

Največja korona fosilnega morskega ježka na Slovenskem

The largest corona of fossil sea urchin in Slovenia

Vasja MIKUŽ

UL, NTF, Oddelek za geologijo, Privoz 11, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: vasja.mikuz@ntf.uni-lj.si

Prejeto / Received 5. 11. 2010; Sprejeto / Accepted 25. 11. 2010

Ključne besede: morski ježki, Clypeasteridae, srednji miocen – badenij, Paratetida, Podsreda, Kozjansko, Slovenija

Key words: sea urchins, Clypeasteridae, Middle Miocene – Badenian, Paratethys, Podsreda, Kozje area, Slovenia

Izvleček

V prispevku je obravnavana največja korona morskega ježka na Slovenskem, ki je najdena v badenijskih plasteh blizu Levstikovega mлина pri Podsredi. Pripada obliki *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861. Podobno velike in podobno oblikovane korone so našli v enako starih kamninah pri Podsusedu na južnozahodnih obronkih Medvednice na Hrvaškem.

Abstract

The article deals with the largest corona of a fossil sea urchin in Slovenia. The corona was found in Badenian beds in surroundings of the Levstik mill near Podsreda. It belongs to the form *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861. Similar large and similar shaped coronas were found in beds of the same age at Podused on southwestern slopes of Mt. Medvednica, Croatia.

Ta prispevek je posvečen spominu na pred kratkim preminulega prijatelja in kolega mag. Bogoljuba Aničića, univ. dipl. inž. geologije, ki je bil izvrsten poznavalec geoloških razmer Kozjanskega in bližnjih ozemelj, saj je večino svojega raziskovalnega časa namenil kartiranju in spoznavanju geološke zgradbe tega predela Slovenije.

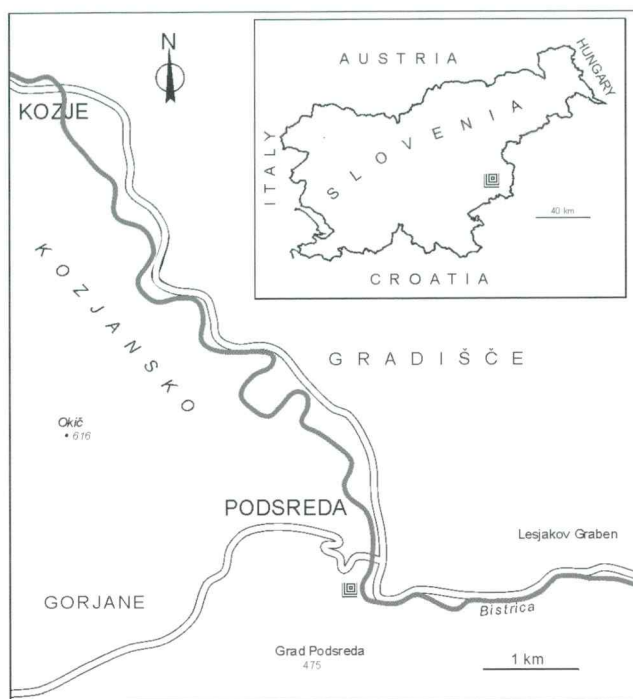
This contribution is dedicated to the memory of the recently deceased friend and colleague Bogoljub Aničić, M. Sc., Diploma Engineer of Geology, who was an excellent expert on geology of the Kozje area and surrounding terrains, and who spent much of his research time for geological mapping and study of geological structure of this part of Slovenia.

Uvod

21. februarja 1997 sva skupaj z gospodom Bogoljubom Aničićem pregledovala nekatera miocenska nahajališča v okolici Grobelnega, Selca, Okroga, Ponikve, Podčetrтка in Podsrede. Oglevala sva si briozoje pri Zgornjem Vrhu blizu Grobelnega, litotamnijski apnenec in laporovec pri Okrogu blizu Ponikve, horizont z rodoidi v Selcu pri Grobelnem, bel in tektonsko zelo zdrobljen litotamnijski apnenec v kamnolomu Zlateče pri Ponikvi ter peščen laporovec s številnimi makrofosili pri domačiji s hišno številko Okrog 22. Ker je gospod Aničić zelo dobro poznal omenjeno območje, sva se oglasila tudi v Levstikovem mlinu pri Podsredi (sliki 1 in 2), kjer so nama pokazali večje število miocenskih školjk, morskih ježkov in drugih fosilnih ostankov. Najino pozornost so pritegnile velike ostrige, velike pektenidne školjke in večje število različnih morskih ježkov. Med njimi je po obliki in velikosti izstopal nepravilni morski

ježek, ki ga predstavljamo v tem prispevku (sliki 3 in 4). Velika večina vseh naštetih fosilov je bila po pripovedovanju najditelja in lastnika gospoda Mirana Levstika najdena okrog leta 1977. Lastnik nama je dovolil, da sva jih fotografirala kar pred njihovo domačijo, vse primerke sva izmerila ter podatke ustrezno zabeležila.

14. julija 2005, torej dobrih osem let pozneje sva z mag. B. Aničićem znova pregledovala določene profile miocenskih kamnin v okolici Kozjega in Podsrede. Tistega dne sva si ogledala tudi geološko zbirko Osnovne šole Kozje in zbirko fosilov gospoda Marka Šmalčiča iz Podsrede 47. Takrat sva zopet obiskala Levstikov mlin in domače prosila za vnovični pregled njihove zbirke fosilov. Z dovoljenjem sva še enkrat pregledala njihove primerke, vendar med morskimi ježki nisva več našla največjega klipeastra. Domači so sicer zatrjevali, da so vsi primerki tam in da nič ne manjka. Nisva jih uspela prepričati, da pogrešava največjega klipeastra. Če ne bi že imela fotografij



Sl. 1. Geografski položaj najdišča blizu Podsrede
Fig. 1. Geographical position of site near Podsreda

in merskih podatkov pogrešanega morskega ježka, bi njihovim trditvam lahko celo verjela.

Ker ima klikeaster iz okolice Levstikovega mli-
na največjo korono med fosilnimi morskimi ježki
na Slovenskem, si zasluži predstavitev domači in
tuji strokovni srenji.

Geološka zgradba okolice Podsrede

ANIČIČ, OGORELEC in DOZET (2004) predstavlja-
jo geološko zgradbo okolice Podsrede na skraj-
nem južnem robu geološke karte Kozjanskega
1: 50 000. Predterciarna podlaga sestoji iz norij-
sko-retijskega masivnega in zrnatega dolomi-
ta, imenovanega tudi glavni dolomit. Terciarno
ozemlje pri Podsredi pripada Senovski sinklina-
li, ki sestoji iz spodaj ležečih egerijskih oziroma
spodnjegovških skladov. To so v glavnem klastiti,
pesek, peščenjak, peščen laporovec, glina in glina-
vec ponekod z vložki premoga. Sledi diskordanca
in zgoraj ležeče mlajše morske badenijske plasti,
ki pričenjajo s kalkareniti z redkimi litotamnija-
mi, lapornat in peščen apnenec, sledijo apnenčev
in peščen laporovec oziroma laški lapor. Slednji je
zelo bogat s fosilnimi ostanki.

