

# Nalazi amonita u donjotrijaskim naslagama područja Muća (Svilaja)

---

Đeneš, Andrea

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **University of Zagreb, Faculty of Science / Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:296427>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-01-13**



Repository / Repozitorij:

[Repository of the Faculty of Science - University of Zagreb](#)



Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Andrea Đeneš

**Nalazi amonita u donjotrijaskim naslagama  
područja Muća (Svilaja)**

Seminar III  
Preddiplomski studij geologije

Mentor:  
doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

Zagreb, 2022.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Seminar III

### Nalazi amonita u donjotrijaskim naslagama područja Muća (Svilaja)

**Andrea Đeneš**

**Rad je izrađen:** Geološko-paleontološki zavod, Geološki odsjek, Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb

**Sažetak:** Na području sela Gornji Muć, uz potok Zmijavac, uzorkovan je sloj donjotrijaskog fosilifernog vapnenca. Ove su naslage prethodno klasificirane kao naslage „gornjega skita“. Prikupljen je sloj s jasno vidljivim makrofosilima amonita i puževa kako bi se točnije odredili makrofosili te kako bi se napravili izbrusci za daljnje analize. Makrofosili su uglavnom loše očuvani kao kamene jezgre, otisci i skulpturirane kamene jezgre. Amoniti su određeni kao pripadnici roda *Tirolites* iz *Tirolites cassianus* horizonta. Mikroskopskim pregledom stijene utvrđeno je da se radi o biomikritu, to jest vekstonu, taloženom u plitkomorskom okolišu s terigenim utjecajem.

**Ključne riječi:** amoniti, donji trijas, fosiliferni vapnenci, Muć, Svilaja

**Rad sadrži:** 23+VI stranica, 9 slika, 1 tablica, 24 literaturna navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnja geološka knjižnica, Geološki odsjek, PMF

**Mentor:** doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Karmen Fio Firi  
doc. dr. sc. Katarina Gobo  
doc. dr. sc. Frane Marković

**Datum završnog ispita:** 20. rujna 2022.

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

### Seminar III

#### Ammonites in the Lower Triassic deposits of the Muć area (Svilaja Mt.)

Andrea Đeneš

**Thesis completed in:** Division of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, Horvatovac 102b, 10 000 Zagreb

**Abstract:** In the area around Upper Muć village, along the Zmijavac brook, a fossiliferous limestone bed of Lower Triassic age was sampled. These beds were formerly known as „Upper Scythian“ beds. The sampled limestone bed has visible macrofossils, including ammonites and gastropodes. Macrofossils are mostly poorly preserved as internal molds, external molds, and casts. Ammonite specimens were determined as *Tirolites*, belonging to the *Tirolites cassianus* horizon. Microanalysis results showed that this limestone is a biomicrite or weckestone deposited in a relatively shallow marine environment, with some influence of terrigenous input.

**Keywords:** ammonites, Lower Triassic, fossiliferous limestones, Muć, Mt. Svilaja

**Seminar contains:** 23+VI pages, 9 figures, 1 table, 24 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Department of Geology, Faculty of Science

**Supervisor:** Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant Professor

**Reviewers:** Karmen Fio Firi, Ph.D., Assistant Professor  
Katarina Gobo, Ph.D., Assistant Professor  
Frane Marković, Ph.D., Assistant Professor

**Date of the final exam:** 20<sup>th</sup> of September, 2022

Završni rad izrađen je u sklopu projekta Hrvatske zaklade za znanost  
SEDBAS (IP-2019-04-7042).

## Sadržaj

<b>1. Uvod .....</b>	<b>1</b>
<b>2. Pregled dosadašnjih istraživanja .....</b>	<b>4</b>
<b>3. Materijali i metode istraživanja .....</b>	<b>6</b>
<b>4. Rezultati.....</b>	<b>8</b>
4.1. Makroskopski uzorci .....	8
4.2. Mikroskopski preparati.....	13
<b>5. Rasprava.....</b>	<b>18</b>
<b>6. Zaključak.....</b>	<b>20</b>
<b>7. Literatura .....</b>	<b>21</b>
<b>Popis slika i tablica .....</b>	<b>V</b>

## 1. Uvod

U podnožju planine Svilaje u Dalmatinskoj zagori izdanjuju karbonatne i siliciklastične naslage donjega trijasa (slika 1A i B). Zajedno s naslagama na području Svilaje i okolnog područja, one predstavljaju kompleksni slijed navlaka mezozojskih naslaga u Vanjskim Dinaridima i tvore regionalno-tektonsku jedinicu „Visokog krša“ (SCHMID i sur., 2008).

Slijed na istraživanom području (slika 1B) započinje naslagama donjega trijasa kojeg tvore „sajške“ i „kampilske“ naslage, nakon kojih je bila zastupljena kraća kopnena faza koju obilježavaju breče te plitkomorski karbonati srednjeg trijasa. Na tim naslagama diskordantno leže naslage donje jure sastavljene od breča u donjem dijelu i karbonata praćenih pločastim fosilifernim vapnencima. Svilaju i okolna gorja grade uglavnom vapnenci i dolomiti kredne starosti s naznakama povremenih kratkih kopnenih faza u vidu pojava breča i boksita. Nakon emerzije, paleogen započinje slatkovodnim do brakičnim naslagama nakon kojih dolaze foraminiferski vapnenci te klastiti (IVANOVIĆ i sur., 1977). Usljed tektonike, naslage donjeg trijasa dolaze u kontakt s mlađim naslagama krede i paleogena.

Na lokalitetu Gornji Muć prisutne su četiri neformalne, ali jasno odijeljene jedinice donjeg trijasa, opisane u radu HERAK i sur. (1983): bazni karbonati, smeđe-crveni pješčenjaci i muljnjaci, sivi vapnenci i lapori te naposljetku dolomiti. Naslage započinju jedinicom sivih dolomitičnih vapnenaca u bazi, s povećanjem udjela sitnozrnastih terigenih primjesa naviše. Slijedi jedinica smeđe-crvenih tankouslojenih, sitnozrnastih pješčenjaka, silita te pelita s proslojcima karbonata. U djelu gdje prevladavaju karbonati, prisutni su biooospariti i intraspariti tipični za pliće okoliše visoke energije. Terigena komponenta je prisutna kroz cijelu jedinicu, a jedinica završava izmjenama klastičnih sedimenata s proslojcima intrasparudita što ukazuje na vrlo plitki okoliš s povremenim periodima emerzije. Kompleks sivih vapnenaca i lapora tvori sljedeću jedinicu debljine više od 400 metara, a sastoji se od nepravilnih izmjena fosilifernih vapnenaca, laporovitih vapnenaca i vapnenih lapora. U vapnencima su također prisutne sitnozrnate terigene čestice i proslojci silita. Naslage završavaju oštrom granicom s dolomitnim brečama koja predstavlja granicu donjeg i srednjeg trijasa (HERAK i sur., 1983; JELASKA i sur., 2003; VUDRAG i SREMAC, 2015; FIO FIRI i sur., 2022). Najzanimljiviji je gornji dio slijeda, to jest, treća jedinica – kompleks sivih vapnenaca i lapora koji sadrži najveći broj fosila te je najpovoljniji

za biostratigrafsku analizu. Najprovedniji fosili su upravo amoniti pa se jedinica može podijeliti na više biostratigrafskih zona.

