I tillegg kom barneboken «Monsterøglene på Svalbard» av Jørn H. Hurum og Torstein Helleve med illustrasjoner av Esther van Hulzen ut samme dag. Det har aldri skjedd før i Norge at en barnebok om forskningen blitt gitt ut samme dag som de vitenskapelige resultatene!

Når vi skal beskrive mange lag med avsetninger deles de inn i formasjoner, de mindre enhetene innen en formasjon kalles ledd. Formasjon er en kartleggbær bergartskropp eller masse av løse avleiringer som opptrer som del av en lagrekke og er dannet gjennom et forholdsvis begrenset tidsrom. Den kjennes ved sin særskilte posisjon i lagrekken og ved karakteristiske egenskaper som skiller den fra tilgrensende masser. Tykkelsen kan variere fra mindre enn én meter til flere kilometer. En formasjon kan deles opp i ledd, og to eller flere formasjoner kan defineres som en gruppe. Formasjonen navngis ved et geografisk forledd og stor forbokstav. Et eksempel er Agardhfjellformasjonen (tykkelse varierer, men kan være bestå av opptil 350 meter med avsetninger) som er inndelt i fire ledd blant annet Slottsmøyleddet (som er 70-100 meter tykt).

Kilde: Bryhni, I. Geoleksi. <http://www.nhm.uio.no/fakta/geologi/geoleksi/>

Hvor gamle er øglene?

Desisteåtteseongene har vi funnet enormt mange skjeletter, fordelt i et ca. 76 meter tykt skiferlag (Figur 2). Denne lagpakken kalles Slottsmøyleddet. Slottsmøyleddet kan deles i tre hoveddeler. De nederste 22 meterne som består av grålige skifte med to tynne sandsteinslag. De midtre 27 meterne starter ved det gule laget med pigghuder (se Rousseau og Høyberget sin artikkel i dette nummeret). Lagene viser gjentagende sedimentasjonssykluser av sand, silt, skifer og papirskifer og tilsvarer ca. 4 millioner år med avsetninger. De fleste skjelettene er funnet i disse lagene. De øverste 27 meterne fra Dorsoplaniteslaget til Myklagardfjell-laget inneholder mer sand enn den midtre delen, har kalkknoller fra metanoppkommene og er avsatt over mye lengre tid.

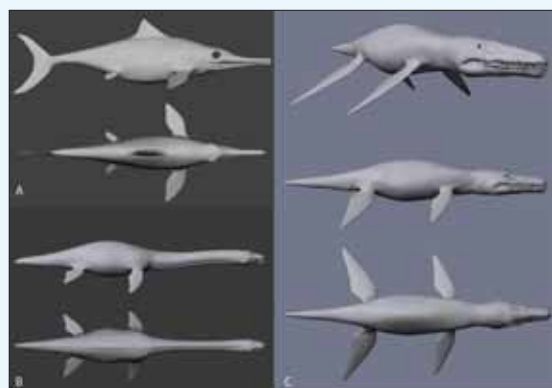
Det finnes i hovedsak to måter å finne ut hvor gamle øglene er. Den ene er å analysere isotoper av ulike grunnstoffer

i skiferen fossilene ligger i, og slik finne en absolutt alder i millioner av år. Denne metoden er veldig kostbar. I de fleste tilfeller er den derfor ikke et alternativ. Den andre metoden består i å sammenligne sammensetningen av ulike dyr/planter med andre steder i verden hvor en absolutt datering har blitt gjennomført tidligere.

Den geologiske tidsskalaen er delt opp, blant annet, basert på hvilke organismer vi finner i de ulike tidsperiodene. Ammonitter er ofte brukt i denne sammenhengen, da mange av disse hadde stor utbredelse. Tidsintervallet en organisme levde i kalles en biosone. Dersom vi finner en ammonitt som levde bare innenfor et spesifikt tidsrom vet vi dermed alderen på skiferen ammonitten ble funnet i. Ammonittene vi finner i de samme lagene som øglene tilsier at alderen er ca. 152-138 millioner år, altså fra sent i jura til begynnelsen av krittperioden.

Hva slags øgler finner vi?

På Svalbard finner vi svaneøgler (plesiosaureer) og fiskeøgler (ichthyosaureer). Dette var to grupper av marine reptiler



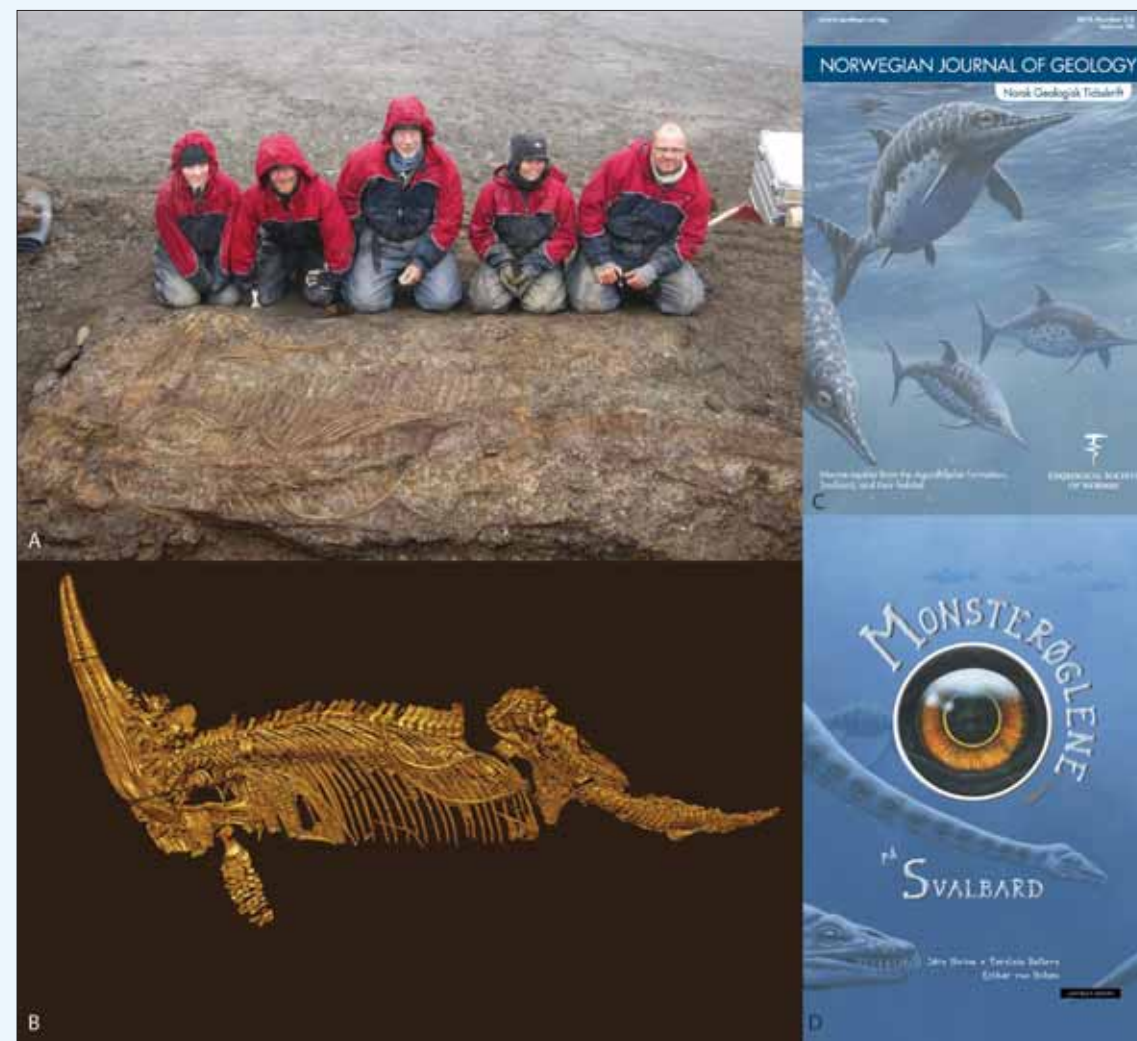
Figur 3. Rekonstruksjoner av de tre hovedtypene av marine øgler vi finner i lagene fra sen jura på Svalbard. A. Fiskeøgler (Ichthyosaurer). B. Svaneøgler (Plesiosaureer). C. Svaneøgler med kort hals og stort hode (Pliosaurer). Tegningene er rekonstruksjoner laget i samarbeid med National Geographic for dokumentaren «Death of a Seamonster» i 2011.

som levde i havet i Jordas mellomalder (mesozoikum). Plesiosaurene var mest tallrike i jura og kritt, mens ichthyosaurene dominerte i trias og ble færre og færre utover i mesozoikum. Lik dagens hvaler og seler utviklet plesiosaurene og ichthyosaurene seg fra landlevende dyr som tilpasset seg et liv i vann. Den evolusjonære utviklingen til et slikt liv reflekteres i dyrenes anatomi (Figur 3).

Ichthyosaurene (fiskeøgler) er krypdyr med delfinlignende kropp som levde i havet i trias-, jura- og krittperioden. De

aller største formene er kjent fra slutten av triasperioden og kunne være opptil 23 meter lange. I jura er den vanligste størrelsen 2-4 meter. I krittperioden er de sjeldne, og de dør ut før dinosaurene.

Forlemmene var utviklet til luffer, og de hadde en kraftig hale. De var eksperter i å fange blekksprut og fisk, og hadde de største øynene som noe virveldyr har utviklet. Ichthyosaurene var så utviklet for å leve i vann at de ikke la egg på land lenger, slik forfedrene hadde gjort det, men fødte levende unger.

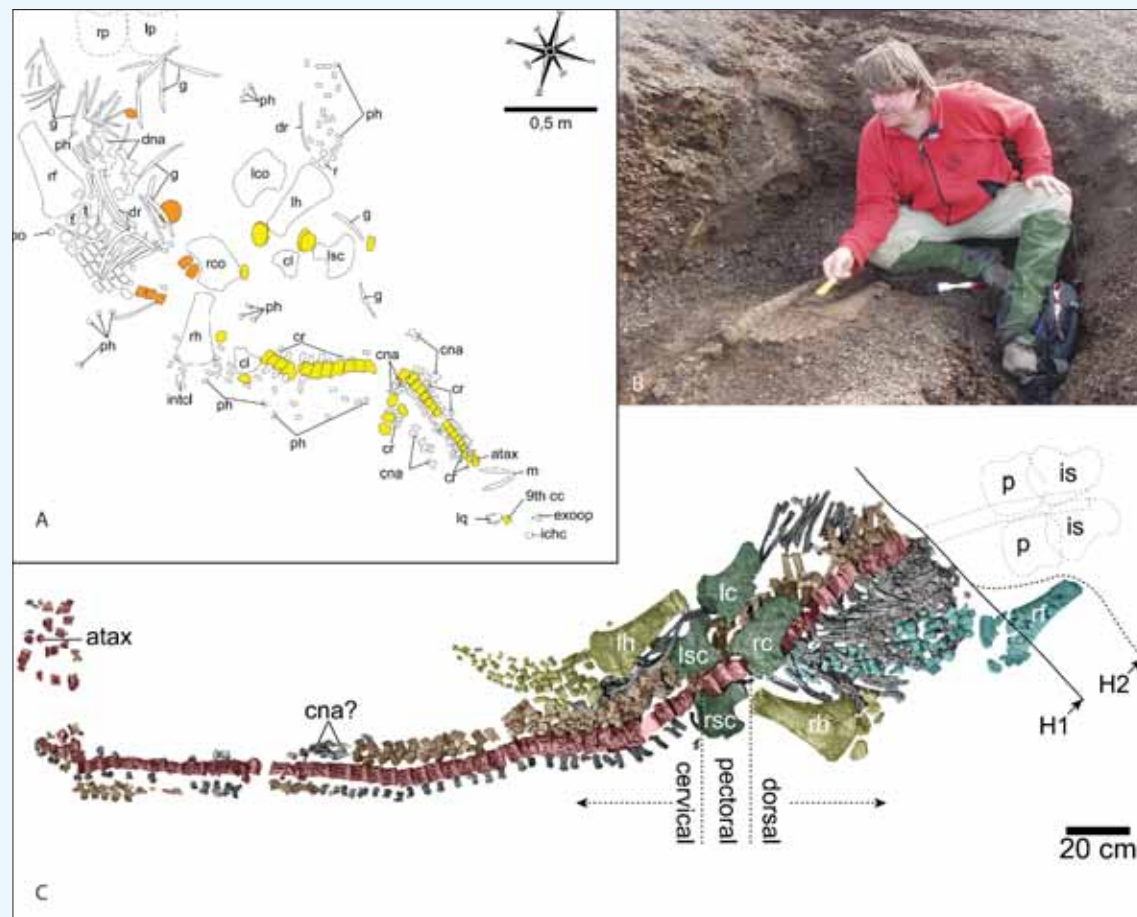


Figur 4. Det vakreste fossil fra Svalbard - *Cryopterygius kristiansenae*. A. Utgravning av fiskeøgleskjelettet i 2009 (fra venstre Julie Rousseau, Stig Larsen, Øyvind Enger, Lene Liebe og Tommy Wensaas). B. 3D Scan av skjelettets underside etter preparering. C. Forsiden til tidsskriftet der alle øglebeskrivelsene er publisert. D. Forsiden til barneboka som omhandler prosjektet med fokus på fiskeøglen.