Raziskave fosilnih morskih ježkov v Sloveniji

Raziskave fosilnih morskih ježkov na Sloven-
skem lahko razdelimo na štiri obdobja: v prve
začetke in vse do konca 19. stoletja, od začetka
do sredine 20. stoletja, po 2. svetovni vojni in do
konca 20. stoletja ter raziskave iz prvega deset-
letja 21. stoletja.

V Sloveniji je registriranih veliko ostankov
morskih ježkov iz najrazličnejših obdobij, od kar-

bona do vključno srednjega miocena. Med prvimi
poročati o morskih ježkih na Slovenskem LIPOLD
(1857) in STACHE (1858). LIPOLD (1857, 225) omenja
oligocenske peščene numulitne apnenec iz doline
Kamniške Bistrice, kjer so najdeni številni fosil-
ni ostanki, med njimi tudi morski ježki. STACHE
(1858, 383-384) iz okolice Velike Doline in Škocja-
na na Dolenjskem omenja oblike *Eupatagus* sp.,
Schizaster canaliferus Lamarck in *S. eurynotus*
Agassiz. FUCHS (1875, 49) omenja iz miocenskega
konglomerata polnega školjk v okolici Kamnika
tudi najdbo morskega ježka *Echinus* sp. ROBIČ
(1882, 36) omenja iz okolice Vrhovja tudi najd-
be morskega ježka *Cidaris* sp. HILBER (1883, 176)
iz rumenkastega peščenjaka v okolici Komende
omenja tudi ostanke morskega ježka *Cidaris* sp.

SAJOVIC (1909, 29) poroča o najdbah morskih jež-
kov v Tunjiškem gričevju. Primerke *Echinus* sp.?
(dux Laube?) so našli ob Dobliču in pri Viševci,
Cidaris sp. pri Viševci ter *Spatangus reginae* For-
bes ob Dobliču blizu Viševce. RAKOVEC (1933, 136)
navaja, da so našli srednjetriasne morske ježke
pri Hudem klancu južno od Rovt in sicer dve vr-
sti: *Cidaris dorsata* Bronn in *C. braunii* Desor. V
podobno starih triasnih kamninah so našli bodice
morskih ježkov na vzhodnem pobočju Porezna,
vrsti *Cidaris dorsata* Bronn in *C. decorata* Mün-
ster pa severno od Podmelca (RAKOVEC 1933, 137).
Nadalje isti avtor (1933, 141) navaja še ostanke
morskih ježkov *Cidaris* sp. iz zgornjetriasnih gre-
benskih apnencev v Bohinjskem predoru. Iz lia-
snihi plasti okolice Češnjice, Jereke in Bitnjega so
med številnimi ostanki našli tudi morske ježke
Cidaris sp., med Krko in Krčico na Koroškem je v
zgornjekrednih skladih veliko ostankov, med njimi
tudi morski ježek *Cidaris* cf. *vesiculosa* Goldfuss
(RAKOVEC 1933, 151). Iz kenozojskih skladov Slo-
venije navaja RAKOVEC (1933, 152) morske ježke
iz srednjeoligocenskih plasti Kamniške Bistrice
in omenja vrsto *Clypeaster breunigii* Laube, iz
Kopišča pa zdrobljene lupine morskih ježkov. Iz
spodnjemiocenskih skladov omenja iz okolice Tr-
bovelj in Dobrne pri Ostrožnem severno od Ce-
lja odlomke morskih ježkov (1933, 163), v okolici
Slovenj Gradca in pri Trbovljah primerke *Schi-
zaster* sp. (1933, 164), iz srednjemiocenskih plasti
kamniškega gričevja morskega ježka *Brissopsis*
sp. (1933, 167), pri Šentjerneju je najden *Cidaris*
sp. (1933, 168), v okolici sv. Križa pri Kostanjevi-
ci morski ježek *Clypeaster* sp. (1933, 169) ter pri
Veliki Dolini morski ježek *Scutella subrotundata*
Lamarck (1933, 170).

RAKOVEC (1952, 4) omenja ostanke morskih jež-
kov iz srednjemiocenskih morskih laporovcev Do-
lenjske (Krška kotlina), Gorenjske in Štajerske.
RAKOVEC (1952, 40) nadalje iz srednjemiocenskih
plasti pri Dobrni omenja velike ostrige z veliki-
mi morskimi ježki rodov *Clypeaster* in *Scutella*.
RAMOVŠ (1975, sl. 1-3) prikazuje ostanke zgornje-
karbonskih morskih ježkov rodu *Echinocrinus* iz
Spodnjih počival v Javorniškem rovtu nad Jese-
nicami. Med najstarejše ostanke morskih ježkov
na Slovenskem uvrščamo regularne iz rodu *Echi-
nocrinus* iz zgornjekarbonskih skrilavih glinav-
cev Spodnjih počival nad Jesenicami. Ti zgornje-

karbonski morski ježki so imeli zelo dolge bodice, saj meri najdaljša bodica primerka iz Spodnjih počival kar 16,5 cm (RAMOVŠ 1978, 77-79, Sl. 39, Sl. 40 1, 2). RAMOVŠ (1978, 77) nadalje še piše, da se ostanke morskih ježkov najde tudi v mikroskopskih zbruskih permskih in mlajših kamnin. Predstavlja še presek bodice iz spodnjekjurskih plasti izpod Malega Stola (Sl. 40. 4), omenja tudi korone morskih ježkov iz krednih apnencev na Nanosu ter iz miocenskih skladov pri Čatežu, Veliki in Mali Dolini in drugod po okolici. RAMOVŠ (1980, 72) navaja podatke o morskih ježkih tržiškega prostora, pravzaprav takšne kot v prispevku za območje jeseniškega prostora. KOŠIR (1992, 60) je raziskoval cordevolijske morske ježke iz Lesnega Brda in na koncu zapisal, da je ugotovljeno sedem generično določljivih vrst in enaintrideset (31) »vrst« določenih s pomočjo fragmentov. Različne oblike koron morskih ježkov in njihovih bodic pripadajo rodovom *Triadocidaris*, *Mikrocidaris*, *Zardinechinus*, *Megaporocidaris*, *Tiarechinus* in »*Cidaris*«. Po KOŠIR-jevem (1992) mnenju, je Lesno Brdo eno najbogatejših znanih najdišč triasnih morskih ježkov na svetu. JURKOVŠEK & KOLAR-JURKOVŠEK (1992, 59-60) prav tako omenjata več najdb morskih ježkov na Slovenskem: zgornjekarbonske iz Javorniškega Rovta v Karavankah, mezozojske iz okolice Trebuše, našli so jih ob Tominškovi poti na Triglav, v Belci pri Mojstrani, na Drenovem Griču, pri Mežici, v Trnovskem gozdu, na Nanosu in pri Iški vasi. Iz kenozojskih plasti avtorja omenjata miocenske morske ježke Dolenjske (Čatež, Velika Dolina in Kostanjevica) in iz okolice Trbovelj (1992, sl. 48). PAVŠIČ (1995, 107-111) predstavlja nekaj miocenskih morskih ježkov rodov *Clypeaster* in *Schizaster* ter nekaj triasnih bodic regularnih morskih ježkov. Tudi PAVŠIČ (1995) omenja zgornjekarbonske morske ježke, različne triasne morske ježke iz Karavank, Trnovskega gozda in Drenovega Griča ter miocenske iz nekaterih najdišč na Dolenjskem in Štajerskem. PAVLOVEC in MIKUŽ (1995, 5-7) omenjata bodice morskih ježkov in predstavljata primerek podvrste *Clypeaster scillae alienus* med miocensko favno litotamnijskega apnenca iz najdišča Kresnica pri Šentilju. PAVŠIČ, MIKUŽ in PODGORŠEK (1997, 33) so predstavili zelo lepo in dobro ohranjeno korono miocenskega morskega ježka, ki so ga pripisali obliki *Conoclypus plagiosomus*, ki dejansko pripada rodu *Conolampas*? MAJČEN, MIKUŽ in POHAR (1997, 106, 112-113) predstavljajo fosilne ostanke iz paleontološke zbirke Laškega muzeja, med njimi so tudi miocenski morski ježki *Echinolampas laurillardi* Agassiz, *Spatangus austriacus* Laube, *Clypeaster scillae alienus* Vadász in *Clypeaster* sp. večinoma iz okolice Laškega. ŽALOHAR in ZEVIK (1998, 99) pišeta o terciarnih plasteh v okolici Kamnika in med številnimi fosilnimi ostanki omenjata tudi miocenskega morskega ježka vrste *Spatangus austriacus* Laube. MIKUŽ (1999a, 111) opisuje primerek vrste *Clypeaster scillae* Desmoulins, 1837 iz badenijskih plasti najdišča Podgračeno med Čateškimi Toplicami in Jesenicami na Dolenjskem. MIKUŽ (1999b, 7) predstavlja nekaj paleontoloških zani-

