

Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från Åsen och dess koppling till den skånska, krittida ryggradsdjursfaunan

Casandra Hajny

Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet,
kandidatarbete, nr 386
(15 hp/ECTS credits)



Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

**Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från
Åsen och dess koppling till den
skånska,
krittida ryggradsdjursfaunan**

Kandidatarbete
Casandra Hajny

Geologiska institutionen
Lunds universitet
2014

Innehåll

1	Introduktion	7
2	Material och metoder	7
3	Kristianstadbassängen och dess ryggradsdjursfauna	7
3.1	Hajar	7
3.2	Rockor	8
3.3	Sköldpaddor	8
3.4	Svanödlor	8
3.5	Mososaurier	8
3.6	Archosaurier	9
4	Beskrivning av fossilet	9
5	Diskussion	9
6	Tack	11
7	Referenser	11

Omslagsbild: En del av den marina ryggradsdjursfaunan under krittidens Skåne. Rekonstruktion av Bob Nicholls (använd med tillstånd). Nere i högra hörnet syns fossilet som beskrivs i artikeln.

Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från Åsen och dess koppling till den skånska, krittida ryggradsdjursfaunan

CASANDRA HAJNY

Hajny, C., 2014: Ett mystiskt ryggradsdjursfossil från Åsen och dess koppling till den skånska, krittida ryggradsdjursfaunan. *Examensarbeten i geologi vid Lunds universitet*, Nr. 386, 12 sid. 15 hp.

Sammanfattning: I detta arbete presenteras en del av den ryggradsdjursfauna som fanns i södra Sverige under krittidens senare del, dvs. för mellan 100 och 66 miljoner år sedan. Vidare avhandlas ett mystiskt, fossilt skelettfynd från Kristianstadbassängen i nordöstra Skåne. Syftet med studien är att identifiera fossilet och att försöka bestämma till vilken djurgrupp det kan ha hört. Benet hittades i grundmarina sediment av campansk ålder (dvs. ca 80 miljoner år gamla) på lokalen Åsen invid Ivösjöns nordöstra rand. Under krittiden var faunan i området mycket artrik, och således finns det en stor mängd djur som fossilet potentiellt kan komma ifrån. Identifierade ryggradsdjur omfattar allt från hajar och rockor till mosasaurier (en grupp storvuxna, havslevande ödlor) och dinosaurier. Fossilet är ett relativt litet ben med en total längd på ca 3 cm. Benet uppvisar ett stort antal öppningar (s.k. foramina) som troligtvis en gång rymt nerver och/eller blodkärl. Denna information ger en fingervisning om var i skelettet benet kan ha suttit då få element är så omfattande vaskulariserade som fossilet i fråga. Efter jämförande studier kan det konstateras att fossilet är en del av det paraoccipitala utskottet (dvs. en del av hjärnskålen) hos en svanödla, en grupp marina reptiler som var rikligt representerad i det som idag är södra Sverige under sen krittid.

Nyckelord: examensarbete, fossil, svanödla, krita, Sverige, Skåne, Åsen, ryggradsdjur, mosasaur, dinosaur, Kristianstadbassängen

Handledare: Johan Lindgren

*Cassandra Hajny, Geologiska institutionen, Lunds universitet, Sölvegatan 12, 223 62 Lund, Sverige.
E-post: nat11cha@student.lu.se*

A mysterious vertebrate fossil from Åsen and its connection to the Scanian, Cretaceous vertebrate fauna.

CASANDRA HAJNY

Hajny, C., 2014: A mysterious vertebrate fossil from Åsen and its connection to the Scanian, Cretaceous vertebrate fauna. *Dissertations in Geology at Lund University*, No. 386, 12 pp. 15 hp (15 ECTS credits) .

Abstract: This work presents a part of the vertebrate fauna that existed in the southern of Sweden during the latest Cretaceous period, between 100 and 66 Ma ago. Further, data on a mysterious skeletal finding from the Kristianstad Basin will be presented. The purpose of the study is to identify the fossil and to determine to which group of animals it might have belonged. The fossil was found in shallow, marine sediments of Campanian age (ca 80 Ma old) at the local of Åsen, by the northeastern part of the Ivösjön lake. The Cretaceous fauna in the area was rich in species. Identified vertebrates of the area comprise sharks and rays to mosasaurs (a group of gigantic, marine lizards) and dinosaurs. The fossil is a relatively tiny bone with a total length of ca 3 cm. The bone contains several apertures (foramina) which have likely contained nerves and/or blood vessels. This information gives a hint of where the bone might have belonged in a skeleton, as very few elements are as vascularized as the fossil. After comparing studies the fossil has been determined to be a part of the paraoccipital process (a part of the braincase) of a plesiosaur, a group of marine reptiles whom were richly represented during the cretaceous, in what today is the southern of Sweden.

Keywords: bachelor thesis, fossil, plesiosaur, vertebrates, Sweden, Scania, Kristianstad basin, mosasaur, dinosaur

Supervisor(s): Johan Lindgren

Subject: Litosphere and Biosphere sciences

*Casandra Hajny, Department of Geology, Lund University, Sölvegatan 12, SE-223 62 Lund, Sweden.
E-mail: nat11cha@student.lu.se*

1 Introduktion

Världen har inte alltid sett ut som den gör idag. För mellan 100 och 66 miljoner år sedan, dvs. under krittidens senare del, var temperaturen generellt högre än vad den är idag. Atmosfärens koldioxidhalt var också högre (Haworth *et al.*, 2005) och klimatet utgjorde ett s.k. ”växthusklimat” (Brentnall *et al.*, 2005). Vidare låg havsytan generellt på en nivå som var ca 100 meter högre än vad den är idag och en transgression ska ha skett under sen krita (Vajda & Solakius, 1999; Larsson *et al.*, 2000; Vajda, 2001; Kominz *et al.*, 2008). Krita ska också ha varit den period då blomväxterna spred sig kraftigt (Vajda, 2001).

Under krittiden utgjorde landskapet kring Ivösjön, belägen i nordöstra Skåne, ett storskaligt skärgårdslandskap med många öar och flikiga kustlinjer. Faunan i området bestod delvis av ett flertal reptilgrupper, varav många var havslevande (Sorensen *et al.*, 2013). I havet fanns även stora stim av fisk och belemniter (en utdöd grupp av bläckfiskar), tillsammans med musslor (mollusker), snäckor (gastropoder) och armfotingar (Sorensen & Surlyk, 2011).

