

Geologie a paleontologie

Kosterní zbytky ježovek v silurských a devonských vápencích Českého krasu

Echinoid skeletal remains in the Silurian and Devonian limestones of the Czech Karst, Barrandian area (Czech Republic)

Rudolf J. Prokop¹

0. Abstract

The first complete report about the presence and stratigraphical span of echinoids in the Silurian and Devonian strata is summarized for the Czech Karst, Barrandien (Central Bohemia, Czech Republic). Till present time only a few information dealing with the presence of these echinoderms in Bohemia have been published. Stratigraphically oldest, rare skeletal remains of echinoids were found in the tuffites and limestones with volcanoclastic admixture of Wenlockian age. They occur relatively abundantly in the Ludlow and Přídolí Stages (late Silurian). On the other hand, many hundreds of skeletal remains of the Devonian echinoids (demipyramids, rotulae, teeth and other parts of "Aristotle lantern", pedicellars and spines) have been obtained from the weathered parts of limestones by washings. These remains occur in all stratigraphical levels of the Devonian stages, i.e. in Lochkovian, Pragian, Zlichovian (= Lower Emsian), Dalejan (= Upper Emsian) and Eifelian, and in all petrographical types of limestones. It seems that the echinoids were very abundant in the Bohemian Massif, especially in the seas of the Devonian age. From the systematic point of view, the Siluro-Devonian echinoids from the Barrandian Area seems to belong to four orders, four families and eleven genera (see the list at the end of the Czech text).

1. Úvod

Ježovky jsou reprezentanty velmi rozsáhlé a geologicky velmi staré třídy ostnokožců. Jejich nejstarší zástupci se objevují již ve starším paleozoiku a to v mořích raného ordoviku. Od siluru pak můžeme zaznamenat již značný rozvoj této třídy, progresivní vývojový trend, který trvá dodnes.

V současné době se ježovky vyskytují velmi hojně (místy až masově) ve všech mořích s normální salinitou, ve všech klimatických pásmech a v nejrůznějších hloubkách – od pobřežních mělčin až po nejhlubší oblasti oceánů. Poloslaným a sladkým vodám se vyhýbají a ani jejich fosilní zbytky nebyly v sladkovodních nebo brakických sedimentech nikdy nalezeny.

2. Z historie výzkumu

O tom, že v českých silurských a zejména devonských mořích žily mj. i četné ježovky nebylo ještě nedávno téměř nic známo. Drobné a často obtížně rozeznatelné zbytky jejich koster se při klasickém výzkumu, tj. roztloukání pevných sedimentů, mohly objevit jen výjimečně. Navíc jsou často neúplné, úlomkovité a pro sběratele nepříliš atraktivní. A tak se až do první poloviny 20. století všeobecně soudilo, že v českých staropaleozoických mořích snad ani žádné ježovky nežily, nebo se vyskytovaly jen velmi vzácně – stejně jako další eleutherozoidní ostnokožci, např. hadice, hvězdice nebo sumýši (viz ještě Prantl 1942 a 1952).

Obrat nastal až v druhé polovině minulého století, se změnou (nebo spíše doplněním) metodiky výzkumu. Paleontologové totiž

obrátili pozornost na „klasiky“ opomíjené, rozvětralé partie silurských a zejména devonských vápenců v Barrandienu, známé jako „bílé vrstvy“. Plavením a propíráním těchto sypkých sedimentů na sítech bylo získáno obrovské množství volných a většinou skvěle zachovaných zkamenělých pozůstatků zcela nových nebo jen málo známých druhů nejrůznějších živočišných skupin. Vzhledem k tomu, že součástí koster ostnokožců tvoří často jednu ze základních hornintvorných složek vápenců, jsou i ve výplavech zastoupeny víc než bohatě – včetně kosterních elementů ježovek.

Studium materiálu z výplavů nejenže obohatilo naše dosavadní poznatky o morfologii, biologii, ekologii atd. u jednotlivých druhů, ale také znalosti o složení a rozmanitosti fosilních společenstev v jednotlivých souvrstvích barrandienského siluru a devonu. Ve výplavech z „bílých vrstev“ bylo nalezeno nejen mnoho tisíc částí koster nebo i celých exemplářů ze skupin ostnokožců v mořích dodnes zastoupených ale z českých silurodevonských moří dříve téměř nebo zcela neznámých, jako jsou ježovky, hadice, hvězdice a sumýši, ale také zástupců tříd echinodermat žijících jen v prvorách, jako jsou poupěnci (Blastoidea), Cyclocystoidea, Edrioasteroidea a Ophiocistitioidea.

3. Nálezy a jejich stratigrafické rozpětí

Jedny z nejpozoruhodnějších a nejcharakterističtějších kosterních elementů patří právě ježovkám. Jejich hojnost svědčí o tom, že ježovky zde žilo, především v mořích devonu, značné množství a to od bouřících vod koněpruského útesu až po klidné, hlubší oblasti barrandienské pánve, kde se v mírném proudění usazovaly např. kalové, mikritické dvoreckoprokopské vápence, nebo jim litologicky velmi podobné vápence třebotovské a chotečské. Zástupci všech dosud nalezených druhů patřili k volně pohyblivým ježovkám, které ležly po mořském dně, po případě se usazovaly na skalách. Hrabavé typy zatím nebyly zjištěny.