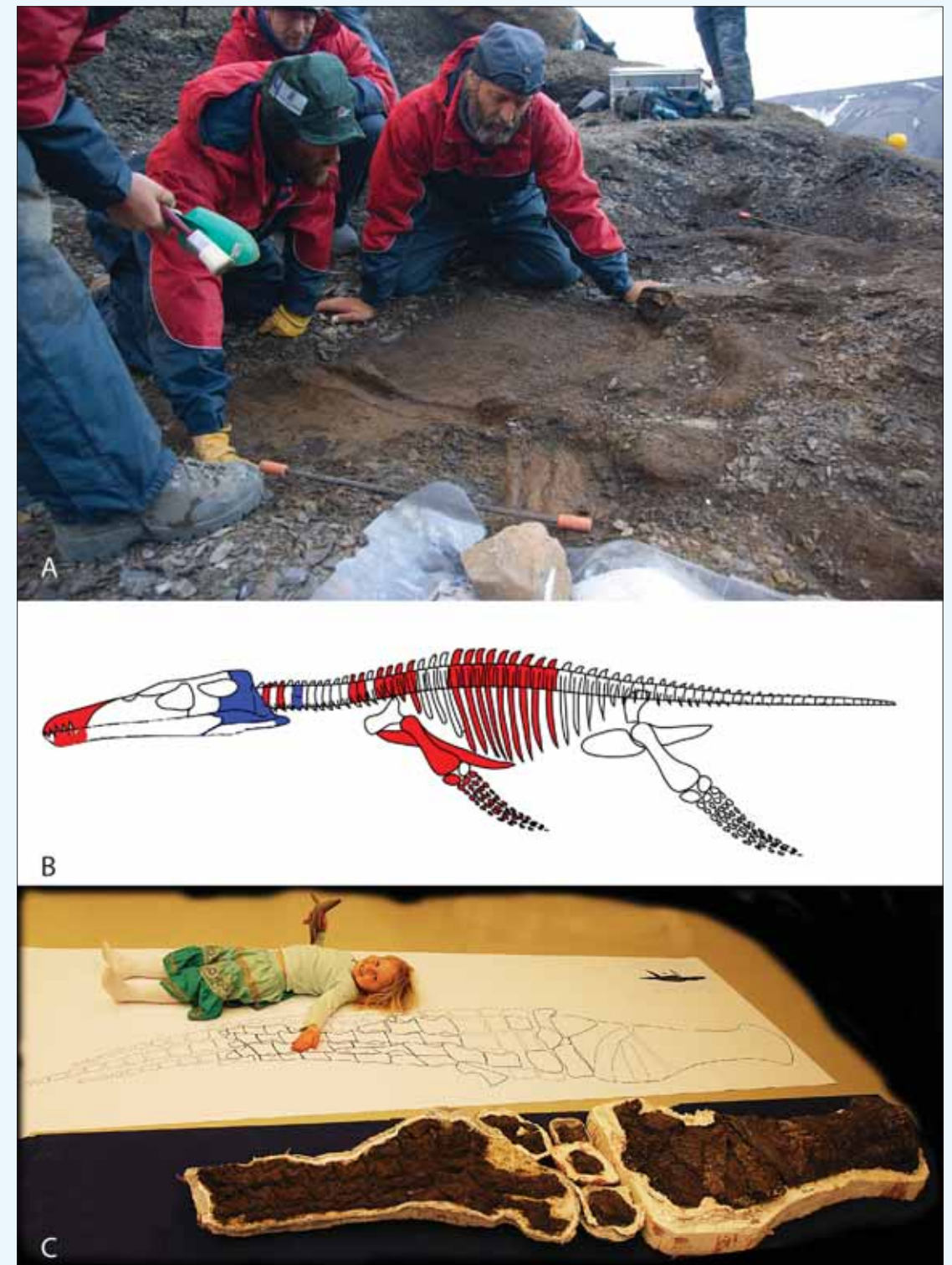
Det mest spennende funnet i feltsesongen 2004 var en komplett skalle av en ukjent fiskeøgla. Skallen er 1,1 meter lang og fikk i 2012 navnet *Palvennia hoybergeri*, den er i slekt med andre ophthalmosaurider som er kjente fra England og Tyskland. Hele dyret kan ha vært rundt fem meter langt og veid 3 000 kilo. Det vakreste fossilet fra Svalbard ble funnet i 2009 på nordsiden av Janusfjellet. Det er det mest komplette fiskeøgleskjelettet som noen gang er funnet i Arktis (Figur 4). Den hadde bevart hele skjelettet med unntak av den ytterste delen av halen. Det er mulig at denne delen ble bitt av en pliosaur som prøvde å drepe fiskeøglen, dette brukte vi som hovedhistorien i en barnebok som vi ga

ut i 2012 (Hurum og Helleve, 2012). Hele dyret målte 5,5 meter i lengde. Fiskeøgla fikk navnet *Cryptorygius kristiansenae* da den ble beskrevet i 2012. Denne fiskeøgla gir svaret på en langvarig diskusjon om hvordan høyre og venstre bakluffe skilles fra hverandre på fiskeøgler fra sent i juraperioden (ingen andre bakluffer fra ophthalmosauride fiskeøgler er funnet sammen med kroppen).

Plesiosaurene (svaneøglene) var en gruppe av marine reptiler som utviklet seg fra landlevende krypdyr i triasperioden for rundt 210 millioner år siden. De var i størrelse fra noen meter og opptil 13 meter lange og eksisterte



Figur 5. Plesiosaurer funnet på Svalbard. A. Utgravningskart fra *Djupedalia engeri*. B. Utgravningen av *Spirasaurus larseni* i 2004. C. 3D scanning av *Spirasaurus wensaasi*. A er fra Knutsen et al. 2012a. C er fra Knutsen et al. 2012b. I disse artiklene er det også forklaringer på alle forkortelsene.



Figur 6. Monsteret fra Svalbard - *Pliosaurus funkei*. A. Utgravning av det første skjelettet i 2007 (fra venstre: Patrick Druckenmiller, Bjørn Lund og Magne Høyberger). B. De knoklene vi har funnet, rødt: 2007 utgravningen ved Knerten, blått: 2008 utgravningen på Knorringsfjellet. C. Den 3 m lange framluffen ferdig preparert og rekonstruert.

fra triasperioden til de døde ut samtidig med dinosaurene for 65 millioner år siden. I likhet med ichthyosaurene hadde plesiosaurene fire luffer, en levning fra deres landlevende forfedre. Men ulikt fiskeøglene brukte svaneøglene alle fire luffene til svømming. Ikke noe annet dyr kjent for vitenskapen bruker denne måten å svømme på. Plesiosaurene utviklet et mangfold av former. Noen hadde kort hals og enorme hoder, andre hadde ekstremt lange halser med små hoder, og det fantes et utall mellomformer. Tradisjonelt ble plesiosaurene delt inn i to grupper, de korthalsede pliosaurene og de langhalsede plesiosaurene. Studier av plesiosaur-slektskap har imidlertid vist at denne todelingen er kunstig, og at noen langhalsede plesiosaurene faktisk er mer i slekt med korthalsede plesiosaurene enn med andre langhalsede.

Av nye svaneøglearter beskrev vi i 2012 to nye slekter og tre nye arter (*Djupedalia engeri*, *Spitrasaurus wensaasi* og *Spitrasaurus larseni*). Skjelettene er 5-7 meter lange (Figur 5). Hos alle tre er bakluffene større eller like store som framluffene. Hos andre kjente arter fra andre steder i verden er det motsatt. Et annet trekk som er spesielt for noen av svaneøglene fra Svalbard er at de har ekstra "fingre" i luffene. Ekstra "fingre" er kjent hos fiskeøgler, men er lite kjent hos svaneøgler. Vi aner ikke hvorfor det er slik og har fortsatt mye upreparert materiale som kan gi ny innsikt i disse spennende annerledeshetene. I tillegg har *Spitrasaurus wensaasi* den lengste halsen hos en svaneøgle fra jura noensinne med 60 halsvirvler.

De store korthalsede **pliosaurene** oppstod i tidlig jura, men forsvant igjen i



Figur 7. Øglegraverne 2007. Ringer rundt de frivillige som har fått oppkalt en øgle etter seg. Fra venstre: Espen Madsen Knutsen, Stig Larsen, Magne Høyberget, May-Liss Funke, Tommy Wensaas, Bjørn Lund, Øyvind Enger, Patrick Druckenmiller, Jørn H. Hurum og Bjørn Funke. Foran: Lena Kristiansen.

midten av kritt, kanskje utkonkurrert av de nyankomne mosasaurene, en annen gruppe av marine reptiler. På Svalbard fant vi i 2006 to delvise skjeletter av pliosaurene. Disse ble gravd ut av Øglegraverne i 2007 (Monsteret) og 2008 (Predator X). Begge hører til en ny stor pliosaurart som vi har gitt navnet *Pliosaurus funkei*. Da vi gravde ut det første skjelettet i 2007 fant vi en framluffe som har vært 3 meter lang (Figur 6). Når vi sammenlignet med den australske *Kronosaurus*, en annen pliosaur, kom vi da fram til en lengde på 15 meter. Etter flere år med preparering viste det seg at skjelettet hadde mindre ryggvirvler enn vi forutså på et dyr med en luffe på tre meter. Vi sto overfor kroppsproposjoner vi aldri har sett før hos denne typen pliosaur også. Dette førte til at vi har justert ned lengden på *Pliosaurus funkei* til 13 meter, men ettersom vi ikke har hele skjelettet kan dette endre seg igjen hvis vi eller andre finner mer av arten.

Hva skjer videre?

Lokalitetene er ikke tomme, lagene strekker seg fra Janusfjellet over til østsiden av Spitsbergen. Utfra mengden skjeletter vi

har kartlagt de siste åtte sesongene ligger minst 1000 skjeletter framme i dag på fjellsider tvers over øya. Dette er verdens største forekomst av marine øgler. Men, nå gir vi oss med våre utgravninger. Vi har bare så vidt begynt å preparere alle våre funn. I kjelleren på Naturhistorisk museum ligger det fortsatt over 40 uåpnede gipskapper med deler av skjeletter. Kort sagt har vi minst tre-fire nye arter av fiskeøgler og tre av svaneøgler å beskrive. Dette vil ta minst ti år å preparere ferdig, men vi har ikke dårlig tid, for ingen andre i verden har lignende materiale!

