

Geološke zanimivosti ljubljanskih ulic.

»Mikrofosili«

Matevž Novak

Po predstavitvi velikih, na daleč vidnih fosilov ljubljanskih ulic in stavb v prejšnji številki *Proteusa* vas ta prispevek vodi do »nahajališč« mikrofosilov. Mikrofosili so ostanki različnih skupin organizmov, ki so običajno manjši od 0,5 milimetra. Ker se definicije zgornje meje velikosti razlikujejo, je najbolje reči, da so to vsi tisti fosili, ki jih moramo opazovati z mikroskopom, da bi videli, kako so zgrajeni, in ugotovili, kateri vrsti pripadajo. Vendar pa so nekateri redki predstavniki skupin zelo majhnih fosilnih organizmov, ki jih sicer uvrščamo med mikrofosile, znatno presegli velikost svojih sorodnikov in dosegli velikosti več milimetrov, nekateri pa zgradili večje skupke. Take »mikrofosile« lahko v naravnem gradbenem in okrasnem kamnu v Ljubljani najdemo s prostim očesom. Za njihovo opazovanje pride zelo prav ročna lupa s 5- ali 10-kratno povečavo ali kar povečevalno steklo. Na tak način boste deležni še več začudenih pogledov mimoidočih.

Za raziskovanje Zemljine geološke zgodovine so prav mikrofosili najpomembnejša skupina fosilov. Njihove prednosti so v tem, da se pogosto pojavljajo v ogromnem številu, da jih najdemo skoraj v vseh sedimentih in sedimentnih kamninah, da so zelo raznovrstnih oblik, ki so se v evoluciji hitro spreminjale, in da so bili mnogi med njimi vsaj v eni razvojni fazi planktonski in so zato široko razprostranjeni. Zaradi naštetega imajo zelo velik pomen za določanje relativne starosti, korelacije zaporedij sedimentov in sedimentnih kamnin, rekonstruiranje paleookolij, za študij paleoklime in tektonike plošč, v naftni industriji, pri iskanju in sledenju nahajališč mineralnih surovin in tako naprej. Med najbolj uporabnimi so luknjičarke ali foraminifere, mreževci ali radiolariji, diatomeje, modrozeleni ceppljivke, spikule

spužev, mahovnjaki, ostrakodni raki, deli vretenčarjev (konodonti, zobje, koščice, ribje luske), rdeče in zelene alge ter rastlinske spore in pelodi. Poglejmo, kje se v Ljubljani skriva nekaj najzanimivejših predstavnikov.

Foraminifere

Foraminifere ali luknjičarke so enoceličarji z različno oblikovanimi kalcitnimi hišicami. Večina je velika le nekaj desetink milimetra in nekatere živijo kot plankton. V geološki preteklosti pa je bilo nekaj obdobj, ko so postopno gradile vse večje hišice in dosegle centimetske velikosti. In v Ljubljani najdemo predstavnice velikih bentoških foraminifer iz vseh treh geoloških obdobj: iz paleozoika, mezozoika in kenozoika.

Velike **fuzulinidne foraminifere** so živele samo v mlajšem paleozoiku, v karbonu in permu, na plitvem morskem dnu. Imele so podolgovate vretenaste ali kroglaste spiralo zavite apnenčaste hišice, pregrajene v majhne kamrice. Vse so izumrle v najhujšem množičnem izumiranju v zemeljski zgodovini med permom in triasom. V Sloveniji jih najdemo v Karavankah, v Vitanjsko-konjiškem hribovju, na Boču in pri Ortneku na Dolenjskem. Iz Karavank, najverjetneje iznad Jesenic, je nekaj blokov tako imenovane trbiške breče, vzdanih v procelje restavracije Makalonca na Hribarjevem nabrežju. Pisano trbiško brečo, imenovano po Trbižu (Tarvisio) v Italiji, gradijo svetlosivi do rožnati kosi spodnjeperskega apnenca, sprijeti z značilnim rdečim peščeno meljastim vezivom. V enem od kosov rožnatega apnenca se gnetejo fuzulinidne foraminifere. Prepoznamo jih po belih, riževim zrnom podobnih vzdolžnih presekih in okroglih prečnih presekih z lepo vidnimi pregradami kamric. Za natančno taksonomsko določitev fuzuli-