Co do geologického stáří je výskyt našich ježovek v souladu s celkovým vývojem staršího paleozoika Pražské pánve a Českého masivu vůbec. Typické ježovky ordoviku – bothriocidaridy, hojně např. v mělkovodních vápencích baltoskandinávské oblasti, od nás neznáme; asi se českému chladnému ordovickému moři spíše vyhýbaly.

¹ Paleontologické oddělení Přírodovědeckého muzea, Národní muzeum, Václavské náměstí 68, 115 79 Praha 1, email: prokop.r@chello.cz

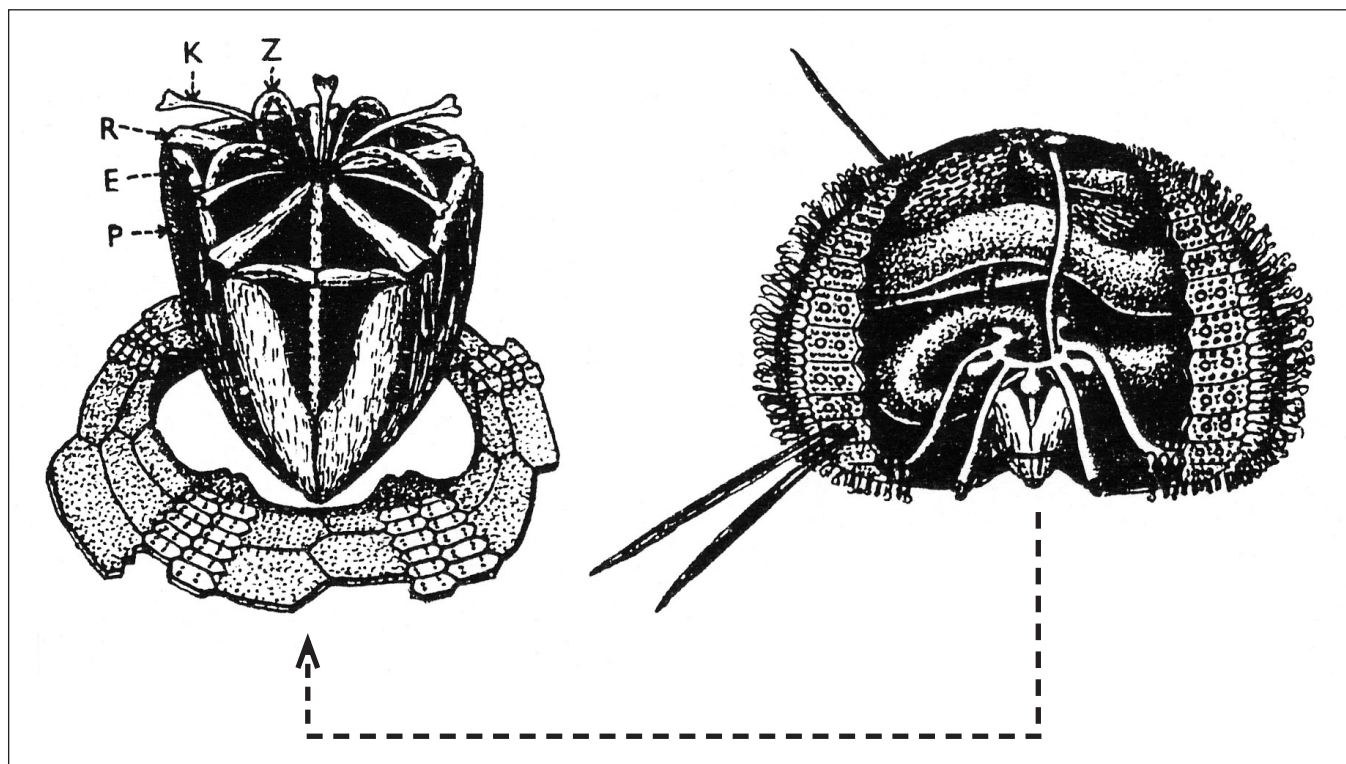
Poděkování: Výzkumné práce byly konány v rámci spolupráce mezi paleontologickým oddělením Národního muzea a vedením Velkolomu Čertovy schody. The study was realized within the framework of the contract between the Palaeontological Department of the National Museum and the Management of the Čertovy schody Quarry.

Český kras (Beroun), XXXIII (2007), 16-21, 5 obr., 1 tab.

© Muzeum Českého krasu

ISSN 1211-1643

ISBN 978-80-903477-2-4



Obr. 1. Čelistní systém ježovek (Aristotelova lucerna): Z – zub (5), K – kompas (10), R – rotula (5), E – epifyza (10), P – pyramida (2x5 demi-pyramid). Celý systém je složen ze 40ti součástí (kresba V. Petr 1989).