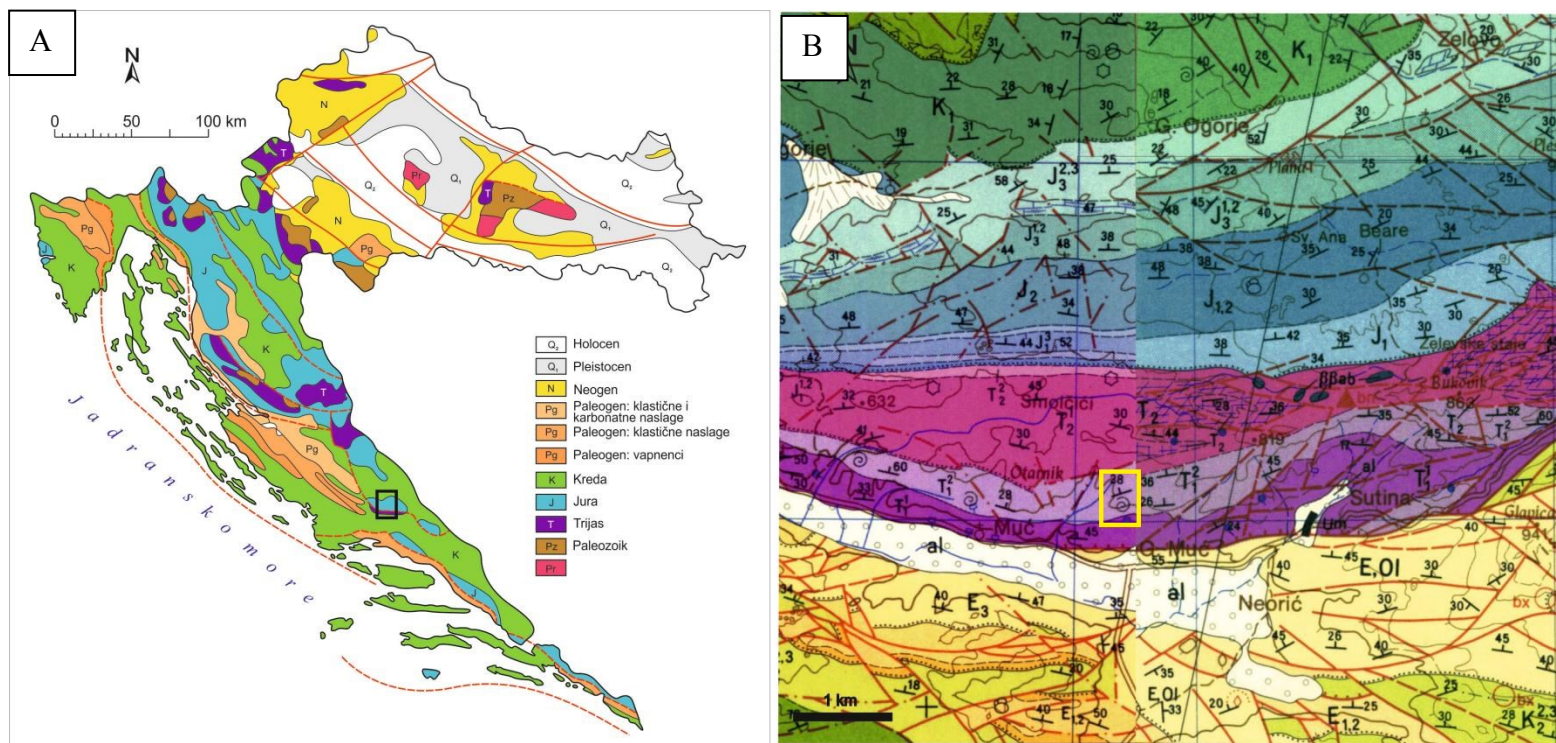
Amoniti su mekušci iz razreda glavonožaca. U geološkoj prošlosti nalazimo ih od perioda devona pa sve do kraja krede. Bili su građeni od aragonitne kućice s komorama odvojenim pregradama (septi), mekog tijela u zadnjoj, nastanjenoj komori i sifonske cijevi koja je povezivala tijelo s nenastanjenim komorama (fragmokon). Na mjestu gdje se septi povezuju sa stijenkama kućice nastaju lobne linije (suture) koje se sastoje od sedla i lobova. Tijekom evolucije kod amonita se mijenja izgled lobne linije te one postaju sve kompleksnije. Mogu se podijeliti na tri glavna tipa: 1) gonijatitnu, karakterističnu ponajviše za oblike krajem paleozoika, 2) ceratitnu, karakterističnu za oblike tijekom trijasa i 3) amonitnu, koju nalazimo kod oblika koji su živjeli tijekom jure i krede. Zbog brze evolucije i čvrste kućice koja se relativno lako fosilizira (petrifikacija, otisci, kamene jezgre ili permineralizacija) idealni su provodni fosili od devona, a pogotovo za vrijeme mezozoika, sve do kredno-paleogenskog izumiranja kada potpuno nestaju. (KLUG i sur, 2015)

Puževi su još jedna skupina mekušaca koja je zastupljena u naslagama donjeg trijasa ovog područja, a pojavljuju se kao makro- i mikrofosili. Zbog uglavnom loše očuvanosti, za sada nisu dovoljno istraženi, a velike sličnosti u morfologiji među vrstama nisu povoljne za korektno određivanje filogenetskih odnosa, pogotovo u slučaju mikrofosila. Usprkos malom broju taksona, najvjerojatnije zbog permsko-trijaskog izumiranja, puževi su predstavljali znatan dio bentičke faune zapadnog Tetisa (NÜTZEL, 2005).

Zbog više faktora, kao što su velika količina fosila, neprekinuti sedimentacijski slijed i jasna litologija, lokalitet Gornji Muć je predložen kao stratotip „gornjeg skita“ zapadnog Tetisa Dinarida (HERAK i sur., 1983). Standardni profil određen je duž korita potoka Zmijavca u Gornjem Muću, gdje je izvršeno uzorkovanje i za potrebe ovog rada.

Cilj ovoga rada je pobliže opisati i odrediti pronađene amonite na području potoka Zmijavac u Gornjem Muću, kao i ostale nalaze makro i mikrofosila, opisati način njihova očuvanja, stijene unutar kojih su nađeni te odrediti mogući paleookoliš, kako na temelju nalaza u ovom radu, tako i temeljem postojeće literature.





Slika 1. A. Pojednostavljena geološka karta Republike Hrvatske (VELIĆ i VELIĆ, 1995) s označenim istraživanim područjem, i B. Istraživani dio terena (žuti pravokutnik) na području Svilaje, odnosno sela Gornji Muć, prikazan na listovima OGK Sinj (PAPEŠ i sur., 1982) i Drniš (IVANOVIĆ i sur., 1977). Na isječku su vidljive naslage širega područja koje uključuju: T<sub>1</sub> – donjotrijaski klastiti („sajske naslage“), vapnenci i lapori („kampilske naslage“), T<sub>2</sub> – srednjotrijaski dolomiti s pojavama eruptiva (dijabazi-spiliti), J<sub>1</sub> – vapnenci, vapnenačke breče i dolomiti s litotidima, J<sub>2</sub> – vapnenci s prosljocima dolomita, J<sub>3</sub> – vapnenci s kladokoropsisima i vapnenci s klipinama, K<sub>1</sub> – vapnenci i dolomiti, K<sub>2</sub> – vapnenci s rudistima, E<sub>1,2</sub> – alveolinsko-numulitni vapnenci, E<sub>3</sub>/Ol - breče, konglomerati, pješčenjaci i lapori (Promina naslage), Q – aluvijalne naslage

## 2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Naslage donjega trijasa Vanjskih Dinarida taložene su na epikontinentalnom šelfu zapadnog Tetisa koji se nalazio u području ekvatora, a na istoku je bio povezan s velikim oceanom Pantalasa (BRAYARD i sur., 2006). Tijekom ranog trijasa, taložni okoliš se postepeno produbljavao, zamjenjujući plitkomorske karbonate perma slijedovima siliciklastita i karbonata s terigenim primjesama. Donji trijas Vanjskih Dinarida generalno se dijeli na dvije litostratigrafske jedinice – „sajske“ i „kampilske“ naslage „Werfen formacije“, no treba naglasiti da istovrsne litostratigrafske jedinice nisu jednake kronostratigrafske starosti na svim lokalitetima našeg i okolnih prostora (HERAK i sur., 1983; ALJINOVIĆ i sur., 2018). Na primjer, „kampilske“ naslage u Alpama starije su od onih u Dinaridima, ali dijele sličnosti fosilnih vrsta i tipa taložnog okoliša.

