

VARV

NR. 3

BLADET MED DE ÆLDSTE NYHEDER

2003



ANTIKKE KVADRE OG SPORFOSSILER

MONZONITTER I SYDNORGE

HISTORIEN OM ET GIGANTISK FODSPOR

Fra strandbred til museum på syv dage

-HISTORIEN OM ET GIGANTISK DINOSAUR FODSPOR

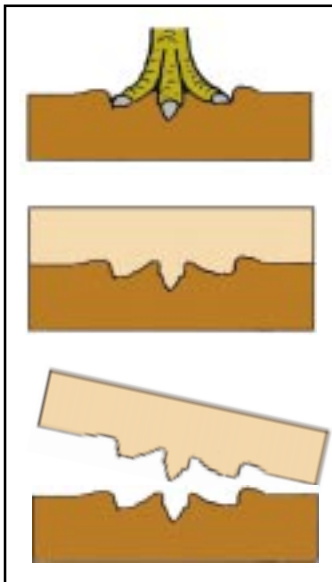
Jesper Milàn og Octavio Mateus

Den Øvre Jurassiske Lourinhã Formationen (150 millioner år) ved Portugals vestkyst er en af Europas rigeste dinosaurlokaliteter, og de seneste år er der blevet udgravet skeletter fra mange forskellige dinosaurer, lige fra gigantiske sauropoder til små og store rovdinosaurer. Mest interessant er nok fundet af reder med æg og fostre fra en mellemstor rovdinosaur. Lourinhã Formationen består af tykke røde og grønne lerlag, der udover dinosaurskeletterne indeholder talrige fossiler af planter, skildpadder og krokodiller, hvilket vidner om et frodigt flodslettemiljø. Lerlagene afbrydes af periodiske tykke sandstenslag dannet i perioder med øget nedbør, hvor floderne er gået over deres bredder og har oversvømmet flodsletten.

De periodiske oversvømmelser af flodsletten, hvor der er aflejret sand ovenpå ler, har skabt ideelle betingelser til at få bevaret fodspor fra de dyr, der levede der. For at et spor kan blive bevaret og genfindes fossilt, skal det helst afsættes i sediment af én type og udfyldes med sediment af en anden type. Derved dannes der en lithologisk grænse, langs den overflade sporet er afsat i. Når sedimenterne er hærdnet vil det oftest være muligt at

splitte dem langs denne grænse, hvorved sporet kan findes både som det oprindelige fodaftryk og som en udfyldning af fodsporet i det overliggende sediment (figur 1).

Der findes fem hovedgrupper af dinosaurer hvis spor med rimelig sikkerhed kan skelnes fra hinanden (figur 2). Theropoderne eller rovdinosaurerne er for det meste tretåede med lange slanke tæer med skarpe kløer. Theropoderne havde en lille fjerde tå, men den



Figur 1. En dinosaur træder i et blødt lerlag, hvorved der bliver dannet et fodspor. Sporet bliver derefter dækket af et sediment af en anden type, således at overfladen med sporet danner en lithologisk grænse. Når sedimentet efter millioner af år genfindes, kan det spaltes langs den lithologiske grænse, og sporet kan findes både som det rigtige spor og som en udfyldning

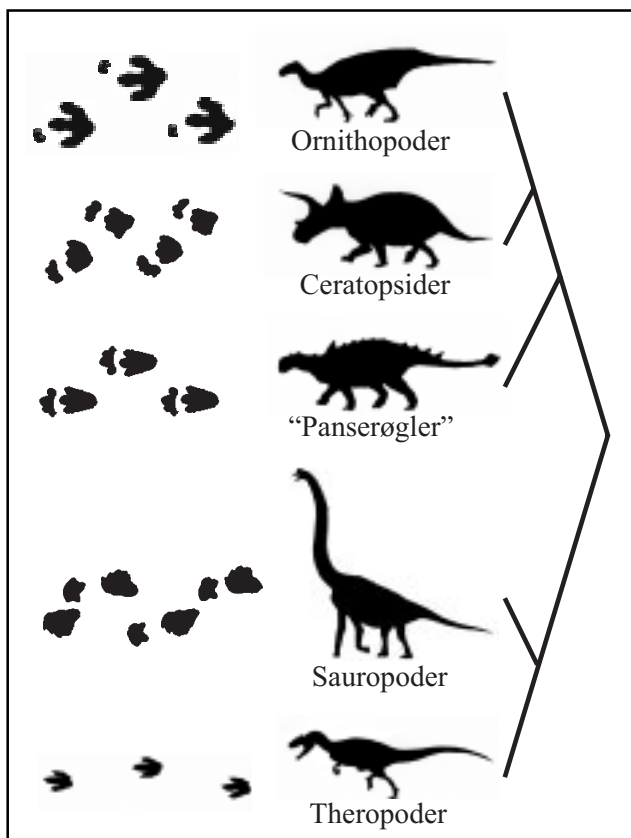
sad i en løftet position oppe på mellemfoden og var ikke i kontakt med jorden under normal gang. I specielle tilfælde, som f.eks. hvis dinosauren trådte i dybt mudder, er der bevaret aftryk af den lille tå. Den midterste tå i theropodspor stikker betydeligt længere frem end de to ydre tæer, og generelt er sporet længere, end det er bredt. Hvor hele sporserier er bevaret, ses det at rovdyndinosaurerne satte deres fødder i en meget smal sporserie med den ene fod næsten lige foran den anden. Spor fra theropoder kendes i størrelser fra 4-5 centimeters længde for de mindste former og op til 86 centimeter for spor der formodentligt er fra en *Tyrannosaurus*.