I Skånes krita har en stor mängd fossil från ryggradsdjur påträffats, bl.a. tänder, kotor och käkfragment från hajar, svanödlor och mosasaurier (Erlström & Gabrielson, 1992; Siverson, 1992; Rees & Lindgren, 2005; Sorensen *et al.*, 2013). Många av dessa fynd har gjorts på lokalen Åsen vid Ivösjöns nordöstra strand (Sorensen *et al.* 2013). De flesta av dessa fossil kan identifieras med relativ lätthet, men åtminstone ett ben har hittills inte kunnat föras till någon speciell djurgrupp. Syftet med denna rapport är att undersöka fossilet med målet att utröna vad det är, samt att försöka föra fossilet till en specifik djurgrupp. Under studien får jag också med mig mycket kunskap om anatomin hos bl.a. reptiler. Rapporten innehåller också en översiktlig beskrivning av ryggradsdjursfaunan i Kristianstadsområdet under sen krittid.

2 Material och metoder

Fossilet som beskrivs i detta arbete samlades in år 2001 av Dr. Mikael Siverson under en större utgrävning av grundmarina, senkretaceiska sediment som blottas på lokalen Åsen invid Näsrum i Kristianstadbassängen. Benet hittades i samband med siktnings av en prominent ostronbank (se Eriksson *et al.*, 2011, fig. 2) tillhörande den lokala, senaste tidiga campanska *Belemnellocamax mammillatus* zonen, och är således ca 80 miljoner år gammalt.

Denna rapport baseras framför allt på litteraturstudier. Det undersökta fossilet har fotograferats med en systemkamera, och bilderna har redigerats i Adobe Photoshop CS4.

3 Kristianstadbassängen och dess ryggradsdjursfauna

Under sen krittid var faunan i södra Sverige mycket

artrik. Denna artikel fokuseras på ryggradsdjuren (vertebraterna), då det okända fossilet är ett ben.

I det område som idag är Kristianstadslätten fanns under krittidens senare del ett skärgårdslandskap med såväl steniga stränder som djupare, kustnära vatten och skyddade, grunda havsvikar (Erlström & Gabrielson, 1992; Einarsson *et al.*, 2010; Sorensen *et al.*, 2013). I avlagringar från etagen campan (dvs. för mellan 83 och 70 miljoner år sedan) har en mängd fossil från både ryggradsdjur och ryggradslösa djur samlats in (Sorensen *et al.*, 2013) (Tabell 1).

Tabell 1. Djurgrupper och antal från avlagringar från campan, sen krita, Kristianstadbassängen (Sorensen *et al.*, 2013).

Djurgrupp:	Antal arter:
Hajar	40
Mosasaurier	6
Svanödlor (r)	6
Rockor	6
Akvatiska fåglar	3
Krokodil	1
Ornithischier	Ett taxon
Sköldpaddor, benfiskar, chimaeroid, dinosaurier etc.	Okända antal

Även fynd i form av koproliter (fossil avföring) har gjorts (Eriksson *et al.*, 2011). Nedan beskrivs kortfattat de viktigaste grupperna av ryggradsdjur i syfte att försöka ringa in den del av faunan som fossilet kan ha tillhört.

3.1 Hajar

Hajarna som fanns i södra Sverige under krittiden var antingen nektioniska (dvs. levde fritt simmande i vattenrymden) eller nektobentiska (dvs. var aktiva strax ovanför havsbotten), och de flesta arter tillhörde gruppen lamniformer (Davis, 1890; Siverson, 1992). Hajarna livnärde sig troligtvis på benfisk, andra hajar, och rockor, bläckfisk eller någon av de samtida marina reptilerna, som t.ex. sköldpaddor (Siverson, 1992; Sorensen *et al.*, 2013).

I Kristianstadbassängen har många fynd hajtänder påträffats. Det vanligaste släktet är *Carcharias*. Andra kända släkten är *Heterodontus*, *Paraorthacodus* och *Synechodus* (Siverson, 1992). Tandfynd har även gjorts av arten *Squalicorax kaupi*, som har stora likheter med den moderna tigerhajen, *Galeocerdo cuvier* (Siverson, 1992). *Squalicorax kaupi* ska ha upplevt liten eller ingen konkurrens från en annan samexisterande art, nämligen *Archaeolamna kopingensis*. Dessa hajararter är några av de största som påträffats i Kristianstadbassängen (Siverson, 1992).

En annan stor art, *Cretoxyrhina mantelli*, ska tillsammans med *S. kaupi* ha dominerat toppen av näringskedjan bland hajarna under sen krittid (Sorensen *et al.*, 2013) (Fig. 1).



Fig. 1: Bilden visar *Cretoxyrhina mantelli* uppe t.v. som attackerat en ung mosasaurie. De andra två hajarna är av arten *Squalicorax kaupi*. Den största reptilen är en fullvuxen mosasaurie av arten *Tylosaurus prorigor*. Dessa rovdjur dominerade toppen av havens näringskedjor under sen krittid. Artwork copyright Bob Nicholls, 2003, www.paleocreations.com (använd med tillstånd).

3.2 Rockor

Rockorna fanns även under krittiden och var rovdjur precis som idag. De flesta rockors kropp är platt och de har vinglika fenor fästa vid huvudet (Fig. 2). Rockors föda består främst av ryggradslösa djur och mindre fiskar (Last & Stevens, 2009).

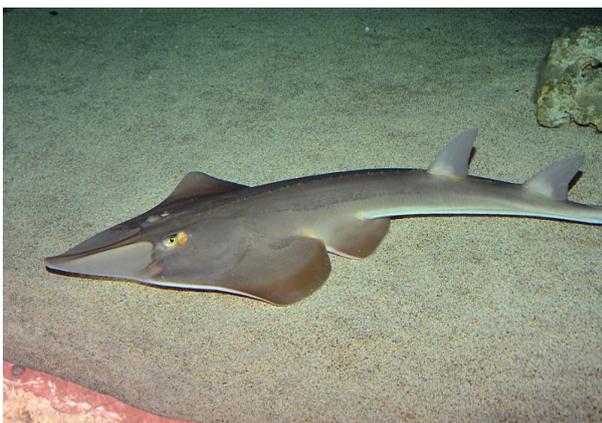


Fig. 2: Modern rocka av arten gitarrfisk, *Rhynchobatos rhinobatos*. Källa: Johan Fredriksson. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.