Fig. 1. The jaw system (Aristotle's lantern) of echinoids: Z = teeth (5), K = compass (10), R = rotula (5), E = epiphysis (10), pyramid (2x5 demipyramids). The system is composed from 40 elements (drawing V. Petr 1989).

Od středního siluru byla situace příznivější a tak z wenlocku máme již první nálezy nepochybných kosterních elementů ježovek z vápnatých břidlic motolského souvrství z Prahy - Pankráce. Hojnější a také rozmanitější zbytky ježovek pak nalézáme zejména v tufitech a tufitických vápencích kopaninského souvrství (ludlow) odkrytých v proslulých lomech „Amerika“ u Karlštejna a „Kosov“ u Berouna (Prokop 2001).

Poměrně vzácné a nepříliš dobře zachované kosterní elementy ježovek jsou známy i z požárských vápenců přídolu, poněkud z lokality v Praze – Řeporyjích. Prokop a Petr (1986) je zařadili předběžně do čeledi *Lepidocentridae*. Nověji pak bylo zjištěno, že jsou zde zastoupeny minimálně tři rody lepidocentroidních ježovek a to: *Lepidocentrus*, *Echinocystites* a *Kongielechinus*.

Prudký rozvoj echinoideí nastal v mořích devonu a to celosvětově. Celé exempláře jejich koster jsou však, stejně jako v siluru, velmi vzácné vzhledem k tomu, že jednotlivé elementy skeletu nebyly vzájemně příliš pevně srostlé. Rozpadlé, rozplavené a izolované části koster jsou však hojné a dobře rozeznatelné. V Barrandienu se objevují se ve všech výplavech z devonských vápenců prakticky na všech lokalitách a to od lochkovu přes celý prag i spodní a svrchní ems (tj. vápence zlíchovské a třebotovské), až po chotečské vápence eifelského stáří. Na Moravě pak nejsou žádnou vzácností ve vápencích macošského souvrství (na hranici eifel-givet), na proslulé lokalitě Čelechovice na Hané, s. od Prostějova.

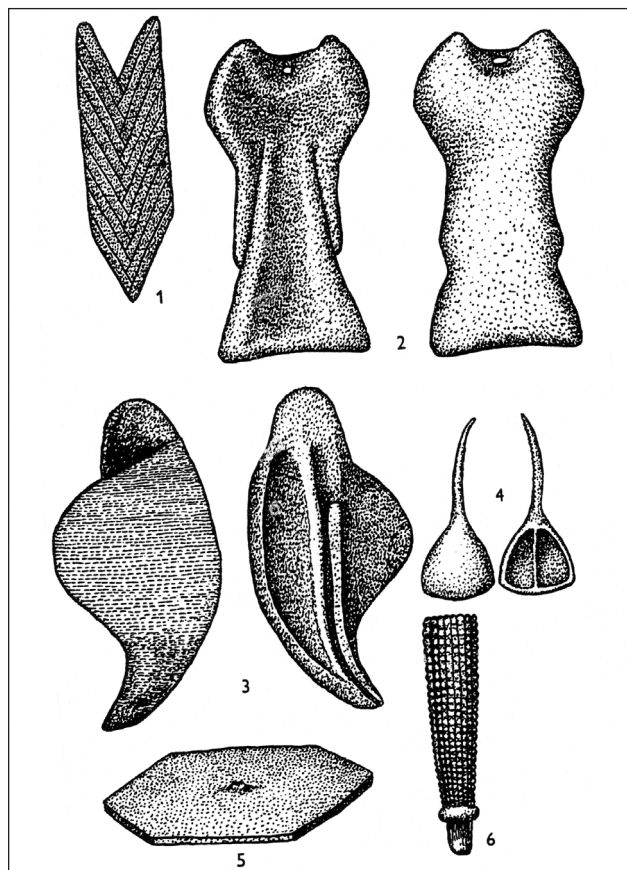
Obecně lze říci, že z koster ježovek mají největší naději na fosilizaci destičky theky a to jak ambulakrální (Amb), tak interambulakrální (Iamb) a součásti složitějšího čelistního aparátu, známého jako „Aristotelova lucerna“. U „Aristotelovy lucerny“ jde především o trojhranné poloviny čelistí, tzv. demi-pyramidy a masivní kosterní destičky z apikální části lucerny – rotulae. Jemnější součásti čelistního aparátu, jako

tzv. kompas, kloubní epifyzy a zuby jsou pochopitelně vzácnější. Pro biostratigrafický výzkum jsou velmi cenné ostny, jejichž struktura je pro různé skupiny ježovek charakteristická a dobře rozeznatelná i ve výbrusech, třeba i z vrtných jader.

Překvapivě často se ve výplavech objevují i nejjemnější součásti koster ježovek, pedicelárie, které většinou svým tvarem připomínají miniaturní naběračky. Pedicelárie recentních ježovek slouží k čištění schránek a také k obraně. Protože mají většinou jedové žlázy s velmi silným jedem je tato obrana až překvapivě účinná i proti značně velkým útočníkům. Není důvod pochybovat o tom, že funkce pedicelárií u staropaleozoických ježovek byla stejná.