mivosti iz miocenskih plasti pri Šentilju, med njimi je omenjen tudi morski ježek vrste *Clypeaster balillai* (Lovisato).

MIKUŽ (2000, 119) poroča o dveh manjših oligocenskih morskih ježkih iz Češnjice pri Poljsici. Oba primerka sta majhna in pripadata rodu *Scutella* ali pa rodu *Parmulechinus*? MIKUŽ in HORVAT (2000, 6) poročata o najdbi oligocenskega morskega ježka iz najdišča Tirosek pri Novi Štiti in ga določila kot *Clypeaster* sp. MIKUŽ in MITROVIĆ-PETROVIĆ (2001, 61) poročata o sedmih vrstah in podvrstah miocenskih klipcastrov iz okolice Šentilja v Slovenskih goricah, med njimi so oblike, ki jih drugod v Sloveniji še nismo našli. MIKUŽ in HORVAT (2003, 115) pišeta o evidentiranih najdbah miocenskih morskih ježkov v Sloveniji. MIKUŽ in HORVAT (2003, 121) predstavljata imena vrst in najdišč klipcastrov v Sloveniji. KRIŽNAR (2003, 33) poroča o novih najdbah ostankov karbonskih morskih ježkov iz okolice Črnega vrha pri Planini pod Golico, ki najverjetneje pripadajo rodu *Archaeocidaris* (= *Echinocrinus*). MIKUŽ (2004, 311-312) prikazuje nekaj miocenskih klipcastrov in eno skutelo iz Dolenjske. MIKUŽ in PAVLOVEC (2004, 16) sta opisala prvo najdbo srednjecuisijskega morskega ježka vrste *Amblypygus dilatatus* Agassiz & Desor, 1847, ki je bil najden v kamnolomu Griža v dolini reke Rižane. MIKUŽ in ČVOROVIC (2004, 142-143) predstavljata fragment korone nepravilnega morskega ježka iz eocenskih flišnih plasti blizu Kuteževega. ANIČIĆ in PAVŠIČ (2004, 36) pišeta, da izdanjajo južno od Rudnice badenijski konglomerati in peščenjaki, v katerih se najdejo tudi odlomki morskih ježkov. MIKUŽ (2006, 68) opisuje prvokrat pri nas najdeno vrsto morskega ježka *Meoma locardi* (Cotteau in Locard, 1877) iz badenijskih plasti kamnoloma Lipovica nad Brišami. MIKUŽ (2006, 49) piše med drugim tudi, da so primerki morskega ježka rodu *Conolampas* pri nas najdeni v miocenskih plasteh Slovenskih goric, na Kozjanskem in v Zasavju. Konolampasov še nismo zasledili v miocenskih plasteh Dolenjske. MIKUŽ (2007, 270) predstavlja spodnjeeocenske morske ježke vrst *Conoclypus anachoreta* Agassiz, 1839, *Echinolampas amygdala* Desor in Agassiz et Desor, 1847, *E. silensis* Desor in Loriol 1876, *Rhyncholampas lesinensis* (Bittner, 1880), *Ditremaster schweinfurthi* (De Loriol, 1881), *Schizaster globulus* Dames, 1877, *Linthia ybergensis* De Loriol, 1881, *Cyclaster* cf. *subquadratus* (Desor, 1858) in *Macropneustes deshayesi* (L. Agassiz, 1840) iz najdišča Plače pri Ajdovščini v Vipavski dolini. MIKUŽ in PRKIČ (2007, 76) predstavljata drugo najdbo morskega ježka *Amblypygus dilatatus* iz spodnjega dela prehodnih plasti, oziroma iz zgornjeilerdijskih do spodnjecuisijskih apnencev v kamnolomu Razdrto. ANIČIĆ (2007) predstavlja med fosilnimi ostanki miocenskega morskega ježka rodu *Spatangus*, o najdišču ni podatkov. MIKUŽ in KNEZ (2008, 25) poročata o najdbi prvega morskega ježka rodu *Conoclypus* pri nas, ki je bil najden v alveolinsko-numulitnih apnencih na kraškem robu blizu viadukta Črni Kal. MIKUŽ in VESEL (2008, 98) pišeta o novi najdbi vrste *Clypeaster scillae* Desmoulin, 1837

iz badenijskih plasti najdišča Podgračeno. Mikuž (v: ANIČIĆ & KUNST, 2008) prikazuje na slikah 1 do 3 miocenske morske ježke iz okolice Podsrede, vrste *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis*, *C. scillae* in *Stylocidaris ? schwabenau*. ANIČIĆ in PETROVIĆ (2008, 25) omenjata miocenskega morskega ježka vrste *Clypeaster scillae*, najdenega na obrobju Bohorja. Ista avtorja (2008, 76) še prikazujeta med fosili sliko morskega ježka z visoko korono in podnapisom *Clypeaster scillae*, ki prav gotovo ne pripada omenjeni vrsti. Vrsta *C. scillae* ima bistveno nižjo korono. MIKUŽ (2009, 208-211, Tab. 1-4) prikazuje tri primerke skutel vrste *Parascutella gibbercula* (de Serres, 1829) iz srednjemiocenskih litotamnijskih apnencev med Gričem in Orehovcem blizu Kostanjevice na Krki in okolice Podsrede ter iz laporastih apnencev Zagrada blizu Škocjana, četrto skutelo vrste *Parascutella paulensis* (Agassiz, 1841) pa iz spodnjemiocenskih govških peščenjakov v okolici Laškega. ŽALOHAR et al. (2010, 18, 28, 34) iz okolice Kamnika znova omenjajo ostanke morskih ježkov, iz oligocenskih plasti pri Podgorju ter iz spodnje in srednjemiocenskih skladov južno od sv. Ane v Tunjiškem gričevju.