Referanser

Druckenmiller, P.S., Hurum, J.H., Knutsen, E.M. & Nakrem, H.A. 2012: Two new ophthalmosaurids (Reptilia: Ichthyosauria) from the Agardhfjellet Formation (Upper Jurassic: Volgian/Tithonian), Svalbard, Norway. *Norwegian Journal of Geology*, Vol 92, pp. 311-339.

Hurum, J.H. & Helleve T. 2012: *Monsterøglene på Svalbard*. CappelenDamm. 76s.

Hurum, J.H., Nakrem, H.A., Hammer, Ø, Knutsen, E. M., Druckenmiller, P.S., Hryniewicz, K. & Novis, L.K. 2012: An Arctic Lagerstätte – the Slottsmøya Member of the Agardhfjellet Formation (Upper Jurassic – Lower Cretaceous) of Spitsbergen. *Norwegian Journal of Geology*, Vol 92, pp. 55-64.

Knutsen, E.M., Druckenmiller, P.S. & Hurum, J.H. 2012a: Two new species of long-necked plesiosaurs (Reptilia: Sauropterygia) from the Upper Jurassic (Middle Volgian) Agardhfjellet Formation of central Spitsbergen. *Norwegian Journal of Geology*, Vol 92, pp. 187-212.

Knutsen, E.M., Druckenmiller, P.S. & Hurum, J.H. 2012b: A new plesiosauroid (Reptilia: Sauropterygia) from the Agardhfjellet Formation (Middle Volgian) of central Spitsbergen, Norway. *Norwegian Journal of Geology*, Vol 92, pp. 213-234.

Knutsen, E.M., Druckenmiller, P.S. & Hurum, J.H. 2012c: A new species of *Pliosaurus* (Sauropterygia: Plesiosauria) from the Middle Volgian of central Spitsbergen, Norway. *Norwegian Journal of Geology*, Vol 92, pp. 235-258.

Hvor kommer navnene på øglene fra?

Slektene ble oppkalt etter gode støttespillere og en utfra det kalde været:

- Slekten *Spitrasaurus* (Knutsen et al. 2012a) er oppkalt etter Spitsbergen Travel som har støttet prosjektet hvert år siden 2007.

- Slekten *Djupedalia* (Knutsen et al. 2012b) ble oppkalt etter Øystein Djupedal som trodde på prosjektet fra begynnelsen og bevilget startkapital i sin tid som Kunnskapsminister i 2007.

- Slekten *Palvennia* (Druckenmiller et al. 2012) er oppkalt etter PalVenn – Paleontologisk museums venner, en venneforening som bidrar til å øke fossilsamlingene på museet hvert år.

- Slekten *Cryptopterygius* (Druckenmiller et al. 2012) ble valgt fordi det betyr kald luffe – noe disse fiskeøglene sikkert følte da de svømte rundt i havet som dekket Svalbard for 147 millioner år siden.

Artene ble oppkalt etter frivillige som har brukt sommerferiene sine og tallrike timer på frivillig liming i kjelleren på Naturhistorisk museum siden 2004 for at denne øgleskatten skal bli utgravd og bevart for ettertiden:

- *Cryptopterygius kristiansenae* - Lena Kristiansen (Druckenmiller et al. 2012)

- *Palvennia hoybergeti* - Magne Høyberget (Druckenmiller et al. 2012)

- *Djupedalia engeri* - Øyvind Enger (Knutsen et al. 2012b)

- *Spitrasaurus wensaasi* - Tommy Wensaas (Knutsen et al. 2012b)

- *Spitrasaurus larseni* - Stig Larsen (Knutsen et al. 2012b)

- *Pliosaurus funkei* - May-Liss og Bjørn Funke (Knutsen et al. 2012c)



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Magne Høyberget



Foto: Hans Arne Nakrem



Foto: Hans Arne Nakrem



Foto: Charlotte Bjørå



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Jørn H. Hurum



Foto: Charlotte Bjørå



Foto: Jørn H. Hurum



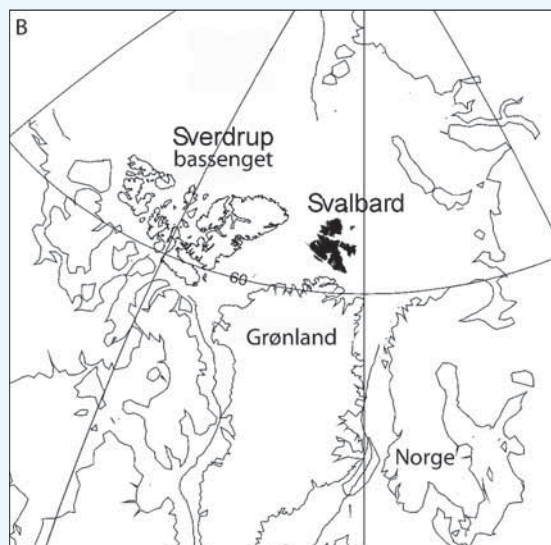
Foto: Charlotte Bjørå

Planter og dinofotspor

Av Jørn H. Hurum, Hans Arne Nakrem og Ivar Midtkandal



Figur 1A. Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra jura og kritt på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.



Figur 1B. Svalbards plassering i krittperioden (fra Hurum et al. 2006).

I 1960 ble funnene av fotspor fra dinosaurer på Svalbard en verdenssensasjon. Dette var det første udiskutable beviset på at dinosaurer hadde levd i nordlige områder. Innen dinosaurforskningen regnes dette som da vår forståelse av dinosaurenes biologi forandret seg for alltid.

Sporene Albert-Félix de Lapparent i 1960 fant, var 123 millioner år gamle og fra begynnelsen av krittperioden. Svalbard var den gangen noe lenger sør, omtrent der Nord-Trøndelag ligger i dag på 65 grader nord. Dette betyr at dinosaurene som levde på Svalbard, opplevde forskjellige årstider og kanskje snø!

Inntil disse fotsporene ble funnet var dinosaurer ansett som store, tunge og sumplevende dyr i varme strøk. Dette funnet, sammen med et til fra Svalbard og et fra Kempendajay i Sibir noe senere, var isolerte funn, og Arktis ble ansett som et uinteressant område å lete etter dinosaurer inntil 1980-tallet (for mer om arktiske dinosaurer se Gangloff, 2012).

Paleontologene visste at det fantes avsetninger fra dinosaurenes tid i Arktis, men det var ingen som hadde lett aktivt etter dinosaurfossiler der. De siste 30 årene har dette forandret seg. Mer enn ti nye lokaliteter, noen med fotspor, andre med skjeletter, har blitt funnet i Arktis. Disse lokalitetene er fra sen jura og kritt, og befinner seg i Nord-Amerika, i Sibir og på Svalbard. De viser at dinosaurer også levde i nåværende Arktis. Dette betyr at dinosaurenes biologi er mer spennende enn paleontologene antok for bare 50 år siden. Dinosaurene var tydeligvis ikke så avhengig av ytre varme som andre krypdyr, og de må ha hatt en form for egenproduksjon av varme. Disse funnene skapte mye diskusjon som igjen førte til mange studier av vekst og forbrenning hos dinosaurer. Dinosaurknokler er derfor veldig godt studert i dag. Dinosaurene hadde ikke en fullstendig jevnvarme slik som pattedyrene, men noe som lignet – noen ganger kalt dinovarme. Alt dette startet med et funn på Svalbard.

Det første funnet

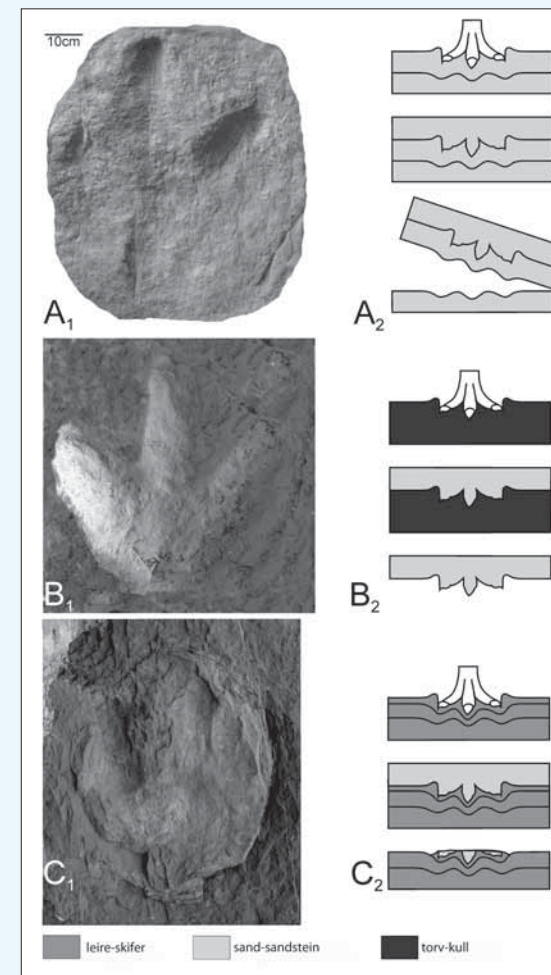
Det som startet dette nye synet på dinosaurene, var funnet på Svalbard som ble gjort av paleontologen Albert-Félix de Lapparent i 1960. Han fant i alt 13 fotspor fra samme type dinosaur i en sandsteinsklippe. Denne sandsteinen er 125 millioner år gammel og danner det som heter Festningen ved munningen av Grønfjorden (Figur 1). Alle fotsporene er omtrent 60 cm i lengde og bredde og har tre tåavtrykk. Først trodde man de stammet fra *Iguanodon*, en planteetende dinosaur som var kjent både fra Europa og Nord-Amerika i begynnelsen av krittperioden.

Men fotsporene er litt annerledes enn de velkjente fotsporene fra *Iguanodon* fra England. I 1998 gjennomførte forskere en kritisk gjennomgang av alle dinosaurfotspor som var tilskrevet *Iguanodon* over hele verden. Da ble det klart at fotsporene på Svalbard hører til en annen, antakelig ukjent, men nær beslektet ornithopod dinosaur. Ornithopoder er en gruppe tobeinte planteetende dinosaurer som utviklet seg fra små saue-store dyr i juraperioden til rundt 15 meter lange i krittperioden. De var blant de mest tallrike planteeterne i Nord Amerika i slutten av kritt. De kan godt sammenlignes med dagens kuer fordi de var gode til å tygge plantefibre.

Ornithopodesporene på Festningen tyder på at de stammer fra dyr som er 10-12 meter lange. Dessverre er sporene som ble funnet i 1960, senere nesten helt slitt bort av vær og vind (Figur 2), men et par av dem kan fortsatt skimtes når sola står akkurat riktig. Heldigvis ble det laget avtrykk av flere av fotsporene på en ekspedisjon i 1962 ledet av Natascha Heintz fra Naturhistorisk Museum i Oslo. Disse er nå bevart som avstøpninger på museet i Oslo og mange andre institusjoner.

Nye fotspor av samme type ble funnet i en sprekke på Festningen på slutten av 1990-tallet. Denne sprekken har vist seg å inneholde mer enn 15 fotspor og ble kartlagt under SVALEX2001-ekskursjonen til Festningen, og senere SVALSIM sin gruppe som kartla på samme sted i april 2002 (Figur 2). Vi fant da

en rekke nye fotspor, faktisk på undersiden av samme sandsteinsbenk som funnet fra 1960. Øyvind Hammer bygde en laserskanner som ble plassert inne i sprekken, og vi klarte på den måten å dokumentere 12 av fotsporene sommeren 2002. Alle var av samme type, men av litt forskjellig størrelse. I tillegg oppdaget vi at et av individene hadde en verketå. Det er mulig å se en utvekst så stor som en tennisball på siden av den midtre tåen på flere av fotavtrykkene. En vitenskapelig beskrivelse av de nye fotsporene ble publisert i 2006



Figur 3. Tre typer fotspor av samme dinosaurart på Festningen. A₁ et av fotsporene som ble funnet i 1960. A₂ dannelsen vist skjematisk. B₁ et av de beste sporene fra sprekken kartlagt i 2002 der kullaget er vasket ut. B₂ dannelsen vist skjematisk. C₁ et fotspor kartlagt i 2002 som er avsatt i leire. C₂ dannelsen vist skjematisk. Fra Hurum et al. 2006.