Přes všechny dosavadní nálezy, systematické zařazení našich silurodevonských ježovek není snadné. Jejich výzkum a výzkum izolovaných částí jejich koster jsou dosud v počátcích. V zahraničí není situace o nic lepší. Nicméně je již možné získat základní přehled o tom, jaké ježovky se v těchto pradávných mořích vyskytovaly. Řada taxonů bude pravděpodobně nových, ale jejich studium a zařazení budou již úkolem dalšího studia budoucích badatelů. Alespoň doufám.

U nás můžeme zatím zaznamenat zástupce čtyř řádů: *Bothriocidarida* (omezeného jen na ordovik a silur), *Echinocystitoida* a *Palaeoechinoida* (objevují se poprvé v ordoviku, ale vymírají koncem permu) a *Cidaroida*, řád, který je znám rovněž od ordoviku, a je dosud bohatě zastoupen ve světových mořích. Stratigraficky nejstarší kosterní zbytky ježovek jsou (jak již bylo řečeno), ze svrchní části motolského souvrství siluru, z hranice wenlock-ludlow. Z výkopů v Praze, na Pankráci, jsou známy interambulakrální desky theky patrně rodu *Neobothriocidaris*. V lomech Kosov u Berouna byly pak nalezeny nejen interambulakrální desky theky lepidocentroidních echinoideí, ale i jejich oligolamelární zuby (ve smyslu Jasioneck-Szymański 1979), které popsal v r. 1996 R. J. Prokop.



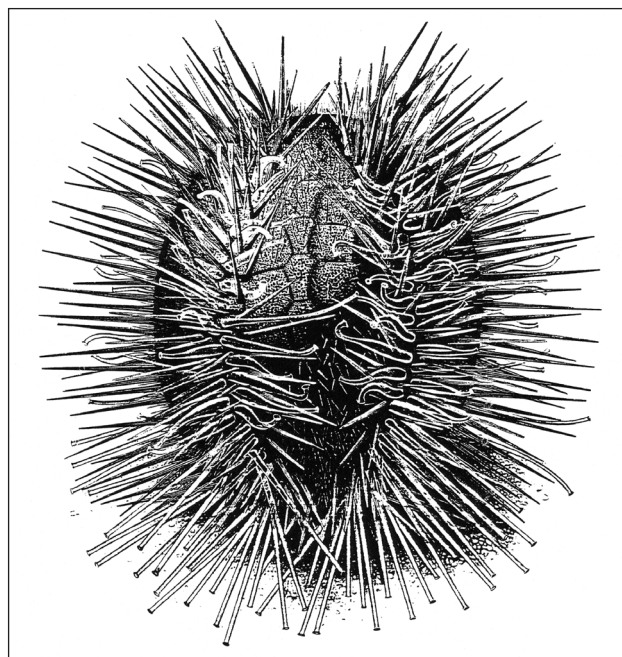
Obr. 2. Schematické kresby izolovaných kosterních elementů ježovek nalezených ve výplavech z rozvětralých partií vápenců barrandienského spodního a středního devonu.

1: oligolamellární zub. 2: rotula, vnitřní a vnější pohled. 3: demipyramida, vnější a vnitřní pohled. 4: pedicelarie, vnější a vnitřní pohled. 5: interradiální destička theky s pustulí, na kterou nasedal osten. 6: osten (kresba V. Petr 1989).

Fig. 2. Schematic drawings of isolated skeletal ossicles of echinoids found in washed weathered parts of the Barrandian Lower and Middle Devonian limestones. 1: oligolamellar teeth. 2: rotula, inner and outer view. 3: demipyramid, outer and inner view. 4: pedicellariae, outer and inner view. 5: Interradial thecal plate with pustulae for spine. 6: spine (drawing V. Petr 1989).

Z faunisticky bohatých tufitů a tufitických vápenců spodní části kopaninského souvrství ludlowu z lomů „Amerika“ u Karlštejna byly získány desky theky, ostny a jednotlivé části „Aristotelovy lucerny“: demipyramidy a rotulae. Patří s velkou pravděpodobností k blíže neurčitelným druhům rodu *Neobothriocidar* Paul, 1967 (*Bothriocidaroida*), *Gotlandechinus* Regnéll, 1956 (*Palechinoida*) a *Aptilechin* Kier, 1973 (*Echinocystitoida*). Již v tomto souvrství můžeme rozlišit dva typy populace a to podle morfologie a stavby „Aristotelovy lucerny“, respektive jejich dvou kosterních součástí – demipyramid a rotulí. Populaci A s širokými rotulami a úzkými demipyramidami, typ, který značně připomíná zástupce rodu *Kongiechin* Jasioneck-Szymańska, 1979 a populaci B s demipyramidami širokými a úzkými dlouhými rotulami; morfologické elementy, které Boczarowski (2001) řadí k rodu *Albertechinus* Stearn, 1956. Kosterní elementy typu A byly nalezeny i v požárských vápencích přídolu.