Paleontološki del

Sistematika po: DURHAM 1966, SMITH 1984
in KROH 2005

Classis Echinoidea Leske, 1778
Ordo Clypeasteroidea A. Agassiz, 1872
Subordo Clypeasterina A. Agassiz, 1872
Familia Clypeasteridae L. Agassiz, 1835
Genus *Clypeaster* Lamarck, 1801

MITROVIĆ-PETROVIĆ-eva (1984, 218) med drugim piše, da so klipeastri razmeroma dobri facialni fosili, saj so zelo veliki in običajno številni. Živeli so v majhnih globlinah, okrog 20 m globoko, na peščenem dnu ali trdnem dnu blizu koralnih grebenov, izjemoma na prodnato-peščenem dnu, v zelo razgibanem in toplim morju, tropskega do subtropskega značaja.

Clypeaster campanulatus forma *pyramidalis*
Michelin, 1861
Slike 3-10

- 1871 *Clypeaster pyramidalis* Michelin – LAUBE, 64
- 1915 *Clypeaster hungaricus* n. sp. – VADÁSZ, 155, Textfigs. 47-48
- 1915 *Clypeaster magnus* n. sp. – VADÁSZ, 160, Textfigs. 51-52
- 1938 *Clypeaster pyramidalis* Michelin 1861 – POLJAK, 187, Tab. 7, Figs. 1, 1a
- 1948 *Clypeaster campanulatus camapnulatus* (Schlotheim, 1820) – KALABIS, 97, Pl. 3, Figs. 1-3
- 1972 *Clypeaster pyramidalis* Michelin – COMASCHI CARIA, 35, Tav. 41, Figs. 1-3
- 1984 *Clypeaster pyramidalis* Michelin – MITROVIĆ-PETROVIĆ, 226-227, Pl. 6, Figs. 1, 1a; Pl. 7, Fig. 1

- 2005 *Clypeaster campanulatus* (Schlotheim, 1820) – KROH, 52, Pl. 22-27
- 2005 *C. forma pyramidalis* Michelin, 1861 – KROH, 60, Pl. 24, Figs. 1a-1c, 2a-2c
- 2008 *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* – Mikuž (v: ANIČIĆ & KUNST), Sl. 1

Material: En razmeroma dobro ohranjen in zelo velik primerek (sliki 3 in 4). Videli smo ga v zbirki v Levstikovem mlinu pri Podsredi 76. Našel ga je gospod Miran Levstik iz omenjene domačije. Na oralni strani primerka so pritrjeni številni različno veliki in raznobarvni prodniki konglomeratne plasti.

Najdišče: V neposredni bližini Levstikovega mlina pri Podsredi (slika 2) so srednjemiocenske – badenijske konglomeratno-peščene in laporaste plasti z mnogimi fosilnimi ostanki.



Sl. 2. Domačija Levstikov mlin pri Podsredi (foto: V. Mikuž, 21. februarja 1997)

Fig. 2. Home of Levstik mill at Podsreda (Photo: V. Mikuž, 21 February 1997)

Opis: Zvonasto oblikovana in velika korona, precej robustnega videza. Sprednji del korone je v profilu strm, zadnji je nekoliko bolj položen. Vrh je približno na sredini korone z manjkajočim apikalnim diskom. Zgornji del korone ob vrhu je zaradi korodiranosti nižji in izravnane. Petali (I. do V.) so približno enakih velikosti, dolgi so okrog 90 mm, v najširšem delu so široki med 36 in 38 mm in precej izbočeni oziroma poudarjeni. Petala II. in IV. sta močno korodirana, zato sta videti manj izbočena od ostalih. Leva stran korone je ohranjena skoraj v celoti, desna stran je zelo poškodovana. Sprednji rob ima na sredini medpetalnega dela manjšo in plitvo zajedo, levi stranski rob korone je dokaj raven, zadnji rob ima globljo zajedo. Na 4. medpetalnem območju in na robu V. petala, je večja in debelejša briozojska prevleka. Oralna stran korone je bolj ravna do ploščata in prekrita z ostanki konglomerata.

Dimenzije primerka iz Podsrede (Dimensions of specimen from Podsreda):

dolžina (Length) = 197 mm
širina (Width) = ~ 190 mm
višina (Height) = 96 mm

Primerjava: Če primerjamo velikosti posameznih primerkov vrste *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Avstrije in Madžarske ugotavljamo, da je naš primerek v dveh dimenzijah največji, ni pa najvišji. Noben VADÁSZ-ev klipaster ne dosega dimenzij našega primerka, še najbolj se mu približa primerek vrste *Clypeaster agassizi* Sismonda, 1841 (VADÁSZ 1915, 163) (180 x 162 x 82 mm). Klipaster iz Podsrede je po obliki zelo podoben primerkom podvrste *Clypeaster campanulatus campanulatus*, ki jih prikazuje KALABIS (1948, Pl. 3, Figs. 1-3). Podatkov o velikostih omenjenih primerkov KALABIS (1948) ne navaja. Tudi primerki, ki jih navajata KROH (2005, 49) in COMASCHI CARIA (1972, 36) vrste *Clypeaster campanulatus* f. *pyramidalis* so manjši in ne dosegajo velikosti našega primerka. Po velikosti je naš primerek še najbolj podoben klipastru (Inv. št. H. 1699) iz Podsuseda na Hrvaškem (tabela 1; slike 5-7), po oblikovanosti korone pa primerku z inv. št. 1699 (slike 8-10). Očitno so njihove korone po obliki in velikosti zelo variabilne.

Tabela 1. Primerjava primerka *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* iz Slovenije s primerkoma iz Hrvaške
Table 1. Comparison of specimen *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* from Slovenia with specimens from Croatia

Primerek Specimen	Dolžina Length	Širina Width	Višina Height	Nahajališče Location	Tabla Plate
Brez inv. št.	197	~190	96	Levstikov mlin pri Podsredi	Slike 3-4
Inv. št. H.1699	~195	183	98	Podsused, Hrvaška	Slike 5-7
Inv. št. 1699	172	152	80	Podsused, Hrvaška	Slike 8-10

Opomba: V knjigi »Inventarski zapisnik za okamenine in kamenine, III. b« iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo ljubljanske univerze na Privozu 11 piše na 49. strani, da so fosilni ostanki z inventarnimi številkami od 1627 do 1684 in od 1686 do 1712, kupljeni leta 1920 v Zagrebu za 600 din. Med njimi sta tudi dva velika



Sl. 3. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz srednjemiocenskih – badenijskih plasti Levstikovega mlina pri Podsredi, zgornja stran, velikost primerka 197 x ~190 x 96 mm (foto: M. Grm)
Fig. 3. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Middle Miocene – Badenian beds of Levstik mill at Podsreda, aboral side, size of specimen 197 x ~190 x 96 mm



Sl. 4. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Levstikovega mlina pri Podsredi, s strani, velikost primerka 197 x ~190 x 96 mm (foto: M. Grm)

Fig. 4. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Levstik mill at Podsreda, lateral side, size of specimen 197 x ~190 x 96 mm

