



Fosilni mnogoščetinci spodnjekarnijskega apnenca pri Lesnem Brdu

Fossil polychaetes of the Lower Carnian limestone at Lesno Brdo, central Slovenia

Tim SOTELŠEK¹, Nik GRAČANIN², Matic RIFL³ & Luka GALE^{4,5}

¹Kocjanova ul. 4, SI-4000 Kranj, Slovenija; e-mail: tim.sotelsek@gmail.com

²Cesta Jaka Platiše 21, SI-4000 Kranj, Slovenija; e-mail: nickster.gracanin@gmail.com

³Pionirska ul. 13a, SI-1235 Radomlje, Slovenija; e-mail: rifl.matic@gmail.com

⁴Univerza v Ljubljani, Naravoslovnotehniška fakulteta, Oddelek za geologijo; Privoz 11, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: luka.gale@ntf.uni-lj.si

⁵Geološki zavod Slovenije, Dimičeva ul. 14, SI-1000 Ljubljana, Slovenija; e-mail: luka.gale@geo-zs.si;

Prejeto / Received 29. 3. 2018; Sprejeto / Accepted 15. 6. 2018; Objavljeno na spletu / Published online 20. 7. 2018

Ključne besede: Polychaeta, Terebellida, trias, Zunanji Dinaridi, karbonatna platforma, greben

Key words: Polychaeta, Terebellida, Triassic, External Dinarides, carbonate platform, reef

Izvleček

V spodnjekarnijskem masivnem apnencu v kamnolomu pri Lesnem Brdu nastopajo nepravilna lečasta telesa z veliko gostoto cevk fosilnih mnogoščetincev reda Terebellida. Razlike v gostoti in velikosti cevk znotraj leč smo preučili na primeru dveh leč. Cevke so orientirane poševno ali vzporedno z nekdanjim morskim dnom in obdane z drobnozrnatim apnencem, ali pa so fragmentirane in obrasle z zgodnjediagenetskim kalcitnim cementom. V notranjosti cevk in v medzrnskem prostoru so pogoste geopetalne teksture. Domnevamo, da leče predstavljajo in situ nakopičenja/populacije terebellid, ki so tvorile goste sestoje na zunanjem robu ali zgornjem pobočju nekdanje karbonatne platforme. Pri večji od obeh leč je gostota cevk največja v spodnjem delu leče, proti vrhu in robovom pa se zmanjšuje. Pri drugi leči je razporeditev gostote bolj naključna. Statistične povezave med gostoto cevk in njihovo velikostjo nismo potrdili. Zrna, ki so vključena v stene cevk, ustrezajo sestavi okolnega sedimenta, kar kaže, da mnogoščetinci niso selektivno pobirali zgolj ene vrste zrn. Tako manjši kot večji osebki so steno zgradili iz zrn enega velikostnega razreda.

Abstract

Lower Carnian massive limestone, quarried at Lesno Brdo in central Slovenia, contains irregular lenses of limestone riddled with fossil agglutinated tubes of Terebellida (Polychaeta). The aims of this study were to investigate changes in density and tube sizes within two of the lenses. Most of the tubes are oriented oblique or sub-parallel to former sea floor. They are embedded in fine-grained matrix or fragmented and overgrown by early diagenetic cement. Interiors of the tubes and larger voids within the matrix often display geopetal structures. We presume that lenses represent in situ populations of terebellid worms at the outer margin or upper slope of the former carbonate platform. For the larger of the two lenses, it seems that the tube density is largest at the bottom of the lens, whereas the density gets lower towards the top and the sides of the lens. The density distribution is more irregular in the second, smaller lens. We found no statistical correlation between the density and the size of the tubes. Grains, incorporated into the tube wall, match the composition of the surrounding sediment, meaning that the animals were not particularly selective for the grain type. The walls are also predominantly built of one grain size, irrespective of the size of the tube.

Uvod

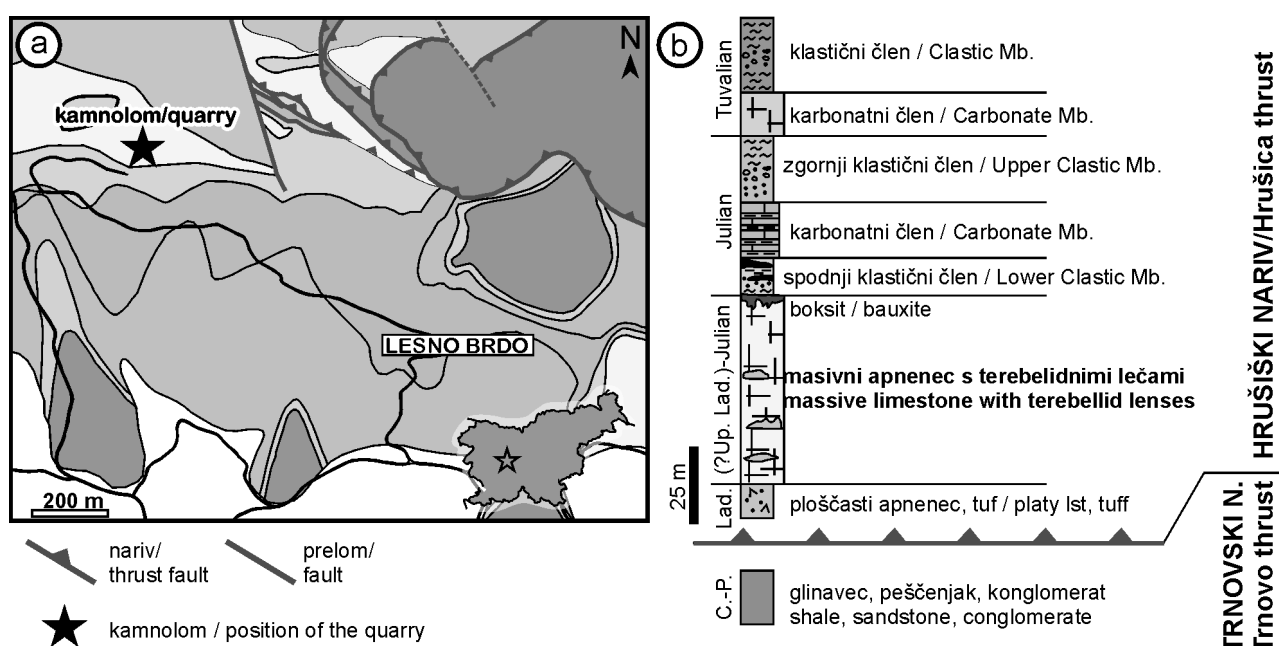
Mnogoščetinci (razred Polychaeta, red Chaetopoda) so skupina kolobarnikov (deblo Annelida) s hitinastimi ščetinami na parapodijih (Fauchald, 1977). So pogosti prebivalci peščenega ali muljastega dna priobalnih delov morij, poznamo pa tudi globljemorske, nekaj sladkovodnih, planktonskih in celo kopenskih vrst (Fauchald, 1977; Bailey-Brock, 1976; Zatoň et al., 2012; Guido et al., 2014). Glede na način življenja in razvoj sprednjega dela telesa jih tradicionalno delimo na prosto živeče Errantia in pritrjene Sedentaria (Fauchald, 1977). Znotraj obeh skupin lahko najdemo vrste, ki telo obdajo z organsko, karbonatno ali aglutinirano cevko. V slednjem primeru so zrna, ki jih žival pobere iz sedimenta, vezana z biocementom, ki ga izloča posebna žleza (Reish & Mason, 2003; Fournier et al., 2010; Vinn & Luque, 2013). Zaradi krhkosti se aglutinirane cevke razmeroma redko fosilizirajo. Čeprav danes tovrstne cevke tvorijo predstavniki več družin mnogoščetincev (Vinn & Luque, 2013), večino fosilnih primerkov pripisujejo redu Terebellida, katerega fosilni zapis sega vsaj do ordovicija (po Zatoň & Bond, 2016). Terebelidne cevke se v paleozojskih in mezozojskih kamninah večinoma pojavljajo v manjšem številu in kot posamični primerki (npr. Samankassou, 2001; Kuss, 1988; Brandner et al., 1991; Bernecker, 1996; Schmid et al., 2001; Samankassou et al., 2013; Peybernes et al., 2015; Chesnel et al., 2016, 2017). Večje koncentracije mnogoščetincev so znane le z robov norij-

ske-retijskih slabo prezračenih intraplatformnih bazenov v Apeninih in Južnih Alpah, kjer skupaj z mikrobialiti tvorijo bioherme (Iannace & Zamparelli, 1996; Cozzi & Podda, 1998; Cirilli et al., 1999; Iannace & Zamparelli, 2002; Iannace et al., 2005).

Spodnjekarnijski masivni apnenec pri Lesnem Brdu vsebuje številne leče z veliko gostoto terebelidnih cevk. Po trenutni interpretaciji (Gale et al., 2018) gre morda za in situ ohranjene terebelidne tvorbe z zunanjega roba ali zgornjega pobočja platforme. V članku opisujemo cevke in zgradbo terebelidnih leč. Zanimale so nas lateralne spremembe v gostoti in velikosti terebelidnih cevk ter povezava med velikostjo (premerom), sestavo zrn, ki so bila vgrajena v steno cevk in sestavo obdajajočega sedimenta. Primerke iz Lesnega Brda prav tako primerjamo z drugimi primeri fosilnih terebelid iz literature.