Lokalitet Gornji Muć poznat je po brojnosti amonitnih fosila još od početka 20. stoljeća kada je KITTL (1903), kako je navedeno u radu HERAK i sur. (1983), ovdje opisao 53 nove vrste od kojih su najmnogobrojniji pripadnici roda *Tirolites*, kojeg slijedi rod *Dinarites*, a rjeđi rodovi su *Kymanites* i *Dalmatites*. Naime, precizne lokacije uzorkovanja nisu bile navedene, što je onemogućilo biostratigrafsku analizu, a nove vrste određene su isključivo prema morfološkim osobinama. KUMMEL (1969) je ponovo proučio ovu opširnu zbirku uzoraka i zaključio da je prisutno samo 13 novih vrsta, to jest devet rodova. Većina novih vrsta rjeđih rodova opisana je na temelju nekolicine ili samo jednog primjerka budući da primjerci rodova *Tirolites* i *Dinarites* zajedno zastupaju oko 95% proučavane zbirke.

Kasnijim istraživanjima (KRYSTYN, 1974, navedeno u HERAK i sur., 1983) pokazano je da su većina vrsta donjotrijaskih amonita ovog područja najvjerojatnije razne varijacije dvije vrste roda *Tirolites*. KRYSTYN (1974) uzorkuje dva izdanka fosilifernog vapnenca na padinama Bukove gore, između Muća i Sinja – horizont iznad donje granice s crvenim pješčenjacima i dva horizonta ispod gornje granice s dolomitima anizika. Otkrio je da u donjem djelu prevladava vrsta *Tirolites cassianus*, a česti su i *Diaplococeras liccanum*, *Dinarites dalmatinus* i drugi. Dva viša horizonta sadrže potpuno drugačiju faunu s vrstama kao što su „*Tirolites*“ *carniolicus*, *Stacheites concavus*, *Dinarites* sp. i drugi. Stoga je predložena podjela na donju *Tirolites cassianus* zonu i gornju *Tirolites carniolicus* zonu, no teško je odrediti točnu granicu koja ih odjeljuje budući da središnji dio slijeda nije uzorkovan. Također je opisao morfološke promjene roda *Tirolites* kroz vrijeme – od

evolutnih kućica s mnogo rebara i čvorića (*T. cassianus*) do involutnih kućica bez ili s mnogo manje čvorića i rebrima na nastanjenoj komori („*T. carnolicus*“).

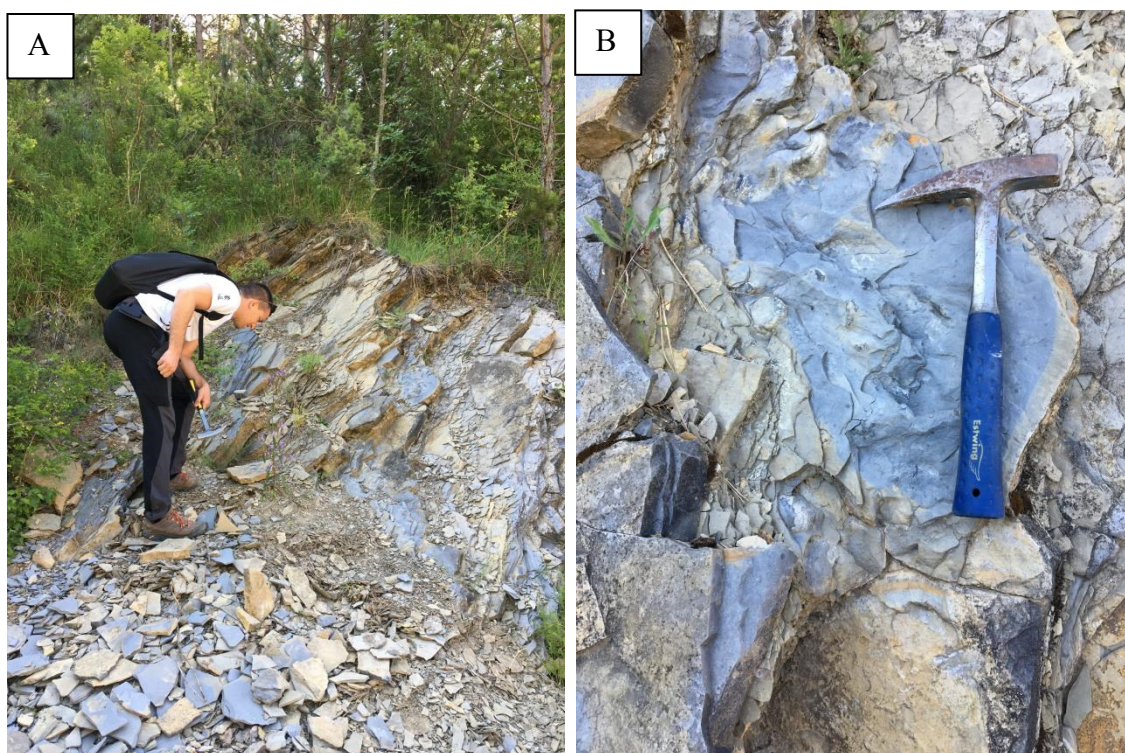
POSENATO (1992) je uspoređivao tirolitne zajednice „gornjeg skita“ južnih Alpi u Italiji i područja oko Balatonskog jezera u Mađarskoj upravo pomoću nalaza iz Muća jer predstavljaju najcjelovitiji slijed ovih naslaga – gornjih slojeva „Werfen formacije“. U Italiji i Mađarskoj slijedovi su isprekidani ili dijelovi potpuno nedostaju, dok je u Muću prisutan cjelovit slijed evolucije tirolitoida. ALJINOVIĆ i sur. (2018) također su uspoređivali lokalitete u Italiji i Mađarskoj s onima u Dinaridima. Njihovo područje rada bio je lokalitet Plavno kod Knina na kojem je prisutan gotovo cjelovit slijed naslaga donjeg trijasa, s taložnim karakteristikama epiričke platforme i karbonatne rampe. Zaključili su da gornji dio donjotrijaskih naslaga predstavlja transgresivnu fazu te se taloženje odvijalo u dubljem okolišu na vanjskom dijelu rampe, ali svejedno s prisutnim utjecajem oluja.

GOLUBIĆ (1998a, 1998b, 1999, 2000) je nakon nekoliko godina skupljanja i opisivanja uzoraka amonita s lokaliteta kod Muća ustanovio je nove taksonomske i biostratigrafske odredbe. Svrstao neke prije opisane primjerke u nove rodove, kao na primjer, „*Tirolites carnolicus*“ te druge tirolitoidne i dinaritoidne vrste u rod *Carniolites*. Opisao je novi rod *Sutinaites* (GOLUBIĆ, 1999) i otkrio nekolicinu novih donjotrijaskih vrsta na ovom području (GOLUBIĆ, 1998a, 1998b, 1999). Proširio je biostratigrafsku podjelu naslaga „gornjeg skita“ na referentnom području određenom prema HEREAKU i sur (1983) podijelivši naslage na deset horizonata (GOLUBIĆ, 1998a, 2000). Dozdo prema gore, to su: 1) *Tirolites haueri*, 2) *Tirolites cassianus*, 3) *Tirolites prior*, 4) *Diaplococeras licanum*, 5) *Dinarites dalmatinus*, 6) *Tirolites rectangularis*, 7) *Tirolites seminudus*, 8) *Dinarites tirolitoides*, 9) *Carniolites carnolicus* i 10) *Carniolites monoptychus* horizont. Ovisno o brojnosti primjeraka dominantnih vrsta, broj horizonata može se suziti na četiri osnovna: 1) *Tirolites cassianus*, 2) *Dinarites dalmatinus*, 3) *Tirolites seminudus* i 4) *Carniolites carnolicus* horizont. Obzirom na njihovu rasprostranjenost diljem svijeta, zaključio je da su najuspješniji oblici amonita donjeg trijasa bili upravo tirolitoidi.

Na bliskom lokalitetu, na cesti između Muća i Ogorja, u sklopu rada FIO FIRI i sur. (2022), amoniti roda *Tirolites* nađeni su u vršnim fosilifernim vapnencima donjeg trijasa tijekom istraživanja oporavka faune nakon izumiranja na granici perma i trijasa. Taložni okoliš fosilifernih vapnenaca određen je kao relativno plitki, smješten na sredini rampe.