Obě populace se výrazně uplatňují v devonu, kde se jejich morfologicky výrazné typy kosterních elementů objevují ve všech stratigrafických úrovních od lochkovu (vápenců kotýských), až do chotečských vápenců spodního eifelu.



Obr. 3. Rekonstrukce silurské ježovky *Aptilechin* jak mohla vypadat za života (podle P. M. Kiera 1973).

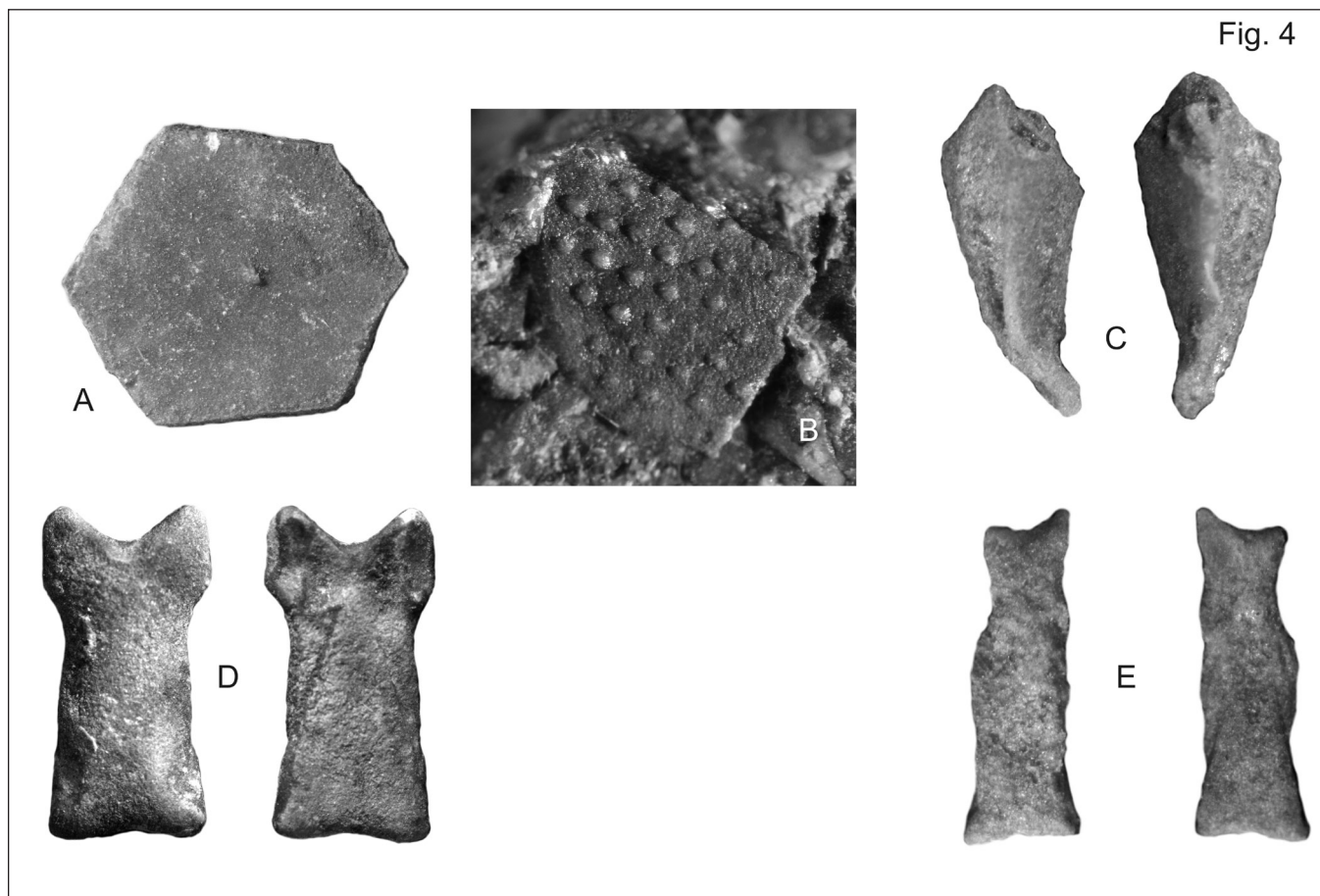
Fig. 3. A reconstruction of *Aptilechin* as it may have appeared in life (after P. M. Kier 1973).

Zdá se tedy, že v českých devonských mořích byly podmínky pro rozvoj ježovek a ostnokožců vůbec mimořádně příznivé. Lze tak soudit jak podle charakteru společenstev tak poměrného zastoupení fauny echinodermat ve výplavech z vápenců Českého krasu. Kosterní elementy ježovek známe prakticky ze všech stratigrafických úrovní devonu, ze všech vápencových facií a ze všech našich známých lokalit.