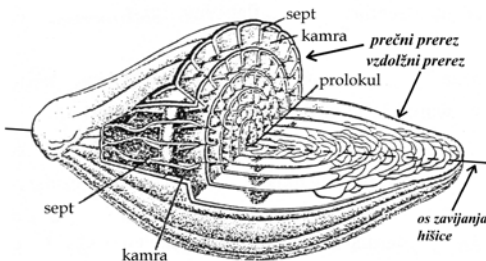
nid potrebujemo njihove orientirane prereze vzdolž osi zavijanja hišice, in sicer take, ki prerežejo prvo kamrico (prolokul) in oba pola. V takih prerezih jih potem opazujemo v zbruskih z mikroskopom. Iz naključnih presekov v našem kosu lahko zanesljivo ugotovimo samo, da pripadajo najmanj dvema vrstama družine švagerinid. Jajčaste oblike najverjetneje pripadajo rodu *Pseudo-*

schwagerina, en kroglasti primerek (v sredini na levi) pa najverjetneje rodu *Sphaeroschwagerina* (verjetno vrsti *Sph. carniolica*). Ne moremo pa izključiti verjetnosti, da gre za združbo rodov *Zellia* in *Robustoschwagerina*. V prvem primeru je rožnati apnenec enak tistemu v Dovžanovi soteski, v drugem pa nekoliko mlajšemu trogkofelskemu apnencu.

Mesto apnenčevega kosa s fuzulinidami v pročelju restavracije Makalonca ob Gerberjevem stopnišču.
Foto: Matevž Novak.



Prerezana hišica fuzulinidne foraminifere (prirejeno po Miklukko-Maklayu in sod., 1959).



Različni preseki fuzulinidnih foraminifer vsaj dveh vrst v rožnatem spodnjepermskem apnencu. Višina kosa je 4,8 centimetra. Foto: Matevž Novak.



Fuzulinidne foraminifere v zbrusku rožnatega apnenca Dovžanove soteske. Foto: Matevž Novak.



Iz obdobja mezozoika v Ljubljani najdemo **orbitopsele**. Te foraminifere s ploščatimi, z obeh strani vbočenimi (bikonkavnimi) kalcitnimi hišicami so značilne za spodnjo juro. Razmeroma pogoste so v temnosivem podpeškem apnencu. Pojavljajo se v tistih različnih podpečana brez zanj značilnih litiotidnih školjk. Na podlagi mikropaleontoloških analiz tega apnenca vemo, da velika večina orbitopsel pripada vrsti *Orbitopsele praecursor*. Ima zelo zapleteno notranjo strukturo, v kateri nepopolne sekundarne pregrade (septa) ustvarjajo preplet manjših sekundarnih kamric. Za to foraminifero je značilna velika razlika med dvema spolnima generacijama (dimorfizem). Mikrosferična generacija ima zelo majhno začetno kamrico (prolokul) in veliko hišico, makrosferična pa velik prolokul in zelo majhno hišico. Najlepše primerke lahko opazujemo v zgornjih ploščah zunanje kamnite ograje severovzhodnega dela obzidja Ljubljanskega gradu, na

razgledni terasi, kjer je zdaj letni vrt restavracije *Strelec*. Prepoznamo jih po približno en centimeter velikih, gumbom podobnih hišah, ki so navadno temnejše od kamnine, na preperelih naravnih površinah pa zaradi boljše obstojnosti njihov odebeljeni okrogli rob izstopa iz kamna. Najdemo jih tudi v blokih podpečana v pročelju Narodne in univerzitetne knjižnice in v poliranih stebrih v veliki avli, v vodnjaku na Kongresnem trgu, tlakovcih arkadnega dvorišča Mestne hiše, podstavku Marijinega stebra na Levstikovem trgu, v arkadah Plečnikove tržnice, v ograji vogalne hiše med Emonsko in Zoisovo cesto in še na mnogih mestih. V prečnem prerezu imajo obliko ovratnih metuljkov s tankim srednjim delom, ki se širi proti odebeljenemu robu.