Sauropoderne var enorme skabninger, der gik på alle fire. Deres bagfod havde et asymmetrisk trekantet til ovalt omrids, med spor efter korte tykke tæer med stumpe kløer. Forfoden derimod havde et hovformet omrids uden separate fingre. Kun den inderste finger bar hos nogle former en indadvendt klo, der i nogle tilfælde har efterladt aftryk. Forfoden hos sauropoderne er betydeligt mindre end bagfoden, i nogle tilfælde udgør forfodens areal helt ned til en femtedel af bagfodens. Da sauropoderne som nævnt var enorme, er det ikke usædvanligt at finde spor fra bagfødderne på over en meters længde.

De pansrede øgler, Thyreophora, der omfatter stegosaurer og ankylosaurer, er den gruppe, hvis spor er dårligst kendt. Generelt består sporene af en aflang bred symmetrisk bagfod med tre til fire tæer og en halvmåneformet forfod med svage aftryk af korte fingre. Forfoden er placeret næsten direkte foran aftrykket fra bagfoden.

Ceratopsiderne eller næsehornsøglerne, hvor *Triceratops* er den mest kendte, har korte brede bagfødder med fire korte tæer med stumpe

Figur 2. Sporene fra de fem hoved-grupper af dinosaurer har hver deres karakteristiske form og mønster.



kløer. Forfoden er ligesom hos de pansrede øgler halvmåneformet med svage aftryk af fingre. Forfodens aftryk er placeret yderligt i forhold til bagfodens.

Den sidste gruppe er Ornithopoderne, hvor *Iguanodon* og hadrosaurene med deres mærkelige hovedprydelser er de mest kendte. Ornithopodernes spor er ligesom theropodernes tretåede, men hvor theropodernes tæer var lange og slanke med skarpe kløer, har ornithopoderne korte brede tæer med afrundede korte kløer. Sporserier fra ornithopoder viser, at de satte deres ben i en bredere sporserie end theropoderne. I nogle ornithopodsporserier er der yderligere fundet aftryk fra en lille hovlignende forfod eller hånd, der viser at de i nogle tilfælde gik på alle fire. Ornithopodspor kendes fra slutningen af Kridttiden i størrelser fra 10 centimeters længde til op omkring en meter. De helt små ornithopodspor kan være meget svære at kende fra theropodspor da de små former havde relativt lange og slanke tæer. Ornithopodspor er generelt bredere end de er lange.

Indenfor de seneste år er der blevet fundet adskillige dinosaurspor i Lourinhã



Formationen. Hyppigst er sporene fra små til mellemstore theropoder og ornithopoder, men der er også fundet enkelte stegosaur- og sauropodspor.

Under feltarbejde i sommeren 2003 blev der på en af de populære badestrande fundet et gigantisk fodspor fra en ornithopod-dinosaur (figur 3). Sporet måler ca. 70 centimeter i længden, hvilket betyder at sporsætteren har haft en anslået hoftehøjde på tre til fire meter, hvilket virkeligt er i den store ende for jurassiske ornithopoder. Der er ikke fundet skeletrester fra ornithopoder i Portugal, der bare kommer nær denne størrelse.

Figur 3. Det gigantiske ornithopodspor, som det blev fundet i vandkanten på badestranden.