Från lokalen Åsen har fynden främst dominerats av överfamiljen Rhynchobatoidea (Sorensen *et al.*, 2013). I Kristianstadbassängen är fynd av rockor sällsynta på andra lokaler än Åsen och detta pekar på att de kan ha föredragit grumliga flodmynningar, där salt och havsvatten blandas (Sorensen *et al.*, 2013).

3.3 Nulevande sköldpaddor

En del sköldpaddsfamiljer som existerar idag, såsom Cheloniidae (havssköldpaddor) och Dermochelyidae (havslädersköldpaddor) fanns även under krittiden (Kear, 2006). Kear (2006) beskriver fossila bevis på kritsköldpaddors diet som bl.a. bestod av musslor och bentiska (bottenlevande) mollusker.

I Kristianstadbassängen har många fynd av sköldpaddor gjorts, dock är de svåra att föra till en viss grupp. En särskild familj (Trionychidae) av sköldpaddor är mer påtaglig på grund av deras speciella morfologi. De kallas lädersköldpaddor och ett fynd har påträffats i Kristianstadbassängen (Scheyer *et al.*, 2012). Deras speciella morfologi och mindre, plattare ryggsköld gör dem relativt lätta att identifiera (Scheyer *et al.*, 2012).

3.4 Svanödlor

Svanödlorna (plesiosaurierna) hade en strömlinjeformad kropp, fyra långa simfötter och en kort svans (Fig. 3). Det fanns två huvudsakliga morfologiska grupper av svanödlor: de med kort hals (familjen Polycotyliidae) och de med lång hals (familjerna Elasmosauridae och Aristonectidae) (Einarsson *et al.*, 2010). Svanödlornas föda bestod framför allt av bl.a. benfisk (Cicimurri & Everhart, 2001), men också av belemniter och ammoniter (utdöda grupper av bläckfiskar) (Sorensen *et al.*, 2013). Fynd av gastroliter, magstenar, har gjorts i maginnehållet från svanödlor och dessa kan ha brutit ner föda (Cicimurri & Everhart, 2001), eller fungerat som barlast (Taylor, 2000).

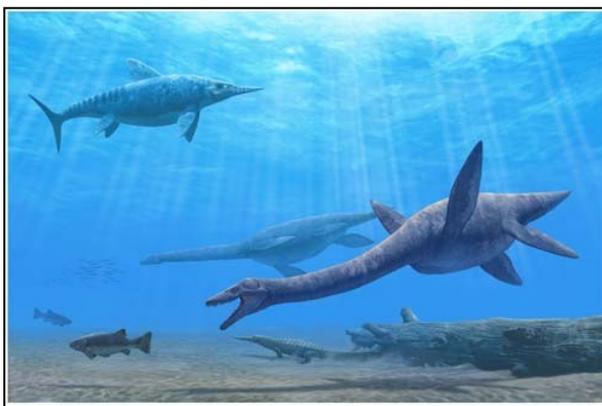


Fig. 3: Rekonstruktion av en svanödla som jagar småfisk. Källa: carnivoraforum.com.

I Kristianstadbassängen har bl.a. fossil som förts till släktet *Elasmosaurus* hittats (Sorensen *et al.*, 2013). Släktet omfattar några av de största svanödlorna och vissa individer kan ha varit upp emot 10 m långa. En mindre art, *Scanisaurus nazarowi*, har också beskrivits från området och individer av denna art kan ha nått kroppslängder på ca 3-4 m.

3.5 Mosasaurier

Mosasaurierna (familjen Mosasauridae) är en grupp

vattenlevande jätteödlor som dominerade toppen av näringskedjorna i haven under sen krittid (Fig. 1). Lemmarna var omvandlade till fenor, medan kroppen var strömlinjeformad och svansen utgjordes av en tudelad stjärtfena (Lindgren *et al.* 2010).

Storleksmässigt kunde mosasaurierna bli allt från 3 till 13 m långa (Lindgren, 2005). Mosasauriernas föda bestod huvudsakligen av fisk och bläckfisk, men också av andra djur, som mindre medlemmar av gruppen, hajar, akvatiska fåglar (Massare, 1987) och svanödlor (Fig. 2). Man har bl.a. funnit bitmärken från en mosasaurie på ett överarmsben från en svanödlä i Kristianstadsområdet (Einarsson *et al.*, 2010).

Från lokalen Åsen har man bl.a. samlat in ett större antal tänder, men också kotor och enstaka käkrester. Exempel på taxa som identifierats från området är *Clidastes propython*, *Tylosaurus ivoensis*, *Platecarpus* sp. och *Dollosaurus* sp, varav *C. propython* var en mindre form medan *T. ivoensis* låg i den större storleksordningen (Lindgren *et al.*, 2010; Sorensen *et al.*, 2013).

3.6 Archosaurier

Archosaurier är den grupp reptiler som omfattar krokodildjur, dinosaurier och fåglar. I Kristianstadbassängen har ett fåtal fynd av krokodiler och dinosaurier gjorts. I Kristianstadbassängen har fossil från en särskild grupp av akvatiska fåglar från sen krittid samlats in, dvs. hesperornitiformer tillhörande ordningen Hesperornithiformes (Fig. 4).

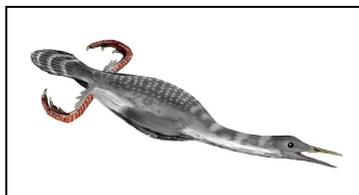


Fig. 4: Rekonstruktion av *Hesperornis*, gjord av Nobu Tamura (använd med tillstånd).

Dessa fåglar var tandförsedda, väl anpassade för ett liv i marina miljöer, och ska huvudsakligen ha levt på fisk (Rees & Lindgren, 2005). Hesperornitider var mycket skickliga dykare och deras lateralt tillplattade fötter drev dem framåt (Chinsamy *et al.*, 2011). Det har även konstaterats att de inte kunde flyga vilket baserats bl.a. på deras rudimentära vingar (Rees & Lindgren, 2005).