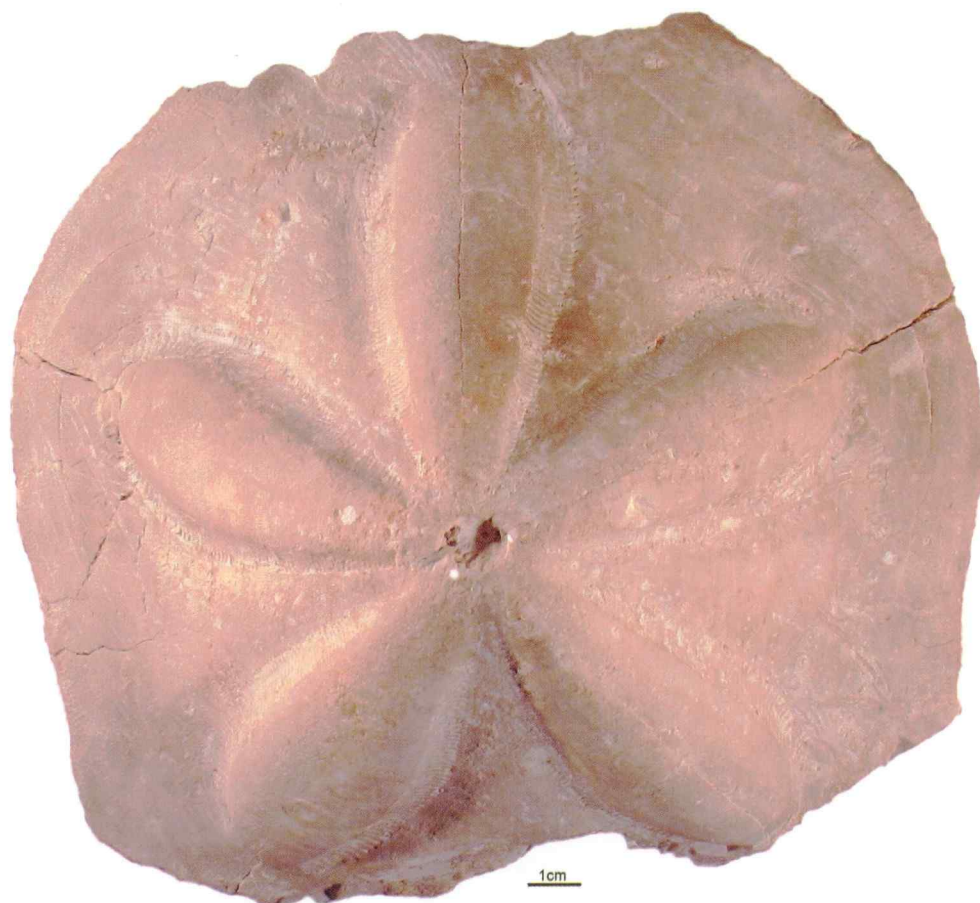
klipeastra z inv. št. H. 1699 in 1699 (slike 5-10), s taksonomsko pripadnostjo vrsti *Clypeaster pyramidalis* Michelin iz badenijskih plasti najdišča Podsused na Hrvaškem. Podatki ŠIKIĆA, BASCHA in ŠIMUNIĆA (1978) potrjujejo, da izdanjajo na južno-zahodnih obronkih Medvednice blizu Podsuseda tudi neogenske plasti – badenijske, sarmatijske in panonijske starosti. Torej je najdišče klipeastrov pri Podsusedu povsem mogoče.

Stratigrafska in geografska razširjenost: Opisano vrsto *Clypeaster pyramidalis* omenja LAUBE (1869, 183) iz najdišča Mittenberg pri kraju Baden v Avstriji. LAUBE (1870, 314) zopet poroča o

najdbah te vrste v Avstriji. LAUBE (1871, 64) znova poroča o najdbah iste vrste morskega ježka iz litotamnijskih apnencev najdišča Mittenberg pri kraju Baden v Avstriji. POLJAK (1938, 187) vrsto *Clypeaster pyramidalis* omenja iz srednjemio-censkih plasti blizu Samobora na Hrvaškem. MITROVIĆ-PETROVIĆ (1966, 104-106) omenja obliko *Clypeaster* cf. *pyramidalis* iz srednjemio-censkih plasti najdišča Bukovac na Fruški gori v Srbiji. MITROVIĆ-PETROVIĆ v seznamu srednjemio-censkih morskih ježkov takratne Jugoslavije (1970, Tableau) navaja tudi vrsto *Clypeaster pyramidalis* Michelin iz Srbije, Hrvaške in Bosne ter iz Francije. COMASCHI CARIA (1972, 36) jih omenja iz burdi-

Sl. 5. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz badenijskih plasti pri Podsusedu na Hrvaškem, zgornja stran, primerki H 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo v Ljubljani, velikost primerka ~195 x 183 x 98 mm (foto: M. Grm)

Fig. 5. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Badenian beds of Podsused in Croatia, aboral side, specimen H 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen ~195 x 183 x 98 mm





Sl. 6. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, s strani, primerek H 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo, velikost primerka ~195 x 183 x 98 mm (foto: M. Grm)

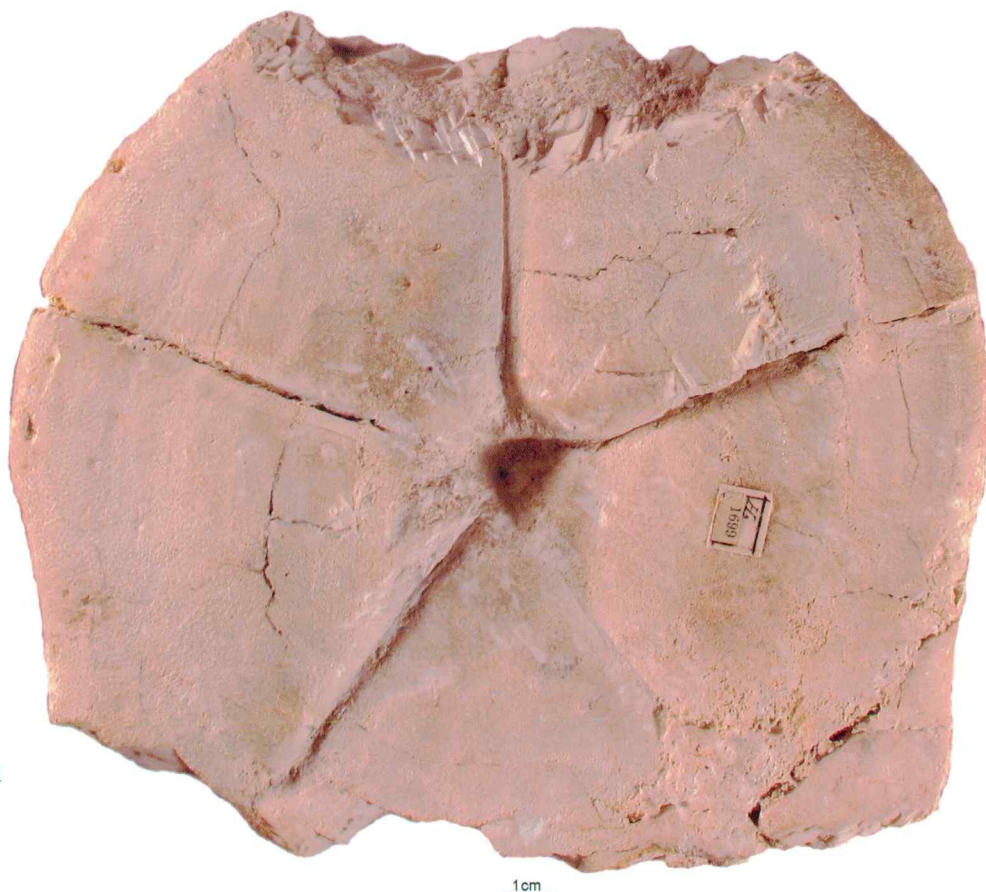
Fig. 6. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Podsused in Croatia, lateral side, specimen H 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen ~195 x 183 x 98 mm

galijskih (nekdanjih helvetijskih) plasti blizu Cagliarija na Sardiniji. Nadalje še piše, da so takšne klipeastre registrirali tudi v miocenskih plasteh Avstrije, Španije in Jugoslavije. Vrsto *Clypeaster campanulatus* (Schlotheim, 1820) omenja PHILIPPE (1998, 123-124) iz burdigalijskih plasti kotline reke Rhône v Franciji. Oblika nepravilnega morskega ježka *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 je po podatkih KROH-a (2005, 60) razširjena v spodnje in srednje-badenijskih skladih Avstrije in Madžarske. MIKŠA in MEZGA (2010, 95-96) pišeta, da so klipeastri dominantni v združbi morskih ježkov v kamnolomu