Geološka zgradba

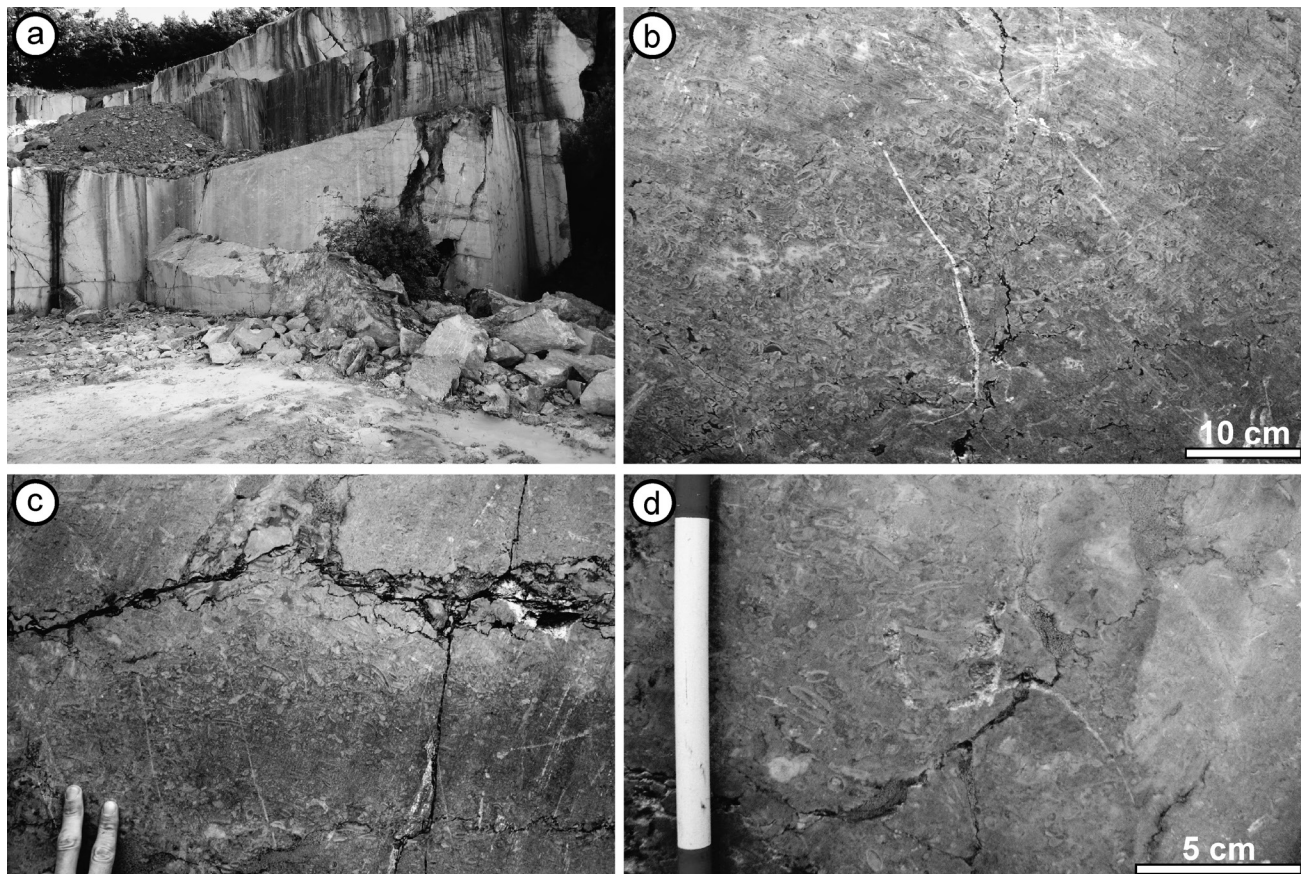
Terebelidne cevke so del masivnega »pisanega lesnobrdskega apnenca«, ki je razgaljen v kamnolomu podjetja Mineral (Mirtič et al., 1999). Masivni apnenec, ki dosega debelino 66 m (Jelen, 1990), je del nagubanega zaporedja klastičnih, piroklastičnih in karbonatnih kamnin Hrušiškega nariva Zunanjih Dinaridov (sl. 1; Placer, 1998). Pod masivnim apnencem se nahajajo ladinskijski tufski in litični peščenjaki, zgornjo površino apnenca pa predstavlja kraško-erozijska diskordanca z žepi boksita. Nad diskordanco leži zaporedje laporov-



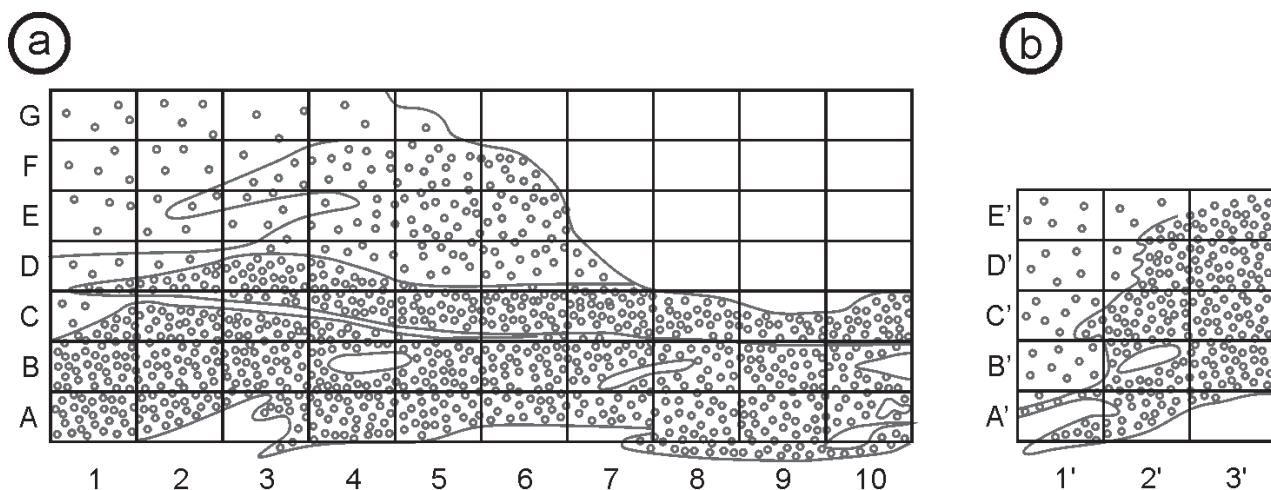
Sl. 1. Geološka zgradba okolice Lesnega Brda. a: Geološka karta (po Jelenu, 1990). b: Stratigrafski stolpec (po Jelenu, 1990).
Fig. 1. Geological structure of the area around Lesno Brdo. a: Geological map (after Jelen, 1990). b: Stratigraphic column (after Jelen, 1990).

ca, muljevca ter sivega in rdečkastega meljevca z vložki antracita v skupni debelini 13 m (»julski spodnji klastični člen« po Jelen, 1990). Sledi 20 m črnih plastnatih mikritnih apnencev z vmesnimi plastmi črnega glinavca (»julski srednji apnenčev-laporni člen« po Jelen, 1990), nato okoli 23 m črnih in zelenih muljevcev, tankoplastnatih kalkarenitov in konglomeratov ter tufski peščenjak

(»julski zgornji klastični člen« po Jelen, 1990). Začetek tuvala domnevno predstavlja 15 m debel horizont sivega laminiranega apnenca s peleti rakov (Jelen, 1990). Vijolično-rdeči meljevci, podrejeno kalkareniti in konglomerati, ki zaključujejo zaporedje klastičnih sedimentov, so verjetno ekvivalent tuvalske Travenanzes formacije v severni Italiji (Gerčar et al., 2017).

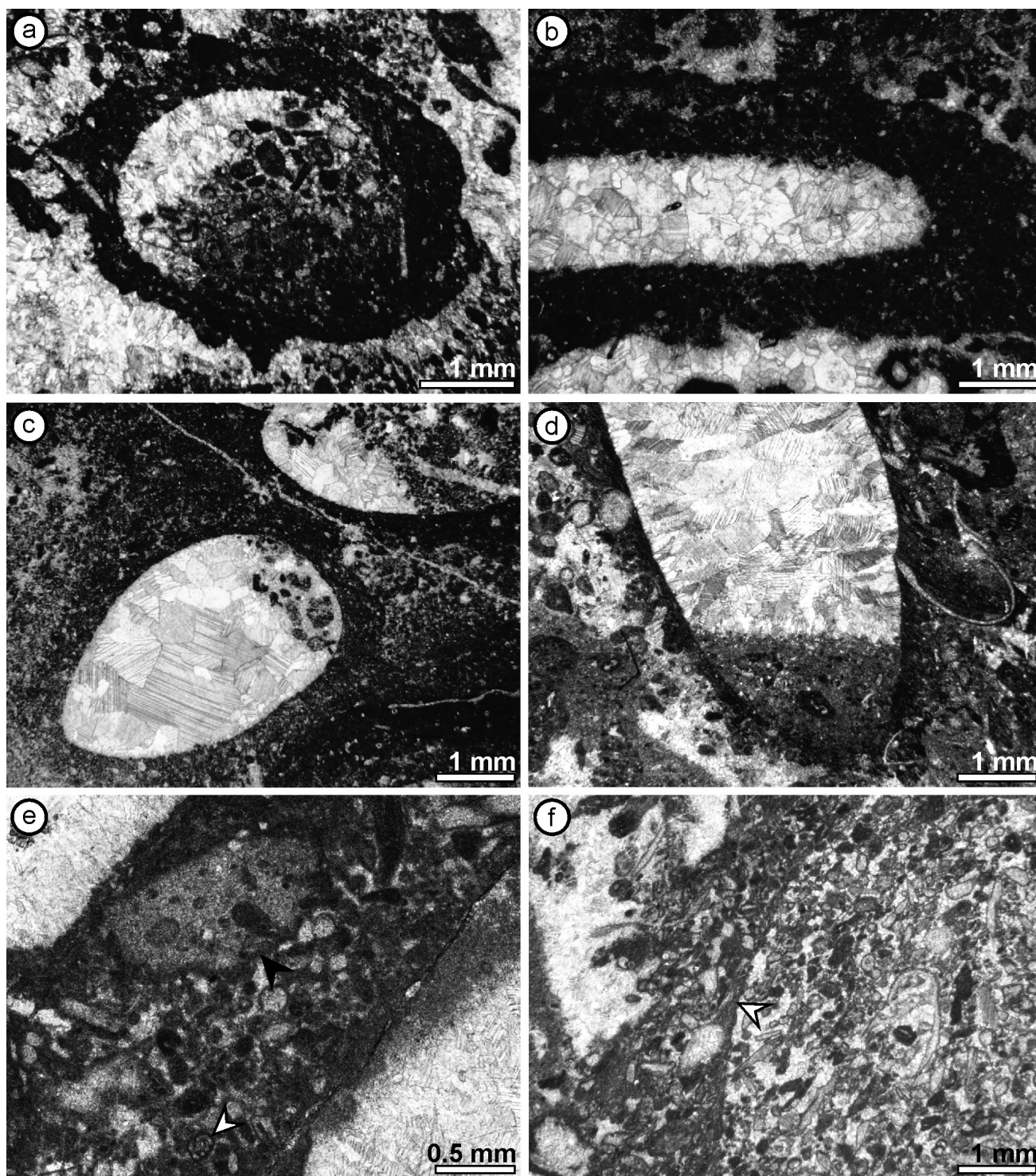


Sl. 2. Terebelidne leče v spodnjekarnijskem apnencu kamnoloma Lesno Brdo. a: Vzhodni del kamnoloma. b: Del terebelidne leče. c: Del terebelidne leče. Vijoličast glinavec na stilolitiziranih površinah je verjetno rezultat zakrasevanja apnenca v zgornjem karniju. d: Redkeje terebelidne cevke v rožnatem mikritnem apnencu.