Vid två av Kristianstadbassängens lokaler, Åsen och Ivö Klack, har benfynd från hesperornitiformer gjorts. Fossilerna omfattar tre taxa: *Hesperornis rossicus*, *Hesperornis* sp. och *Baptornis* sp. Den förstnämnda är en av de största arterna marina fåglar som hittats från krita (Rees & Lindgren, 2005).

Till gruppen krokodiler har en skalle påträffats och identifierats som arten *Aigialosuchus villandensis* från campan (Persson, 1959). Arten påminner om moderna krokodiler och den ska ha varit fiskätande (Persson, 1959; Sorensen *et al.*, 2013).

Rester från en dinosaurieart har också påträffats

vid Åsenlokalen. Fynden består av tänder och kotor (Lindgren *et al.*, 2007). Dinosaurien har identifierats som en möjlig medlem av familjen Leptoceratopsidae, som är en förhållandevis liten och behornad dinosaurie (Russell, 1970) (Fig. 5).

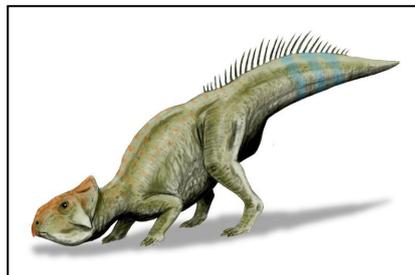


Fig. 5: *Leptoceratops*, gjord av Nobu Tamura (använd med tillstånd).

4 Beskrivning av fossilet

Fossilet är ett litet ben med en total längd på 3 cm och en maximal bredd på 2,4 cm (Fig. 6). Fossilet består av ett ljus, poröst material, troligtvis kalciumfosfat med inlagrade sekundära mineral. Fossilets form kan beskrivas som 'svampliknat'.

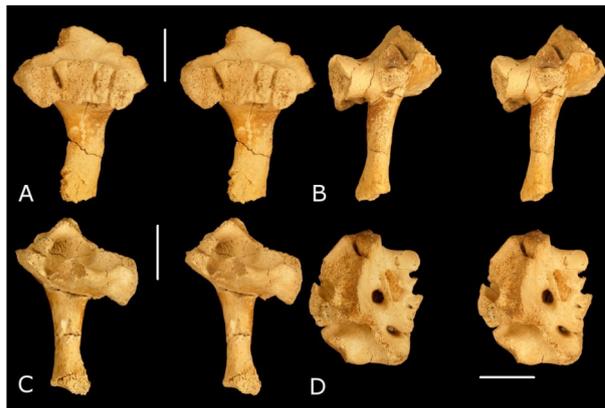


Fig. 6: Det fossiliserade benfyndet funnet på lokalen Åsen i Kristianstadbassängen, sett från fyra olika vinklar (stereobilder). Lägga märke till de öppningar (foramina) i benet som syns i bl.a. D. Öppningarna är till för bl.a. blodkärl och nerver. Skalan = 1 cm.

Ett smalt utskott, ca 0,5 cm brett, leder upp till fossilets 'huvud', en struktur i form av en bredare och rundare struktur som innehåller mindre öppningar och ett större hålrum. I Figur 6C går det att se öppningarna, men också det större hålrummet på vänster sida. Hålrummet syns även i Figur 6D. På vissa ställen ser fossilet rundat ut, men andra ytor ser avbrutna ut, som om benet suttit fast vid något annat skelettelement.

5 Diskussion

Denna studie visar på två huvudsakliga hypoteser om vad benet kan vara. Antingen är det en del av en bäckengördel eller så är det en del av en hjärnskål. I Figur 7

presenteras ett antal ben från några djurgrupper som fossilet liknar och kan tänkas tillhöra.

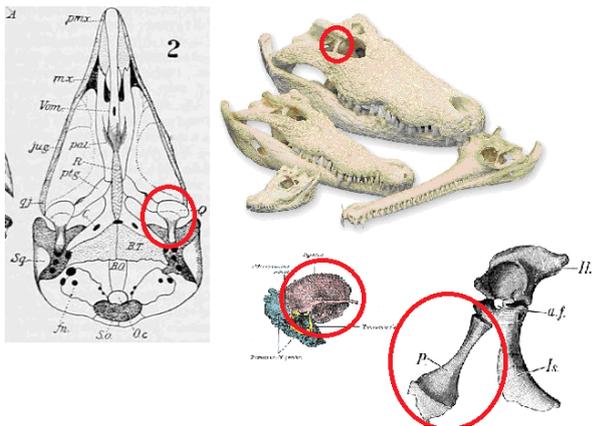


Fig. 7: Figuren visar några förslag till vad fossilyndet kan vara. Möjliga ben är inringat i rött.

Uppe t.h.: reptilskallar, främst krokodiler. Källa: <http://www.skullsunlimited.com/>.

Nere t.v.: Illustration av tinningben. Rosafärgade påminde ytterst lite om fossilets form. Källa: Henry Gray (1825–1861). *Anatomy of the Human Body*. 1918. Fig. 143, (www.bartleby.com).

Nere t.h.: Bäckengördel från en krokodil. Inringat ben är ett möjligt ben. Källa: J. Arthur Thomson, M.A., LL.D. *Outlines of Zoology* (New York, NY: D. Appleton & Company, 1916. Copyright 2004-2014 Florida Center for Instructional Technology).

T.v. Illustration av en nutida hönskalle. Källa: Fågel-skallen t.v.: *The New International Encyclopaedia*, v. 3, 1905, p. 99. Registrerat för U.S. Copyright Office.

Bäckengördelen hos sköldpaddor (Romer, 1956, [fig. 121](#)) och krokodiler (Romer, 1956, s. 323) har i likhet med fossilyndet ett smalt utskott (dock inte lika smalt som fossilyndet), som sedan går över i en bredare, mer rundad struktur.

Hypotesen att fyndet från Åsen är en del av en bäckengördel är dock mindre trolig då de senare inte är lika vaskulariserade som fossilet. Öppningar i ben har som funktion att släppa fram nerver och blodkärl.

Hypotesen att fossilet kan ha tillhört en hjärnskål är mer passande då denna (tillsammans med ryggraden) är känd för att innehålla flertalet av foramina.