### 3. Materijali i metode istraživanja

Uzorci su prikupljeni tijekom terenskih istraživanja koja su obavljali doc. dr. sc. Karmen Fio Firi, doc. dr. sc. Katarina Gobo, Valerije Makarun, mag. geol. i Lucija Drobnjak, mag. geol., tijekom lipnja 2021. godine. Tom su prilikom istraživane donjotrijaske naslage širega područja (slika 1B), od sela Muć, uz cestu između sela Muć i Ogorje i na području Zelova. Za potrebe ovoga rada uzorkovane su naslage s brojnim kućicama amonita (slika 2) koje sačinjavaju dio slijeda donjotrijaskih naslaga na području predloženog tipskog lokaliteta u dolini potoka Zmijavac.



Slika 2. A. cjeloviti izdanak u području potoka Zmijavac i B. dio izdanka sa slojem u kojem su nađene mnogobrojne kućice amonita.

Naslage istraživane u ovom radu, fosiliferni vapnenci s amonitima i drugim mekušcima, dio su gornjega dijela ranije opisanog slijeda, jedinice sivih vapnencaca i lapora. Uzorci za makroskopsku analizu sastojali su se od komada stijena koje su sadržavale okom vidljive fosile. Dio naslaga oko samih fosila bilo je potrebno djelomično ukloniti ručnom

brusilicom i očistiti kako bi fosili bili lakše vidljivi. Glavni predmet promatranja bile su amonitne kućice te su opisane njihove morfološke karakteristike, onoliko detaljno koliko je bilo moguće za pojedini primjerak ovisno o stupnju očuvanosti. Proučavane kućice amonita na većem dijelu istraživanih sloja označene su slovima od A do G i prikazane na slici 3. Dodatni, slabije očuvani uzorci vidljivi su na slici 4.

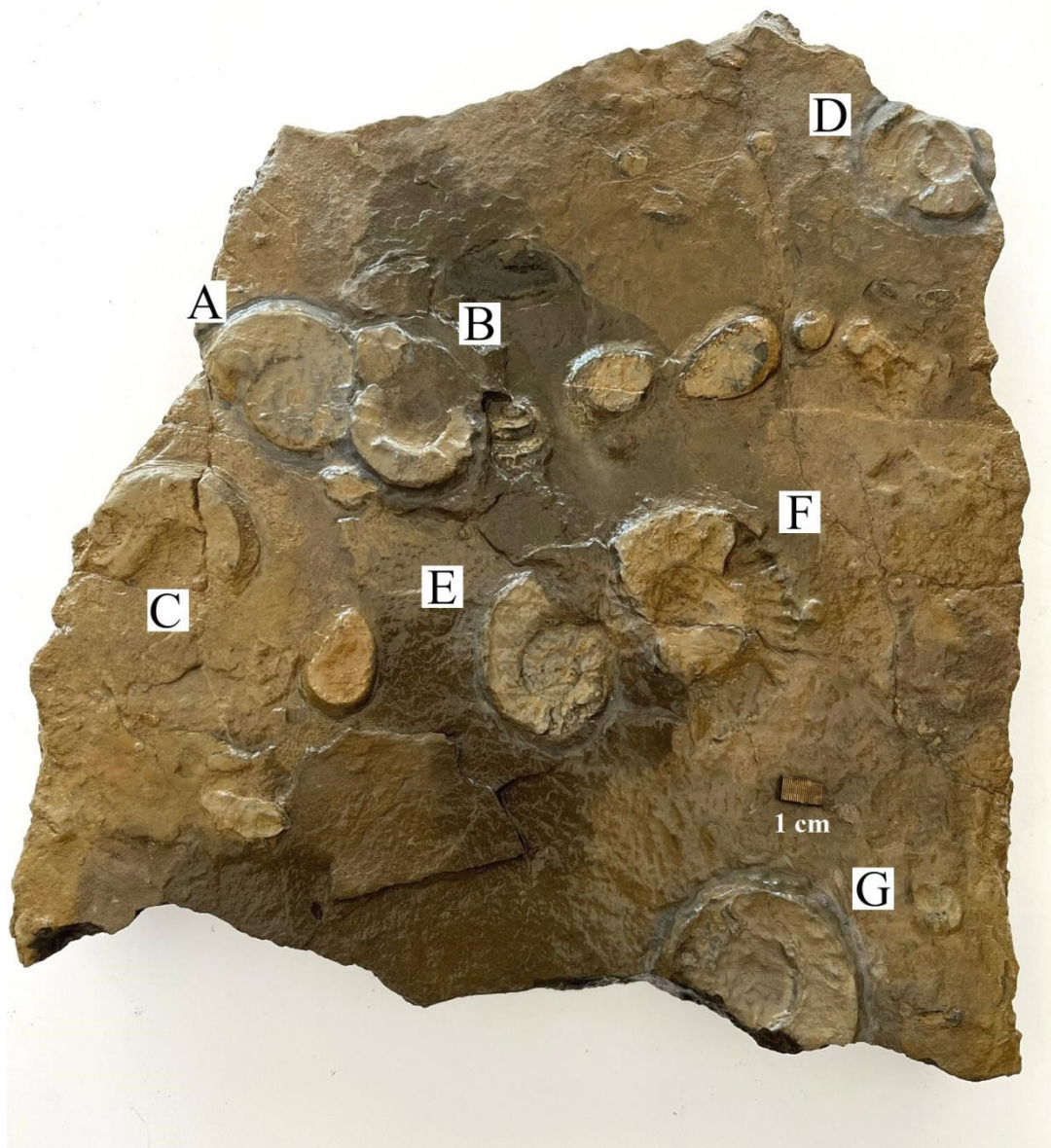
Fragmenti stijena koji nisu sadržavali makroskopske fosile korišteni su za izradu izbrusaka, odnosno preparata, koji su pripremljeni na Geološko-paleontološkom i Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta. Kako bi se dobio mikroskopski preparat, stijenu je bilo potrebno strojno izrezati na tanke pločice dimenzija predmetnog stakalca. Pločice se zatim bruse, suše i lijepe na predmetno stakalce uz pomoć kanada balzama. Bitno je da su uzorci ravnomjerno izbrušeni i potpuno suhi prije lijepljenja. Također se treba paziti da u ljepilu ne ostanu zarobljeni mjehurići zraka. Uzorci se dodatno stanjuju na rotirajućoj brusilici te proces završava ručnim brušenjem kada uzorak stanjimo na debljinu 20–30  $\mu\text{m}$ . Preparati su potom promatrani Olympus–SZX10 stereo-mikroskopom spojenim na Canon EOS 1100 kameru, te su fotografije izbrusaka obrađene pomoću Quick Photo Camera 3.0 programa.

## 4. Rezultati

### 4.1. Makroskopski uzorci

Prikupljeni uzorci za makroskopski opis sastoje se od veće ploče dimenzije cca 40 x 40 cm (slika 3) i dva manja fragmenta dimenzija 3,5 do 7 cm (slika 4).

Ploča je smeđe-sive boje, a na svježem prijelomu je siva. Sadrži sedam fosila amonita označenih slovima A–G te nekoliko fosila puževa (slika 3). Makrofosili se najvećim dijelom nalaze na gornjoj slojnoj plohi. Fosili su uglavnom očuvani kao posredni ostaci, u obliku kamenih jezgri, otisaka i skulpturiranih kamenih jezgri. Kamene jezgre nastaju kada sediment zapuni šuplju unutrašnjost kućice i litificira se, dok originalna kućica naknadno biva otopljena. Lobne linije su vidljive na dobro očuvanim kamenim jezgrama. Otisci zaostaju u okolnom sedimentu nakon što se sama kućica otopi, a odražavaju vanjski izgled kućice u negativu. Kada je takav otisak naknadno zapunjen sedimentom, nastaje skulpturirana kamena jezgra koja veličinom i oblikom nalikuje originalnoj kućici (CLARKSON, 1993). Svaki od označenih makrofosilnih nalaza amonita sa slike 3, dva primjerka sa slike 4 te ostali nalazi detaljnije su opisani u nastavku.



Slika 3. Makroskopski uzorak 1 – ploča dimenzije oko 40 x 40 cm sa sedam fosila amonita i nekoliko puževa.