V kenozoiku so med mlajšim paleocenom in oligocenom velike bentoške foraminifere dosegle svoj vrhunec. **Numulitine** so bile

Plošče podpeškega apnenca na razgledni terasi severovzhodnega dela obzidja Ljubljanskega gradu.

Foto: Matevž Novak.





*Ploščaste hišice foraminifere
Orbitopsella praecursor
v eni od apnenčevih plošč.
Foto: Matevž Novak.*



Vzdolžni presek velike hišice mikrosferične generacije, ob njej pa desno zgoraj del hišice makrosferične generacije z vidno veliko začetno kamrico. Foto: Matevž Novak.

Prečna preseka polovice velike hišice mikrosferične generacije (na levi) in hišice makrosferične generacije z veliko začetno kamrico (desno spodaj) v zbrusku podpeškega apnenca. Foto: Matevž Novak.

ene od največjih enoceličnih organizmov na Zemlji, nekakšni enocelični dinosavri. Običajno so velike od 1,3 do 4 centimetre, na Kreti pa so v srednjeeocenskem apnencu našli primer s premerom 19 centimetrov. Iz apnenca z numulitinami so zgrajene egiptčanske piramide, o čemer je pisal Herodot že v 5. stoletju pred našim štetjem. Numulitine so dobile ime po novcem podobnih oblikah (*nummus* = novčič) ploščatih ali lečasto izbočenih, spiralasto zavitih kalcitnih hišic, ki so pregrajene v številne majhne kamrice. Na izhodu pasaže Nebotičnika

na Cankarjevo ulico je na levem vogalu nad tlemi plošča eocenskega asilinsko-numulitnega apnenca iz Lupoglava pod Učko v hrvaški Istri. Podoben alveolinsko-numulitni apnenec gradi tudi velik del slovenskega Primorja. V plošči je največ dolgih prečnih prereзов od 2 do 3 centimetre velikih ploščatih numulitin iz rodu *Assilina* (največ vrste *A. istriana*), ki jih spremljajo jajčasti prerezi majhnih lečastih osebkov rodu *Numulites*.



*Mesto plošče asilinsko-numulitnega apnenca pri izhodu pasaže Nebotičnika na Cankarjevo ulico.
Foto: Matevž Novak.*



*Dolgi prečni prerezi numulitin iz rodu Assilina in jajčasti prerezi lečastih hišic rodu Nummulites.
Foto: Matevž Novak.*

Vzdolžni in prečni prerez hišice numulitine.

Numulitine v družbi še ene skupine velikih foraminifer, **alveolin**, lahko vidimo tudi v tlakovcih stavbe Okrajnega sodišča v Ljubljani pri vseh izhodu iz Male ulice in v prehodu med Malo ulico in Miklošičevo cesto. Tla-

kovci so narejeni iz pisanega prominskega konglomerata eocenske starosti, ki ga pod kamnoseškim imenom »rozalit« lomijo v okolici Drniša v severni Dalmaciji. V pisnem vezivu so rožnati, rumeni, sivi in beli



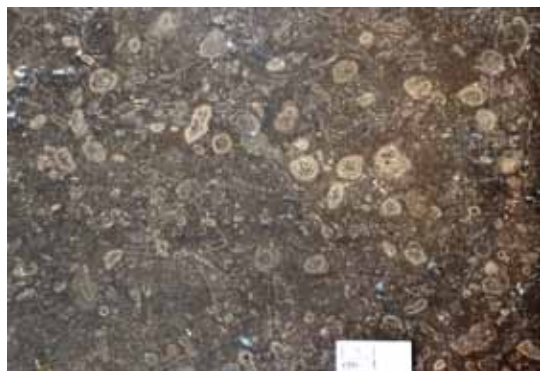
*Eocenski konglomerat »rozalit« s prodniki foraminiferne apnenec v tlakovcu stavbe Okrajnega sodišča pri vhodu iz Male ulice.
Foto: Matevž Novak.*

prodniki foraminifernih apnencev različnih starosti. Mnogi vsebujejo polno belih prerezov alveolin, numulitin in miliolid.