Fossilyndet ser dock inte ut som en ryggekota och därmed utesluts teorin om att fossilet tillhör en ryggrad. Det kan diskuteras huruvida fossilet har tillhört en extremitet eller ej. Extremiteter från bl.a. fåglar och plesiosaurier har studerats (bl.a. Caldwell, 1997, fig. 3). Fossilet liknat dock ingen del av någon extremitet, delvis för att fossilets utskott är väldigt smalt medan extremiteternas delar är fint rundade, och delvis för att 'huvudet' på fossilyndet innehåller för många hålrum och är inte heller tillräckligt rundat för att likna ett extremitetsben. Teorin om att fossilyndet ska ha hört till en hjärnskål är alltså att föredra p.g.a. de foramina som finns i fossilet och även dess storlek och form..

När det handlar om till vilken djurgrupp benet kan ha hört utesluts rockor och hajar som möjliga kandidater då deras skelett inte omfattar ben liknande fossilyndet.

I en artikel av Benson *et al.* (2011) beskrivs anatomin av ett kranium från svanödlan *Thalassiodracon hawkinsii* från tidig jura i Storbritannien. I denna artikel finns bilder av hjärnskålen och tillhörande ben hos svanödlan. Ett av dessa stämmer perfekt överens med fossilyndet som denna artikel beskriver (cf. Fig. 8).

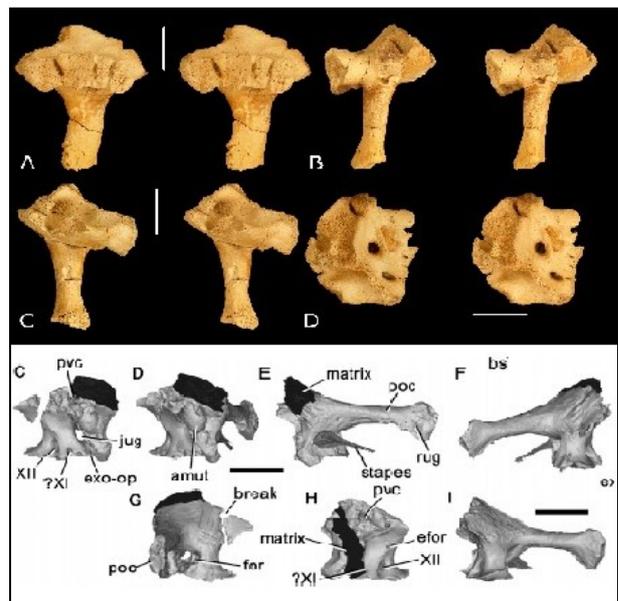


Fig. 8: Den översta delen av figuren återger fossilyndet från de senkretaceiska avlagringarna vid Åsen i nordöstra Skåne. Bilden nedan visar motsvarande ben, dvs. det paraoccipitala utskottet på det occipitala benet, i skallen på en svanödlan (Källa: Benson, *et al.*, 2011).

Benet är en del av det paraoccipitala utskottet, som utgör en del av hjärnskålen och bildar en struktur, det occipitala benet, som finns nära innerörat.

En av de mest varierade djurgrupperna under sen krita var svanödlorna och benfyndet som beskrivs i denna artikel har troligtvis tillhört just en sådan reptil (Fig. 9).

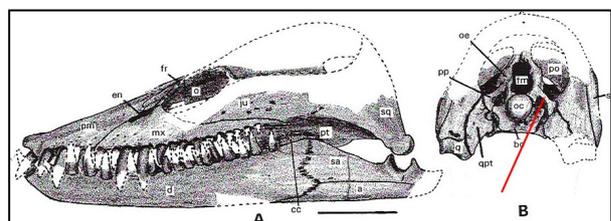


Fig. 9: En skalle av plesiosauren *Libonectes morgani*. Det röda sträcket pekar på det paraoccipitala utskottet (från Carpenter, 1997) som motsvarar platsen där fossilet kan ha suttit.

Storleken på fossilyndet stämmer väl överens med tidigare fynd (se bl.a. Benson *et al.*, 2011, fig. 4C-I).

Benson *et al.* (2011) beskriver även de foramina som finns i det paraoccipitala utskottet och placeringen och storleken på dessa stämmer bra överens med de på fossilfyndet från Åsen. Exempelvis kan hålrummet i fossilfyndet motsvara 'chamber for ampulla and utriculus' Benson *et al.* (2011, s. 569) vilket motsvarar en kanal i örat. Värt att notera är också att det paraoccipitala utskottet tros vara dåligt förbenat och eventuellt missbildat hos *Thalassiodracon* (Benson *et al.*, 2011). Ett liknande benfynd från jura, även det från en svanödla, beskrevs av Noè *et al.* (2003) och storleken är detsamma som det hos fyndet från Åsen.

6 Tack

Arbetet med denna artikel har varit intressant och lärorikt och jag vill tacka min handledare Johan Lindgren för all hjälp med vägledningen, skrivandet och metodik. Jag vill även tacka alla lärare involverade i introduktionen av denna kurs, GEOL01, för deras instruktioner och engagemang, och slutligen även Geologiska institutionen i Lund för tillgång till utrustning och lokaler.