#### Uzorak 1-A

Skulpturirana kamena jezgra je cjelovita, ali površina je zaravnjena i slabo vidljiva pa se samo naziru blago izbočena aksijalna rebra i ventralni čvorići. Vanjski promjer iznosi 42 mm, unutarnji promjer 17 mm i visina zadnjeg zavoja 13 mm. Kućica je planispiralne, evolutne građe. Na temelju dostupnih podataka može se pretpostaviti da se radi o rodu *Tirolites*.

## Uzorak 1-B

Necjelovito očuvana skulpturirana kamena jezgra od koje je najbolje vidljiv fragment zadnjeg zavoja. Planispiralna evolutna kućica bila je promjera cca 45 mm s unutarnjim promjerom cca 21 mm. Vidljiva su razmaknuta aksijalna rebra i ventralni čvorići što ukazuje da bi uzorak mogao pripadati rodu *Tirolites*.

## Uzorak 1-C

Loše očuvan fragment kamene jezgre zadnjeg zavoja. Cjelovita kućica je bila promjera cca 43 mm, ali, s obzirom na očuvanost, teško je odrediti sa sigurnošću, kao i detaljnije opisati građu kućice.

## Uzorak 1-D

Djelomično očuvana i fragmentirana kamena jezgra planispiralne kućice, promjera cca 39 mm. Najvjerojatnije je bila evolutne građe, iako je teško odrediti zbog loše očuvanosti.

## Uzorak 1-E

Loše očuvana skulpturirana kamena jezgra planispiralne evolutne kućice vanjskog promjera 44 mm, unutarnjeg promjera 16 mm i visine zadnjeg zavoja 14 mm. Vidljiva su aksijalna rebra i čvorići. Primjerak pripada rodu *Tirolites*, neke od moguća vrsta je *Tirolites cassianus* ili *Tirolites cf. cassianus*.



## Uzorak 1-F

Ostatak očuvan djelomično kao oštećena skulpturirana kamena jezgra, a dijelom kao otisak planispiralne evolutne kućice. Vanjski promjer cjelovite kućice bio je cca 60 mm s unutarnjim promjerom od 22 mm i visinom vanjskog zavoja od cca 17 mm. Na samoj jezgri se naziru čvorići i aksijalna rebra dok su na otisku rebra puno bolje izražena. Prema ornamentaciji i građi, radi se o rodu *Tirolites*, a usporedbom s literaturom može se pretpostaviti vrsta *Tirolites cassianus*, *Tirolites darwini* ili *Tirolites cf. cassianus*.

## Uzorak 1-G

Fragmentiran i oštećen uzorak jezgre planispiralne, najvjerojatnije evolutne kućice. Vanjski promjer iznosi cca 51 mm, ali teško je odrediti budući da ušće nije cjelovito. Unutarnji promjer cca 21 mm. Mogući rod je *Tirolites*.

## Uzorak 2

Nazire se dijelom otisak i dijelom slabo očuvana kamena jezgra amonita (slika 4A) koju je zbog djelomične spljoštenosti teško točnije odrediti.

## Uzorak 3

Fragmentiran i loše očuvan ostatak kamene jezgre planispiralne evolutne kućice amonita (slika 4B). Promjera je oko 35 mm, no oblik je blago deformiran. Na površini se blago naziru lobne linije, ali zbog loše očuvanosti nisu povoljne za identifikaciju vrste.

Uz fosile amonita, u uzorku 1 prisutni su još i fragmentirani ostaci kamenih i skulpturiranih kamenih jezgri puževa. Jezgre, zbog slabog očuvanja, ne daju dovoljno informacija za točniju taksonomsku identifikaciju. Fragment niske trohospiralne kućice (slika 3, desno od primjerka 1-B) visok je oko 15 mm i odražava vanjski izgled na kojem se vidi dio zavojnice i djelomično aksijalna rebra. Uzimajući u obzir morfologiju primjerka te prethodne nalaze s ovoga područja u naslagama donjotrijaske starosti, može se pretpostaviti da se radi o pripadniku roda *Werfenella*, moguća vrsta *Werfenella rectecostata*.



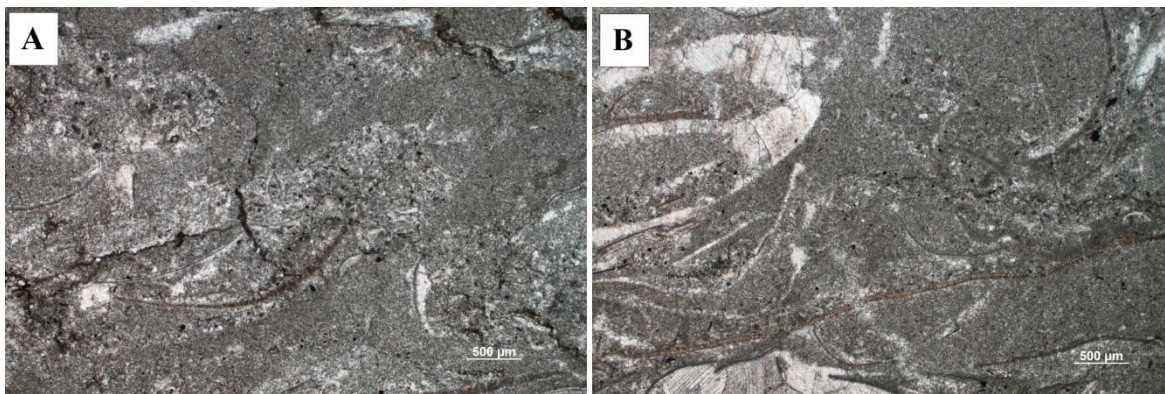
Slika 4. A. makroskopski uzorak 2 – otisak i ostatak kamene jezgre i B. makroskopski uzorak 3 – loše očuvana kamena jezgra

## 4.2. Mikroskopski preparati

Iz prikupljenog sloja s vidljivim ostacima amonita napravljeno je pet izbrusaka (preparata). Napravljeno je više fotomikrografija svakog preparata, te su odabrane po dvije reprezentativne fotografije za svaki preparat. Uzorci su opisani detaljnije prema DUNHAMU (1962), a glavne karakteristike prikazane su u tablici 1 gdje je svaki uzorak klasificiran i prema sastavu (FOLK, 1959) i prema strukturnim značajkama (DUNHAM, 1962).

### Preparat AD 1

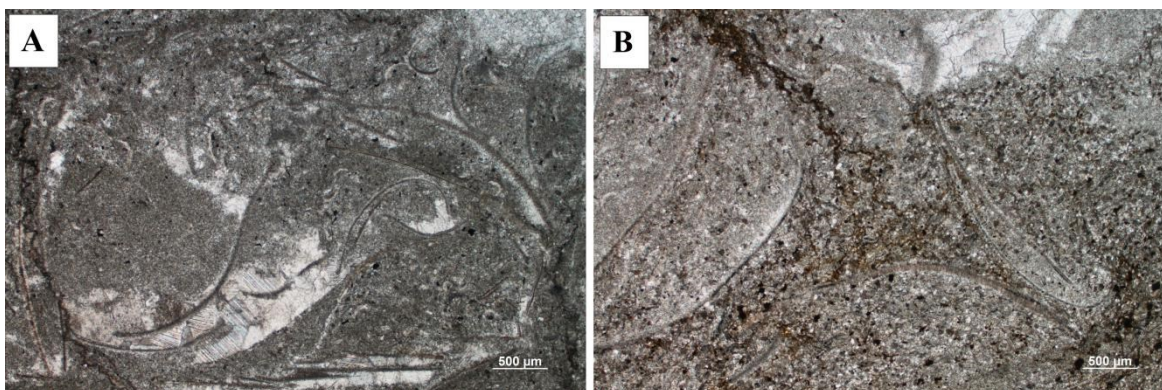
Preparat sadrži mikritni matriks s više od 10 % fosilnih čestica, stoga se radi o vekstonu. Zastupljeni su fragmenti mekušaca, ponajviše školjkaša i puževa, koje nije moguće detaljnije odrediti. Ljuštura su uglavnom dimenzija manjih od 2 mm. Prisutni su još i veći kristali kalcita koji ukazuju da je došlo do rekristalizacije ljuštura (slika 5B) kao i sitne tamne čestice, najvjerojatnije organskog podrijetla.