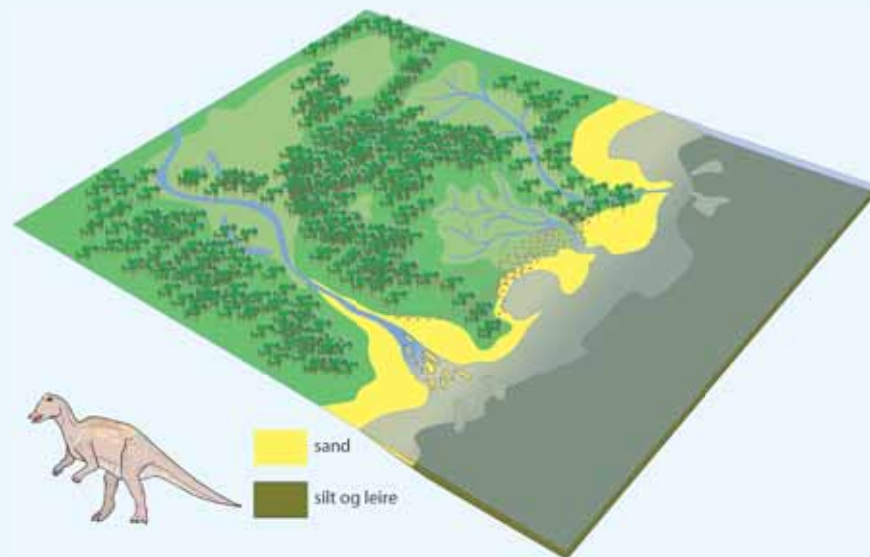
Figur 2. Avstøpningen av fotspor på Festningen i 2002.

- A. Fotsporene som i dag er godt synlige på Festningen (1-2) og flaten fra 1960 der de fleste sporene er slitt bort (3). Foto: Jørn H. Hurum.
 B. Silikonblanding for avstøpning i sprekkene med fotsporene. Foto: Hans Amundsen.
 C. Datamodell av fotsporene i sprekkene laget av Øyvind Hammer.
 D. Plantefragment i Festningsandsteinen. Foto: Jørn H. Hurum.
 E. Inngangen til sprekkene med fotsporene. Foto: Jørn H. Hurum.



Figur 4. Andre lokaliteter med Festningsandsteinen på Svalbard.

- A. Fotsporene i Kvalvågen. Foto: Hans Arne Nakrem.
 B. Fotspor i sandstein som stikker ut av kullholdig skifer, Ullaberget. Foto: Ivar Midtkandal.
 C. og E. Trestammer fra Agardhfjellet. Foto: Ivar Midtkandal.
 D. Fotspor fra Hanaskogdalen. Foto: Ivar Midtkandal.



Figur 5. Rekonstruksjon av miljøet der dinosaurerne vandret for 125 millioner år siden (omarbeidet fra Hurum et al. 2006).

(Hurum et al. 2006). De er forskjellige fra 1960-funnet ved at de ikke er typiske gangspor der dinosaurer går i en retning, men beitespor der flere dyr har tråkket i hverandres spor og vi kjenner nå tre typer fotspor fra lokaliteten (Figur 3).

Andre funn

I Kvalvågen på østsiden av Svalbard ble det i 1976 funnet flere fotspor av en mellomstor rovdinosaur. Sporene er 30 cm lange, og vi vet det er en rovdinosaur på grunn av de tydelige avtrykkene av klør foran på tærne. De er av samme alder som fotsporene på Festningen. Fotsporene på Kvalvågen ble besøkt av Jørn H. Hurum og Hans Arne Nakrem i 2012 og det viser seg at de beskrevne fotsporene kun er en liten del av et stort sporområde som strekker seg utover sandsteinspynten. Minst 10 tydelige og mange mindre tydelige fotspor av både rovdinosaurer som allerede var kjent (Figur 4) og en ornithopod lik den som er funnet på Festningen ble oppdaget.

På begynnelsen av 2000-tallet arbeidet Ivar Midtkandal med doktorgraden ved Universitetet i Oslo på sandsteinene som inneholdt dinosaurspor. Han fant da flere nye lokaliteter på Svalbard med samme type fotspor som på Festningen.

Hvordan så det ut på Svalbard for 125 millioner år siden?

Avsetningene vi finner dinosaurfotsporene i har vært elvesand og deltaavsetninger langs en kyst. Kystlandskapet hadde lav topografi med myrer og skoger av nåletrær og gingko. Enkelte av lagene er også fulle av planterøtter som viser at sanden er fra bevokste elvebanker. Her vandret dinosaurer, og der det var myrer, beitet de. Noen ganger ble myrene oversvømmet av elver, og sand la seg i fotsporene. Over millioner av år ble myrene omdannet til kull, og sanden ble til sandstein. De beste fotsporene på Festningen er der kullet har blitt slitt vekk av bølgene, og sandsteinsfotsporene dermed står ut fra resten av steinen (Figur 5).

Referanser

Hurum, J. H., Milàn, J., Hammer, Ø., Midtkandal, I., Amundsen, H. & Sæther, B. 2006: Tracking polar dinosaurs - new finds from the Lower Cretaceous of Svalbard. *Norwegian Journal of Geology* 83, 397–402.

Gangloff, R. A. 2012: *Dinosaurs under the Aurora*. Indiana University Press, 192s.



Midtkraft

- Offisiell leverandør av strøm til World Cup i skiflyvning

VIKERSUND 25.-27. JANUAR 2013

På sporet af verdens første store pattedyr

Av Jesper Milàn, Charlotta Lüthje og Jørn H. Hurum



Geologisk kart som viser udbredelsen af bergarter fra tertiær (paleogen og neogen) på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitut.

Artikkelen er tidligere publiceret i *Geologisk Nyt* 2009(2), 22-27.

Appetitvækker

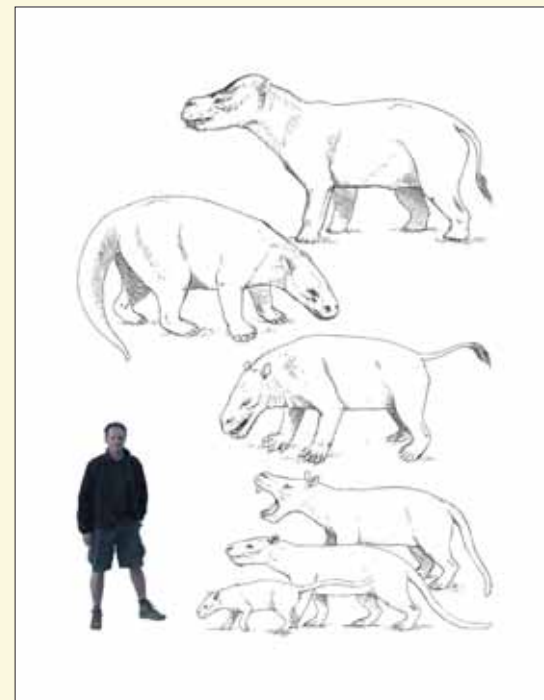
Da de store dinosaurer uddøde ved Kridt/Tertiær grænsen for 65 millioner år siden, fik pattedyrene pludselig frit spil til at udvikle sig og koloniserer landjorden. På den norske øgruppe Svalbard findes forstenede fodspor fra de allertidligste store pattedyr, en mærkelig gruppe kaldet pantodonter.

Introduktion

I perioden lige efter at de store dinosaurer var uddøde ved Kridt/Tertiær grænsen for 65 millioner år siden lå landjorden åben for pattedyrene at kolonisere. Under dinosaurernes herredømme der havde

varet de sidste 180 millioner år, havde pattedyrene levet en skyggetilværelse og havde ikke haft mulighed for at udvikle former større end mus og rotter. Samtlige økologiske nicher for store landlevende hvirveldyr var simpelthen besat af forskellige dinosaurgrupper, lige fra de gigantiske sauropoder til små adrætte fjerklædte rovdinosaurer. Dinosaurernes tid var imidlertid forbi nu, og der var pludselig frit spil for pattedyrene til at udvikle sig og udfylde alle de ledige økologiske nicher dinosaurerne efterlod sig.

De første pattedyr der udviklede en stor kropsstørrelse var en mærkelig gruppe kaldet pantodonter. Pantodonterne opstod i Paleocæn tiden for omkring 60 millioner år siden og udbredte sig over hele verden op gennem den efterfølgende Eocæn tid for 55 til 40 millioner år siden. Størrelsesmæssigt kunne pantodonterne have en kropsvægt på op til 500 kg, og af form har de mest mindet om en blanding mellem en langbenet flodhest og en bjørn. Deres præcise slægtskab med de moderne pattedyrgrupper er imidlertid ikke nemt at fastslå, da de var nogen af de første store dyr, og således ikke har udviklet mange af de morfologiske karaktertræk man bruger til at klassificere de moderne pattedyrgrupper efter. Dog regner man med at de er nærmest beslægtet med hovdyrene, og er en primitiv stamgruppe der er spaltet fra, før de to moderne hovedgrupper af hovdyr, de parrettåede og uparrettåede hovdyr opstod (Figur 1). Fra Paleocæn tiden kendes fossiler af pantodonter fra Nordamerika og Asien og op gennem den efterfølgende Eocæn tid spredte de sig ned gennem Europa, indtil de uddøde i slutningen af Eocæn tiden for 34 millioner år siden og blev efterfulgt af forfædrene til de moderne typer af pattedyr.



Figur 1. Pantodonterne var en stor divers dyregruppe der udviklede former på størrelse med en lille hund og op til en stor bjørn. Her ses silhuetter af kendte pantodont slægter fra Paleocæn tiden. Fra øverst til nederst, *Coryphodon*, *Barylarnada*, *Titanoides*, *Caenolambda*, og to arter af *Pantolambda*. Baseret på grafik af Simons 1960.

Et sensationelt fund på Svalbard

Indtil for nyligt kendte man meget lidt til den tidlige fase i pantodonternes udvikling hvor de udbredte sig fra Nordamerika til Asien og senere til Europa, men et nyt sensationelt fund på den norske øgruppe Svalbard har vist sig at være en meget vigtig brik til dette puslespil. Her blev der fundet de første utvetydige forstenede fodspor fra pantodonter.

Sporene blev fundet i kulminen Gruva 7, der drives af Store Norske Spitsbergen Kulkompani i Longyearbyen på Svalbard. De var to minearbejdere, Håvard Dyrkolbotn og Kent Solberg, der den 22. december 2006, omkring 3.5 kilometer inde i minen og 400 meter under jordens overflade, opdagede en række mærkelige 30 cm lange sandstensknolde der hang ned



Figur 2. Sporene som de så ud da de lige var blevet fundet i loftet i kulminen. Minearbejder Håvard Dyrkolbotn viser stolt sporene frem. Foto: Charlotta Lüthje.

fra loftet i minegangen, mens de kørte den store kulknusemaskine der bryder kullene. Kullet mellem sandstensknoldene var løst og da der var risiko for at det kunne styrte ned blev det besluttet at rense loftet i minen med håndkraft før maskinen kunne fortsætte. Da de fik kigget nærmere på knoldene mens de rensede kullet væk omkring dem, opdagede de at de mærkelige knolde havde tydelige aftryk af tæer og kløer og altså viste sig at være forstenede fodspor, fra dyr der engang havde gået på toppen af kullaget. Minearbejderne forstod straks at de var noget helt specielt de havde fundet og rapporterede straks fundet til ledelsen af minen der kontaktede universitetet i Oslo. Nogle af sporene blev indsamlet og er nu udstillet på museet i Longyearbyen, mens resten stadig hænger i loftet på minen, så folk kan se dem på guidede ture i kulminen (Figur 2).