V lochkovu se jejich výskyt soustředil na mělkovodní vápence kotýské, v pragu jsou již hojné ve všech faciích, tj. vápencích koněpruských, sliveneckých, loděnických i dvoreckopropokpých. Ve svrchním emsu (zlíchovu) dominují opět v horizontu „kapličky“ – biodetritických vápencích peririfové zony, kde také dosahovaly poměrně značné velikosti. V „normální“ facií mikritických vápenců s rohovci, usazovaných v klidných oblastech mořské pánve, s minimálním vlivem proudů, počet i velikost kosterních elementů ježovek rapidně klesá. Zcela opačný poměr četnosti ježovek vzhledem k facií je ve svrchním emsu, tj. v souvrství dalejskotřebotovském. Zatímco mikritické a biomikritické vápence třebotovské hostí velmi četné a vesměs skvěle zachované kosterní zbytky jak echinoideí, tak i ostatních eleutherozoidních ostnokožců, ve stejné starých vápencích suchomastských usazovaných v mělkých vodách koněpruského rifu, se objevují jen sporadicky. Totéž platí o eifelských vápencích chotečských a jejich koněpruském ekvivalentu – vápencích acanthopygových.

S nástupem regresních, klastických sedimentů srbského souvrství v givetu, mizí z Barrandienu i ježovky. Nálezy jejich kosterních zbytků se soustřeďují na Moravu, ale i tam se, s výjimkou Čelechovic, nijak výrazně neuplatňují.

Z hlediska systematického je zřejmé, že v devonu byli nejhojnější zástupci čeledi *Lepidocentridae* z význačného paleozoického řádu *Echinocystitoida*. Bylo nalezeno již několik set izolovaných Iamb. i Amb. desek theky, jednotlivých součástí „Aristotelovy lucerny“, ostnů i pedicelárií typického rodu *Lepidocentrus* Müller, 1857, v případě *Porechin* Dehm, 1961 s nízkými a širokými ambulakrálními



Obr. 4. Kosterní elementy silurských ježovek Barrandienu: A – Interambulakrální deska theky rodu *Gotlandechinus*; B – dtto rodu *Neobothriocidaris*, charakteristické jsou paralelní řady tuberkulí, na které nasadaly ostny; C – Demipyramida ježovky rodu *Echinocystites* laterálně; D – Dorzální a apikální pohled na rotulu zástupce populace A (*Kongielechinus* ?); E – dtto populace B (*Albertechinus* ?); Svrchní silur, ludlow, kopaninské souvrství. Lomy „Amerika“ u Karlštejna (foto R.J. Prokop, různé zvětšení).

Fig. 4. Elements of echinoid thecae from the Silurian, Barrandian Area.

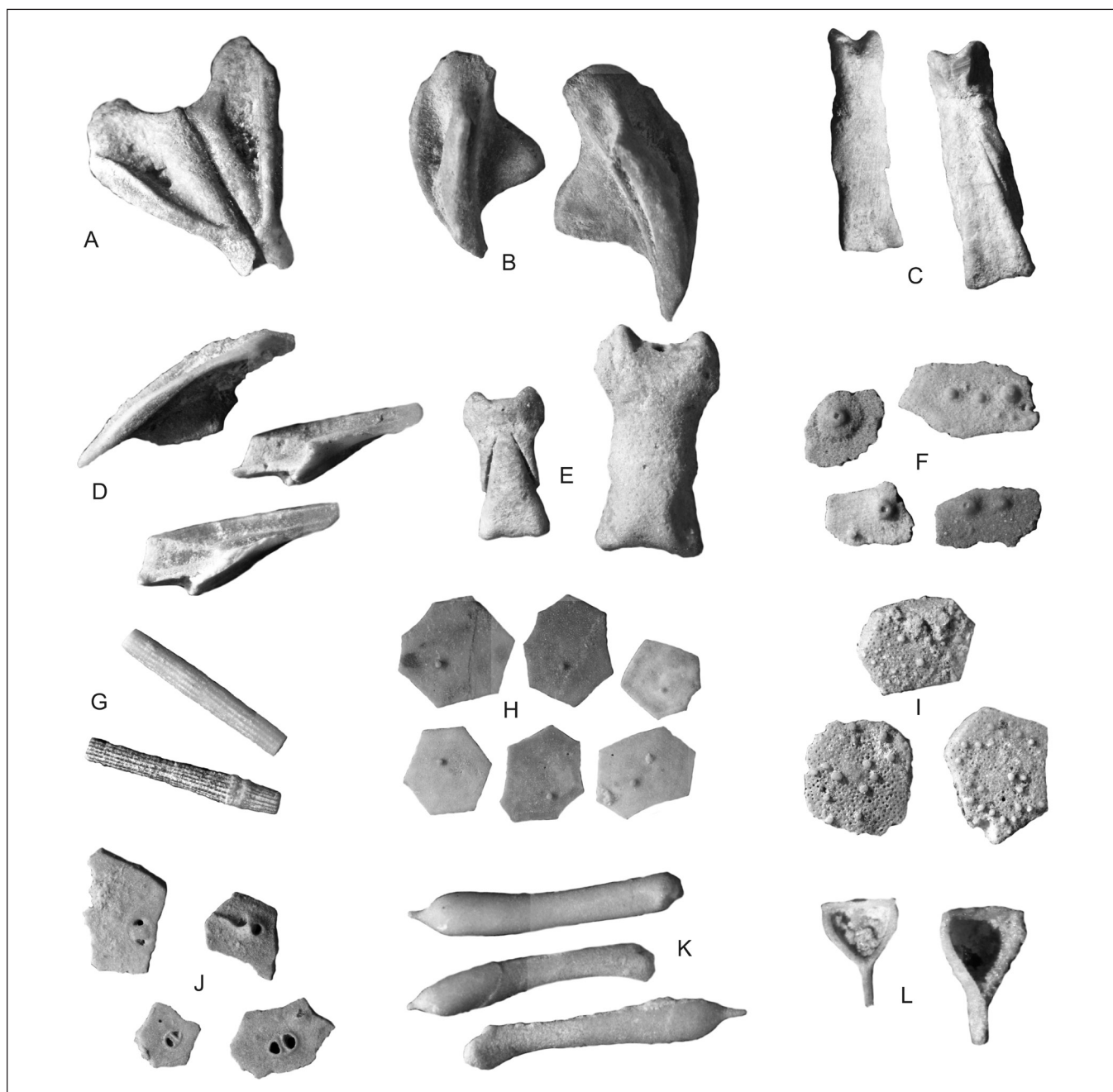
A – Interambulacral plate of the genus *Gotlandechinus*. B – dtto of the genus *Neobothriocidaris*. Characteristic is the sequence of parallel spine tentacles. C – Demipyramids of the genus *Echinocystites*, lateral view. D – Rotula belonging to the A population (?*Kongielechinus*). E – dtto, the B population (?*Albertechinus*). Upper Silurian, Ludlow, Kopanina Formation, Amerika quarries near Karlštejn (photo by R.J. Prokop, various magnification).