Slika 5. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 1: A. rekristalizirani fragmenti ljuštura, organske čestice; B. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura, organske čestice

## Preparat AD 2

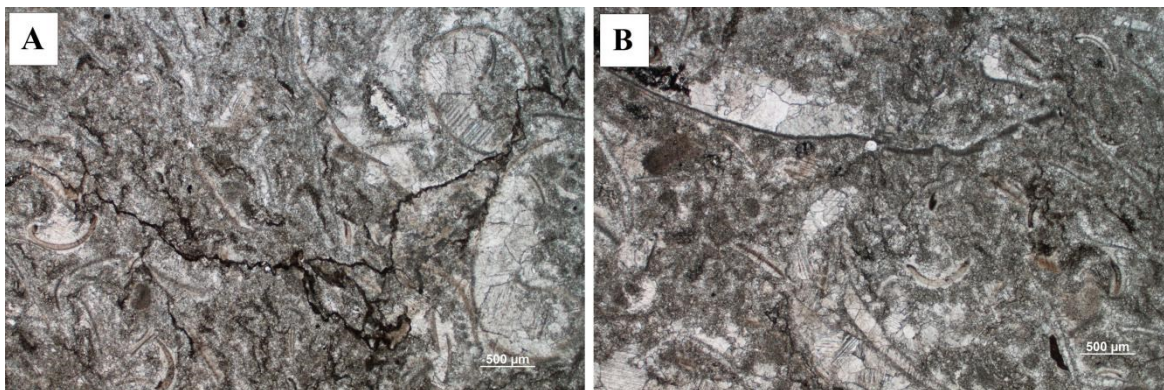
Mikritni matriks prevladava u uzorku, a od fosilnog materijala najzastupljeniji su presjeci ljuštura školjkaša nedefiniranog roda (slika 6). Određen je kao vekston. Dimenzije ljušturica variraju od 0,5 mm do nešto više od 2 mm. Prisutan je sekundarno istaložen kalcit. Uočava se promjena boje od tipične sive prema smečkastoj na djelovima preparata gdje su prisutni sitnozrnati klasti (slika 6B).



Slika 6. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 2: A. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura; B. sitnozrnate čestice, organska tvar

## Preparat AD 3

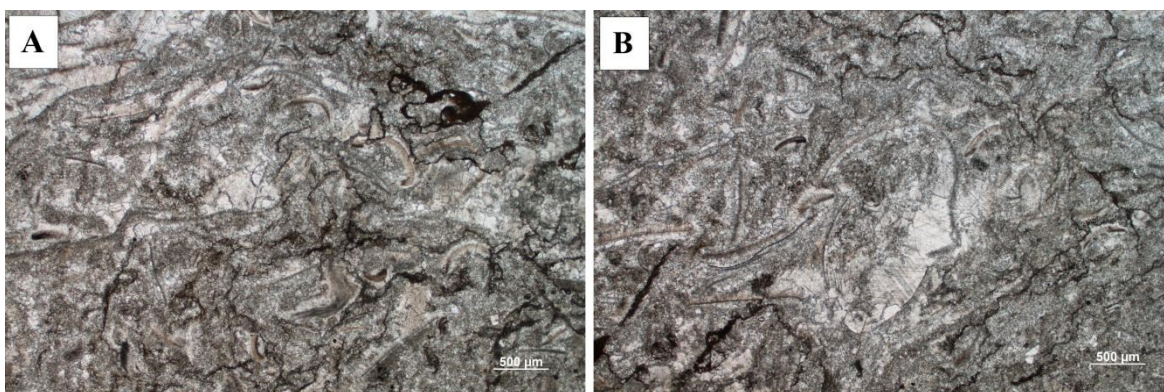
U ovom je uzorku primarno istaložen mikrit u kojem se nalaze mnogobrojni dijelovi skeleta mekušaca (slika 7) te se može klasificirati kao pekston. Vidljivo je i sekundarno taloženje sparita, djelom i kao ispune ljušturica i kućica. Većina skeletnih fragmenata ima nejasne obrise i nije moguće odrediti rodove. Veličine ljuštura školjaka i kućica puževa kreću se uglavnom od 0,5 mm do 1 mm, a rijetki primjerci prelaze i 3 mm.



Slika 7. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 3: A. presjeci školjkaša i puževa, kristali kalcita, sekundarno istaložen sparit; B. ljuštura školjkaša, kristali kalcita, sekundarno istaložen sparit

#### Preparat AD 4

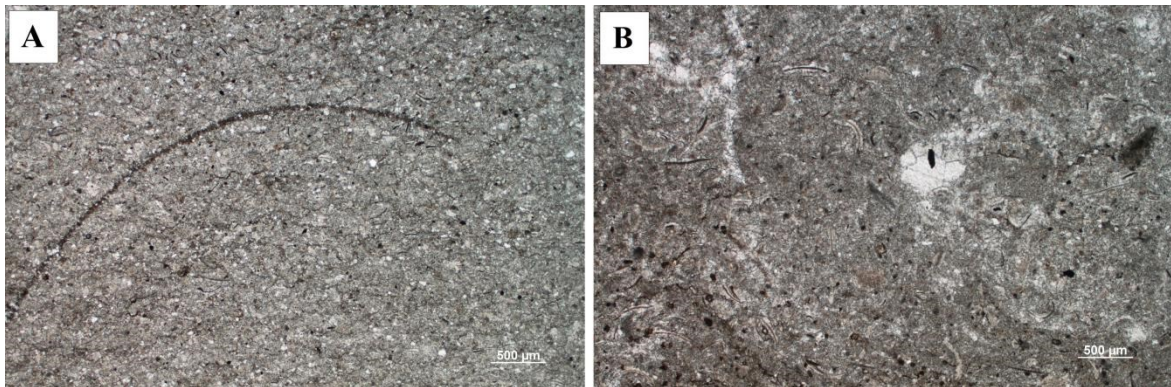
Mikritni matriks je primarno istaložen, a u dijelovima preparata uočava se sekundarno istaložen kalcit. Fosilne čestice su mnogobrojne. Većinom su sastavljene od ljuštura školjkaša, veličine uglavnom do 2 mm. Uzorak se može odrediti kao vekston do pekston (slika 8). Ljušturice često imaju nejasne obrise i okružene su sparitom te nije moguće odrediti kojim rodovima pripadaju prisutni školjkaši.



Slika 8. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 4: A. rekristalizirani fragmenti ljuštura, sekundarno istaložen sparit; B. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura, sekundarno istaložen sparit

## Preparat AD 5

Mikrit prevladava u uzorku, a rijetke ljušturice školjkaša uglavnom su duljina do 1 mm s iznimkama većim od 4 mm (slika 9A). U dijelovima preparata došlo je do sekundarnog taloženja kalcita, a prisutne su i čestice organske tvari. Uzorak se može klasificirati kao madston do vekston.



Slika 9. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 4: A. veći fragment među sitnim fragmentima ljušturica; B. kristali kalcita, sitni fragmenti ljuštura, čestice organske tvari

Tablica 1. Opis mikroskopskih preparata s istraživanog lokaliteta prema FOLKU (1959) i DUNHAMU (1962)

Uzorak	Folk	Dunham	Opis
AD 1	biomikrit	vekston	Ljuštore školjkaša i puževa, rekristalizacija ljuštura, organska tvar
AD 2	biomikrit	vekston	Ljuštore školjkaša, sekundarno taloženje kalcita, sitnozrnati klasti, organska tvar
AD 3	biomikrit	pekston	Ljuštore školjkaša i puževa, sekundarno taloženje kalcita
AD 4	biomikrit	vekston /pekston	Ljuštore školjkaša i puževa, sekundarno taloženje kalcita
AD 5	biomikrit	madston/vekston	Ljuštore školjkaša, sekundarno taloženje kalcita, organska tvar

## 5. Rasprava

U ovom je radu analiziran uzorak donjotrijaskog vapnenca s brojnim makrofosilima, posebice kućicama amonita, te rjeđe prisutnim kućicama puževa. U izbruscima je primjećen značajan udio različitih fragmenata ljuštura i kućica, no prevladavaju ljušture školjaka, koje nisu nađene kao cjeloviti makrofosilni ostaci. Također je određen sastav same stijene kako bi se ustanovila svojstva taložnog okoliša.