Sl. 3. Skici analiziranih terebelidnih leč. Gostota cevk je ponazorjena z gostoto krogov. Velikost posameznega kvadranta je 0,3 m × 0,25 m. a: Prva leča. b: druga leča.

Fig. 3. Sketches of analyzed terebellid lenses. The density of tubes is shown as the density of small circles. Size of individual quadrant is 0.3 m × 0.25 m. a: First lens. b: second lens.



Sl. 4. Terebelidne cevke. a: Prečni presek. Vidna je geopetalna zapolnitev. Zbrusek 1075. b: Poševen presek. Steno sestavljajo predvsem peloidna zrna. Zbrusek 1093. c: Prečna preseka dveh terebelidnih cev, obdanih s peloidnim karbonatom, verjetno mikrobnega izvora. Cevki imata geopetalno zapolnitev. Zbrusek 1093. d: Poševen presek. Vidna je geopetalna zapolnitev. Zbrusek 1234. e: Detajl stene terebelidne cevke. Bela puščica kaže na drobno foraminifero, ki je bila vključena v steno, črna puščica pa večji klast. Zbrusek 1237. f: Gladka notranja stran cevke (puščica) in nepravilna zunanja stran. Sestava stene je skoraj identična sestavi zrn, ki zapolnjujejo notranjost cevke. Zbrusek 1242.

Fig. 4. Terebellid tubes. a: Transverse section. Note the geopetal infill of the tube. Thin section 1075. b: Oblique section. The tube wall is composed mostly of peloids. Thin section 1093. c: Transverse sections of two terebellid tubes, embedded in peloid carbonate, probably microbial in origin. Thin section 1093. d: Oblique section. Note the geopetal infill of the tube. Thin section 1234. e: The detail of the tube wall. Note the small foraminifera (white arrowhead) and the larger clast (black arrowhead) that were incorporated into wall structure. Thin section 1237. f: Smooth inner side of the tube (white arrowhead) is in contrast with the rough outer tube surface. The composition of the wall is almost identical to the composition of the sediment infilling the tube. Thin section 1242.

G	3,2 (n: 16; s: 0,6)	2,9 (n: 14; s: 0,9)	4,4 (n: 11; s: 1,9)	4,4 (n: 17; s: 1,4)	5,1 (n: 36 s: 1,6)	4,9 (n: 32; s: 1,4)														
	2,8 (n: 19; s: 1)	2,8 (n: 15; s: 1)	4,2 (n: 113; s: 1,4)	5,5 (n: 21; s: 1,7)	5,5 (n: 34; s: 2)	5,1 (n: 21; s: 1,4)														
F	5,7 (n: 20; s: 2)	4,3 (n: 27; s: 1,1)	4,5 (n: 27; s: 1,5)	4,9 (n: 22; s: 1,7)	6,7 (n: 20; s: 2,7)	5,7 (n: 20; s: 1,7)	4,9 (n: 17; s: 2,5)	3,2 (n: 29; s: 1,3)	3,3 (n: 46; s: 1,1)	2,6 (n: 35; s: 1)										
	4,6 (n: 18; s: 0,9)	5,2 (n: 17; s: 1,5)	5,3 (n: 25; s: 1,4)	4,8 (n: 24; s: 1,4)	5,4 (n: 22; s: 2)	6,3 (n: 21; s: 2)	4,6 (n: 37; s: 1,6)	3,5 (n: 52; s: 1,4)	3,4 (n: 58; s: 1,2)	2,8 (n: 80; s: 1,1)	3,4 (n: 114; s: 1,2)									
E	4,3 (n: 28; s: 1,3)	5,2 (n: 29; s: 1,6)	5,3 (n: 22; s: 1)	4,4 (n: 23; s: 1,4)	6 (n: 21; s: 1,2)	5,1 (n: 21; s: 1,2)	6,1 (n: 26; s: 1,8)	4,7 (n: 31; s: 1,5)	4,8 (n: 28; s: 2,1)	4 (n: 48; s: 1,5)	4,5 (n: 91; s: 1,8)	2,9 (n: 96; s: 0,9)								
	5,2 (n: 31; s: 1,8)	5 (n: 28; s: 1,9)	4 (n: 26; s: 1,4)	4,5 (n: 35; s: 0,9)	5 (n: 20; s: 1,5)	5,7 (n: 41; s: 2,2)	4,4 (n: 54; s: 1,4)	4,7 (n: 56; s: 1,2)	4,3 (n: 49; s: 1,8)	4,4 (n: 43; s: 1,3)	3,6 (n: 109; s: 1,3)	3,5 (n: 119; s: 1,1)	2,4 (n: 128; s: 1)							
D	5 (n: 19; s: 1,6)	4,5 (n: 17; s: 1,7)	5,1 (n: 25; s: 1,6)	4,2 (n: 28; s: 1,7)	3,8 (n: 12; s: 1,3)	4,8 (n: 29; s: 1,9)	4,5 (n: 70; s: 1,3)	5,2 (n: 26; s: 1,1)	4,6 (n: 32; s: 1,5)	4,9 (n: 38; s: 1,6)	4,7 (n: 107; s: 2,1)	3,8 (n: 83; s: 1,7)	4,1 (n: 94; s: 1,6)							
	3,7 (n: 21; s: 1,2)	4,5 (n: 27; s: 1,5)	4,3 (n: 28; s: 1,2)	4,4 (n: 47; s: 1,6)	4,4 (n: 37; s: 1,2)	4,7 (n: 29; s: 1,3)	4,9 (n: 45; s: 1,5)	5,1 (n: 46; s: 1,5)	4,2 (n: 38; s: 1,5)	4,1 (n: 54; s: 1,4)	3,2 (n: 88; s: 0,9)	3,5 (n: 108; s: 1,2)	3,4 (n: 167; s: 1,3)	3,7 (n: 122; s: 1,3)						
C	4,2 (n: 22; s: 2,6)	4,1 (n: 20; s: 2,1)	3,6 (n: 32; s: 1,9)	4,1 (n: 37; s: 1,3)	5,9 (n: 33; s: 2,5)	3,6 (n: 18; s: 1,2)	5,7 (n: 17; s: 2,7)	5 (n: 28; s: 1,5)	4,8 (n: 40; s: 1,5)	3,8 (n: 56; s: 1)	4,1 (n: 61; s: 1,2)	3,1 (n: 106; s: 1)	4 (n: 142; s: 1,3)	3,6 (n: 120; s: 1,2)	2,8 (n: 188; s: 1,4)	3,1 (n: 149; s: 1,1)	3,2 (n: 143; s: 1,3)	4,1 (n: 78; s: 1,8)	5,1 (n: 81; s: 1,9)	3,9 (n: 117; s: 1,8)
	4 (n: 13; s: 0,9)	4,3 (n: 63; s: 1,1)	4,8 (n: 36; s: 1,8)	4 (n: 35; s: 1,4)	3,2 (n: 26; s: 1,3)	5,3 (n: 28; s: 2)	5 (n: 35; s: 2,3)	4,6 (n: 42; s: 1,6)	3,7 (n: 41; s: 1)	3,8 (n: 49; s: 1,1)	3,4 (n: 80; s: 1,2)	4 (n: 87; s: 1,3)	3,6 (n: 162; s: 1,2)	3,9 (n: 98; s: 1,2)	2,9 (n: 100; s: 1,1)	3 (n: 92; s: 1,2)	2,7 (n: 174; s: 1,1)	2,7 (n: 154; s: 0,9)	3,8 (n: 149; s: 1,5)	3,2 (n: 114; s: 1,5)
B	6,3 (n: 25; s: 1,4)	5,9 (n: 40; s: 1,7)	6 (n: 33; s: 1,4)	4,9 (n: 47; s: 1,3)	4,8 (n: 41; s: 1,6)	4,9 (n: 49; s: 1,6)	6,2 (n: 35; s: 1,4)	5,8 (n: 28; s: 1,2)	4,4 (n: 61; s: 1,9)	4,2 (n: 44; s: 1,9)	4,3 (n: 81; s: 1,2)	4,4 (n: 81; s: 1,4)	4,4 (n: 132; s: 1,8)	3,9 (n: 158; s: 1,8)	5 (n: 85; s: 1,6)	4 (n: 113; s: 1,4)	4,3 (n: 118; s: 1,6)	4 (n: 118; s: 1,6)	4 (n: 106; s: 1,4)	3,7 (n: 93; s: 1,3)
	4,9 (n: 16; s: 1,4)	5,3 (n: 17; s: 1,3)	4,8 (n: 21; s: 1)	4,3 (n: 32; s: 0,9)	4,7 (n: 45; s: 1,5)	4,4 (n: 27; s: 1,1)	5,4 (n: 39; s: 2,3)	4,9 (n: 28; s: 1,6)	4,3 (n: 70; s: 1,9)	4,4 (n: 76; s: 1,8)	4,1 (n: 88; s: 1,3)	3,5 (n: 119; s: 1)	4,3 (n: 97; s: 1,5)	2,9 (n: 185; s: 1,3)	4,5 (n: 103; s: 2,4)	4,3 (n: 122; s: 1,5)	4,2 (n: 113; s: 1,3)	3,3 (n: 156; s: 1,4)	3,6 (n: 122; s: 1,7)	2,8 (n: 197; s: 1,1)
A	6 (n: 28; s: 1,4)	5,5 (n: 24; s: 1,4)	4,7 (n: 15; s: 1,5)	6,4 (n: 19; s: 1,9)	6,2 (n: 28; s: 1)	5,1 (n: 39; s: 1,5)	7,1 (n: 24; s: 1,7)	6,3 (n: 45; s: 1,8)	5,6 (n: 75; s: 1,9)	5,4 (n: 84; s: 2,1)	6 (n: 71; s: 2,1)	4,6 (n: 105; s: 1,7)	4,9 (n: 85; s: 1,6)	4,2 (n: 80; s: 1,6)	4,1 (n: 168; s: 1,7)	3,2 (n: 190; s: 1,5)	5,7 (n: 79; s: 1,9)	4,5 (n: 88; s: 1,8)	4,1 (n: 121; s: 1,6)	4,4 (n: 101; s: 1,5)
	6,5 (n: 44; s: 1,5)	6,6 (n: 28; s: 2,8)	6,1 (n: 18; s: 1,8)	5,4 (n: 18; s: 1,8)	4,9 (n: 30; s: 1,6)	4,6 (n: 30; s: 1,2)	6,7 (n: 66; s: 2,1)	6,6 (n: 42; s: 2,1)	5,8 (n: 63; s: 2,2)	4,8 (n: 59; s: 1,2)	5,1 (n: 79; s: 2)	4,2 (n: 121; s: 1,1)	0,37 (n: 105; s: 1,1)	4 (n: 123; s: 1,6)	4,4 (n: 123; s: 1,6)	3,9 (n: 137; s: 1,6)	5,2 (n: 112; s: 1,9)	5,5 (n: 82; s: 1,8)	4,2 (n: 114; s: 1,4)	3,7 (n: 118; s: 1,5)
1			2		3		4		5		6		7		8		9		10	