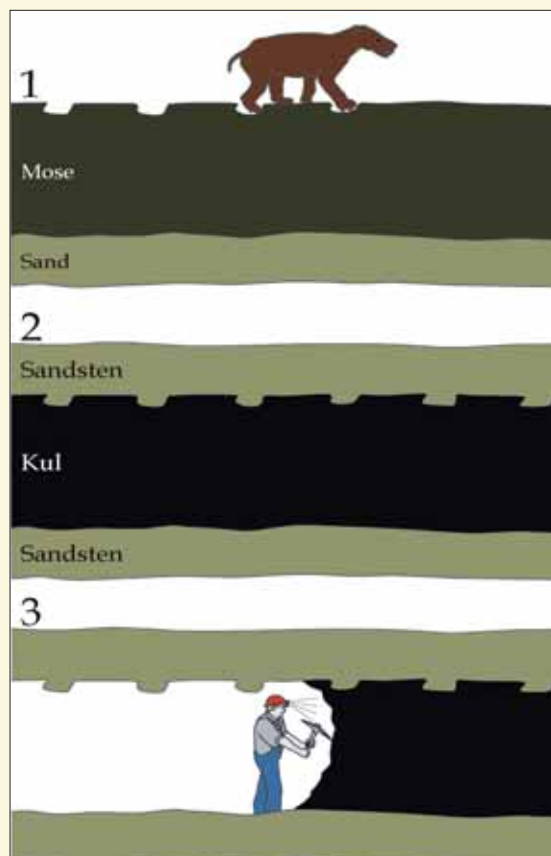
Der er kun en gang tidligere i verden blevet fundet forstenede fodspor der menes at stamme fra Pantodonter, og det er fra Washington i Nordamerika. Disse spor stammer fra Eocæn tiden og er omkring 15 millioner år yngre end sporene fra Svalbard. Sporene blev fundet på en lagflade sammen med talrige spor fra mindre pattedyr og fugle. Imidlertid er disse spor så dårligt bevaret af de kun fremstår som afrundede

huller i sedimentet og der er bevaret nogle detaljer af fodens udseende. Den eneste grund til at disse spor blev beskrevet som mulige spor fra pantodonter, var på grund af deres størrelse, men på den tid fandtes der allerede adskillige andre store former for pattedyr som kunne have sat disse spor. Så det eneste der kan siges med sikkerhed om disse spor, er at de stammer fra et stort pattedyr.

Spør i kulminer

At finde forstenede dyrespor bevaret i loftet i kulminer, er ikke så sjældent som man skulle tro og er resultatet af en række forskellige heldige omstændigheder. For det første er kullet som sporene oprindeligt blev afsat i omdannede rester af gamle moser og tørveaflejringer, som har været frodige steder hvor det var attraktivt for dyrene at færdes. På et tidspunkt, lige efter at en gruppe pantodonter har krydset hen over tørveoverfladen er moserne blevet dækket til med et lag af fint sand, der stammer fra et kraftigt tidevand eller en anden oversvømmelse af området. Det fine sand har udfyldt sporene og beskyttet dem mod yderligere erosion. Igennem millioner af år, er lagene langsomt blevet begravet under tykkere og tykkere lag af sedimenter der har været op mod 2–3 km tykke. Under denne begravelse er sandlagene hærnet til sandsten og tørvelagene er blevet omdannet til kullag. Det sand der udfyldte sporene har bevaret formen og dannet en naturlig afstøbning af det oprindelige spor (Figur 3).

Netop grænsen mellem to forskellige typer af sedimenter er det bedste sted at finde forstenede spor bevaret, da sedimenterne har en naturlig tendens til at spaltes langs disse horisonter. Langt de fleste af de tusinder af forstenede fodspor fra fortidens dyreliv, der i dag findes bevaret rundt omkring i verden, er fundet enten som det oprindelige spor dyret afsatte, eller som den naturligt dannede afstøbning dannet af det sediment der i sin tid udfyldte



Figur 3. Tegneserie der viser dannelsen og bevaringen af sporene. 1, pantodonterne gik hen over den tørvede moseoverflade og deres fødder satte dybe spor ned i den bløde tørv. Efterfølgende blev tørveoverfladen dækket af et lag sand, der begravde sporene. 2, gennem de næste mange millioner af år hærtnede sandlagene til sandsten og tørven blev kompakteret til et kullag. 3, når kullaget graves væk under vore dages brydning af kullet, kommer sporene igen til syne i minegangens loft, som naturlige dannede afstøbninger dannet af det sand der i sin tid fyldte dem. Grafik af Britta Munch.

sporet. Under vore dages brydning af kul fjerner man kun kullagene og lader de over- og underliggende sedimenter være. Som tilfældet med pattedyr sporene fra Svalbard der er af en betydelig størrelse, bliver der simpelthen hakket udenom dem når der brydes kul i minegangen med det resultat at den naturlige afstøbning af sporene hænger tilbage i loftet i minegangen. På samme måde er der fundet adskillige velbevarede spor fra

dinosaurere og andre fortidsdyr i loftet i kulminer adskillige steder rundt omkring i verden. Fænomenet med spor der hænger ned fra loftet i kulminer er så velkendt at det i gamle amerikanske kulminer var kendt under det lidet politisk korrekte navn "niggerheads". I et enkelt dokumenteret tilfælde er en minearbejder endda blevet dræbt af et forstenet dinosaurspor der faldt ned fra mineloftet og ramte ham, måske det eneste menneske i historien der er blevet trampet ihjel af en dinosaur, dog med en vis forsinkelse.

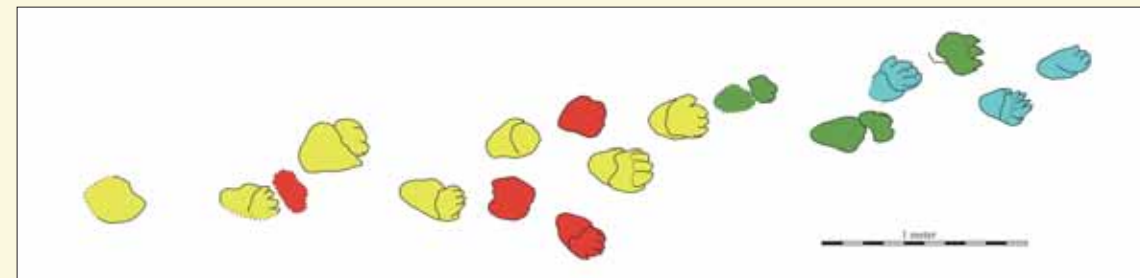
Hvad sporene kan fortælle

Indtil nu er der blevet fundet 17 velbevarede fodspor i loftet af minen, og under arbejdet med at opmåle og kortlægge sporene blev det klart at de måtte stamme fra mere end et enkelt dyr. Der er forskelle i størrelsen på nogle af sporene og gang mønsteret sporene er afsat i, passer ikke med at de skulle være afsat af kun et enkelt dyr. Det ser derimod ud til at sporene stammer fra mindst 3 forskellige dyr, hvis spor hver kan følges over et par meter gående i nogenlunde samme retning. Derudover er der fire enkelt spor der ikke umiddelbart passer ind i nogle af sporserierne og sikkert repræsenterer dyr der har gået i andre retninger og har krydset sporene fra de tre andre (Figur 4). Hvorvidt der er tale om en flok af dyr der har gået forbi samtidig, eller der drejer sig om enkelte dyr der har

kommet forbi på tilfældige tidspunkter kan være svært at sige. Dog kan forskelle i hvor velbevarede sporene er hjælpe lidt til med at bestemme rækkefølgen af hvornår de forskellige spor er sat. Sporene der indgår i de sammenhængende sporserier er lidt bedre bevarede end de fire spor der ikke hænger sammen med en sporserie. Det kunne tyde på at disse spor har været afsat først af dyr der har gået rundt i området, og så er sporene langsomt skredet sammen og de fine detaljer af fodens anatomi er forsvundet. Nogle af sporene i sporserierne er meget velbevarede med aftryk af de enkelte tæer og kløer (Figur 5).



Figur 5. Nærbillede af et af de bedst bevarede spor som hænger i mineloftet. Sporet er et dobbeltaftryk og består af både forfod og bagfod der er trådt oven i hinanden. Den forreste del af sporet viser de skarpe kløer på forfodens tæer, ligesom man også tydeligt kan se hvordan aftrykket af den mindre forfod er dybere end bagfodens aftryk. Fodsporet er i alt 28 cm langt. Foto: Jørn H. Hurum.



Figur 4. Kort over sporene som de blev fundet i loftet af kulminen. Kortet er tegnet på baggrund af en fotomosaik af mineloftet, og de enkelte sporserier fra de forskellige dyr er markeret med gul, blå og grøn farve. De fire spor der ikke umiddelbart passer ind i nogle af sporserierne er farvet røde. Bemærk hvordan bagfoden fra dyrene i de fleste tilfælde har trådt oven i sporen fra forfoden.

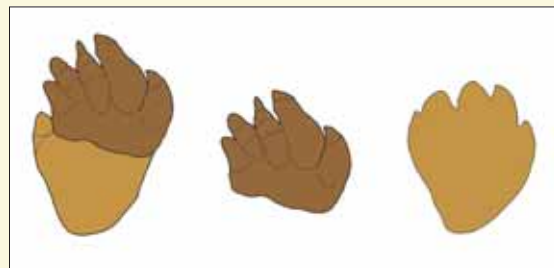
Grafik af Jesper Milàn, baseret på fotos af Jørn H. Hurum.

Disse spor må have været afsat umiddelbart før området blev oversvømmet og sporene blev fyldt med sand.

De individuelle spor er i mange tilfælde så godt bevaret at man kan se at aftrykket fra forfoden af dyret er omtrent halvdelen af størrelsen af aftrykket fra bagfoden, og i alle de fundne spor er forfoden sunket dybere ned i sedimentet end bagfoden da den har haft et mindre areal til at bære dyrets vægt med. Når dyret har gået har dets skridt passet med at de har sat bagfoden delvist oven i aftrykket fra forfoden. Derfor er næsten alle sporene bevaret som dobbeltaftryk bestående af en dyb "forende" der består af aftrykket fra forfoden kombineret med en længere, men ikke ligeså dyb "bagende" der er afsat af den bagerste del af dyrets bagfod. Da forfoden er trykket dybere ned end bagfoden, er formen på forfoden i de fleste tilfælde velbevaret og ud fra sporene kan man rekonstruere forfodens og klovenes morfologi i detaljer. Af bagfoden er der derimod kun i enkelte tilfælde bevaret aftryk af tæerne på foden (Figur 6).

Identifikation af sporsætteren

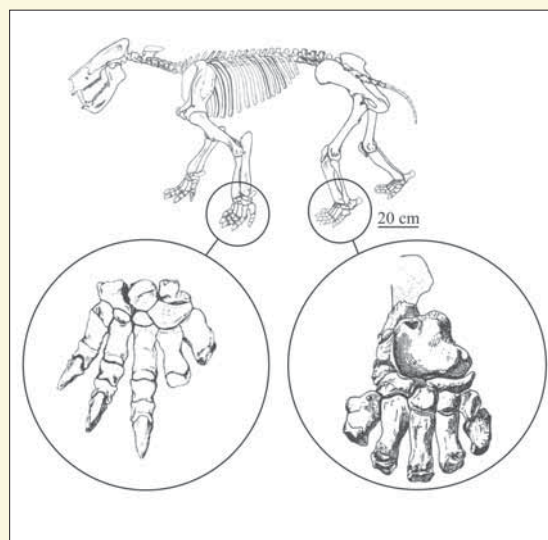
Sporenes størrelse med fodlængder op til 25 cm og alderen på omkring 60 millioner år, indsnævrer hurtigt feltet af mistænkte sporsættere til en enkelt dyregruppe, nemlig pantodonterne, der var de eneste



Figur 6. Rekonstruktion af fodsporene baseret på de bedst bevarede eksemplarer fra mineloftet. Til venstre ses et typisk eksempel hvor bagfoden er trådt halvt oven i forfoden. I midten forfoden alene og til højre bagfoden alene. Grafik af Jesper Milàn.

kendte store pattedyr på det tidspunkt. Når man arbejder med fossile fodspor fra uddøde dyregrupper er man vant til at det kan være meget svært at identificere sporsætteren til andet end overordnet niveau, simpelthen fordi der kan være meget stor forskel på hvordan sporet fra et dyr ser ud, og hvordan skelettet fra den samme fod ser ud. Det er fordi alle fodens bløddele, som skind, hår og muskler, ikke bliver bevaret fossilt, og da det er bløddelene der danner fodsporet bliver det som oftest bare et godt bud på hvem sporsætteren er. I tilfældet med sporene fra Svalbard var vi dog så heldige at sporsætteren kunne bestemmes meget mere præcist end normalt.