deskami, vždy s dvěma póry na jejich horním okraji. Typické jsou i četné části koster dalších lepidocentridních rodů *Kongielechinus* Jesionek-Szymańska, 1957 a *Albertechinus* Stearn, 1956. Z cidaridních ježovek jsou zatím známy jen ostny, náležející ke dvěma morfologickým typům. První z nich reprezentují dlouhé, štíhle válcovité ostny s hladkým povrchem a tenkým bradavčným výběžkem na vrcholu. Druhý typ představují jen kratší, masivní, válcovité spodní části, na bázi zvonovitě rozšířené a jakoby houbovitě, s četnými póry a dutinami. Oba patří pravděpodobně do čeledi Archaeocidaridae; první zřejmě k typickému rodu *Achaeocidaris* M'Coy, 1844; ostny velmi podobné druhému typu popsal již v roce 1866 Schultze jako *Xenocidaris*. Oba druhy ostnů jsou hojné ve všech typech devonských vápenců a vyskytují se také ve všech stratigrafických úrovních – nejčastěji však v pragu.

Závěrem v Tabulce 1 uvádím přehled rodů dosud zjištěných v siluru a devonu Barrandienu. Otazníky v přehledu znamenají, že se pravděpodobně jedná o nové silurské taxony, podobné, nebo příbuzné devonským.

Literatura

- Boczarowski A. (2001): Isolated sclerites of Devonian non-pelmatozoan echinoderms. – *Paleontologica Polonica*, 59: 1-179. Warszawa.
- Jesionek-Szymańska W. (1979): Morphology and reconstruction of oligolamellar teeth in palaeozoic echinoids. Part 1. Teeth of some early lepidocentrid echinoids. – *Acta Palaeontologica Polonica*, 24: 265-274. Warszawa.
- Kier P. M. (1973): A new Silurian echinoid genus from Scotland. – *Palaeontology*, 16, 4: 651-663. London.
- Paul C. R. C. (1967): New Ordovician Bothriocidaridae from Girvan and reinterpretation of *Bothriocidaris* Eichwald. – *Palaeontology*, 10, 4: 525-541. London.
- Prantl F. (1942): *Zkameněliny českých pramoří*. – Vesmír: 1-321. Praha.
- Prantl F. (1952): *Život českých pramoří*. – Přírodovědecké vydavatelství: 1-391. Praha.
- Prokop R.J. (= Prokop, R.) (1989): *Zkamenělý svět*. – Edice Kotva: 1-280. Práce. Praha.
- Prokop R.J. (1996): Discovery of oligolamellar teeth of echinoids in the Silurian of the Barrandian area (Czech Republic). – *Bulletin of the Czech Geological Survey*, 74, 4: 375-376. Praha.