Sl. 6. Povprečna velikost terebelidnih cevč (v mm) v prvi leči. Temno siva polja: 2,4-3,9 mm; svetlo siva polja: 4-5,5 mm; siva polja: 5,6-7,1 mm. V oklepaju sta navedena število meritev (n) in standardni odklon (s). Za položaj kvadrantov glej sliko 3.

Fig. 6. Average size (in mm) of terebellid tubes in lens 1. Dark grey: 2.4-3.9 mm; light grey: 4.0-5.5 mm; grey: 5.6-7.1 mm. Number of measurements (n) and standard deviation (s) are given in brackets. See figure 3 for quadrant positions.

G	4,3	4,2	9,2	8,4	8,6	8,8														
	5,2	4,7	7,7	8,6	12,8	7,5														
F	9,4	6,7	9,2	8,7	14,6	9,3	13,1	6,6	6,9	5										
	6,3	7,6	7,9	8	10,6	10,8	8,2	7,8	7,8	8,2	6,7									
E	6,9	10,1	9,5	7,7	10,4	10,3	10,1	8,9	10,6	9,7	11,7	5,8								
	9,7	9,5	7,4	6,5	8,9	10	7,9	8,4	9	7,8	8,9	8,6	8,3							
D	8,9	9	8,8	8,3	6,9	11,3	7,5	7,4	10,1	10,2	12	9	9,7							
	6,3	9,5	7,8	8,2	7,1	8,2	9,1	8,1	8,9	8,4	5,7	7,3	8,9	8						
C	15	10,5	10,6	7	12,6	6,6	10,9	8,7	9,3	6,1	8	7,1	8,8	6,7	8,7	8,2	9,8	9,5	10	13,8
	5,4	8,5	10,7	7,7	7,7	9,5	12,4	10,6	6,6	6,8	8,4	8,7	8,2	8,1	9,4	7,9	10	6,1	9	10,7
B	9,1	12,1	9,8	9,4	9	9,4	9,9	8,3	12	10,9	7,5	10,5	10,5	10,9	10,2	7,9	10,3	10,8	7,8	7,6
	8,2	7,9	6,3	6,4	9,3	7,1	16,2	9,7	10,1	10,9	9	6,3	9,4	10,7	15,9	11,3	7,5	8,8	12,7	8,5
A	9	8,9	7,5	14	11,6	8,9	12,4	10,3	11,1	11,7	12,1	10,1	10,4	12,1	11,6	8,4	11,6	9,7	10,6	8,2
	10,4	17,5	9,6	11,3	8,9	8,2	13,1	11,6	12,7	6,8	11,8	7,4	8,5	11,7	10,6	9,2	10,2	12,4	9,6	10,8
	1		2		3		4		5		6		7		8		9		10	

Sl. 7. Največja velikost cevk (v mm) v prvi leči. Temno siva polja: 4,2-7,7 mm; svetlo siva polja: 7,8-11,3 mm; siva polja: 11,4-17,5 mm. Za položaj kvadrantov glej sliko 3.

Fig. 7. Maximum size (in mm) of terebellid tubes in lens 1. Dark grey: 4.2-7.7 mm; light grey: 7.8-11.3 mm; grey: 11.4-21.8 mm. See figure 3 for quadrant positions.

nim cementom (obrobni vlaknati ali igličasti in druzi-mozaični kalcit). V slednjem primeru so razlomljene na centimeter velike koščke. Lokalno so prisotne geopetalne teksture. Posamične cevke so rahlo ukrivljene. V dolžino merijo tudi več kot 10 cm in dosežejo premer 1,75 cm. Njihova notranja površina je ostro ločena od notranjega polnila in razmeroma gladka, medtem ko je zunanja površina lahko bolj nepravilna (sl. 4). Ste-ne cev so zgrajene iz aglutiniranih peloidov in drobnih bioklastov (večinoma gre za nedoločljive sparitne drobce, prepoznavni so le koščki zelenih alg, redke bentoške foraminifere, iglokožci in ostrakodi). Vmesni prostor zapolnjuje mikrosparit. Povprečna velikost aglutiniranih zrn v preiskanih zbruskih je 0,05-0,08 mm in ni odvisna od premera cevk. Pri nekaterih primerkih lahko opazimo, da so večja podolgovata zrna usmerjena vzporedno s površino cevk.

Gostota terebellidnih cevk v prvi leči variira med 10 % in 53 % površine, v drugi leči pa cevke predstavljajo med 6 % in 64 % površine. Večina cevk leži skoraj vodoravno ali poševno na podlagi. Slike 5-10 prikazujejo razporeditev gostote (sl. 5, 8) povprečne velikosti (sl. 6, 9) in največje velikosti cevk (sl. 7, 10) v posameznih poljih. Dobljene vrednosti so bile za lažji prikaz razporedjene v tri razrede, ki so obarvani z temno sivo (spodnja tretjina vrednosti v leči), svetlo sivo (srednja tretjina vrednosti) in sivo (za najvišje vrednosti v leči). V prvi leči je največja gostota cevk

v spodnjem delu leče, na zgornjih robovih pa je na splošno najmanjša. Povprečna velikost cevk v posamičnih poljih v prvi leči se giblje med 2,4 in 7,1 mm, pri čemer je standardni odklon 0,9-2,8 mm (sl. 6). Največje cevke merijo v premer od 4,2 do 17,5 mm (sl. 7). Pri drugi leči (sl. 8) je gostota največja v srednjem delu, ki prikazuje zgolj pol leče, razporeditev velikosti pa ne kaže vzorca. Povprečna velikost cevk znaša 2,4-5,7 mm (sl. 9), pri čemer je standardni odklon 0,6-1,5 mm. Največji premeri cevk v kvadrantih merijo od 4,4 do 13,5 mm (sl. 10).

E'	12	16	22	34	36	36
	20	14	22	24	52	54
D'	16	12	34	38	38	36
	6	12	42	52	42	44
C'	12	18	12	38	60	64
	16	28	28	38	50	59
B'	17	26	39	47	60	55
	20	22	41	53	55	58
A'	15	33	37	40	39	35
	30	38	35	41	30	25
	1'		2'		3'	

Sl. 8. Gostota terebellidnih cevk (v %) v drugi leči. Temno siva polja: 6-25 % cevk; svetlo siva polja: 26-45 % cevk; siva polja: 46-65 % cevk. Za položaj kvadrantov glej sliko 3.

Fig. 8. Density of terebellid tubes (in %) in lens 2. Dark grey: 6-25 %; light grey: 26-45 %; grey: 46-65 %. See figure 3 for quadrant positions.