Bakterije

Bakterije so najstarejši fosilni organizmi na Zemlji, ki so jih našli v kar 3,8 milijarde let starih kamninah in ki živijo še danes. Vlada le so trem četrtnam geološke zgodovine našega planeta, ena od skupin pa je imela še posebej pomembno vlogo. To so bile cianobakterije ali **modrozeleni cepeljivke**, ki pridobivajo energijo s fotosintezo, pri tem pa so v prvotno, s kisikom revno ozračje sproščale ta življenjsko pomembni plin in s tem omogočile razvoj drugih organizmov. Poseljevale so plitvine toplih morij in v takih okoljih je nastalo največ karbonatnih kamnin Slovenije. Modrozeleni cepeljivke seveda niso imele skeleta, ohranile pa so se v obliki mineraliziranih skorjastih prevlek, ki prekrivajo tanke vmesne plasti sedimenta

in jih imenujemo stromatoliti. Najpogostejši so v debelih zgornjetriasnih plasteh apnenca in dolomita, ki gradijo ostenja Julijcev in skalne grebene na Dolenjskem. Prepoznamo jih po menjavanju zelo tankih temnih in svetlih lamel. Posebna oblika stromatolitov so **onkoidi**. Videti so kot različno velika kepastna zrna z nepravilno oblikovanimi koncentričnimi ovoji okrog jedra, ki je lahko luknjičarka, droben polžek, odlomek lupine školjke ali drugo zrno sedimenta. Take oblike modrozeleni cepeljivke tvorijo v zelo plitvi vodi z visoko energijo. Tam obraščajo zrna, ki jih valovi in morski tokovi kotalijo po morskem dnu, pri čemer organski ovoji vedno novih generacij lepijo nase karbonatni mulj. Onkoidi lahko dosežejo velikost več centimetrov. V Ljubljani lahko onkoide opazujemo v temnem rjavkastem onkoidnem različku podpeškega apnenca. Njihova struktura je najlepše vidna v zbrušenih površinah tlakovcev v atriju Mestne hiše, fasadnih plošč Plečnikove stavbe Pozavarovalnice Triglav na Miklošičevi cesti 19, stenskih plošč in stebrov Narodne in univerzitetne knjižnice, vodnjaka na Kongresnem trgu in tako naprej. Enostavno jih prepoznamo tudi na hrapavih površinah, ker so mineralizirane lamele odpornejše proti preperevanju in izstopajo s površine. Take najdemo na Levstikovem trgu v podstavku Marijinega stebra in na obodu spodnje skodele vodnjaka ter v mnogih zidovih, ograjah in stopnicah v Ljubljani.



Onkoidi iz ovojev modrozelenih cepeljivk v tlakovcu podpeškega apnenca v atriju Mestne hiše.

Foto: Matevž Novak.

Onkoidi v fasadni plošči stavbe Pozavarovalnice Triglav na Miklošičevi cesti 19.

Foto: Matevž Novak.

Alge

Onkoidom podobne tvorbe gradijo tudi kalcitne **rdeče alge** iz skupine koralinacej. Take koncentrično laminirane gomolje imenujemo **rodoidi**. Nastajajo na podoben način kot onkoidi, le da rdečim algam pri gradnji rodoidov večkrat pomagajo obraščajoči mahovnjaki, sesilne foraminifere in tudi modrozeleni cepljivke. Rodoidi nastajajo tudi danes v globinah od nekaj metrov do 400 metrov. 1 milimeter skorjaste prevleke raste od 5 do 10 let. Fosilni rodoidi, veliki od nekaj milimetrov do 20 centimetrov, so pri nas najpogostejši v oligocenskih in miocenskih plasteh. V srednjem miocenu (badeniju) so bili celo kamninotvorni in sestavljajo tako imenovani litotamnijski apnenec. Imenuje se po prevladujočem rodu koralinacej *Lithothamnium*. Ta rdeča alga skupaj z rodom *Lithophyllum* še danes živi v Jadranskem morju in v globlji vodi tvori grmičaste rodoidne. Miocenske rodoidne v Ljubljani najdemo v oblogah stebrov in podzidka Poslovalnice UniCredit banke na začetku Wolfove ulice. Plošče so iz svetlega, rumenosivega luknjičavega litotamnijskega apnenca (litavca) iz kamnoloma Bizek severno od Podsuseda na