Obr. 5. Kosterní elementy devonských ježovek Barrandienu: A – pyramida r. *Echinocystites*, vnější pohled; B – demipyramidy r. *Albertechinus*, vnitřní pohled; C – rotuly r. *Albertechinus*, ve vnitřním a vnějším pohledu. Vše zlíčov, souvrství zlíčovské, lom U kapličky, Praha-Zlíčov; D – štíhlé demipyramidy r. *Kongielechinus*. Prag, vápence dvoreckoprokopské, Červený lom, Praha-Klukovice; E – Rotuly téhož rodu z vnitřní a vnější strany. Zlíčov, souvrství zlíčovské, lom U kapličky, Praha-Zlíčov; F – Ambulakrální desky theky r. *Kongielechinus*. Prag, vápence loděnické, Červený lom, Praha-Klukovice; G – Ostny ježovek téhož rodu. Prag, vápence dvoreckoprokopské, lom U kantiny, Praha-Řeporyje; H – Interambulakrální desky theky r. *Lepidocentrus*. Prag, vápence dvoreckoprokopské, Červený lom, Praha-Klukovice; I – dtto. Prag, vápence koněpruské, lomy „Čertovy schody“ západ, Koněprusy; J – Ambulakrální desky r. *Lepidechinoides*?. Dalej, vápence třebotovské, lomy Prastav, Praha-Holyně; K – Ostny r. *Archeocidaris*. Prag, vápence dvoreckoprokopské, lomy u Sv. Prokopa, Praha-Hlubočepy; L – Globiferní pedicelarie typu naběračky. Prag, vápence loděnické, lomy Na Konvářce, Praha-Smíchov (foto R.J. Prokop, různé zvětšení).

Fig. 5. Elements of the echinoid thecae from the Devonian, Barrandian Area.

A – Pyramid of the genus *Echinocystites*, external view. B – Demipyramids of the genus *Albertechinus*, internal view. C – Rotulae of the same genus, internal and external view. Zlíchivian, Zlíčov Formation, U kapličky quarry, Praha-Zlíčov. D – Narrow demipyramids of the genus *Kongielechinus*. Pragian, Dvorce-Prokop Limestone, Červený lom quarry, Praha-Klukovice. E – Rotulae of the same genus, inner and external face. Zlíchivian, Zlíčov Formation, U Kapličky quarry, Praha-Zlíčov. F – Ambulacral plates of the genus *Kongielechinus*. Pragian, Dvorce-Prokop Limestone, Červený lom quarry, Praha-Klukovice. G – Spines of the same genus. Pragian, Dvorce-Prokop Limestone, U kantiny quarry, Praha-Řeporyje. H – Interambulacral plates of the genus *Lepidocentrus*. Pragian, Dvorce-Prokop Limestone, Červený lom quarry, Praha-Klukovice. I – dtto, Pragian, Koněprusy Limestone, quarries „Čertovy schody“ West, Koněprusy. J – Ambulacral plates of the genus *Lepidechinoides*. Dalejan, Třebotov Limestone, Prastav quarry, Praha-Holyně. K – Spines of the genus *Archeocidaris*. Pragian, Dvorce-Prokop Limestone, Sv. Prokop quarry, Praha-Hlubočepy. L – Globiferous pedicellars, ladle type. Pragian, Loděnice Limestone, Na Konvářce quarry, Praha-Smíchov (photo by R.J. Prokop, various magnification).

Tabulka 1. Stratigrafický rozsah určených ježovek z Českého krasu.**Table 1.** Stratigraphic range of the determined Echinoids of the Czech Karst.

řád/čeleď/rod	silur	devon
Order Bothriocidaroida Zittel, 1879		
Family Bothriocidaridae Klem, 1904		
<i>Neobothriocidaris</i> Paul, 1967	x	
Order Echinocystitoida Jackson, 1912		
Family Lepidocentridae Lovén, 1874		
<i>Echinocystites</i> Thompson, 1861 (= <i>Laternalius</i> Regnéll, 1956)	x	
<i>Lepidechinoides</i> ? Olsson, 1912		x
<i>Lepidocentrus</i> Müller, 1857		x
<i>Porechinus</i> Dehm, 1961		x
<i>Aptilechinus</i> Kier, 1973	x	
<i>Kongielechinus</i> Jesionek-Szymańska, 1957	?	x
<i>Albertechinus</i> Stearn, 1956	?	x
Order Palaechinoida Haeckel, 1866		
Family Cravenechinidae Hawkins, 1946		
<i>Gotlandechinus</i> Regnéll, 1956	x	
Order Cidaroida Claus, 1880		
Family Archaeocidaridae M'Coy, 1844		x
<i>Archaeocidaris</i> M'Coy, 1844		x
<i>Xenocidaris</i> Schultze, 1866		x

• Prokop R.J. (2001): Occurrence of echinoderms in the Quarry "Kosov" near Beroun (Silurian: Wenlock-Ludlow), Barrandien, Czech Republic. – *Geoscience Research Reports for 2000*: 46-48. Praha.

• Prokop R. J., Petr V. (1986): Echinoids remains from the Upper Silurian of Bohemia. – *Věstník Ústředního Ústavu geologického* 61, 4: 223-227. Praha.

• Regnéll G. (1956): Silurian Echinoids from Gotland. – *Arkiv för Mineralogi och Geologi*, 2, 7: 155-178. Stockholm.

• Stearn C.W. (1956): A new echinoid from the Upper Devonian of Alberta. – *Journal of Paleontology*, 30, 3: 651-663. Menasha.

• Schultze L. (1867): Monographie der Echinodermen des Eifeler Kalkes. – *Denkschrift der Königlichen Akademie des Wissenschaften, Mathematisch-Naturwissenschaftliche Klasse*, 26: 113-230. Berlin.