E'	4,4 (n: 14; s: 1,1)	4,8 (n: 11; s: 1,1)	4,5 (n: 17; s: 1,2)	4,3 (n: 22; s: 1,0)	3,1 (n: 39; s: 0,9)	3,6 (n: 32; s: 1,3)
	5,7 (n: 16; s: 1,6)	4,8 (n: 17; s: 1,7)	3,9 (n: 22; s: 1,3)	4,3 (n: 11; s: 1,4)	3,7 (n: 74; s: 1,2)	4,2 (n: 82; s: 1,5)
D'	3,4 (n: 17; s: 1,1)	4,0 (n: 14; s: 1,1)	4,7 (n: 25; s: 2,5)	5,0 (n: 23; s: 1,6)	4,6 (n: 22; s: 1,2)	4,3 (n: 24; s: 1,1)
	5,3 (n: 6; s: 1,1)	3,5 (n: 16; s: 1,1)	5,0 (n: 35; s: 1,4)	4,8 (n: 40; s: 1,7)	4,5 (n: 18; s: 1,4)	4,8 (n: 33; s: 1,4)
C'	5,0 (n: 11; s: 1,2)	5,1 (n: 16; s: 1,4)	5,0 (n: 10; s: 1,2)	5,4 (n: 24; s: 1,6)	3,3 (n: 116; s: 1,5)	3,0 (n: 184; s: 1,4)
	5,5 (n: 13; s: 1,5)	4,8 (n: 24; s: 1,5)	5,1 (n: 23; s: 1,3)	5,6 (n: 40; s: 1,6)	2,8 (n: 173; s: 1,0)	2,9 (n: 184; s: 1,2)
B'	2,7 (n: 76; s: 1,1)	3,1 (n: 116; s: 1,1)	3,2 (n: 157; s: 1,1)	2,4 (n: 256; s: 1,0)	3,0 (n: 243; s: 1,4)	3,1 (n: 251; s: 1,2)
	2,7 (n: 92; s: 1,0)	3,0 (n: 112; s: 0,6)	2,8 (n: 211; s: 1,0)	2,8 (n: 226; s: 0,9)	3,1 (n: 229; s: 1,0)	3,1 (n: 247; s: 0,9)
A'	2,8 (n: 66; s: 1,1)	2,7 (n: 158; s: 1,1)	2,9 (n: 98; s: 1,0)	2,4 (n: 13; s: 0,9)	3,8 (n: 137; s: 1,1)	3,1 (n: 147; s: 1,0)
	3,0 (n: 108; s: 1,1)	2,6 (n: 186; s: 0,8)	2,7 (n: 160; s: 0,8)	2,7 (n: 140; s: 0,7)	2,9 (n: 156; s: 0,9)	3,3 (n: 104; s: 1,0)
	1'		2'		3'	

Sl. 9. Povprečna velikost terebelidnih cevč (v mm) v drugi leči. Temno siva polja: 2,4–3,5 mm; svetlo siva polja: 3,6–4,7 mm; siva polja: 4,8–5,9 mm. V oklepaju sta navedena število meritev (n) in standardni odklon (s). Za položaj kvadrantov glej sliko 3.

Fig. 9. Average size (in mm) of terebellid tubes in lens 2. Dark grey: 2.4–3.5 mm; light grey: 3.6–4.7 mm; grey: 4.8–5.9 mm. Number of measurements (n) and standard deviation (s) are given in brackets. See figure 3 for quadrant positions.

E'	6,9	7,5	6,3	6,2	6	7,8
	8,8	6,4	8,9	7,1	7,4	13,1
D'	6	6,8	13,4	8,2	8,2	8,1
	7,6	6	7,6	11,4	6,9	7,3
C'	7,4	8	6,7	9,2	10,7	11,6
	9,7	7,9	7,8	9,9	6,7	8
B'	6,6	6,9	8,5	7,6	13,5	7,5
	6,9	4,4	7,2	7,3	6,8	7,2
A'	6,1	8,5	7	6,4	7,2	6,5
	7,8	6,5	5,7	4,7	5,8	7,5
	1'		2'		3'	

Sl. 10. Največja velikost cevč (v mm) v drugi leči. Temno siva polja: 4,4–7,4 mm; svetlo siva polja: 7,5–10,5 mm; siva polja: 10,6–13,6 mm. Za položaj kvadrantov glej sliko 3.

Fig. 10. Maximum size (in mm) of terebellid tubes in lens 2. Dark grey: 4.4–7.4 mm; light grey: 7.5–10.5 mm; grey: 10.6–13.6 mm. See figure 3 for quadrant positions.

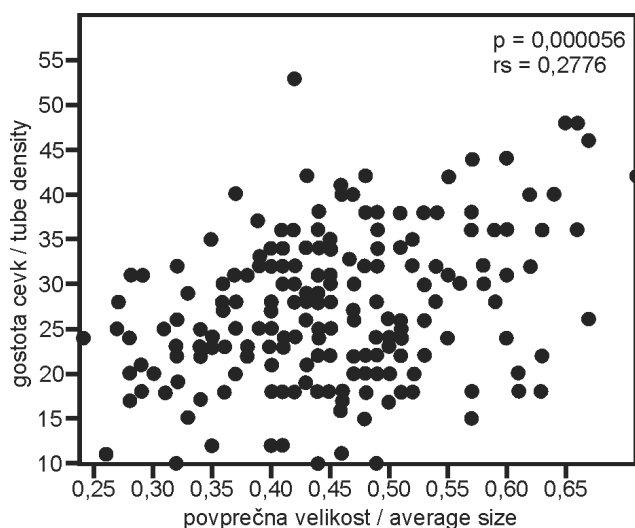
Shapiro-Wilkov test normalnosti porazdelitve podatkov je pokazal, da so povprečne velikosti cevč porazdeljene normalno ($W = 0,988$, verjetnost $p = 0,0896$), vrednosti gostote pa ne ($W = 0,986$, $p = 0,0374$), zato smo v nadaljevanju uporabili ne-parametrične statistične teste. Spermanova korelacijska koeficieta za povezavo med gostoto in povprečno velikostjo cevč sta za obe leči sicer statistično značilna, a majhna (okrog 0,3). Razpršenost podatkov potrjujeta tudi razsevna diagrama na slikah 11 in 12, zato povezave med gostoto in velikostjo cevč ne moremo potrditi.

Razprava Fosilne terebelide

Najstarejše aglutinirane cevke, ki jih pripisujejo redu Terebellida, so znane iz ordovicija in zgornjega devona (glej Zatoń & Bond, 2016). V Kantabrijskem gorovju v Španiji rod *Thartarella* sodeluje pri tvorbi skeletno-mikrobialitnih kop karbonske starosti (Samankassou, 2001; Samankassou et al., 2013). Cevke tvorijo krhko ogrodje, ki ga zapolnjujeta peloidni sediment in cement. Kope so domnevno nastajale v mirnem okolju pod globino dosega valov (Samankassou, 2001). Chesnel s sodelavci (2016, 2017) so aglutinirane cevke mnogoščetincev iz časa karbona našli predvsem v sedimentih zunanega dela platforme in na pregibu platforme v pobočje, medtem ko so bile tiste v plitvejših delih platforme po smrti živali verjetno uničene. V triasnih kamninah Kuss (1988) omenja prisotnost rodu *Terebella* sp. v plitvomorskih zgornjeladinijskih in spodnekarnijskih kamninah gore Sinaj v Egiptu. Cevke se nahajajo v življenjskem položaju in prispevajo k stabilizaciji sedimenta znotraj laminiranega mikritnega apnenca, ali pa so najdene preložene znotraj grainstone-a. Brandner s sodelavci (1991) so v Italijanskih Dolomitih posamične cevke našli v karbonatnih olistolitih, ki domnevno izvirajo z zgornjega ali srednjega dela pobočja zgornjeladinijske platforme. Fosilne terebelide v srednetriasnih kamninah omenjajo še Bernecker (1996), Sánchez Beristain (2010) in Peybernes s sodelavci (2015). Gostejše populacije fosilnih mnogoščetincev so znane na zunanjih robovih in zgornjih delih pobočij norijsko-retijskih platform, kadar so te mejile na slabo prezračene ozke intraplatformne bazene (Iannace & Zamparelli, 1996; Cozzi & Podda, 1998; Cirilli et al., 1999; Iannace & Zamparelli, 2002; Iannace et al., 2005). Mno-goščetinci so obdani z mikrobialiti in so skupaj z njimi tvorili lečaste tvorbe pri razmeroma nizkoenergijskih pogojih (Iannace & Zamparelli, 1996). Cirilli s sodelavci (1999) ter Iannace in

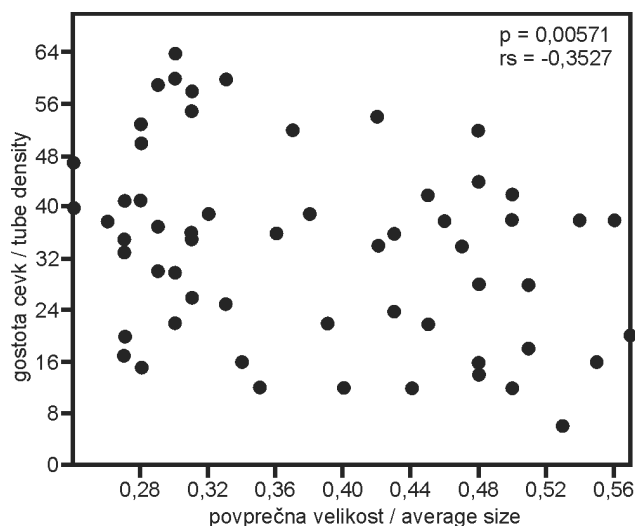
Tabela 1. Nekaj primerov fosilnih aglutiniranih cevč mnogoščetincev in primerjava s fosilnimi terebelidami iz Lesnega Brda.
Table 1. Some examples of fossil agglutinated polychaete tubes and their comparison with fossil terebellids from Lesno Brdo.