7 Referenser

- Benson, R. B. J., Bates, K. T., Johnson, M. R. & Withers, P. J., 2011: Cranial anatomy of *Thalassiodracon hawkinsii* (Reptilia, Plesiosauroidea) from the Early Jurassic of Somerset, United Kingdom. *Journal of Vertebrate Paleontology* 31, 562-574.
- Brentnall, S. J., Beerling, D. J., Osbourne, C. P., Harland, M., Francis, J.E., Valdes, P.J. & Wittig, V. E., 2005: Climatic and ecological determinants of leaf lifespan in polar forests of the high CO₂ Cretaceous 'greenhouse' world. *Global Change Biology* 11, pp. 2177-2195.
- Caldwell, M. W., 1997: Limb Osteology and Ossification Patterns in Cryptoclidus (Reptilia: Plesiosauroidea) with a Review of Sauropterygian Limbs. *Journal of Vertebrate Paleontology* 17, 295-307.
- Chinsamy, A., Martin, L. D. & Dodson, P., 1998: Bone microstructure of the diving Hesperornis and the volant Ichthyornis from the Niobrara Chalk of western Kansas. *Cretaceous Research* 19, 225-235.
- Cicimurri, D. J. & Everhart, M. J., 2001: An Elasmosaur with Stomach Contents and Gastroliths from the Pierre Shale (Late Cretaceous) of Kansas. *Kansas Academy of Science, Transactions* 104 (3/4), 129-143.
- Davis, J.W., 1890: On the fossil fish of the Cretaceous formation of Scandinavia. *Scientific Transactions of the Royal Dublin Society* 4, 363-434.
- Einarsson, E., Lindgren, J., Kear, B. P. & Siversson, M., 2010: Mosasaur bite marks on a plesiosaur propodial from the Campanian (Late Cretaceous) of southern Sweden. *GFF* 132, 123-128.
- Eriksson, M. E., Lindgren, J., Chin, K. & Månsby, U., 2011: Coprolite morphotypes from the Upper Cretaceous of Sweden: novel views on an ancient ecosystem and implications for coprolite taphonomy. *Lethaia* 44, 455-468.
- Erlstrom, M. & Gabrielson, J., 1992: Petrology, fossil composition and depositional history of the Ignaberga Limestone, Kristianstad Basin, Scania. *Sveriges Geologiska Undersökning Serie Ca Avhandlingar och Uppsatser*, 1-30.
- Haworth, M., Hesselbo, S. P., McElwain, J. C., Robinson, S. A. & Brunt, J.W., 2005: Mid-Cretaceous pCO₂ based stomata of the extinct conifer *Pseudofrenelopsis* (Cheirolepidiaceae). *Geology* 33, 749-752.
- Kear, B. P., 2006: First gut contents in a Cretaceous sea turtle. *Biology Letter* 2, p. 113-115.
- Kominz, M.A., Browning, J.V., Miller, K.G., Sugarman, P.J., Mizintseva, S., Scotese, C.R., 2008: Late Cretaceous to Miocene sea-level estimates from the New Jersey and Delaware coastal plain coreholes: an error analysis. *Basin Research* 20, pp. 211-226.
- Larsson, K., Solakius, N. & Vajda, V., 2000: Foraminifera and palynomorphs from the greensand-limestone sequences (Aptian-Coniacian) in southwestern Sweden. *Geologische Jahrbuch für Geologie und Paläontologie* 216, 277-312.
- Last, P. R. & Stevens, J.D., 2009, *Sharks and rays of Australia*, second ed. CSIRO Publishing. 656 pp.
- Lindgren, J., 2005: Dental and vertebral morphology of the enigmatic mosasaur *Dollosaurus* (Reptilia, Mosasauridae) from the lower Campanian (Upper Cretaceous) of southern Sweden. *Bulletin of the Geological Society of Denmark* 52, 17-25.
- Lindgren, J., Caldwell, M. W., Konishi, T. & Chiappe, L. M., 2010: Convergent evolution in aquatic tetrapods: Insights from an exceptional fossil mosasaur. *PLoS ONE* 5, p. 1-10.
- Lindgren, J., Currie, P. J., Siversson, M., Rees, J., Cederstrom, P. & Lindgren, F., 2007: The first neoceratopsian dinosaur remains from Europe. *Palaeontology* 50, 929-937.

- Massare, J. A., 1987: Tooth Morphology and Prey Preference of Mesozoic Marine Reptiles. *Journal of Vertebrate Paleontology* 7, 121-137.
- Noè, L. F., Liston, J. & Evans, M., 2003: The first relatively complete exoccipital-opisthotic from the braincase of the Callovian pliosaur, *Liopleurodon*. *Geological Magazine* 140, 479-486.
- Persson, P. O., 1959: Reptiles from the Senonian (U. Cret.) of Scania (S. Sweden). *Arkiv för Mineralogi och Geologi* 2, 431-478.
- Rees, J. & Lindgren, J., 2005: Aquatic birds from the Upper Cretaceous (Lower Campanian) of Sweden and the biology and distribution of hesperornithiforms. *Palaeontology* 48, 1321-1329.
- Romer, A. S., 1956: *Osteology of the reptiles*. Chicago: Univ. of Chicago Press. p. 772.
- Russell, D. A., 1970: A skeletal reconstruction of *Lep-toceratops gracilis* from the upper Edmonton Formation (Cretaceous) of Alberta. *Canadian Journal of Earth Sciences* 7, 181-184.
- Scheyer, T. M., Mörts, T. & Einarsson, E., 2012: First record of soft-shelled turtles (Cryptodira, Trionychidae) from the Late Cretaceous of Europe. *Journal of Vertebrate Paleontology* 32, 1027-1032.
- Siverson, M., 1992: Late Cretaceous Paraorthacodus (Palaeospinacidae, Neoselachii) from Sweden. *Journal of Paleontology* 66 994-1001.
- Siverson, M., 1992: Biology, dental morphology and taxonomy of lamniform sharks from the Campanian of the Kristianstad basin, Sweden. *Palaeontology* 35, 519-554.
- Sorensen, A. M. & Surlyk, F., 2011: Taphonomy and palaeoecology of the gastropod fauna from a Late Cretaceous rocky shore, Sweden. *Cretaceous Research* 32, 472-479.
- Sorensen, A. M., Surlyk, F. & Lindgren, J., 2013: Food resources and habitat selection of a diverse vertebrate fauna from the upper lower Campanian of the Kristianstad Basin, southern Sweden. *Cretaceous Research* 42, 85-92.
- Taylor, M., 2000: Functional significance of bone ballastin in the evolution of buoyancy control strategies by aquatic tetrapods. *Historical Biology: A Journal of Paleobiology* 14, p. 15.
- Vajda-Santivanez, V., & Solakius, N., 1999: Palynomorphs. Foraminifera and calcisphaeres from the greensand-limestone transition at Arnager, Bornholm: evidence for the late Cenomanian to early Coniacian transgression. *GFF* 121, 281-286.
- Vajda, V., 2001: Aalenian to Cenomanian palynofloras of SW Scania, Sweden. *Acta Paleontologica Polonica* 46, 403-426.

Figurer

Fig. 1: Artwork copyright Bob Nicholls, 2003. Hämtad den 6:e maj, 2014 från www.paleocreations.com. Använd med tillstånd.

Fig. 2: www.carnivoraforum.com, hämtad den 6:e maj,

2014.