Sutinska vrela na Medvednici in da predstavljajo klipeastri 80% vseh morskih ježkov, ki so najdeni v miocenskih plasteh severne Hrvaške.

Zaključki

V Sloveniji so najdeni številni ostanki morskih ježkov, večinoma so to posamezni deli bodic, skeletni deli njihovih koron in fragmenti »Aristotelove svetilke« oziroma čeljustnih elementov. Iz določenih geoloških obdobij in v primerljivih kamninah so najdene tudi celotne korone. Morski ježki so pri nas zanesljivo ugotovljeni v



Sl. 7. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, spodnja stran, primerek H 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo, velikost primerka ~195 x 183 x 98 mm (foto: M. Grm)

Fig. 7. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Podsused in Croatia, oral side, specimen H 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen ~195 x 183 x 98 mm



Sl. 8. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, zgornja stran, primerek 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo, velikost primerka 172 x 152 x 80 (foto: M. Grm)

Fig. 8. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Podsused in Croatia, aboral side, specimen 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen 172 x 152 x 80

karbonskih, permskih, triasnih, jurskih, krednih, eocenskih, oligocenskih in miocenskih kamninah. Predvidevamo, da je pri nas največ nahajališč z makroskopskimi ostanki miocenskih morskih ježkov v osrednji in vzhodni, ter eocenskih v južno-zahodni Sloveniji. Večji ostanki morskih ježkov iz drugih geoloških obdobj so pri nas razmeroma redki.

V miocenskih kamninah je na Slovenskem najdenih že veliko najrazličnejših morskih ježkov, vendar zaradi njihove pomanjkljive raziskanosti še ne poznamo večine oblik in ne vemo, katere prevladujejo. Vsekakor je opazno manj regularnih in bistveno več ostankov iregularnih morskih ježkov. Zelo pogostni so primerki iz družine Clypeasteridae in družine Spatangidae. Tudi med posa-

Sl. 9. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, s strani, primerek 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo, velikost primerka 172 x 152 x 80 (foto: M. Grm)

Fig. 9. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 from Podsused in Croatia, lateral side, specimen 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen 172 x 152 x 80





Sl. 10. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, spodnja stran, primerek 1699 iz paleontološke zbirke Oddelka za geologijo, velikost primerka 172 x 152 x 80 (foto: M. Grm)

Fig. 10. *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz Podsuseda na Hrvaškem, oral side, specimen 1699 from paleontological collection of Department of Geology in Ljubljana, size of specimen 172 x 152 x 80

meznimi najdišči so opazne manjše ali večje razlike. Med klipeastri je registriranih več primerkov različnih oblik in velikosti, eni so majhni in nizki, drugi so veliki in srednjevisoki, tretji so veliki ter visoki ali pa veliki in zelo nizki. Največji in najvišji med našimi morskimi ježki je klipeaster *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861 iz srednjemiocenskih – badenijskih konglomeratov Levstikovega mlina pri Podsredi na Kozjanskem, blizu slovensko-hrvaške meje. V dolžino meri 197 mm, v višino pa 96 mm. Primerk iz Podsrede (slike 3-4) kot tudi primerka iz Podsuseda na Hrvaškem (slike 5-10), sodijo med večje klipeastre z območja nekdanje Centralne Paratetide.

Klipeastrova korona s Kozjanskega je verjetno dalj časa ležala na takratnem morskem dnu, saj so se na njej ohranili debelejši ostanki nekdanjih epibiontov, briozojev, so pa vidne tudi številne drobne luknjice spongijskega rodu *Cliona* in večje vdolbine, ki so jih najverjetneje naredile kamnovrte školjke. Če upoštevamo vse vidne znake omenjenih organizmov na koroni in groboklastično kamnino, v kateri je bila korona najdena, potem lahko sklepamo na bližino obale in relativno plitvo morje.

V najdišču pri Podsredi je bila korona dalj časa v prsti blizu današnjega površja in pod vplivom močnejše korozije, saj so na koroni opazne posledice. Določeni predeli so zelo korodirani in deformirani, predvsem njen obvršni del, rob korone ter IV. in II. petal. Po poškodbah na koroni in po nezasigani aboralni površini lahko tudi ugotovimo, da je bila njena oralna stran v plasti obrnjena navzdol, aboralna pa navzgor, torej tako kot v nekdanjem življenjskem položaju morskega ježka.

The largest corona of fossil sea urchin in Slovenia

Conclusions

In Slovenia were found numerous remains of sea urchins, mostly separate parts of spines, skeletal parts of coronas and fragments of the "Aristotle's lantern", respectively the jaw apparatus elements. In favorable rocks of certain geologic times also entire coronas were found. In Slovenia the sea urchins were recorded with certainty in Carboniferous, Triassic, Jurassic, Cretaceous, Eocene, Oligocene and Miocene rocks. We estimate

that the majority of localities with macroscopic sea urchin remains from Miocene occur in central and eastern Slovenia, and those from Eocene in southwestern Slovenia. Larger remains of sea urchins from other geological periods are in Slovenia relatively rare.

In Miocene beds of Slovenia a great number of various sea urchins were found, but the finds were not sufficiently studied to know the distribution and frequencies of their forms. In any case largely prevail the remains of irregular sea urchins, and less frequent are regular ones. Very frequent are individuals of the Clypeasteridae and Spatangidae families. Noticeable are also larger or smaller differences. Among the clypeasters a number of individuals of various shapes and size were recognized, certain being small and low, others large and medium high, and still others large and high, or high and very low. The largest and highest among our sea urchins is the clypeaster species *Clypeaster campanulatus* forma *pyramidalis* Michelin, 1861, from Middle Miocene Badenian conglomerates of Levstik mill near Podsreda in the Kozje area, close to Slovenian-Croatian border. Its length is 197 mm and height 96 mm. The Podsreda specimen (figs. 3 – 4) as well as specimens from Podsused in Croatia (figs. 5 – 10) belong to larger-sized clypeasters from the region of the ancient Central Paratethys.

The corona of clypeaster from Kozje was most probably situated for longer time on the ancient sea floor, as indicated by thicker remains of ancient epibionts, the bryozoans, fixed on it. Also numerous tiny holes of sponges of genus *Cliona* are visible as well as larger hollows made most probably by stone boring bivalves. Taking in consideration all observed traces of mentioned organisms on corona, and the coarse clastic rock in which the fossil was found, a near-shore and relatively shallow sea could be presumed.