Vir / Reference	Ime / Name	Starost / Age	Okolje / Depo. environment	Zunanji premer / outer diameter (mm)	Notranji premer / inner diameter (mm)	Debelina stene / wall thickness (mm)	Velikost zrn v steni / incorporated grain size (mm)
Chesnel et al. (2017)	<i>Thartarella-Terebella</i> sp.	karbon / Carboniferous	celotna platforma / entire platform	0,25-0,50	/	/	/
Kuss (1988)	<i>Terebella</i> sp. (? <i>T. lapilloides</i> Münster)	zgornji ladinij in spodnji karnij / Upper Ladinian – Lower Carnian	plitvo morje / shallow marine	0,15-0,39	0,08-0,31	/	/
Climaco et al. (1997)	/	norij-retij / Norian-Rhaetian	rob platforme / platform margin	0,45	0,3	/	/
Cirilli et al. (1999)	/	norij / Norian	zunani rob – zgornje pobočje / outer margin – upper slope	2,7	1,8	~0,9	/
Iannace & Zamparelli (2002)	<i>Porferitubus buseri</i> Senowbari-Daryan	zgornji trias / Upper Triassic	rob platforme / platform margin	13,5	7,3	3,8	/
Schlagintweit et al. (2006)	<i>Porferitubus lirimi</i> Schlagintweit, Gawlick & Berger	spodnja - srednja jura / Lower – Middle Jurassic	vrh platforme / platform top / outer margin – upper slope	0,145-0,6	0,008-0,29	0,03-0,145	/
	<i>Porferitubus buseri</i> Senowbari-Daryan	norij / Norian	zunani rob – zgornje pobočje / outer margin – upper slope	0,4-0,75	0,17-0,5	/	/
Lazár & Grădinaru (2014)	/	srednja jura / Middle Jurassic	odprti šelf / open shelf	0,42-6,4	0,64-8,85	variabilna / variable	0,1-0,77
Zatoń et al. (2011)	/	srednja jura / Middle Jurassic	onkoidi in konkrecije; plitvo do globoko morje / oncoids and concretions; shallow to deeper marine	0,5-2,8 (povprečje / average 1,2-1,3)	/	/	0,25-1,0 (odvisno od premera cevke / depending on tube diameter)
Kaya & Altiner (2014)	<i>Terebella lapilloides</i> Münster	zgornja jura / Upper Jurassic	predgreben do zgornje pobočje - vznožje pobočja / fore reef to upper slope-base of slope	<1,125	0,13-0,68	0,04-0,25	/
Oloriz et al. (2003)	<i>Terebella lapilloides</i> Münster	zgornja jura / Upper Jurassic	spongijske bioherme; srednji del šelfa / sponge bioherms; middle shelf	<10	/	/	/
Schlagintweit & Eblī (1999)	<i>Terebella lapilloides</i> Münster	spodnja kreda / Lower Cretaceous	pobočje / slope	0,21-0,28 (tip 1 / type 1) 0,6-0,76 (tip 2 / type 2)	0,18-0,2 (tip 1 / type 1) 0,35-0,46 (tip 2 / type 2)	0,04	/
Vinn & Luque (2013)	Pectinariidae	zgornja kreda / Upper Cretaceous	/	7,7	/	/	0,34-1,13
Lesno Brdo	Terebellida	spodnji karnij / Lower Carnian	zunani rob platforme – zgornje pobočje / outer platform margin – upper slope	1,4-9	0,86-6	0,36-2,57	povprečje / average 0,05-0,08



Sl. 11. Razporeditev povprečne velikosti in gostote cev v prvi leči. rs: Spearmanov korelacijski koeficient; p: verjetnost.

Fig. 11. Plot of average size and density of tubes in lens 1. rs: Spearman rank-order correlation index; p: probability.



Sl. 12. Razporeditev povprečne velikosti in gostote cev v drugi leči. rs: Spearmanov korelacijski koeficient; p: verjetnost.

Fig. 12. Plot of average size and density of tubes in lens 2. rs: Spearman rank-order correlation index; p: probability.

Zamparelli (2002) menijo, da je k nastanku tovrstnih bioherm botrovalo stresno okolje z nizko količino kisika, abnormalna slanost ali povečana evtrofnost. Te razmere so zavirale rast grebenov s prevlado metazojev, kakršne so bolj značilne za dobro prezračene robove platform tistega časa (glej Russo, 2005; Martindale et al., 2013). Geopetalne zapolnitve in zgodnjediagenetski izopah cementi v prazninah med cevkami tvorb, ki so rasle na robovih Forni bazena v predgorju Karnijskih Alp (Cozzi & Podda, 1998), kažejo, da so vsaj nekatere od teh tvorb lahko prenesle močnejše vodne tokove ali valove in da je šlo za razmeroma toge strukture.

Iz spodnje- do srednjejurskih medplimskih karbonatov na Hrvaškem in v Albaniji so Schlagintweit s sodelavci (2006) opisali vrsto *Porferitubus lirimi* Schlagintweit, Gawlick & Berger. Fosilne aglutinirane cevke so prav tako poznane iz srednjejurskih kamnin Romunije. Lazăr in Grădinaru (2014) sta našla nizke biogene tvorbe iz mnogoščetincev in stromatolitov v razmeroma globokovodnih kamninah. K tvorbi stromatolitov so domnevno prispevale bakterije in glive v slabo prezračenem mikrookolju. Onkoidne in skorjaste tvorbe mnogoščetincev opisujejo tudi Zatón s sodelavci (2012) v srednjejurskih kamninah Poljske. Iz Švicarske Jure sta Dupraz in Strasser (1999) opisala združbo terebelidnih cev in Tubiphytes mikropoblematike v plitvomorskih biohermah. Omenjena avtorja domnevata, da so živeli v disoksičnih ali anoksičnih razmerah. *Terebella lapilloides* Münster je bila najdena v zgornjejurskem nizkoenergijskem grebenskem faciesu Turčije (Kaya & Altiner, 2014), medtem ko Schmid s sodelavci (2001) omenjajo pogosto prisotnost rodu *Terebella* v nizkoenergijskih, po navadi globljemorskih okoljih. Schlagintweit in Ebli (1999) poročata o vrsti *Terebella lapilloides* Münster s pobočja spodnjekredne platforme. V globljih, nizkoenergijskih vodah nastopa skupaj z mikropoblematiko Tubiphytes Maslov. Združba je bila domnevno tolerantna na disaerobne pogoje. Vinn in Luque (2013) sta opisala en sam primerek mnogoščetinca družine Pectinariidae (red Terebellida) iz zgornje krede Kolumbije.

V oligocenskih kamninah Kalifornije Fischer s sodelavci (1989) opisujejo manjše zaplatne grebene, ki jih tvorijo tesno spojene aglutinirane cevke mnogoščetincev. Tvorbe so nastale v medplimskem pasu (Fischer et al., 1989). Garcin in Vachard (1987) sta opisala do 1 m visoke mio-censke bioherme, ki so jih v medplimskem okolju ustvarile aglutinirane cevke družine Sabellariidae (red Terebellida).

Današnji mnogoščetinci z aglutiniranimi cevkami so pogosti v medplimskem in plitvem podplimskem pasu in prav tako lahko tvorijo obširne kope, ki se dvigajo do 1 m nad morsko dno (Bailey-Brock, 1976; Naylor & Viles, 2000; Rabaut et al., 2007; Fournier et al., 2010). Najdemo jih tako v tropskem (Bailey-Brock, 1976), kot tudi v zmernotoplem pasu (Fournier et al., 2010). Na plimskih ravninah severne Evrope je pogosta vrsta *Lanice conchilega* (Pallas), ki živi v populacijah s po več tisoč osebkov na kvadratnem metru površine. Iz blatnega dna gledajo le vrhnji deli cevčic, med katere se useda drobnozrnat sediment. Akumulacija sedimenta počasi dvigne celotno popu-

lacijo nad morsko dno v obliki kope (Fournier et al., 2010). *Sabellaria alveolata* (Linné) po drugi strani v zmerno toplih vodah tvori nepravilne, do 1,5 m visoke bioherme ali do 0,3 m debele obrasti v turbulentnem okolju z nenehnim dotokom peščenih zrn (Naylor & Viles, 2000).

Interpretacija terebelidnih leč iz Lesnega Brda

Masivni »pisani lesnobrdski apnenec« se večinoma omenja kot grebenski apnenec (Buser et al., 1982; Buser, 1987; Grimšičar, 1987; Ramovš, 1987; Mirtič et al., 1999), ki bočno prehaja v dolomit z ostanki zelenih alg (Ramovš, 1987). Po Gale s sodelavci (2018) med biogene tvorbe spadajo le mikrobialitni boundstone in morda tudi terebelidne leče, preostanek masivnega apnenca pa predstavlja karbonatni mulj. Za ladinijske-spodnjekarnijske platforme je sicer značilna zgodnja litifikacija in obilica avtomikrita (glej Blendinger, 1994; Keim & Schlager, 1999; Russo, 2005; Marangon et al., 2011; Tosti et al., 2011), ki pa v primeru omenjenega faciesa ni dokazan.

Terebelidne leče bi lahko predstavljale aloh-tona nakopičenja cevč odmrlih mnogoščetincev, nastala ob krajši prekinitvi sedimentacije, kot nakopičenja nevihtnih ali drugih visokoenergijskih valov (Tucker, 2003). Za primer hiatusnih koncentracij nismo našli znakov vrtanja, obraščanja ali drugih znakov počasne sedimentacije. Prav tako nismo prepoznali tekstur značilnih za nevihtne valove, zaradi odsotnosti erozijskih kanalov pa ne moremo potrditi prenosa z močnimi tokovi. Proti tokovnemu ali valovnemu nakopičenju pričajo tudi nepravilne oblike (predvsem zgornjega dela) leč in relativna redkost terebelidnih cevč izven omenjenih leč.

Druga možnost je, da terebelidne leče predstavljajo in situ ohranjene populacije terebelid. V masivnem apnencu do sedaj nismo našli sledov vadozne diagenese, leče glinavca pa so morda povezane z zakrasedevanjem ob glavni okopnitvi platforme, tako da dokazov za sedimentacijo v medplimskem pasu ni. Drobnozrnati apnenec sicer vsebuje veliko ostankov zelenih alg, ki pa so fragmentirane in morda prenesene s tokovi. Gale s sodelavci (2018) tako menijo, da je masivni apnenec nastal na zunanjem robu ali zgornjem pobočju karbonatne platforme, pri čemer so terebelidne leče analogne zgoraj omenjenim norijsko-retijskim terebelidno-mikrobialitnim biohermam. S spiranjem sedimenta v šibkem toku iz in situ populacij lahko razložimo lokalno prisotnost geopetalnih struktur med cevčkami, rast obrobne-

ga cement in hkrati ohranitev lečaste oblike. Ob domnevi, da so terebelidne populacije ohranjene in toto, statistična analiza dveh terebelidnih leč žal ne potrjuje povezave med velikostjo in gostoto osebčkov v populaciji, čeprav na podlagi razporeditve gostote osebčkov v prvi leči lahko sklepamo, da so cevčke najbolj goste v spodnjem delu leče, proti robovom pa se njihova pogostnost zmanjšuje. Postopen upad števila cevč proti robovom leče lahko razložimo tako, da so robni deli populacije ščitili jedro pred preveliko količino sedimenta, zaradi česar tam najdemo več cevč. Prevelik vnos sedimenta bi skrčil obseg populacije, dokler ne bi bila ta povsem zasuta.