Fig. 3: Av: Johan Fredriksson. Licensierad under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Hämtad den 7:e maj, 2014 från <http://sv.wikipedia.org/wiki/Gitarrfiskar>.

Fig. 4 & Fig. 5: Av: Nobu Tamura. Licensed under Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported. Använd med tillstånd. Hämtad den 8:e maj, 2014 från <http://spinops.blogspot.se/>.

Fig. 7: Källa: Krokodilskallar. Hämtad den 11:e maj, 2014 från <http://www.skullsunlimited.com/>. Illustration av tinningben. Källa: Henry Gray (1825–1861). *Anatomy of the Human Body*. 1918. Fig. 143. Hämtad den 6:e maj, 2014 från www.bartleby.com.

Bäckengördel från krokodil. Källa: J. Arthur Thomson, M.A., LL.D. *Outlines of Zoology* (New York, NY: D. Appleton & Company, 1916. Copyright 2004-2014 Florida Center for Instructional Technology. Hämtad den 9:e maj från http://etc.usf.edu/clipart/48100/48100/48100_croc_pelvic.htm.

Illustration av skalle från höns. Källa: The New International Encyclopaedia, v. 3, 1905, p. 99. Registrerat för U.S. Copyright Office. Jag äger inte illustrationen. Hämtad den 6:e maj från http://en.wikisource.org/wiki/The_New_International_Encyclop%C3%A6dia/Bird.

Fig. 9: Carpenter, K., 1994: Comparative cranial anatomy of two North American Cretaceous plesiosaurs. *Journal of Vertebrate Paleontology* 14, 19-19.

Tidigare skrifter i serien ”Examensarbeten i

Geologi vid Lunds universitet”:

326. Qvarnström, Martin, 2012: An interpretation of oncoïd mass-occurrence during the Late Silurian Lau Event, Gotland, Sweden. (15 hp)
327. Ulmius, Jan, 2013: P-T evolution of paragneisses and amphibolites from Romeleåsen, Scania, southernmost Sweden. (45 hp)
328. Hultin Eriksson, Elin, 2013: Resistivitetmätningar för avgränsning av lakvattenplym från Kejsarkullens deponis infiltrationsområde. (15 hp)
329. Mozafari Amiri, Nasim, 2013: Field relations, petrography and $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ cooling ages of hornblende in a part of the eclogite-bearing domain, Sveconorwegian Orogen. (45 hp)
330. Saeed, Muhammad, 2013: Sedimentology and palynofacies analysis of Jurassic rocks Eriksdal, Skåne, Sweden. (45 hp)
331. Khan, Mansoor, 2013: Relation between sediment flux variation and land use patterns along the Swedish Baltic Sea coast. (45 hp)
332. Bernhardson, Martin, 2013: Ice advance-retreat sediment successions along the Logata River, Taymyr Peninsula, Arctic Siberia. (45 hp)
333. Shrestha, Rajendra, 2013: Optically Stimulated Luminescence (OSL) dating of aeolian sediments of Skåne, south Sweden. (45 hp)
334. Fullerton, Wayne, 2013: The Kalgoorlie Gold: A review of factors of formation for a giant gold deposit. (15 hp)
335. Hansson, Anton, 2013: A dendroclimatic study at Store Mosse, South Sweden – climatic and hydrologic impacts on recent Scots Pine (*Pinus sylvestris*) growth dynamics. (45 hp)
336. Nilsson, Lawrence, 2013: The alteration mineralogy of Svartliden, Sweden. (30 hp)
337. Bou-Rabee, Donna, 2013: Investigations of a stalactite from Al Hota cave in Oman and its implications for palaeoclimatic reconstructions. (45 hp)
338. Florén, Sara, 2013: Geologisk guide till Söderåsen – 17 geologiskt intressanta platser att besöka. (15 hp)
339. Kullberg, Sara, 2013: Asbestkontamination av dricksvatten och associerade risker. (15 hp)
340. Kihlén, Robin, 2013: Geofysiska resistivitetmätningar i Sjöcrona Park, Helsingborg, undersökning av områdets geologiska egenskaper samt 3D modellering i GeoScene3D. (15 hp)
341. Linders, Victor, 2013: Geofysiska IP-undersökningar och 3D-modellering av geofysiska samt geotekniska resultat i GeoScene3D, Sjöcrona Park, Helsingborg, Sverige. (15 hp)
342. Sidenmark, Jessica, 2013: A reconnaissance study of Rävliiden VHMS-deposit, northern Sweden. (15 hp)
343. Adamsson, Linda, 2013: Peat stratigraphical study of hydrological conditions at Stass Mosse, southern Sweden, and the relation to Holocene bog-pine growth. (45 hp)
344. Gunterberg, Linnéa, 2013: Oil occurrences in crystalline basement rocks, southern Norway – comparison with deeply weathered basement rocks in southern Sweden. (15 hp)
345. Peterffy, Olof, 2013: Evidence of epibenthic microbial mats in Early Jurassic (Sinemurian) tidal deposits, Kulla Gunnarstorp, southern Sweden. (15 hp)
346. Sigeman, Hanna, 2013: Early life and its implications for astrobiology – a case study from Bitter Springs Chert, Australia. (15 hp)
347. Glommé, Alexandra, 2013: Texturella studier och analyser av baddeleyitvandringar i zirkon, exempel från sydöstra Ghana. (15 hp)
348. Brådenmark, Niklas, 2013: Alunskiffer på Öland – stratigrafi, utbredning, mäktigheter samt kemiska och fysikaliska egenskaper. (15 hp)
349. Jalnefur Andersson, Evelina, 2013: En MIFO fas 1-inventering av fyra potentiellt förorenade områden i Jönköpings län. (15 hp)
350. Eklöv Pettersson, Anna, 2013: Monazit i Obbhult-komplexet: en pilotstudie. (15 hp)
351. Acevedo Suez, Fernando, 2013: The reliability of the first generation infrared refractometers. (15 hp)
352. Murase, Takemi, 2013: Närkes alunskiffer – utbredning, beskaffenhet och