Sama ploča u kojoj su nađeni makrofosili je smeđe-sive boje. Na svježem prijelomu stijena je kompaktna, boja je siva – karakteristična za vapnence. Opisani makrofosili nalaze se na gornjoj slojnoj plohi uzorka, dok je sastav stijene vidljiv iz opisa preparata i mikrofosilnog sadržaja.

Kućice amonita opisivane u ovom radu su uglavnom loše sačuvane, kao posredni ostaci, odnosno skulpturirane kamene jezgre, kamene jezgre i otisci, tako da je teško sa sigurnošću odrediti vrste amonita. Sve kućice koje su detaljnije opisane su planispiralne i evolutne. Nema velikih razlika u dimenzijama, promjeri variraju između 40 i 60 mm. Većina skulpturiranih kamenih jezgri pokazuje da su kućice bile ukrašene aksijalnim rebrima i čvorićima duž vanjskog ruba kućice. Vrlo je vjerojatno da su sve imale takve ukrase, ali nisu sačuvani i/ili su naknadno oštećeni. Na temelju opisanih karakteristika te korištene literature i prethodnih nalaza može se pretpostaviti da većina primjeraka pripada rodu *Tirolites*. Bez mogućnosti detaljnijeg opisa zbog njihove loše očuvanosti, većina primjeraka može sa sigurnošću biti određena jedino kao *Tirolites* sp. Kako bi sa sigurnošću mogli imenovati vrstu potrebne su nam dobro očuvane izvorne kućice ili kamene jezgre s jasno vidljivim suturnim šavovima kojih nažalost nije bilo među uzorcima. Uzimajući u obzir već navedene nalaze sa lokaliteta i šireg područja, ali ponajviše uspoređujući morfološki izgled bolje očuvanih uzoraka (slika 3 – 1-E, 1-F) sa onima u radovima KUMMEL, (1969), POSENATO, (1992) i GOLUBIĆ, (1998a, 2000), može se zaključiti da vjerojatno pripadaju vrsti *Tirolites cassianus*, *Tirolites darwini* ili nekom od mnogih njima sličnih varijeteta ili bliskih vrsta, navedenih kao *Tirolites* cf. *cassianus*. Budući da većina opisanih uzoraka pokazuje sve ili neke od osobina karakteristične za navedene vrste – evolutnu građu i ornamentaciju kućice s mnogobrojnim i izraženim čvorićima te aksijalnim rebrima – možemo zaključiti da uzorkovani sloj pripada jednom od nižih amonitnih horizonata gdje su zastupljeni evolutni, ukrašeni tirolitoidi. Stoga, prema podjeli GOLUBIĆA (1998a), koji ove naslage dijeli na



četiri glavna amonitna horizonta prema dominantnim vrstama, istraživani sloj možemo svrstati u najdonji, *Tirolites cassianus* horizont. Amoniti su bili dubokomorski i pelagički organizmi pa je moguće da su njihove kućice bile odnešene u pliće predjele, ali sudeći po bogatstvu fosila u ovim naslagama, veća je vjerojatnost da se taložni okoliš nalazio na granici plitkog i dubokog mora.

Fosili puževa zastupljeni su kamenim jezgrama i skulpturiranim kamenim jezgrama. Najbolje vidljiv primjerak prisutan na ploči (uzorak 1) ostatak je niske trohospiralne kućice sa aksijalnim rebrima i uglastim zavojima koji najvjerojatnije pripada rodu *Werfenella*, koji se učestalo pojavljuje u naslagama donjeg trijasa šireg područja (HERAK i sur., 1983; RAIĆ i sur., 1984; VUDRAG i SREMAC, 2015; FIO FIRI i sur., 2022).

Analiza pet mikroskopskih preparata od uzoraka iz istog sloja pokazala je da se stijena sastoji uglavnom od karbonatnog mulja s čestim fragmentima fosila mekušaca, posebice školjkaša. Prevladava mikritni matriks, što je odmah vidljivo zbog karakteristične sive boje, a prisutno je sekundarno taloženje sparita i rekristalizacija ljuštura. Najzastupljeniji fosili su školjkaši i gastropodi, ali nije bilo moguće odrediti rodove radi nepovoljnih presjeka, fragmentacije i/ili rekristalizacije ljuštura. Fosilne čestice uglavnom su dimenzija 0,25 – 2 mm, a rijetki primjerci su dulji i od 4 mm. Svaki preparat bio je zasebno određen prema strukturnim značajkama po DUNHAMU (1962) i prema sastavu po FOLKU (1959). Prema DUNHAMU (1962), uzorci variraju od madstona do pekstona. Važno je napomenuti da vekstoni prevladavaju u rezultatima, stoga se izvorna stijena kao cjelina može odrediti kao vekston. Prema FOLKU (1959) svi preparati određeni su kao biomikrit. Prisutnost mikritnog matriksa ukazuje na nižu energiju okoliša. Neki od preparata sadrže čestice organske tvari (AD 1, AD 2, i AD 5) i sitnozrnaste klase (AD 2) terigenog porijekla. Terigeni donos karakterističan je za pliće okoliše, ali utjecaj se može osjetiti i u dubljim djelovima za jakih oluja. No u plićem okolišu, terigeni donos bio bi više zastupljen nego što je to u proučavanom uzorku. Svi navedeni podaci upućuju da je taložni okoliš imao osobine plićeg i dubljeg područja, to jest, najvjerojatnije se nalazio u prijelaznoj zoni.

## 6. Zaključak

Standardni profil duž korita potoka Zmijavac u Gornjem Muću predstavlja slijed naslaga gornjeg olenekija, odnosno gornjeg dijela donjeg trijasa. Fosiliferni vapnenci koji ondje izdanjuju sadrže mnoge makro- i mikrofossilne ostatke raznih mekušaca. Iz proučavanog sloja uzorkovana je ploča sa sedam makrofosila amonita i nekolicinom puževa, dva zasebna primjerka amonita, a iz ploče su napravljeni i izbrusci za mikropaleontološku analizu.

Amoniti i puževi očuvani su kao posredni ostaci u obliku kamenih jezgri, skulpturiranih kamenih jezgri i otisaka. Amoniti pokazuju evolutnu građu i međusobno sličnu ornamentaciju – aksijalna rebra i ventralne čvoriće. Većina uzoraka amonita određena je kao *Tirolites* sp., dok su za bolje očuvane primjerke pretpostavljene vrste *Tirolites cassianus*, *Tirolites darwini* ili *Tirolites* cf. *cassianus*. Puževi su zastupljeni kamenim jezgrama i jednom skulpturiranom kamenom jezgrom koja je vjerojatno primjerak roda *Werfenella*.

Analiza mikroskopskih preparata pokazala je da se stijena sastoji od mikrita s mnogobrojnim skeletnim česticama. Prisutno je sekundarno taloženje kalcita, zapuna ljuštura te rekristalizacija ljuštura. Među fosilima najzastupljenije su ljušturre školjkaša s nešto rjeđim kućicama puževa, no rodovi nisu mogli biti određeni. Stijena je klasificirana kao biomikrit prema FOLKU (1959) i vekston prema DUNHAMU (1962). Organske čestice i sitnozrnasti klasti terigenog porijekla također su prisutni u djelovima uzoraka. Na temelju navedenog može se pretpostaviti da se taloženje odvijalo u plitkomorskom okolišu, na prijelaznoj zoni karbonatne rampe, s povremenim terigenim donosom.