V primeru norijsko-retijskih tvorb so terebelide obrasle z mikrobialiti (Iannace & Zamparelli, 1996; Climaco et al., 1997; Cozzi & Podda, 1998; Cirilli et al., 1999), zaradi česar si lažje predstavljamo, da so tvorile relief nad morskim dnom. V primeru terebelid masivnega apnenca Lesnega Brda je morda šlo bolj za biostrome, ki niso tvorile znatne izbokline. Terebelide so svoje cevčke očitno zgradile iz materiala, ki jim je bil na voljo v okoliškem sedimentu. Čeprav sta Naylor in Viles (2000) za današnjo vrsto *Sabellaria alveolata* (Linné) ugotovila, da večji primerki vgrajujejo v steno večje delce, pri primerkih iz Lesnega Brda tega nismo potrdili. Vzrok bi lahko bil v tem, da v zbrusku opazujemo zgolj enega od prerezov cevčke, ki je lahko pripadala še mlademu osebku, ali pa so bila za gradnjo cevčke količinsko zadostna le zrna določene velikosti.

Vrstna pripadnost terebelid iz Lesnega Brda

Ker podobne aglutinirane cevčke najdemo pri številnih družinah reda Terebellida, je primerjava fosilnih cevč iz Lesnega Brda z današnjimi rodovi in vrstami težavna. Na to opozarjata tudi Vinn in Luque (2013). Večina mezozojskih primerkov je bila umeščena v rod *Terebella* Linné in vrsto *Terebella lapilloides* Münster (Tabela 1). Primerki iz Lesnega Brda so občutno večji od primerkov, pripisanih vrsti *T. lapilloides*. Po velikosti so bližje norijsko-retijskim mnogoščetincem (Cirilli et al., 1999; Iannace et al., 2005), čeprav tipski material norijske vrste *Porferitubus buseri* Senowbari-Daryan kaže veliko manjši premer cevč. Prav tako je mnogo manjša spodnje/srednjejurska *Porferitubus lirimi* Schlagintweit, Gawlick & Berger. Rod *Porferitubus* ima sicer perforirano steno (Peybernes et al., 2015), medtem ko primerki iz Lesnega Brda perforacij nimajo.

Zaključki

Gosta nakopičenja terebelidnih cevč, ki nastopajo v obliki leč znotraj masivnega spodnjekarnijskega apnenca pri Lesnem Brdu, domnevno predstavljajo in situ ohranjene populacije fosilnih mnogoščetincev, ki so tvorile goste sestoje na zunanjem robu ali zgornjem pobočju nekdanje karbonatne platforme. Ena od dveh analiziranih leč kaže, da je bila populacija najgostejša ob poselitvi morskega dna. Na robovih leče se nato gostota populacije zmanjša na račun večjega vnosa sedimenta. Osebk niso bili selektivni pri izbiri vrste zrn, ki so jih vgrajevali v steno. Velikost zrn, ki gradijo steno, je prav tako neodvisna od velikosti cevč.

Extended summary

Polychaetes (phylum Annelida) are common in marine environments, and some produce carbonate or agglutinated tubes (Fauchald, 1977; Reish & Mason, 2003; Fournier et al., 2010; Vinn & Luque, 2013). Agglutinated tubes are relatively rarely preserved as fossils (Zatoń & Bond, 2016). The Lower Carnian massive limestone in a quarry near Lesno Brdo (fig. 1) contains up to 8 m wide and up to 1.75 m high accumulations of agglutinated worm tubes, attributed to polychaete order Terebellida (fig. 2). Our aim was to analyse two of the lenses (fig. 3) in terms of density, average size and maximum size of the tubes. In thin sections, we checked for relationships between grain composition in the tube walls and within the sediment, and between tube size and the average size of incorporated grains. We also compare the Lesno Brdo specimens with other known tubes from Triassic strata.

Terebellid lenses are surrounded by fine-grained limestone. Terebellid lenses comprise two varieties of microfacies: terebellid floatstone or bafflestone (depending on interpretation of tubes' position within the sediment), and terebellid rudstone. Early marine cements and geopetal structures are common in the latter. Tubes are mostly oriented sub-parallel to the former sea floor. The tubes themselves measure up to 1.75 cm in diameter and are composed of material reflecting composition of the matrix: peloids, measuring 0.05–0.08 mm in diameter are usually the most common grains utilized (fig. 4). There is no correlation between diameter of the tube and grain size. The distribution of density, average and maximum tube sizes is shown in figs. 5–10. The density of terebellid tubes in the first lens varies between 10 and 53 % (fig. 5), whereas in the second lens tubes occupy 6–64 % of the

area (fig. 8). The highest density in the first lens seems to be in the lowest part of the lens, whereas tubes are sparse at the margins and at the top. The distribution of tube density in the second lens is irregular. We found no statistical support for correlation between density and size of the tubes (figs. 11, 12).

Irregular shape of the terebellid lenses, the absence of scour or channel structures, and the lateral discontinuity of lenses suggest that lenses are in situ preserved colonies of terebellid worms, biostromal colonies living on the outer margin or outer slope of the former carbonate platform under weak to moderate currents. The distribution of density of the tubes in the larger lens suggests that the most stable conditions for growth were in the inner part of the patch, while the outermost specimens were under greater sediment input. As conditions changed, so too did the population grow or diminish in lateral extent, producing irregular shape of the lens we see today in the quarry wall. Compared to other fossil worm tubes from Triassic (Table 1), we find no suitable analogue. *Terebella lapilloides* Münster seems to be much smaller in size (Kuss, 1988; Sánchez Beristain, 2010), whereas *Porferitubus buseri* Senowbari-Daryan and *Porferitubus lirimi* Schlagintweit, Gawlick & Berger (see Schlagintweit et al., 2006) possess perforated tube wall.

Zahvale

Raziskavo je omogočila finančna podpora Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije (program P1-0011). Zahvaljujemo se družbi Mineral d.o.o., ki nam je dovolila dostop do kamnoloma in recenzentoma za temeljit pregled in konstruktivne pripombe.

Literatura

- Bailey-Brock, J.H. 1976: Habitats of tubicolous polychaetes from the Hawaiian Islands and Johnston Atoll. *Pacific Sci.*, 30: 69–81.
- Bernecker, M. 1996: Upper Triassic reefs of the Oman Mountains: data from the South Tethyan margin. *Facies*, 34: 41–76.
- Blendinger, W. 1994: The carbonate factory of Middle Triassic buildups in the Dolomites, Italy: a quantitative analysis. *Sedimentology*, 41: 1147–1159.
- Brandner, R., Flügel, E. & Senowbari-Daryan, B. 1991: Microfacies of carbonate slope boulders: indicator of the source area (Middle Triassic: Mahlknecht Cliff, Western Dolomites). *Facies*, 25: 279–296.

- Buser, S., Ramovš A. & Turnšek, D. 1982: Triassic reefs in Slovenia. *Facies*, 6: 15-24.
- Buser, S. 1987: Pomembnost ugotavljanja starosti mezozojskih arhitektonsko-gradbenih kamenin v osrednji in južni Sloveniji. In: Pavlovec, R., Mikuž, V. & Pirc, S. (eds.): *Arhitektonsko gradbeni kamen v Sloveniji in njegova uporaba*. *Geol. zbornik*, 8: 45-49.
- Chesnel, V., Samankassou, E., Merino-Tomé, Ó., Fernández, L.P. & Villa, E. 2016: Facies, geometry and growth phases of the Valdorria carbonate platform (Pennsylvanian, Northern Spain). *Sedimentology*, 63: 60-104.
- Chesnel, V., Merino-Tomé, Ó., Fernández, L.P., Villa, E. & Smankassou, E. 2017: Spatial and temporal distribution of microbial carbonates, skeletal and non-skeletal grains in Pennsylvanian carbonate platform (Valdorria, Northern Spain). *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 476: 106-139.
- Cirilli, S., Iannace, A., Jadoul, F. & Zamparelli, V. 1999: Microbial-serpulid build-ups in the Norian-Rhaetian of the Western Mediterranean area: ecological response of shelf margin communities to stressed environments. *Terra Nova*, 11: 195-202.
- Climaco, A., Boni, M., Iannace, A. & Zamparelli, V. 1997: Platform margins, microbial/serpulids bioconstructions and slope-to-basin sediments in the Upper Triassic of the "Verbicario Unit" (Lucania and Calabria, Southern Italy). *Facies*, 36: 37-56.
- Cozzi, A. & Podda, F. 1998: A platform to basin transition in the Dolomia Principale of the Pramaggiore area, Carnia Prealps, Northern Italy. *Mem. Soc. Geol. It.*, 53: 387-402.
- Dunham, R.J. 1962: Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Han, W.E. (ed.): *Classification of carbonate rocks, a symposium*. *Amer. Ass. Petrol. Geol. Mem.*, 108-121.
- Dupraz, C. & Strasser, A. 1999: Microbialites and micro-encrusts in shallow coral bioherms (Middle to Late Oxfordian, Swiss Jura Mountains). *Facies*, 40: 101-130.
- Fauchald, K. 1977: The polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera. Natural History Museum of Los Angeles County & Allan Hancock Foundation, University of Southern California. *Science Series* 28: 188 p.
- Fischer, R., Galli Oliver, C. & Reitner, J. 1989: Skeletal structure, growth, and palaeoecology of the patch reef-building polychaete worm *Diplochaetetes mexicanus* Wilson, 1986 from the Oligocene of Baja California (Mexico). *Geobios*, 22: 761-775.
- Flügel, E. 2004: *Microfacies of carbonate rocks: Analysis, interpretation and application*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg: 976 p.
- Fournier, J., Etienne, S. & Le Cam, J.B. 2010: Inter- and intraspecific variability in the chemical composition of the mineral phase of cements from several tube-building polychaetes. *Geobios*, 43: 191-200.
- Gale, L., Peybernes, C., Celarc, B., Hočevár, M., Šelih, S.V. & Martini, R. 2018: Biotic composition and microfacies distribution of Upper Triassic build-ups: new insights from the Lower Carnian limestone of Lesno Brdo, central Slovenia. *Facies*, 64: 17.
- Garcin, M. & Vachard, D. 1987: Découverte d'hermelles fossiles dans le Messinien de San Miguel de Salinas = Annélides du Miocène Supérieur du Sud-est de l'Espagne. *Geobios*, 20: 407-414.
- Gerčar, D., Koceli, A., Založnik, A. & Rožič, B. 2017: Upper Carnian clastites from Lesno Brdo area (Dinarides, Central Slovenia). *Geologija*, 60/2: 279-295; doi: <https://doi.org/10.5474/geologija.2017.020>.
- Grimšičar, A. 1987: Kamnine Robbovega vodnjaka v Ljubljani. In: Pavlovec, R., Mikuž, V. & Pirc, S. (eds.): *Arhitektonsko gradbeni kamen v Sloveniji in njegova uporaba*. *Geol. zbornik*, 8: 69-80.
- Guido, A., Mastandrea, A., Rosso, A., San Filippo, R., Tosti, F., Riding, R. & Russo, F. 2014: Commensal symbiosis between agglutinated polychaetes and sulfate reducing bacteria. *Geobiology*, 12: 265-275, doi: <https://doi.org/10.1111/gbi.12084>.
- Hammer, Ø. & Harper, D.A.T. 2006: *Paleontological data analysis*. Blackwell Publishing: 351 p.
- Hammer, Ø., Harper, D.A.T. & Ryan, P.D. 2001: PAST: Paleontological Statistics software for education and data analysis. *Palaeont. Electronica* 4: 9 p.
- Iannace, A. & Zamparelli, V. 1996: The serpulid-microbialite bioconstructions of the 'Scisti Illiolitici' basin of Giffoni Vallepiiana (Upper Triassic, Southern Apennines). *Palaeopelagos*, 6: 45-62.
- Iannace, A. & Zamparelli, V. 2002: Upper Triassic platform margin biofacies and the paleogeography of Southern Apennines. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 179/1-2: 1-18, doi: [https://doi.org/10.1016/S0031-0182\(01\)00362-5](https://doi.org/10.1016/S0031-0182(01)00362-5).
- Iannace, A., Parente, M. & Zamparelli, V. 2005: The Upper Triassic platform margin facies