I de bedst bevarede spor kan man se at forfoden, har fem korte tæer der hver ender i en relativ lang, smal skarp klo. Bagfoden derimod har aftryk af fem korte tæer, der hver ender i korte trekantede hovlignende kløer (Figur 5 og 6). Netop denne konfiguration med skarpe kløer på forfoden og brede hove på bagfoden gør det muligt at identificere sporsætteren helt ned til slægtsniveau, hvilket er en helt



Figur 7. Skelet af pantodonten *Titanoides* med forstørrede udsnit af for- og bagfodens skelet. Læg mærke til de skarpe kløer på tæerne af forfoden, sammenlign med sporene i figur 5 og 6. Baseret på grafik af Simons 1960.

uhørt nøjagtighed når man arbejder med fossile spor.

Ud af de 5 slægter af pantodonter man kender som fossiler fra Paleocæn tiden, har de alle korte, brede hovlignende kløer på både for- og bagfoden, på nær en slægt, *Titanoides*, der havde skarpe kløer på forfoden, og blunte kløer på bagfoden (Figur 1). Desuden passede kropsstørrelsen hos *Titanoides* også perfekt til størrelsen af sporene fra Svalbard (Figur 7). Havde det været spor fra enhver anden pantodont slægt end *Titanoides*, havde vi ikke været i stand til at bestemme sporene så nøjagtigt. Vi gav sporene navnet *Thulitheripus svalbardii* da de ble beskrevet i 2010 (Lüthje et al. 2010).

Svalbard i Paleocæn

Ud fra geologiske rekonstruktioner af kontinenternes placeringer i fortiden, ved vi at Svalbard var placeret sidelæns i forbindelse med nordenden af Grønland i Paleocæn tiden da sporene blev dannet

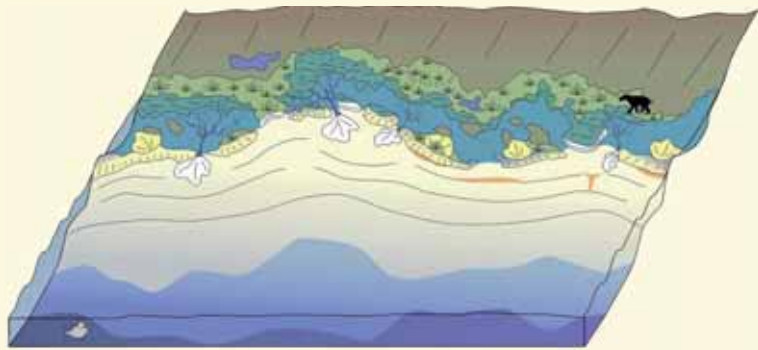


Figur 8. Svalbard før og nu. I dag ligger Svalbard (indikeret med orange) ensomt langt ude i Nordatlanten mellem Norge og Grønland. I Paleocæntiden lå Norge og Grønland meget tættere på hinanden og Svalbard lå placeret i forlængelse af den nordlige del af Grønland. I flere perioder var der fast forbindelse mellem Grønland og Rusland/Norge ved landbroer der gjorde det muligt for dyr at indvandre fra Nordamerika. Grafik af Jesper Milàn.

(Figur 8). Det Paleocæne landskab var et fladt kystområde med store tidevandsfloder og laguner beskyttet af barriereø komplekser, lidt i stil med landskabet omkring Vadehavet i dag.

På kystsletten var der udstrakte sumpede moseområder med frodig vegetation der var attraktive områder for dyr at leve i. I dag kendes disse aflejringer som Firkanten Formationen, og består af fine sandstenslag og vidtstrakte kullag der brydes kommercielt. Ud fra indholdet af plantefossiler i kullagene kan man se at klimaet på Svalbard var meget anderledes end det er i dag. Dengang var der fugtigt, tempereret og rimeligt stabilt klima hele året rundt, og ikke koldt og arktisk som i dag, selvom Svalbard også lå nord for polarcirklen dengang (Figur 9).

Sporene fra kulminen er de hidtil nordligste rester af pantodonter man har fundet, og har vist sig at være meget vigtige i opklaringen af mysteriet om hvordan pantodonterne og andre pattedyr spredte sig fra Nordamerika til Asien. Som det ses af kortet (Figur 8), var Nordamerika,



Figur 9. Rekonstruksjon av landskapet på Svalbard som det så ut for omkring 60 millioner år siden i Paleocæntiden. Området var en frodig kystslette med tidevandskanaler, barriereøyer og små beskyttede laguner. Grafik av Charlotta Lühje.

Grønland og Svalbard plassert tett på hinanden og har vært forbundet av landbroer gjennom lengre perioder. Nordatlanten var kun lige begyndt at åbne sig op mellem Norge og Grønland og der har stadig været periodiske forbindelser mellem Nordgrønland, Svalbard og Norge. Den mest accepterede model for pattedyrenes udberdelse mellem Nordamerika og Asien er at de har vandret vestover gennem Alaska til Rusland. Men fundet af pantodont spor så langt mod nord mens der stadig var periodisk forbindelse mellem Nordgrønland og Nordeuropa gør det sandsynligt at de tidlige migrationsruter for pattedyr gik østover fra Nordamerika til Europa og videre til Asien.

Indtil videre er fodsporene på Svalbard de eneste beviser for pattedyr i det område, da der aldrig er fundet noget skeletmateriale i aflejringerne eller tilsvarende lag på Nordgrønland. Men måske vil fremtidige undersøgelser i de arktiske egne, bringe nyt materiale frem i lyset og være med til at kortlægge denne spændende periode i den tidligste del af pattedyrenes historie.

Når man i dag står og kigger ud over det barske og ugæstfrie klima der i dag hersker på Svalbard, hvor der kun vokser få lave græsser og urter, er det svært at forestille sig at for 60 millioner år siden var klimaet varmt og frodigt (Figur 10). Men

tilstedeværelsen af de tykke kullag med deres rige forekomst af plantefossiler, samt de forstenede fodspor i loftet af kulminen beviser at verdens første store pattedyr herskede i Svalbards vidtstrakte frodige moseområder dengang.



Figur 10. Udsigten over Longyearbyen på Svalbard i dag. Det er det svært at forestille sig at området for omkring 60 millioner år siden var en flad, frodig kystslette hvor flokke af pantodonte græssede i den tette vegetation mellom tidevandskanalerne. Foto: Jesper Milàn.

Referencer

Lühje, C. J., Milàn, J. & Hurum, J. H. 2010: Paleocene tracks of the mammal pantodont genus *Titanoides* in coal-bearing strata, Svalbard, Arctic Norway. *Journal of Vertebrate Paleontology* 30, 521-527

Simons, E. L., 1960. The Palaeocene pantodonta. *Transactions of the American Philosophical Society*, volume 50, 1-98.

Referanser til: Fra land til vann – fiskeøglenes evolusjon, side 34

Druckenmiller, P. S., Hurum, J. H., Knutsen, E. M. & Nakrem, H. A. (2012), "Two new ophthalmosaurids (Reptilia: Ichthyosauria) from the Agardhfjellet Formation (Late Jurassic: Volgian/Tithonian), Svalbard, Norway." *Norwegian Journal of Geology*, **92**: 311-339.

Humphries, S. & Ruxton, G. D. (2002), "Why did ichthyosaurs have such large eyes?", *The Journal of Experimental Biology*, 205: 439-441

Lingham-Soliar, T. & Plodowski, G. (2007), "Taphonomic evidence for high-speed adapted fins in thunniform ichthyosaurs", *Naturwissenschaften*, **94**:65-70

Massare, J. & Callaway, J. (1988) "Live birth in ichthyosaurs: evidence and implications – *Journal of vertebrate Paleontology*", **8** (3):21A

Massare, J. & Callaway, J. (1990) "Affinities and ecology of Triassic ichthyosaurs", *Geological Society of America Bulletin*, **102**(4):409-416

Mazin, J. M. (1986), "A new interpretation of the Fore-fin of *Utatsusaurus hataii* (Reptilia, Ichthyopyrygia)", *Palaeontologische Zeitschrift*, **60**(3-4): 313-318

McGowan, C. (1989), "The ichthyosaur tail: a verification problem facilitated by computed tomography", *Paleobiology*, **15**(4): 429-436

McGowan, C. & Motani, R. (2003) "Ichthyopterygia" [In] *Handbook of Paleoherpertology*, München, Verlag Dr. Friedrich Pfeil

Motani, R., You, H. & McGowan, C. (1996A), "Large eyeballs in diving ichthyosaurs", *Nature*, **402**:747

Motani, R., You, H. & McGowan, C. (1996B), "Eel-like swimming in the earliest ichthyosaurs", *Nature*, **382**(25): 347-348

Motani, R. (2005), "Evolution of fish-shaped reptiles (Reptilia: Ichthyopterygia) in their physical environments and constraints", *Annual review of Earth and Planetary Sciences*, **33**:395-420

Motani, R. (2008), "Combining uniformitarian and historical data to interpret how Earth environment influenced the evolution of Ichthyopterygia", *Paleontological Society Papers*, **14**:147-164

Sander, P. M. (2000), "Ichthyosauria: their diversity, distribution and phylogeny", *Paläontologische Zeitschrift*, **74**: 1-35

Selden, P. & Nudds, J. (2012), "Evolution of Fossil Ecosystems", London, Manson publishing Ltd



Er du interessert i FOSSILER?

PalVenn er en forening med sterk tilknytning til Paleontologisk museum i Oslo. Den har som mål å skape et paleontologisk miljø hos voksne amatører og profesjonelle for å støtte Paleontologisk museum, både økonomisk og faglig.

Enten du er amatør, student eller profesjonell paleontolog, eller "bare" interessert i fossiler, så tror vi at du både kan ha nytte av og kan bidra med noe i foreningen PalVenn. Vi har normalt 2 møter i året, og 2 ekskursjoner.

Økonomien baserer seg i dag på bidrag fra medlemmer (frivillig årskontingent) og salg av fossiler på museet, samlet og gjort i stand for salg av medlemmene.

Ønsker du å vite mer om PalVenn eller bli medlem, kontakt: Bjørn Funke, bjorn@funke.no

<http://www.palvenn.no>

Svalbards tertiære plantefossiler

Av Jan Stenløkk



Geologisk kart som viser utbredelsen av bergarter fra tertiær på Svalbard. Kart fra Norsk Polarinstitutt.

Plantefossilene viser tidligere tiders klima

Men fossiler av blader finnes mange steder på øyriket, blant annet like ved Longyearbyen. De viser tydelig sitt opphav fra trær med til dels store bladformer. Disse fossilene er levninger fra den eocene varmeperioden, i tidligere del av tertiærtiden, for om lag 50 millioner år siden. Og den gang lå Svalbard ikke så mye lenger sør enn i dag, men det var altså et varmere klima på kloden.

Det er antatt at karbondioksyd-innholdet (CO_2) i atmosfæren var fire ganger høyere enn i dag (Pagani et al., 2005), noe som drev opp temperaturen. Det berømte, tyske apefossil "Ida" på Naturhistorisk museum i Oslo, kommer fra "Europas siste jungel". Det er fra den samme tidsperiode som bladfossilene, men Svalbard hadde nok et mer temperert klima siden det lå lengre nord. En undersøkelse av vekstringer på fossile nåletrær (Schweitzera 1980) tyder på at temperaturen sjelden gikk under frysepunktet. Skogen gikk uansett helt til 80 grader nord under denne tiden (Pagani et al., 2005).