## 7. Literatura

- ALJINOVIĆ, D., HORACEK, M., KRYSTYN, L., RICHOSZ, S., KOLAR-JURKOVŠEK, T., SMIRČIĆ, D., JURKOVŠEK, B. (2018): Western Tethyan Epeiric Ramp Setting in the Early Triassic An Example from the Central Dinarides (Croatia). *Journal of Earth Science*, 29(4), 806–823.
- BRAYARD, A., BUCHER, H., ESCARGUEL G., FLUTEAU, F., BOURQUIN, S., GALFETTI, T. (2006): The Early Triassic ammonoid recovery: Paleoclimatic significance of diversity gradients. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 239(3), 374–395.
- CLARKSON, E.N.K. (1993): *Invertebrate Palaeontology and Evolution*. Fourth edition. Oxford, UK: Wiley-Blackwell, 3–30
- DUNHAM, R.J. (1962): Classification of Carbonate Rocks According to Depositional Texture. U: Ham, W.E. (ur.), *Classification of Carbonate Rocks*, AAPG, Tulsa, 108–121.
- FIO FIRI, K., GOBO, K., SREMAC, J., MARKOVIĆ, F. (2022): Changes in Environmental Conditions, Biota, and Depositional Patterns Within Lower Triassic Clastic and Carbonate Deposits, Muć-Ogorje, Central Dalmatia (Croatia). *Palaios*, 37, 16–33.
- FOLK, R.L. (1959): *Practical Petrological Classification of Limestones*. American Association of Petroleum Geologists, 43(1), 1–38.
- GOLUBIĆ, V. (1998a): Amoniti Gornjeg Skita iz Muća u Hrvatskoj. *Priroda, Travanjsvibanj 1998*, Zagreb, 20–21.
- GOLUBIĆ, V. (1998b): Genus *Diaplococeras* (Ammonoidea) from the Lower Triassic of Muć, Croatia. *Nat. Croat.*, 7(2), 143–158.
- GOLUBIĆ, V. (1999): *Sutinaites*, a New Genus of Ammonite and New Ammonite Species From the Upper Scythian of Muć, Croatia. *Nat. Croat.*, 8(4), 439–451
- GOLUBIĆ, V. (2000): Biostratigraphic Distribution of Upper Scythian Ammonites in the Reference Area of Muć Gornji Village, Croatia. *Nat. Croat.*, 9(4), 237–274.
- HERAK M., ŠČAVNIČAR, B., ŠUŠNJARA, A., ĐURĐANOVIĆ, Ž., KRYSTYN, L., GRUBER, B. (1983): The Lower Triassic of Muć – Proposal for a standard section of the European Upper Scythian. *Schrift. Erdwiss. Komm.*, 5, 93–106.

- IVANOVIĆ, A., SIKIRICA, V., MARKOVIĆ, S., SAKAČ, K. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Drniš L 33-141. Institut za geološka istraživanja zagreb (1967–1972), Savezni Geološki Zavod, Beograd.
- JELASKA, V., KOLAR-JURKOVŠEK, T., JURKOVŠEK, B., GUŠIĆ, I. (2003): Triassic beds in the basement of the Adriatic-Dinaric carbonate platform of the Svilaja Mt. (Croatia). *Geologija*, 46, 225–230.
- KITTL, E. (1903): Die Cephalopoden der oberen Werfener Schichten von Muć in Dalmatien, sowie anderen dalmatinischen, bosnisch-herzegovischen und alpinen Lokalitäten. *Abh. Geol. Reichsanst.*, 20(1), 23–29.
- KLUG, C., KORN, D., DE BAETS, K., KRUTA, I., MAPES, R. (2015): Ammonoid Paleobiology: From Anatomy to Ecology. *Topics in Geobiology*, 43.
- KRYSTYN, L. (1974): Die Tirolites-Fauna der untertriadischen Werfener Schichten Europas und ihre stratigraphische Bedeutung, *Sitzungsab. Österr. Akad. Wiss. Wien. Math.-Nat. Kl. Abt. I*, 183(1–3), 29–50.
- KUMMEL, B. (1969): Ammonoids of the Late Scythian (Lower Triassic). *Bull. Mus. Comp. Zool.*, 137(3), 311–702.
- NÜTZEL, A. (2005): Recovery of gastropods in the Early Triassic. *Comptes Rendus Paleovol*, 4(6–7), 501–515.
- PAPEŠ, J., MARINKOVIĆ, R., ANDRAIĆ, V., (1982): Osnovna Geološka Karta SFRJ 1:100 000, List Sinj K 33-10. Geološki zavod, Zagreb (1971–1976), Savezni Geološki Zavod, Beograd.
- POSENATO, R. (1992): Tirolites (Ammonoidea) from the Dolomites, Bakony and Dalmatia: taxonomy and biostratigraphy, 85: 893-929.
- RAIĆ, V., PAPEŠ, J., SIKIRICA, V., MAGAŠ, N. (1982.): Osnovna Geološka Karta SFRJ 1:100 000, Tumač za list Sinj K 33-10: Geoinženjering Institut za Geologiju Sarajevo, Geološki Zavod, Zagreb (1982), Savezni Geološki Zavod, Beograd.
- SCHMID, S.M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M., USTASZEWSKIT, K. (2008): The Alpine-

Carpathian-Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units.  
Swiss J. Geosci., 101, 139–183.

VELIĆ, I., VELIĆ, J. (1995): Geološka karta Hrvatske. Prvi hrvatski geološki kongres, 18. – 21. listopada 1995., Opatija, Hrvatska. Institut za geološka istraživanja, Zagreb, Hrvatska.

VUDRAG, M., SREMAC, J. (2015): Early Triassic deposits of Ogorje (vicinity of Muć). International Scientific Meeting, 100th Birth Anniversary of Vanda Kochansky-Devidé, Full Member of Academy, Zagreb, 9. – 12. 4. 2015, 82–83.

## Popis slika

Slika 1. A. Pojednostavljena geološka karta Republike Hrvatske (VELIĆ i VELIĆ, 1995) s označenim istraživanim područjem, i B. Istraživani dio terena (žuti pravokutnik) na području Svilaje, odnosno sela Gornji Muć, prikazan na listovima OGK Sinj (PAPEŠ i sur., 1982) i Drniš (IVANOVIĆ i sur., 1977). Na isječku su vidljive naslage širega područja koje uključuju: T<sub>1</sub> – donjotrijaski klastiti („sajske naslage“), vapnenci i lapori („kampilske naslage“), T<sub>2</sub> – srednjotrijaski dolomiti s pojavama eruptiva (dijabazi-spiliti), J<sub>1</sub> – vapnenci, vapnenačke breče i dolomiti s litotidima, J<sub>2</sub> – vapnenci s proslojcima dolomita, J<sub>3</sub> – vapnenci s kladokoropsisima i vapnenci s klipeinama, K<sub>1</sub> – vapnenci i dolomiti, K<sub>2</sub> – vapnenci s rudistima, E<sub>1,2</sub> – alveolinsko-numulitni vapnenci, E<sub>3</sub>/Ol - breče, konglomerati, pješčenjaci i lapori (Promina naslage), Q – aluvijalne naslage ..... 3

Slika 2. A. cjeloviti izdanak u području potoka Zmijavac i B. dio izdanka sa slojem u kojem su nađene mnogobrojne kućice amonita ..... 6

Slika 3. Makroskopski uzorak 1 – ploča dimenzije oko 40 x 40 cm sa sedam fosila amonita i nekoliko puževa ..... 9

Slika 4. A. makroskopski uzorak 2 – otisak i ostatak kamene jezgre i B. makroskopski uzorak 3 – loše očuvana kamena jezgra ..... 12

Slika 5. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 1: A. rekristalizirani fragmenti ljuštura, organske čestice; B. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura, organske čestice ..... 13

Slika 6. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 2: A. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura; B. sitnozrnate čestice, organska tvar ..... 14

Slika 7. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 3: A. presjeci školjkaša i puževa, kristali kalcita, sekundarno istaložen sparit; B. ljuštura školjkaša, kristali kalcita, sekundarno istaložen sparit ..... 15

Slika 8. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 4: A. rekristalizirani fragmenti ljuštura, sekundarno istaložen sparit; B. kristali kalcita, rekristalizirani fragmenti ljuštura, sekundarno istaložen sparit ..... 15

Slika 9. Fotomikrografija mikroskopskog izbruska AD 4: A. veći fragment među sitnim fragmentima ljušturica; B. kristali kalcita, sitni fragmenti ljuštura, čestice organske tvari 16

## Popis tablica

Tablica 1. Opis mikroskopskih preparata s istraživnog lokaliteta prema FOLKU (1959) i DUNHAMU (1962) .....	17
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----