In the locality near Podsreda the corona was lying a longer time in soil, close to the present surface, exposed to stronger corrosion that can be observed on its surface. Certain parts are deeply corroded and deformed, especially its part near apical disc, edge of corona, and IV. and II. petals. Damages on corona and the unsintered aboral surface permit the conclusion that its oral side was turned downwards in the bed, and its aboral side upwards, and so in the bed as well as in the sea urchins living position.

Zahvale

Za prevode v angleščino se zahvaljujemo zaslužnemu profesorju dr. Simonu Pircu, za fotografske in ostale dokumentacijske usluge pa sodelavcu Marijanu Grmu.

References

- ANIČIĆ, B. 2007: Geološka zbirka Osnovne šole XIV. divizije Senovo. OŠ XIV. divizije Senovo in Turistično društvo Senovo (Senovo) (zgodovinska zbirka).
- ANIČIĆ, B. & KUNST, M. 2008: Geološka zgodovina. Kozjanski park. Kozjanski park (Podsreda) (zgodovinska zbirka).
- ANIČIĆ, B., OGORELEC, B. & DOZET, S. 2004: Geološka karta Kozjanskega 1:50 000. (Geological map of Kozjansko 1:50 000). Geološki zavod Slovenije (Ljubljana).
- ANIČIĆ, B. & PAVŠIČ, J. 2004: Vodnik po geološki učni poti. Geološka učna pot Kozjanski park Rudnica/Virštanj. Kozjanski park (Podsreda): 1-95.
- ANIČIĆ, B. & PETROVIČ, A. 2008: Geološka zgradba in geološke zanimivosti Bohorja. Turistično društvo Senovo (Senovo): 1-83.
- COMASCHI CARIA, I. 1972: Gli Echinidi del Miocene della Sardegna. Stabilimento Tipografico Editoriale Fossataro (Cagliari): 1-95, Tav. 1-50.
- DURHAM, J. W. 1966: *Clypeasteroids*. In: R. C. Moore, Treatise on Invertebrate Paleontology, Part U, Echinodermata 3/2. The Geological Society of America and The University of Kansas Press (Lawrence): U450-U491.
- FUCHS, T. 1875: Die Tertiärbildungen von Stein in Krain. Verh. Geol. R. A. (Wien): 48-49.
- HILBER, V. 1883: Ueber eine neue Fossilsendung aus der Miocän-Bucht von Stein in Krain. verh. geol. R. A. (Wien): 175-179.
- JURKOVŠEK, B. & KOLAR-JURKOVŠEK, T. 1992: Fosili v Sloveniji. Didakta (Radovljica): 1-71.
- KALABIS, V. 1948: Monografie Clypeasterů z československého miocénu. Rozprawy Stát. geol. Úst. Rep. Českoslov. (V Praze) 11: 1-115, Tab. 1-8.
- KOŠIR, A. 1992: Cordevolska ehinidna favna z Lesnega brda. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za naravoslovje in tehnologijo, Oddelek za montanistiko, Diplomsko delo (Ljubljana): 1-72, Tab. 1-24.
- KRIŽNAR, M. 2003: Nove najdbe karbonskih morskih ježkov v Sloveniji. Društvene novice (Tržič) 28: 33-34.
- KROH, A. 2005: Echinoidea neogenica. In: W. E. Piller (editor), Catalogus Fossilium Austriae, Band. 2. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften (Wien): I-LVI, 1-210, Pl. 1-82.
- LAUBE, G. C. 1869: Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. Verh. Geol. R. A. (Wien): 182-184.
- LAUBE, G. C. 1870: Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. Verh. Geol. R. A. (Wien): 313-314.
- LAUBE, G. C. 1871: Die Echinoiden der österreichisch-ungarischen oberen Tertiärablagerungen. Abh. Geol. R. A. (Wien) 5/3: 55-74, Tab. 16-19.
- LORIO, P. de, 1876: Description des Échinides tertiaires de la Suisse. Deuxième Partie. Abh. Schweiz. paläont. Gesell., Mém. Soc. Paléont. Suisse (Basel und Genf) 3: 65-142, Pl. 9-23.
- LIPOLD, M. V. 1857: Bericht über die geologischen Aufnahmen in Ober-Krain im Jahre 1856. Jb. Geol. R. A. (Wien) 8: 205-234.
- MAJČEN, T., MIKUŽ, V. & POHAR, V. 1997: Okamnina v paleontološki zbirki Laškega muzeja. Geološki zbornik (Ljubljana) 13: 104-118, (Tab. 1-11).