- oljeinnehåll. (15 hp)
353. Sjöstedt, Tony, 2013: Geoenergi – utvärdering baserad på ekonomiska och drifttekniska resultat av ett passivt geoenergisystem med värmeuttag ur berg i bostadsrättsföreningen Mandolinen i Lund. (15 hp)
354. Sigfúsdóttir, Thorbjörg, 2013: A sedimentological and stratigraphical study of Veiki moraine in northernmost Sweden. (45 hp)
355. Månsson, Anna, 2013: Hydrogeologisk kartering av Hultån, Sjöbo kommun. (15 hp)
356. Larsson, Emilie, 2013: Identifying the Cretaceous–Paleogene boundary in North Dakota, USA, using portable XRF. (15 hp)
357. Anagnostakis, Stavros, 2013: Upper Cretaceous coprolites from the Münster Basin (northwestern Germany) – a glimpse into the diet of extinct animals. (45 hp)
358. Olsson, Andreas, 2013: Monazite in metasediments from Stensjöstrand: A pilot study. (15 hp)
359. Westman, Malin, 2013: Betydelsen av raka borrhål för större geoenergisystem. (15 hp)
360. Åkesson, Christine, 2013: Pollen analytical and landscape reconstruction study at Lake Storsjön, southern Sweden, over the last 2000 years. (45 hp)
361. Andolfsson, Thomas, 2013: Analyses of thermal conductivity from mineral composition and analyses by use of Thermal Conductivity Scanner: A study of thermal properties in Scanian rock types. (45 hp)
362. Engström, Simon, 2013: Vad kan inneslutningar i zirkon berätta om Varbergscharnockiten, SV Sverige. (15 hp)
363. Jönsson, Ellen, 2013: Bevarat maginnehåll hos mosasaurier. (15 hp)
364. Cederberg, Julia, 2013: U-Pb baddeleyite dating of the Pará de Minas dyke swarm in the São Francisco craton (Brazil) – three generations in a single swarm. (45 hp)
365. Björk, Andreas, 2013: Mineralogisk och malmpetrografisk studie av disseminerade sulfider i rika och fattiga prover från Kleva. (15 hp)
366. Karlsson, Michelle, 2013: En MIFO fas 1-inventering av förorenade områden: Kvarnar med kvicksilverbetning Jönköpings län. (15 hp)
367. Michalchuk, Stephen P., 2013: The Säm fold structure: characterization of folding and metamorphism in a part of the eclogite-granulite region, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
368. Praszkiar, Aron, 2013: First evidence of Late Cretaceous decapod crustaceans from Åsen, southern Sweden. (15 hp)
369. Alexson, Johanna, 2013: Artificial groundwater recharge – is it possible in Mozambique? (15 hp)
370. Ehlörsson, Ludvig, 2013: Hydrogeologisk kartering av grundvattenmagasinet Åsumsfältet, Sjöbo. (15 hp)
371. Santsalo, Liina, 2013: The Jurassic extinction events and its relation to CO₂ levels in the atmosphere: a case study on Early Jurassic
- hp)
350. Eklöv Pettersson, Anna, 2013: Monazit i Obbhult-komplexet: en pilotstudie. (15 hp)
351. Acevedo Suez, Fernando, 2013: The reliability of the first generation infrared refractometers. (15 hp)
352. Murase, Takemi, 2013: Närkes alunskiffer – utbredning, beskaffenhet och oljeinnehåll. (15 hp)
353. Sjöstedt, Tony, 2013: Geoenergi – utvärdering baserad på ekonomiska och drifttekniska resultat av ett passivt geoenergisystem med värmeuttag ur berg i bostadsrättsföreningen Mandolinen i Lund. (15 hp)
354. Sigfúsdóttir, Thorbjörg, 2013: A sedimentological and stratigraphical study of Veiki moraine in northernmost Sweden. (45 hp)
355. Månsson, Anna, 2013: Hydrogeologisk kartering av Hultån, Sjöbo kommun. (15 hp)
356. Larsson, Emilie, 2013: Identifying the Cretaceous–Paleogene boundary in North Dakota, USA, using portable XRF. (15 hp)
357. Anagnostakis, Stavros, 2013: Upper Cretaceous coprolites from the Münster Basin (northwestern Germany) – a glimpse into the diet of extinct animals. (45 hp)
358. Olsson, Andreas, 2013: Monazite in metasediments from Stensjöstrand: A pilot study. (15 hp)
359. Westman, Malin, 2013: Betydelsen av raka borrhål för större geoenergisystem. (15 hp)
360. Åkesson, Christine, 2013: Pollen analytical and landscape reconstruction study at Lake Storsjön, southern Sweden, over the last 2000 years. (45 hp)
361. Andolfsson, Thomas, 2013: Analyses of thermal conductivity from mineral composition and analyses by use of Thermal Conductivity Scanner: A study of thermal properties in Scanian rock types. (45 hp)
362. Engström, Simon, 2013: Vad kan inneslutningar

- i zirkon berättar om Varbergscharnockiten, SV Sverige. (15 hp)
363. Jönsson, Ellen, 2013: Bevarat maginnehåll hos mosasaurier. (15 hp)
364. Cederberg, Julia, 2013: U-Pb baddeleyite dating of the Pará de Minas dyke swarm in the São Francisco craton (Brazil) – three generations in a single swarm. (45 hp)
365. Björk, Andreas, 2013: Mineralogisk och malmpetrografisk studie av disseminerade sulfider i rika och fattiga prover från Kleva. (15 hp)
366. Karlsson, Michelle, 2013: En MIFO fas 1-inventering av förorenade områden: Kvarnar med kvicksilverbetning Jönköpings län. (15 hp)
367. Michalchuk, Stephen P., 2013: The Säm fold structure: characterization of folding and metamorphism in a part of the eclogite-granulite region, Sveconorwegian orogen. (45 hp)
368. Praszkiar, Aron, 2013: First evidence of Late Cretaceous decapod crustaceans from Åsen, southern Sweden. (15 hp)
369. Alexson, Johanna, 2013: Artificial groundwater recharge – is it possible in Mozambique? (15 hp)
370. Ehlorsson, Ludvig, 2013: Hydrogeologisk kartering av grundvattenmagasinet Åsumsfältet, Sjöbo. (15 hp)
371. Santsalo, Liina, 2013: The Jurassic extinction events and its relation to CO₂ levels in the atmosphere: a case study on Early Jurassic fossil leaves. (15 hp)



LUNDS UNIVERSITET

Geologiska institutionen
Lunds universitet
Sölvegatan 12, 223 62 Lund