Det er også forsøkt å rekonstruere klimaet på Svalbard i eocenperioden ved å bruke de fossile plantene som klima-indikatorer. Dessverre er det et problem at plantefossilene ofte kommer fra andre arter enn de som lever i dag, selv om familien og ofte slekten kan identifiseres. Men en viss ide om klimaet kan likevel dannes, og i tillegg kan selve bladformen benyttes! Faktisk er det slik at bladenes form har sammenheng med temperatur og nedbør (Uhl et al. 2007), og dette er mer avhengig av form enn planteart. Den såkalte polare bredbladede løvskogen antyder et klima med stor nedbør (1200 mm årlig) og en årsmiddel temperatur på 13-15 °C, med kalde måneder på rundt fire varmegrader (Greenwood et al. 2010).

Hvem har ikke hørt om plantefossilene fra Svalbard? Det er mange folkelige ideer om deres herkomst og tilstedeværelse, oppstått enten fra egne funn eller fra omtale i bøker og tidsskrifter.

Var det Svalbard som tidligere lå ved ekvator, og det ble kaldere etter som landet beveget seg nordover – eller var det klimaet som gradvis ble kaldere av seg selv?

Var det appelsiner og tropiske frukter på Svalbard i tidligere tider? Og var landet dekket av store skoger?

I dag er det i alle fall ingen store trær på Svalbard. Rent botanisk finnes det riktignok trær, men det er knøttsmå dvergbjørk (*Betula nana* av underarten *tundrarum*), som ikke er særlig imponerende – i alle fall ikke for en "søring". I tillegg skal de bare finnes i området rundt Isfjorden, opp til 320 meters høyde over havet.

De fossile bladene og plantene på Svalbard finnes altså i tidlig-tertiære avsetninger. I eldre litteratur har de fått en paleocen alder (som er den tidligste perioden i tertiær). Dette er nå revidert, så de er noe yngre; fra eocen og kanskje inn i tidlig oligocen. Det finnes også avsetninger av planterester fra tidlig tertiær (paleocen), og som har gitt opphav til mye av kullet på Svalbard, i alle fall det som brytes av russerne i Barentsburg og som Norge bryter i Longyearbyen (fra 1906) og i Svea (fra 1917). Kullet som tidligere ble brutt i Pyramiden, var av karbon alder, altså mye eldre. I 2006 ble det funnet fossile fotspor i de tertiære kullagene. Det var det første funnet av fossile pattedyrfotspor fra Svalbard (se side 64). Størrelsen viser at det er et stort pattedyr, en pantodont (Lüthje et al. 2010).

Fossilene av blader finnes særlig i en formasjon som benevnes "Aspelintoppen formasjonen". Det er den siste sedimentpakken som er bevart på Svalbard fra tertiærtid, og består av sandstein, siltstein og skifer. Disse sedimentene som ble lagt ned i et slamdominert miljø, som en kan finne på en flomslette, et delta eller på en tidevannsflate. Sandene som ligger mellom leirsteiner, er gjerne avsatt i kanaler eller vasket ut av tidevannet. Enkelte steder er tynne kullag, men de er ikke økonomisk å drive på. Særlig kjent er fossilene fra Longyearbreen. Det er like i nærheten av Longyearbyen, og isbreen frakter fossilene ned fra fjellene rundt.

Oppbevaring og oppdagelse

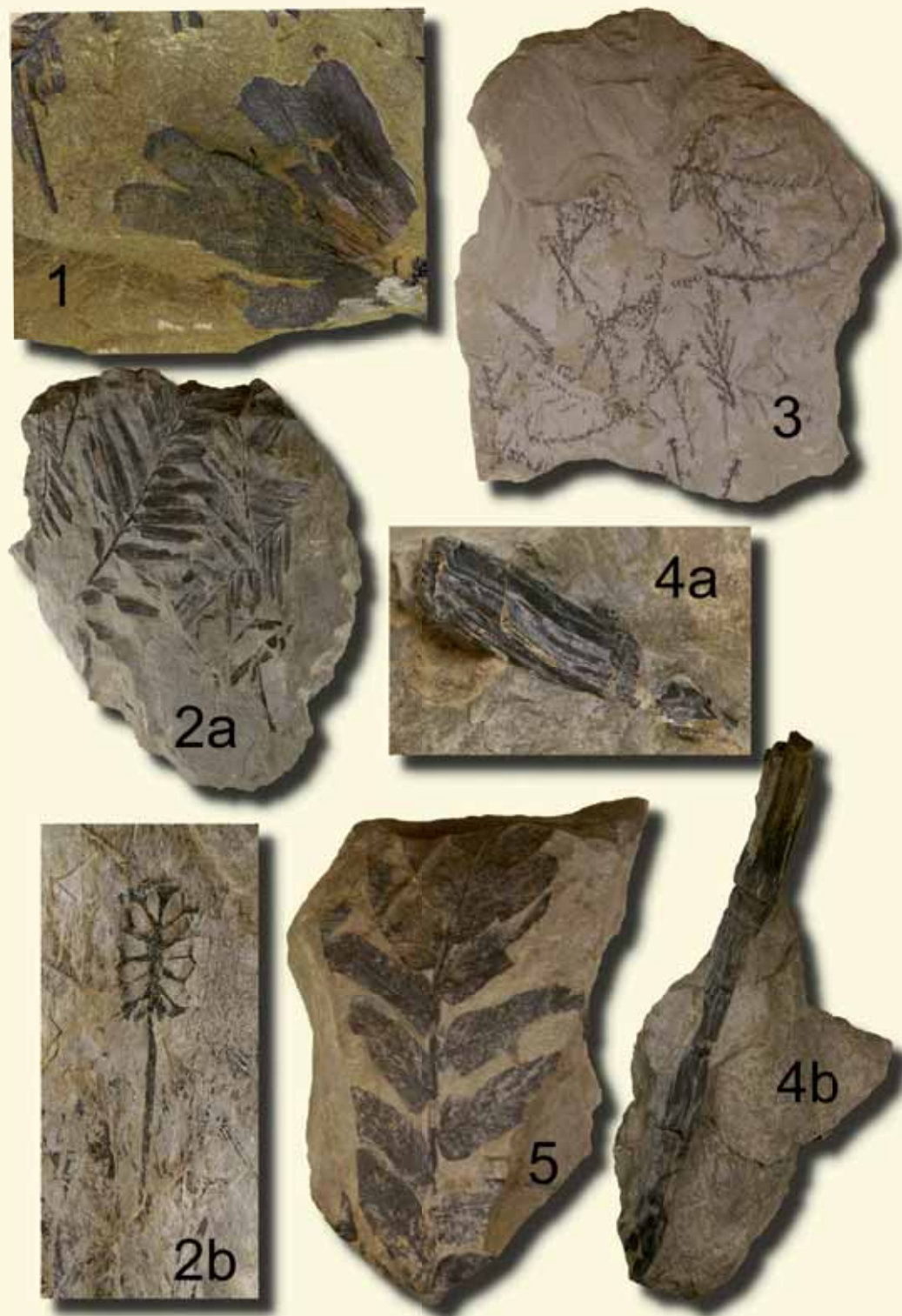
Om planter blir innleiret i slam, som senere herdes, vil de etterlate avtrykk på skiferflatene, kanskje også med forkullede rester. Mange av bladfossilene på Svalbard er påfallende hele. Det tyder på at de ble begravd ganske raskt og fossilisert svært nær der de falt ned fra treet. Hvis ikke, ville de være betydelig mer revet opp, krøllet sammen og ødelagt. Ofte kan det finnes hele "stabler" av blader.

Og det er vel naturlig, for de falt av hver høst i store mengder, den gang som i dag. Ofte er også selve bladstilken bevart, noe som ytterligere viser at det er høstblader. Kanskje ble de hurtig begravd av høstregn og derpå følgende økt sediment-tilførsel i bekker og elver?

Dessverre er oppbevaringen av plantefossilene på Svalbard dårlig. Det er gjerne bare et avtrykk av bladet igjen i leirsteinen, kanskje med en omdannet, sort kullhinne fra de organiske restene. Det er forsøkt å finne rester etter kutikula (bladets voksaktige ytterhinne) og sporer (Manum 1954), men uten suksess. Heller ikke er det mange frukter eller rester etter blomster som er funnet. Ett morsomt unntak er fossile kongler av *Metasequoia*.

Det var en svensk baron og oppdager, Adolf Erik Nordenskiöld (1832-1901), som sammen med geologen Otto Torell oppdaget fossile blader på Svalbard under ekspedisjoner i 1858 og 1861. Han ledet sine egne ekspedisjoner fra 1864, og kom 1868 lenger nord enn noen hadde vært tidligere, med dampskipet "Sofia". Nordenskiöldfjellet ved Longyearbyen er oppkalt etter ham. Uansett samlet Nordenskiöld betydelige mengder av blant annet fossile blader fra Svalbard. Hans samlinger finnes i det naturhistoriske museet i Stockholm. Det ble arbeidet med en større monografi om Svalbards tertiære planter, men den utkom dessverre aldri. En del av plansjene er likevel trykket for noen år siden (Kvacek & Manum, 1997).

En annen svenske bidro også mye til forståelsen av Svalbards tidligere flora. Det var professor Alfred Gabriel Nathorst, ansatt ved Sveriges geologiske undersøkelser 1873-84, og senere kurator for blant annet fossile planter ved naturhistorisk museum. Nathorst var på Svalbard i 1870 for å undersøke forforittforekomstene (som kunne tenkes å brukes til gjødsel), og i 1889 ledet han sin egen ekspedisjon til Bjørnøya, Svalbard og Kong Karls Land. Hans studier av fossile



Arter som er lett kjennelige. 1: *Ginkgo* (tempeltre), 2: *Metasequoia occidentalis*, a: kvister med blad, b: konge, 3: *Thuja ehrenswaardii*, 4a og 4b: *Equisetum arcticum* (snelleplante), 5: *Osmunda macrophylla* (bregne)



Ulike blad fra flere typer løvtrær. Slike er vanskelige å bestemme til slekt eller art.

planter fra mange steder i verden ga ham internasjonal berømmelse.

Som nevnt tidligere, er det Longyearbreen som er den klassiske lokaliteten for tertiære plantefossiler på Svalbard, i alle fall for turister. De senere år er det blitt betydelig utplukket, og en må gå lenger opp på breen, og særlig midtmorenene for å finne bra fossiler. Men fortsatt ligger det mye å finne selv om en må lete mer enn for bare noen få år tilbake.

En variert fossil flora

Det er ikke bare dyrelivet som har endret seg gjennom klodens historie. Ulike planteformer har dominert i ulike tidsperioder. Fra alger og enkle planter i oldtiden; gigantiske bregner, kråkefotplanter og sneller i karbon, og blomsterplantene som nesten fullstendig har overtatt i dag. En gruppe trær, ginkgoer, var en stor plantegruppe for 250 millioner år siden, men finnes nå bare med en enkelt art; tempeltreet - *Ginkgo biloba*. En så vanlig plante som gress, og det finnes 10 000 arter, oppsto først for 60 millioner år siden. Det var etter at dinosaurene døde ut, så de verken opplevde eller spiste ett eneste gresstrå.

Det kan være vanskelig å bestemme plantefossilene. Bladene til samme art, og til og med samme tre, kan ha ulik form. Deler av et blad er naturligvis enda vanskeligere å bestemme sikkert. Til gjengjeld er noen fossiler helt karakteristiske og greie å bestemme.

Snelleplanter (*Equisetum arcticum*) er svært vanlige å finne på Svalbard. De kan lett forveksles med pinner eller stammer, men har typiske ledd langs stengelen, slik som sine nålevende slektninger. Snellene var trolig de første plantene som koloniserte sand- og mudderbanker. Stengelen er stiv og inneholder silikat, slik at det relativt lett fossiliseres.