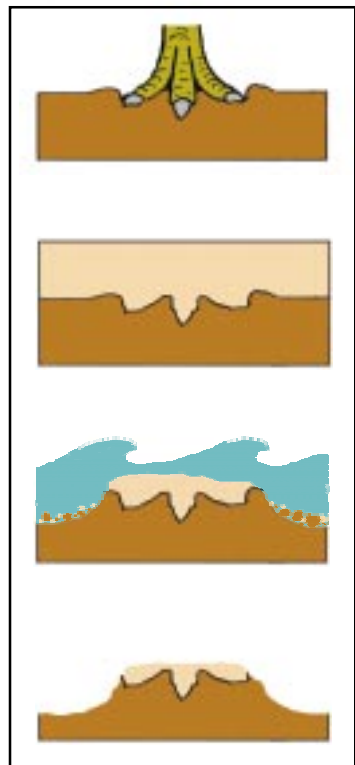
Der er tidligere gjort mange vigtige fund af dinosaurknogler på den pågældende strand, og ansatte fra Museu da Lourinhã patruljerer stranden periodisk for nye fund. Det kraftige tidevand og de store bølger fra Atlanterhavet gør imidlertid at sandet lejlighedsvis vaskes væk fra dele af stranden, hvorved de massive sandstens- og leraflejringer fra Juratiden blottes på tidevandsfladen. Derfor er et så stort og velbevaret spor ikke tidligere blevet opdaget - trods de regelmæssige undersøgelser af stranden.

Bevaringen af sporet er i sig selv lidt usædvanlig, idet det hverken er bevaret som aftryk eller udfyldning, som er den mest normale måde fossile fodspor findes på. I dette tilfælde står sporet bevaret som en piedestal hævet op fra lerlaget. Denne usædvanlige bevaringsform er opstået som en kombination af flere forskellige forhold (figur 4).

Da ornithopoden afsatte sporet var det i et fugtigt lerlag, der tillod foden at synke et stykke ned i sedimentet. Dernæst blev flodsletten overskyttet, hvorved der blev aflejret et lag sand, der udfyldte sporet. Da laget, hvori sporet blev afsat, i dag er blottet indenfor tidevandszonen, bliver det dagligt udsat for kraftig erosion fra havet. Sandstenslaget der ligger ovenpå lerlaget med sporet er helt borteroderet, men selve sandstensudfyldningen af sporet er blevet tilbage. Sandstensudfyldningen af sporet beskytter derved det underliggende lerlag mod erosion fra havet, mens lerlaget omkring sporet er blevet eroderet ned til et niveau under den lagflade, hvori sporet oprindeligt blev afsat. Derved fremstår sporet i dag som en sandstensudfyldning på en piedestal af ler.

I et aktivt tidevandsmiljø med konstant påvirkning fra Atlanterhavets bølger, var det selvfølgelig kun et spørgsmål om tid før sporet ville blive eroderet helt væk, så vi besluttede derfor øjeblikkeligt at sporet skulle indsamles og indgå i museets udstilling.

Figur 4. Den usædvanlige bevaringsform er fremkommet ved, at sporet, efter det blev afsat på den lerede flodslette, blev udfyldt med sand. Da havet i dag eroderer i lagene omkring sporet, beskytter sandstensudfyldningen de underliggende lerlag mod erosion. Sporet kommer derfor i dag til at fremstå som en sandstensudfyldning på en piedestal af ler.





Figur 5. Den ene af artiklens forfattere (OM) i fuld gang med at hakke sporet frit.



Ved næste periode med ebbe stod vi derfor klar bevæbnet med hamre og mejsler for at hugge sporet frit. Sporets bevaring (på en piedestal af ukonsolideret ler) gjorde selve udgravningsarbejdet meget let. Der skulle ikke graves særlig dybt ned, før vi kunne komme til at grave under sporet (figur 5). Da udgravningen foregik omkring middagstid på en dejlig varm dag, var der mange lokale badegæster på stranden, og det varede ikke længe før gravearbejdet var overtaget af ivrige strandgæster, og vi kunne trække os afslappet tilbage til rollen som udgravningsledere.

Under udgravningen brækkede blokken med sporet i tre store stykker, men da det var pæne lige brud betød det ikke noget, da det ikke ville kunne ses, når sporet blev limet sammen igen. Desuden var blokken med sporet alt for stor til at blive transporteret væk fra stranden med håndkraft, hvis den havde været i et stykke. Selv i tre stykker var det stadig en særdeles hård opgave at få transporteret sporet over 100 meter sandstrand og op ad en stejl trappe. Ved at lægge stykkerne enkeltvis i et net, og lade fire mand bære det, lykkedes det efter noget besvær at få stykkerne op til en bil og kørt hjem til museets laboratorium.

Figur 6. Sporet blev monteret i en kasse og indstøbt i gips for at stabilisere det. Det borthakkede materiale blev genskabt ved at opblende det øverste gipslag med knust ler.



Figur 7. Mindre end en uge efter fundet indtager sporet en prominent plads i dinosaurudstillingen på Museu da Lourinhã.