- MIKŠA, G. & MEZGA, A. 2010: Taphonomic selection among echinoids or why *Clypeaster* the most abundant echinoid in the Miocene of Croatia. (Tafonomska selekcija među ježincima ili zašto je *Clypeaster* najčešći ježinac u miocenu Hrvatske). V: M. HORVAT (Ur.), 4. Hrvatski geološki kongres – 4th Croatian Geological Congress – Šibenik 2010, Knjiga sažetaka-Abstract Book, 95-96. Hrvatski geološki institut (Zagreb).
- MIKUŽ, V. 1999 a: *Clypeaster scillae* Desmoulins, 1837 iz miocenskih plasti pri Podgračenem. (*Clypeaster scillae* Desmoulins, 1837 from Miocene beds near Podgračeno, Eastern Slovenia). Geologija 1998 (Ljubljana) 41: 109-116, (Tab. 1-2).
- MIKUŽ, V. 1999 b: Preservation of Geologic Natural Heritage at Šentilj, Slovenia. Progeo News (Oslo) 3: 6-8.
- MIKUŽ, V. 2000: Morska ježka iz oligocenskih plasti pri Češnjici blizu Poljšice. (Sea-urchins from Oligocene beds at Češnjica near Poljšica, W-Slovenia). Geologija 1999 (Ljubljana) 42: 117-122, (Tab. 1).
- MIKUŽ, V. 2004: Fosilna dediščina Dolenjske v sliki in besedi. (Das Fossilienerbe von Dolenjsko in Bild und Wort). In: Smrekar, A. (urednik), Vekov tek: Kostanjevica na Krki 1252-2002, Zbornik ob 750. letnici prve listinske omembe mesta. Krajevna skupnost (Kostanjevica na Krki): 302-315.
- MIKUŽ, V. 2006: Morski ježek rodu *Meoma* (Spatangoida) iz badenijskih plasti kamnoloma Lipovica. (Sea urchin *Meoma* (Spatangoida) from Badenian beds in the Lipovica quarry, Slovenia). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 47 (2): 65-77, (Tab. 1-2).
- MIKUŽ, V. 2006: Konolampasi slovenskih nahajališč. 2. slovenski geološki kongres. Zbornik povzetkov. Rudnik živega srebra v zapiranju (Idrija): 49-50.
- MIKUŽ, V. 2007: Eocenski morski ježki iz najdišča Plače pri Ajdovščini. (The Eocene sea urchins from Plače near Ajdovščina, Western Slovenia). Geologija (Ljubljana) 50 (2): 269-284, (Tab. 1-6).
- MIKUŽ, V. 2009: Skutele iz miocenskih skladov Slovenije. (Scutellids from Miocene beds in Slovenia). Geologija (Ljubljana) 52/2: 205-212, (Tab. 1-4).
- MIKUŽ, V. & ČVOROVIC, B. 2004: Mehkužci in ostali makrofosili iz eocenskih flišnih plasti v okolici Kuteževega in Trpčan. (The molluscs and other macrofossils from Eocene flysch beds in neighbourhood of Kuteževo and Trpčane, SW – Slovenia). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 45/3: 91-143, (Tab. 1-6).
- MIKUŽ, V. & HORVAT, A. 2000: Nepravilni morski ježek iz oligocenskih plasti pri Novi Štifti. (Irregular echinoid from Oligocene beds near Nova Štifta, Central Slovenia). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 41/1: 3-11, (Tab. 1).
- MIKUŽ, V. & HORVAT, A. 2003: Miocenski morski ježki Slovenije. Geološki zbornik (Ljubljana) 17: 115-119.
- MIKUŽ, V. & HORVAT, A. 2003: Paleobiogeografija klipeastrov (Echinoidea). Geološki zbornik (Ljubljana) 17: 119-123.
- MIKUŽ, V. & KNEZ, M. 2008: Paleogenski morski ježek s kraškega roba blizu Črnega Kala. (Paleogene sea urchin from the Kras edge near Črni Kal). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 49/2: 21-35, (Tab. 1-2).
- MIKUŽ, V. & MITROVIĆ-PETROVIĆ, J. 2001: Miocenski morski ježki iz okolice Šentilja v Slovenskih goricah. 1. Clypeasteridae. (Miocene sea urchins from surroundings Šentilj in Slovenske gorice, NE-Slovenia. 1. Clypeasteridae). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 42/1: 47-77, (Tab. 1-6).
- MIKUŽ, V. & PAVLOVEC, R. 2004: Morski ježek *Amblypygus dilatatus* iz spodnjeeocenskega apnenca v kamnolomu Griža v dolini reke Rižane. (Sea urchin *Amblypygus dilatatus* from Lower Eocene limestone in the Griža quarry in the Rižana river valley, Western Slovenia). Geologija (Ljubljana) 47/1: 15-21, (Tab. 1-2).
- MIKUŽ, V. & PRKIČ, M. 2007: Nova najdba morskega ježka vrste *Amblypygus dilatatus* v Sloveniji. (A new find of sea urchin *Amblypygus dilatatus* in Slovenia). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 48/1: 73-85, (Tab. 1).
- MIKUŽ, V. & VESEL, M. 2008: Nova najdba klipeastra v badenijskih plasteh pri Podgračenem. (A new find of *Clypeaster* in Badenian beds near Podgračeno). Razprave IV. razreda SAZU (Ljubljana) 49/2: 95-105, (Tab. 1).
- MITROVIĆ-PETROVIĆ, J. 1966: Kredni i miocenski ehinidi Srbije. Geološki anali balk. poluostrva (Beograd) 32: 87-461, Tab. 1-7.
- MITROVIĆ-PETROVIĆ, J. 1970: Les caractéristiques biostratigraphiques et paléocéologiques des Échinides du Miocène moyen en Yougoslavie. Giornale Geologia (Bologna) 35/1: 335-346.
- MITROVIĆ-PETROVIĆ, J. 1984: Importance biostratigraphique et paleoecologique du genre *Clypeaster* (Echinoidea) pour les sediments Neogenes de la Yougoslavie. Ann. Geol. Pays Hellen. (Athens) 32: 211-235, (Pl. 1-13).
- PAVLOVEC, R. & MIKUŽ, V. 1995: Fosili v miocenskem litotamnijskem apnencu v okolici Šentilja. Znan. rev., Naravosl. mat. (Maribor) 7 /1: 3-8.
- PAVŠIČ, J. 1995: Fosili. Zanimive okamnine iz Slovenije. Tehniška založba Slovenije (Ljubljana): 1-139.
- PAVŠIČ, J., MIKUŽ, V. & V. PODGORŠEK, 1997: Kamniti hlebci. Gea (Ljubljana) 7 (1): 33.
- PHILIPPE, M. 1998: Les Échinides Miocènes du bassin du Rhône: révision systématique. Première partie. Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon (Lyon) 36: 3-241, Pl. 1-2.
- PHILIPPE, M. 1998: Les Échinides Miocènes du bassin du Rhône: révision systématique. Deuxième partie. Nouv. Arch. Mus. Hist. nat. Lyon (Lyon) 36: 249-441, Pl. 3-26.
- POLJAK, J. 1938: Prilog poznavanju miocenskih Echinoidea Hrvatske i Slavonije. Vesnik geol. instituta kralj. Jugosl. (Beograd) 7: 167-203, Tab. 2-10.

- RAKOVEC, I. 1933: Geološko-paleontološki oddelek. V: Vodnik po zbirkah Narodnega muzeja v Ljubljani. Prorodopisni del. Narodni muzej v Ljubljani (Ljubljana): 119-185.
- RAKOVEC, I. 1952: Naši kraji v miocenski dobi I. *Proteus* (1952-1953) (Ljubljana) 15/1: 1-5.
- RAKOVEC, I. 1952: Naši kraji v miocenski dobi II. *Proteus* (1952-1953) (Ljubljana) 15/2: 38-41.
- RAMOVŠ, A. 1975: Zanimiva najdba zgornjekarbonskega morskega ježka v Javorniškem rovtu. *Proteus* (1974-1975) (Ljubljana) 37: 433-436.
- RAMOVŠ, A. 1978: Okamnelo življenje v jeseniškem prostoru. Vodnik po paleontološki zbirki Tehniškega muzeja Železarne Jesenice. Tehniški muzej Železarne Jesenice (Jesenice): 1-80.
- RAMOVŠ, A. 1980: Po poteh okamnelega življenja v tržiškem prostoru. Društvo prijateljev mineralov in fosilov Tržič (Tržič): 1-80. (Tržiški zbornik 2)
- ROBIČ, S. 1882: Kratek popis nekaterih gričev in jarkov v vznožji Šenturške gore v geološkem in paleontološkem obziru. Novice gospodarske, obrtniške in narodne (V Ljubljani) 40: 20, 27-28, 36.
- SAJOVIC, G. 1909: Ein Beitrag zur Geschichte der Steiner Alpen. *Carniola* (Laibach) 2: 24-29.
- SMITH, A. 1984: Echinoid Palaeobiology. George Allen & Unwin (Boston, Sydney): 1-190.
- STACHE, G. 1858: Die neogenen Tertiärbildungen in Unter-Krain. *Jb. Geol. R. A.* (Wien) 9: 366-398.
- ŠIKIĆ, K., BASCH, O. & ŠIMUNIĆ, A. 1978: Osnovna geološka karta SFRJ Zagreb 1:100 000. Savezni geološki zavod Beograd (Beograd).
- VADÁSZ, E. 1915: Die mediterranen Echinodermen Ungarns. *Geologica Hungarica* (Budapest) 1/2: 79-253, Taf. 7 (1) – 12 (6).
- ŽALOHAR, J., KRIŽNAR, M., HITIJ, T. & GRMŠEK, E. 2010: Fosili iz okolice Kamnika. Medobčinski muzej Kamnik (Kamnik): 1-48.
- ŽALOHAR, J. & ZEVRNIK, J. 1998: Terciarne plasti v okolici Kamnika. Kamniški zbornik (Kamnik) 14: 96-101.