Hrvaškem. Iz istega kamnoloma so obloge pritličnega dela palače na vogalu Beethovne ulice in Cankarjeve ceste ter vogalne palače med Cankarjevo cesto in Župančičevo ulico. V teh lahko vidimo tudi večje rodoidne. Še večji so v apnencu vodnjaka Hipokrena na Ribjem trgu, katerega izvor mi ni znan.

Dodatni viri:

Buser, S., 1965: *Stratigrafski razvoj jurskih skladov na južnem Primorskem, Notranjskem in zahodni Dolenjski. Disertacija. Ljubljana: Naravoslovnotehniška fakulteta. 101 str.*

Buser, S., Debeljak, I., 1995: *Spodnjajurske plasti s školjkami v južni Sloveniji. Geologija, 37/38: 23–62.*

Novak, M., 2016: *Geološki sprehod po Ljubljani – naravni kamen v kulturnih znamenitostih. Ljubljana: Mestna občina Ljubljana, Oddelek za varstvo okolja. 38 str.*

Pavlovec, R., 1963: *Iz življenja numulitov. Proteus, 25 (7): 169–173.*

Pavlovec, R., 1987: *Svetovni rekord med foraminiferami. Proteus, 49 (5): 167–169.*

Pavlovec, R., 1991: *Paleogene foraminifere v okrasnem kamnu. Proteus, 53 (9/10): 345–347.*

Pavšič, J., 1994: *Najstarejši fosili. Gea, 4 (4): 51.*

Pavšič, J., 1995: *Foraminifere na ljubljanskih ulicah. Gea, 5 (10): 64.*

Pavšič, J., 1995: *Fosili, zanimive okamnine iz Slovenije.*



Poslovalnica UniCredit banke na začetku Wolfove ulice z oblogami stebrov in podzidka iz litavskega apnenca.

Foto: Matevž Novak.

Beli rodoidi in litotamnijski ovoji okrog majhnih prodnikov, ki so prepereli in so zapustili luknjice.

Foto: Matevž Novak.



*Nekaj centimetrov veliki rodoidi
v koritu vodnjaka. Foto: Matevž Novak.*

*Vodnjak Hipokrena na Ribjem trgu
iz rumenkastega miocenskega
litotamnjskega apnenca.
Foto: Matevž Novak.*

Ljubljana: Tehniška založba Slovenije. 139 str.

Pavšič, J., 1998: Pogled skozi kamen. Gea, 8 (2): 32–33.

Pavšič, J., 2006: V objemu rastlin. Gea, 16 (2): 44–45.

*Pavšič, J., Aničič, B., 1996: Rdeče alge – graditeljice
sedimentov. Proteus, 58 (1): 26–30.*

*Pavšič, J., Aničič, B., 1998: Časovna krogla. Gea, 8 (11):
65.*

*Pavšič, J., Mikuž, V., 2001: V objemu bakterij:
paleontologija. Gea, 11 (2): 68.*

*Ramovš, A., 1996: Orbitopsella praecursor, zanimiva
spodnjajurska foraminifera. Proteus, 58 (8): 366–367.*

*Ramovš, A., 1996: Fuzulinidne luknjičarke v Sloveniji,
prve velike foraminifere v zemeljski zgodovini. Proteus,
58 (9–10): 334–445.*

*Ramovš, A., 2000: Podpeški in črni ter pisani lesnobraški
apnenec skozi čas. Ljubljana: Mineral. 115 str.*