På laboratoriet blev de tre dele af sporet omhyggeligt limet sammen igen med epoxylim, og limningerne blev skjult ved at gnide lerstøv på overfladen af limen, før den hærtnede. For at stabilisere blokken med sporet og forberede det til udstillingsbrug, blev der konstrueret en solid træramme omkring det (figur 6). De dele af lerfladen, der blev hugget væk under udgravningen, blev genskabt i gips op til det oprindelige niveau, sporet blev fundet ved. For at genskabe omgivelserne, som de så ud, da sporet blev fundet ved stranden, blev der i det øverste lag gips iblandet knust ler. Dette genskabte udseendet fra den autentiske overflade.

Mens sporet var blottet i tidevandszonen, var det blevet koloniseret af en gruppe albueskæl og nogle grønalger. Vi besluttede, at disse skulle blive siddende (medmindre de pludselig gav ophav til lugtgener), så sporet fremstod, som var det taget direkte op fra stranden.

Selve transporten fra laboratoriet til udstillingslokalet skulle vise sig at blive lidt af en udfordring, da kassen med sporet - nu indstøbt i gips - vejede mellem 150 og 200 kilo. Transportvejen gik et stykke ned ad gaden og ind gennem museets hovedindgang for at sporet kunne komme på plads i udstillingen. Men ved hjælp af fire mænd og en gammel trillebør, der næsten selv burde have

indgået i udstillingen, blev sporet kørt hen til hoveddøren, hvor det blev rejst på højkant og rullet på plads på plastikruller. Sporet indtager nu en prominent plads i dinosaurudstillingen på Museu da Lourinhã sammen med alle de andre fantastiske fund fra området (figur 7).

At sporet, mindre end en uge efter det blev fundet, befandt sig i monteret stand på en prominent plads i museet, er nok en effektivitet meget få geologiske museer i verden kan prale med.

VARV ønsker sine læsere en God Jul og et Godt Nytår

Abonnementsprisen for 2004 er uændret
140kr

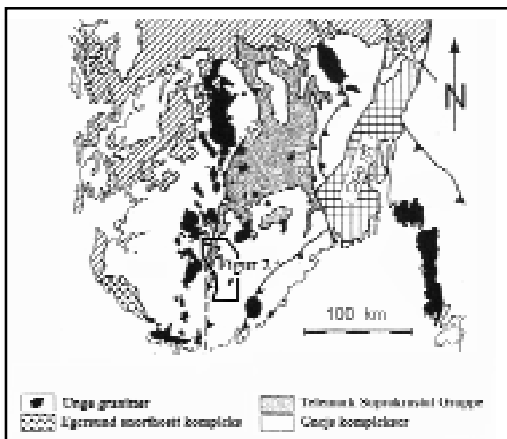
dog 160 Skr og Nkr for vores svenske og norske abonnenter

De forventede udgivelsesdatoer i 2004 er
1/5, 1/8, 1/10 og 1/12

SENPRÆKAMBRISKE SUBVULKANSKE GANGSYSTEMER I SYDNORGE

Svend Pedersen

Under den geologiske kortlægning af Sydnorge i den sidste del af 1960'erne og begyndelsen af 70'erne blev der nord for Kristiansand i den sydlige del af den store nord-sydgående Setesdal observeret nogle senprækambriske bjergartstyper, der ikke tidligere havde været beskrevet. Det drejede sig om nogle mindre magmatiske legemer på 25-30 km², der består af to bjergartstyper, en granittisk type og en monzonittisk type med ledsagende gangsystemer (figur 2).



Figur 1. Skitsekort over det sydnorske grundfjeld med placeringen (figur 2) af Setesdalsområdet.

Monzonitter er bjergarter med mindre end 20% kvarts (totalt af de lyse mineraler) og nogenlunde lige store mængder af plagioklas og alkalifeldspat (om klassifikation af magmatiske bjergarter se VARV 2002,4 og artikel på side 28). Bjergarterne er dannet sent under den yngste prækambriske bjergkædedannelse i Skandinavien - den sveconorvegiske, der er omkring 1 milliard år gammel.

Det der gjorde bjergarterne spændende ved et første øjekast, var de overordnede strukturer kortlægningen afslørede i form af subvulkanske gangsystemer, der er knyttet til enkelte af bjergartskomplekserne, dels de strukturer man så i gangene først og fremmest i form af ptygmatiske folder i lyse skærende granit-tiske bånd.

De magmatiske legemer repræsenterer således magmakamre, der ikke har ligget særligt dybt. De gangsystemer, der er tale om, er 1) keglegange (cone sheets) dvs. kræmmerhusformede sprækker, hvor spidsen peger ind mod magmakammerets centrum, 2) radierende sprækker, dvs sprækker, der radierer ud fra magmakammerets centrum og 3) samt klokkestrukturer (bell jar) der er udviklet i forbindelse med en indsynkning af området over magmakammeret. Keglegangene og de radierende sprækker er dannet i forbindelse med udløs-