- of Southern Apennines and their Jurassic fate: state of the art. *Bolletino della Societa Geologica Italiana*, 124: 203-214.
- Jelen, B. 1990: The Karnian bivalves (Mollusca) from Lesno brdo, Slovenia, NW Yugoslavia and their paleobiological significance. *Geologija*, 31/32: 11-127.
- Kaya, M.Y. & Altiner, D. 2014: *Terebellia lapilloides* Münster, 1833 from the Upper Jurassic-Lower Cretaceous İnalı carbonates, northern Turkey: its taxonomic position and paleoenvironmental-paleoecological significance. *Turkish J. Earth Sci.*, 23: 166-183.
- Keim, L. & Schlager, W. 1999: Automicrite on steep slopes (Triassic, Dolomites, Italy). *Facies*, 41: 15-26.
- Kuss, J. 1988: Microfacies and foraminifera of Middle Triassic limestones (Anisian-Carnian?) from Gebel Araif el Naqu (Sinai, Egypt). *Facies*, 19: 61-76.
- Lazăr, I. & Grădinaru, M. 2014: Paleoenvironmental context and paleoecological significance of unique agglutinated polychaete worm tube-ferruginous microstromatolite assemblages from the Middle Jurassic of the Southern Carpathians (Romania). *Facies*, 60/2: 515-540, doi: <https://doi.org/10.1007/s10347-013-0390-0>.
- Marangon, A., Gattolin, G., Della Porta, G. & Preto, N. 2011: The Latemar: A flat-topped, steep fronted platform dominated by microbialites and symsedimentary cements. *Sed. Geol.*, 240/3-4: 97-114, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sedgeo.2011.09.001>.
- Martindale, R.C., Krystyn, L., Bottjer, D.J., Corsetti, F.A., Senowbari-Daryan, B. & Martini, R. 2013: Depth transect of an Upper Triassic (Rhaetian) reef from Gosau, Austria: Microfacies and community ecology. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 376: 1-21, doi: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2012.12.010>.
- Mirtič, M., Mladenovič, A., Ramovš, A., Senegačnik, A., Vesel, J. & Vižintin, N. 1999: Slovenski naravni kamen. Geološki zavod Slovenije & Zavod za gradbeništvo Slovenije & Naravoslovnotehniška fakulteta, Ljubljana: 131 p.
- Naylor, L.A. & Viles, H.A. 2000: A temperate reef builder: an evaluation of the growth, morphology and composition of *Sabellaria alveolata* (L.) colonies on carbonate platforms in South Wales. In: Insalaco, E., Skelton, P.W. & Palmer, T.J. (eds.): Carbonate platform systems: components and interactions. The Geological Society, London, Special Publication, 178: 9-19.
- Peybernes, C., Chablais, J. & Martini, R. 2015: Upper Triassic (Ladinian?-Carnian) reef biota from the Sambosan Accretionary Complex, Shikoku, Japan. *Facies*, 61: doi: <https://doi.org/10.1007/s10347-015-0446-4>.
- Placer, L. 1998: Contribution to the macrotectonic subdivision of the border region between Southern Alps and External Dinarides. *Geologija*, 41: 223-225, doi: <https://doi.org/10.5474/geologija.1998.013>.
- Rabaut, M., Vincx, M. & Degraer, S. 2007: Do *Lanice conchilega* (sandmason) aggregations classify as reefs? Quantifying habitat modifying effects. *Helgoland Marine Res.*, 63/1: 37-46, doi: <https://doi.org/10.1007/s10152-008-0137-4>.
- Ramovš, A. 1987: Triasne gradbene in okrasne kamnine v severni Sloveniji. In: Pavlovec, R., Mikuž, V. & Pirc, S. (eds.): Arhitektonsko gradbeni kamen v Sloveniji in njegova uporaba. *Geol. zbornik*, 8: 25-35.
- Reish, D.J. & Mason, A.Z. 2003: Radiocarbon dating and metal analysis of "fossil" and living tubes of *Protula* (Annelida: Polychaeta). In: Sigvaldadóttir, E., Mackie, A.S.Y., Helgason, G.V., Reish, D.J., Svavarsson, J., Steingrímsson, S.A. & Gudmundsson, G. (eds.): Advances in polychaete research. *Hydrobiologia*, 496: 371-383.
- Russo, F. 2005: Biofacies evolution of the Triassic platforms of the Dolomites, Italy. *Ann. Univ. Ferrara Mus. Sci. Natural.*, Vol. spec. 2005: 33-44.
- Samankassou, E. 2001: Internal structure and depositional environment of Late Carboniferous mounds from the San Emiliano Formation, Cármenes Syncline, Cantabrian Mountains, Northern Spain. *Sed. Geol.*, 145: 235-252.
- Samankassou, E., Von Allmen, K. & Bahamonde, J.R. 2013: Growth dynamics of Pennsylvanian carbonate mounds from a mixed terrigenous-carbonate ramp in the Puebla de Lillo area, Cantabrian Mountains, Northern Spain. *J. Sed. Res.*, 83/12: 1099-1112, doi: <https://doi.org/10.2110/jsr.2013.84>.
- Sánchez Beristain, J.F. 2010: Paleoecological and geochemical studies on sponge/microencruster-bearing communities contained in selected Cipit Boulders from the St. Cassian Formation (Lower Carnian, Upper Triassic) of the Dolomites, Northeastern Italy). Dissertation. Mat.-Nat. Fak. Georg-August Univ. Göttingen, Göttingen: 146 p.

- Schlagintweit, F. & Ebli, O. 1999: New results on microfacies, biostratigraphy and sedimentology of Late Jurassic – Early Cretaceous platform carbonates of the Northern Calcareous Alps. Part I: Tressenstein Limestone, Plassen Formation. *Abh. Geol. B.-A.*, 56: 379–418.
- Schlagintweit, F., Gawlick, H.J. & Berger, P. 2006: *Porferitubus lirimi* n. sp., a new tubiferous microfossil incertae sedis (Cyanophyta?) from the Early/Middle Jurassic of the Adriatic-Dinaric carbonate platform (Croatia, Albania). In: XVIIIth Congress of Carpathian-Balkan Geological Association 2006: 522–526.
- Schmid, D.U., Leinfelder, R.R. & Nose, M. 2001: Growth dynamics and ecology of Upper Jurassic mounds, with comparisons to Mid-Palaeozoic mounds. *Sed. Geol.*, 145: 343–376.
- Tosti, F., Guiso, A., Demasi, F., Mastandrea, A., Naccarato, A., Tagarelli, A. & Russo, F. 2011: Microbialites as primary builders of the Ladinian-Carnian platforms in the Dolomites: biogeochemical characterization. *GeoAlp*, 8: 156–162.
- Tucker, M.E. 2003: *Sedimentary rocks in the field* (3rd edition). John Wiley & Sons Ltd., Chichester: 234 p.
- Vinn, O. & Luque, J. 2013: First record of a pectinariid-like (Polychaeta, Annelida) agglutinated worm tube from the Late Cretaceous of Colombia. *Cret. Res.*, 41: 107–110, doi: <https://doi.org/10.1016/j.cretres.2012.11.004>
- Zatoń, M., Kano, Y., Wilson, M.A. & Filipiak, P. 2012: Unusual tubular fossils associated with microbial crusts from the Middle Jurassic of Poland: agglutinated polychaete worm tubes? *Palaios*, 27: 550–559, doi: <https://doi.org/10.2110/palo.2012.p12-013r>.
- Zatoń, M. & Bond, D.P.G. 2015: Insight into tube-building behaviour and palaeoecology of some agglutinating worms from the Upper Devonian of Nevada, USA. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 445: 138–146, doi: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo.2015.12.020>.