Særlig spennende og interessant er det å finne avtrykk av nåletreet *Metasequoia occidentalis*. Dette er en "levende fossil", i det planten ble beskrevet fossilt før det

ble funnet levende trær. Det skjedde så sent som i 1944, i Hubei, Hunan og Sichuan områdene i Kina. Denne eneste, levende arten av slekten (*Metasequoia glyptostroboides*) tilhører "redwoods", populære som prydtreer – også i Norge. Med god vekst kan de komme opp i anselige 60 meters høyde. I sjeldne tilfeller kan en finne fossile kongler fra treet. De er merkelig små for et så stort tre, og likner mer på "kongler" fra oretrær i form og størrelse. Ofte finnes flere små kvister med nåler på samme blokken. Store plater med mange biter av *Metasequoia* er særdeles flotte fossiler.

Et annet nåletre som kan dukke opp, er *Thuja*. Det er samme slekt som finnes i hagehekker, men en annen art – *Thuja ehrenswardii*.

Mer sjelden er det å finne avtrykk av det merkelige nåletreet *Ginkgo*. Bladene hos denne slekten er flattrykkte, og likner på løvtrær. Men det er altså et nåletre, som hadde mange arter og sin glansperiode i tidligere tider som omtalt tidligere. I dag finnes bare en art igjen, tempeltreet el-



Mange fossile blader på Svalbard er store og tunge og ta med og sende hjem.

ler *Ginkgo biloba*. Det var lenge trodd at *Ginkgo*-slekten var utdødd, før det ble beskrevet levende trær på 1700-tallet fra Zhejiang-provinsen i Kina, i nærheten av Shanghai. Det hadde da vært kjent i flere århundrer i Kina. Treet er således et "levende fossil", og har forekomst helt tilbake til permtiden.

Avtrykk av bregner kan også finnes. Det finnes flere slekter, men særlig er avtrykk og rester etter kongsbregner (*Osmundia*) flotte. De bregnene jeg har funnet, er gjerne fragmenter på 5-10 cm. Og det er vel naturlig at bregner faller lettere fra hverandre og ødelegges enn de mer kraftige nåletrærne eller større løvblader.

Løvbladfossilene domineres av trefamiliene bjørk (Betulaceae), alm (Ulmaceae), bøk (Fagaceae) og Cercidiphyllaceae. Noen moderne og nålevende slekter er også representert som hassel (*Corylus*),

Litteratur

Denk, T., Wanntorp, L. and Manum, S.B. with the assistance of Haglund, O.: Catalogue of the Tertiary plant fossils from Spitsbergen housed in the Swedish Museum of Natural History, Stockholm. *Swedish Museum of Natural History, Stockholm 1999*. ISBN 91-86510-47-9.

Greenwood, J., Basinger, F. & Smith, R.Y. 2010: "How wet was the Arctic Eocene rain forest? Estimates of precipitation from Paleogene Arctic macrofloras". *Geology, January 2010, v. 38*, p. 15-18, sammendrag på: <http://geology.gsapubs.org/content/38/1/15.abstract>

Kvacek, Z. and Manum, S.B.: "A.G. Nathorst's (1850 – 1921) unpublished plates of Tertiary plants from Spitsbergen." Swedish Museum of Natural History, Stockholm. ISBN 91-86510-41-X

Lüthje, C., Milàn, J. and Hurum, J. 2010: "Paleocene tracks of the mammal Pantodont genus *Titanoides* in coal-bearing strata, Svalbard, Arctic Norway". *Journal of Vertebrate Paleontology* 30(2):521-527. 2010

Manum, S. 1954: "Pollen og sporer i tertiære kull fra Vest- Spitsbergen." *Norsk Polarinstitutt Meddelelser, No. 79*. 10 pp.

hestekastanje (*Aesculus*), alm (*Ulmus*), hjertetre (*Cercidiphyllum*, som i dag kun finnes med to arter, viltvoksende i Kina og Japan) og bøk (*Fagus*). Selv om det er samme slekter, kan det være andre fossile arter enn de som lever i dag. Noen blader kan bli opp i 30 cm store. Dessverre sitter de ofte på store sandsteinsblokker og er vanskelige å få ut. Ikke er det god lagning i steinen, og sammen med størrelsen på bladene, blir det fort meget tunge stuffer å slepe med seg!

Flere steder i verden er det funnet gnag, miner og andre visuelle tegn på insekter som har levd på planter og blader. Jeg har i flere år lett etter slike fra Svalbard-fossilene, men så langt ikke funnet noe sikkert. Ikke har jeg sett noe publisert heller, men jakten fortsetter! Kanskje dukker det en dag opp et blad med tydelige insektgnag. Det hadde jo vært spennende å finne!

Manum, S., 1962: "Studies in the Tertiary flora of Spitsbergen, with notes on the Tertiary flora of Ellesmere Island, Greenland, and Iceland." *Skrifter Norsk Polarinstitutt* 125, 127 pp.

Pagani, M., Zachos, J. C., Freeman, K. H., Tipler, B. & Bohaty, S. 2005: "Marked decline in atmospheric carbon dioxide concentrations during the Paleogene". *Science*, 309, 600-603.

Spielhagen, R. & Tripathi, A. 2009: "Evidence from Svalbard for near-freezing temperatures and climate oscillations in the Arctic during the Paleocene and Eocene." *Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology*, 278 (1/4). pp. 48-56.

Stenløkk, J. 2002: "Fossiljakt på Svalbard". *STEIN* 1/2002: 26-31.

Sølie, T. 2011: "Svalbard, vilt og vakkert". *STEIN* 3/2011: 28-34.

Uhl, D., Traiser, C., Griessner, U. & Denk, T. 2007: "Fossil leaves as palaeoclimate proxies in the Palaeogene of Spitsbergen (Svalbard)". *Acta Palaeobotanica* 47(1): 89-107, 2007.

http://www.ib-pan.krakow.pl/pubs-pdf/Acta%20Palaeobotanica/2007/Ac47-1_s089-107.pdf

Bokanmeldelse

Monsterøglene på Svalbard

Anmeldt av Thor Sørli sammen med Viktoria, Emma og Elias

En ny barnebok har sett dagens lys. Det store øyet på forsiden sammen med den spennende tittelen er en fin start.

Forfatterne har delt boka inn i 5 deler. Først tas vi med på et lite eventyr som utspiller seg i havet utenfor Svalbard. Med flotte tegninger og litt tekst er vi med en familie fiskeøgler og tar del i deres liv fra fødsel til død. Deretter går boka over i en faglig del, men mye vitenskaplig informasjon om geologiske prosesser og hvordan fossiler dannes. Så blir vi tatt med på en spennende informasjonsrunde om øglegraverne og de funn som er blitt gjort på Svalbard de senere år. Dette er rikt illustrert og med mye informasjon.

Neste del tar for seg fossilene på Svalbard, fra øgler til muslinger. Her er det igjen mye fagstoff, som sikkert vil appellere til mangt et naturinteressert barn.

Siste del i boka er av det praktiske slaget; fra tips om hvordan man tegner en svaneøgle til hvordan man lager liksom-fossiler. Fra en voksen pedagogs synspunkt er boka et funn for mange barn og vil sikkert komme i nytt opplag!

MEN det var fra en voksens synspunkt. Hva vil barn si? La oss høre hva Viktoria, Elias og Emma mener om boka.

Hva synes du om boka?

Viktoria: Spennende og lærerik.

Emma : Ganske bra og mye fakta.

Elias: Jeg synes den var spennende og lærerik.

Hva likte du best ved boka?

Viktoria: Det var veldig mange fine bilder og tegninger og passe mye tekst.

Emma : Den lille fortellingen i starten.

Elias: Jeg liker at de har en historie om disse monstrene.

Var det noe som var ekstra spennende?

Viktoria: Dette med at fiskeøglene måtte opp for å puste.

Emma : Det som sto om de forskjellige egenskapene til dyra.

Elias: Ja, fortellingen i starten var fin og spennende.

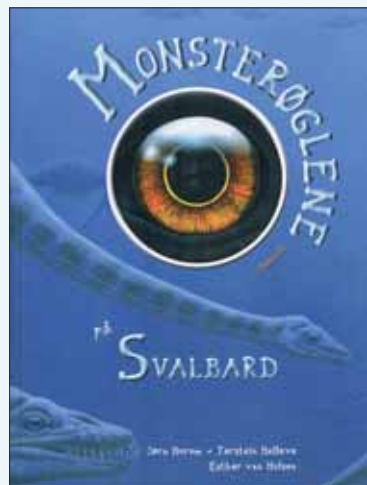
Tror du du ville brukt noen av aktivitetsoppgavene?

Viktoria: Ja, det ville jeg.

Emma : Kanskje noen.

Elias: Ja, det er sikkert, og jeg fikk lyst til å tegne ammonitter.

Sluttkommentaren fra de unge blir altså: Spennende og lærerik bok!



Tittel: Monsterøglene på Svalbard.

Utgiver: Cappelen Damm as

Forfattere: Jørn H. Hurum

Torstein Helleve

Esther van Hulsen

ISBN: 978-82-02-37565-2

Pris: 259 kr

STEIN utgis av Norske Amatørgeologers Sammenslutning (NAGS), en paraply-organisasjon for 29 geologiforeninger over hele landet og som er åpen for alle som er interessert i stein og geologi. Se www.nags.net/stein for nærmere opplysninger.

Organisasjonsnummer: 990 269 041

Adresse: NAGS v/ daglig leder Jan Stenløkk, Kyrkjeveien 10, 4070 Randaberg.

Redaksjon:

Ansv. redaktør: Thor Sørli, Iddeveien 50, 1769 Halden

Tlf: 90 66 49 92, redaktor@nags.no

Layout-ansvarlig: Trond Lindseth, Rypsvæien 2, 3370 Vikersund

Tlf: 99 28 98 28, layout@nags.no

Økonomi- og abonnentansvarlig: Knut Edvard Larsen, Geminiveien 13, 3213 Sandefjord

Tlf: 96 22 76 34, abonnement@nags.no

Skribenter i dette nummer:

Hans Arne Nakrem, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo, h.a.nakrem@nhm.uio.no

Jørn H. Hurum, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo, j.h.hurum@nhm.uio.no

Øyvind Hammer, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo, oyvind.hammer@nhm.uio.no

Aubrey Jane Roberts, Naturhistorisk museum, Universitetet i Oslo, Boks 1172 Blindern, 0318 Oslo, aubrey.roberts@nhm.uio.no

Jan Stenløkk, Kyrkjeveien 10, 4070 Randaberg, jansten123@online.no

Magne Høyberget, Rennesveien 14, 4513 Mandal, a-rostr@online.no

Jesper Milàn, Ph.d. Geomuseum Faxe, Østsjælland Museum, Højerup Bygade 38, 4660 Store Heddinge, jesperm@oesm.dk

Charlotta Lüthje, DONG Energy, Bjergstedveien 1, 4002 Stavanger, lott@lythje.com

Julie Rousseau, rousseauj19@gmail.com

Espen M. Knutsen, espenkn80@gmail.com

Ivar Midtkandal, ivar@midtkandal.no

STEIN gis ut fire ganger i året.

Bladet fås hovedsakelig gjennom medlemskap i en geologiforening, men det er også mulig å tegne enkeltabonnement. Det koster kr 200,-/år.

Kan bestilles og innbetales til bankkonto: 2220.16.68887

Adresse: STEIN v/ Knut Edvard Larsen, Geminiveien 13, 3213 Sandefjord

Sverige: Prenumeration 210 SEK. Inbetalning til bankgiro 450-1300.

For foreign subscribers (including Denmark): please write to abonnement@nags.no for information.

En indeks over artikler i tidligere utgitte utgaver av STEIN (1973 - 2011) er lagt ut på www.nags.net/stein.

© NAGS/STEIN og den enkelte forfatter. Trykk: Caspersen Trykkeri, 3370 Vikersund
ISSN 0802-9121

