

# Karakteristike srednjetrijskog slijeda naslaga Velike Popine u Lici

---

**Gaberšek, Nikolina**

**Master's thesis / Diplomski rad**

**2018**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Rudarsko-geološko-naftni fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:169:342366>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-07-17**



*Repository / Repozitorij:*

[Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering Repository, University of Zagreb](#)



SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO–GEOLOŠKO–NAFTNI FAKULTET

Diplomski studij geologije

**KARAKTERISTIKE SREDNJETRIJASKOG SLIJEDA NASLAGA VELIKE  
POPINE U LICI**

Diplomski rad

Nikolina Gaberšek

G293

Zagreb, 2018.

*Zahvaljujem se mentoru doc. dr. sc. Urošu Barudžiji na pruženoj pomoći, izdvojenom vremenu, prenesenom znanju te svim stručnim i poučnim savjetima prilikom pisanja rada.*

*Veliko hvala komentoru dr. sc. Duji Smirčiću na pomoći prilikom izrade rada, na prenesenom znanju, svim poučnim savjetima, ugodnom razgovoru i uvijek prijateljskom raspoloženju.*

*Hvala i prof. dr. sc. Dunji Aljinović na prenesenom znanju, pomoći prilikom izrade rada te na svim ugodnim i poučnim razgovorima.*

*Hvala geološkom tehničaru Mariu Valentu na izradi mikroskopskih preparata.*

*Zahvaljujem se i ekipi Hrvatskog prirodoslovnog muzeja u Zagrebu na ugodnom druženju za vrijeme trajanja terenskog rada.*

*Veliko hvala višem kustosu dipl. ing. Draženu Japundžiću na značajnom doprinosu prilikom izrade ovog rada, izdvojenom vremenu, ugodnom druženju te na biostratigrafskoj analizi. Učinili ste ovaj rad još boljim.*

*Hvala i višoj muzejskoj tehničarki Nives Borčić na fotografijama amonita.*

*I na kraju, hvala mojoj obitelji i prijateljima na strpljenju i podršci sve ove godine, isplatilo se.*

## **KARAKTERISTIKE SREDNJETRIJASKOG SLIJEDA NASLAGA VELIKE POPINE U LICI**

Nikolina Gaberšek

**Diplomski rad je izrađen:** Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

### **Sažetak**

Na području Kunovca, u blizini naselja Velika Popina u Lici, istražene su srednjetrijaske naslagei orovedene su mikropetrografske, sedimentološke i biostratigrafske analize. Snimljena su dva detaljna slijeda naslaga („Mali Kunovac vrelo“ i „Kunovac Vrelo“). U oba slijeda definirana su dva facijesa, Facijes vapnenaca i Facijes piroklastita i devet litotipova: Litotip vapnenaca s plitkovodnom faunom, Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom, Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom, Litotip vitroklastičnih tufova, Litotip kristalovitroklastičnih i litoklastičnih tufova, Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca, Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom, Litotip kristalolitoklastičnih tufova i Litotip vitroklastičnih tufova. Opisane su litofacijsne promjene s obzirom na taložne okoliše i mehanizme taloženja. Također je prikupljena značajna količina cefalopodne faune, kojom je utvrđena stratigrafska pozicija gornjeg anizika u istraživanom slijedu naslaga.

**Ključne riječi:** srednji trijas, Lika, Kunovac, vapnenci, piroklastiti, litofacijsi, biostratigrafija

**Diplomski rad sadrži:** 36 stranica, 2 tablice, 20 slika, 1 prilog i 21 referencu

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Diplomski rad pohranjen:** knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta

**Mentor:** Doc. dr. sc. Uroš Barudžija

**Komentor/neposredni voditelj:** Dr. sc. Duje Smirčić, viši asistent

**Ocjenjivači:** Doc. dr. sc. Uroš Barudžija  
Prof. dr. sc. Dunja Aljinović  
Doc. dr. sc. Ana Maričić

**Datum obrane:** 28. rujan 2018.

## **CHARACTERISTICS OF THE MIDDLE TRIASSIC SEDIMENTARY SUCCESSION NEAR VELIKA POPINA, LIKA**

Nikolina Gaberšek

**Thesis completed at:** University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering  
Department of Mineralogy, Petrology and Mineral Deposits,  
Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

### **Abstract**

Middle Triassic deposits in Kunovac area, near Velika Popina village were investigated. Micropetrographic, sedimentological and biostratigraphical analysis were conducted on the collected samples. Two detailed sedimentological sections were recorded in sedimentary succession: „Mali Kunovac vrelo“ i „Kunovac Vrelo“. Both recorded sections contain two facies, Limestone Facies and Pyroclastic Facies. Determined facies in the recorded sections contain nine lithotypes (Limestones containing shallow marine fossils, Limestones with pyroclastic material, Limestones with pelagic fauna, Vitroclastic tuffs, Crystalovitroclastic and lithoclastic tuffs, Resedimented lithoclastic limestones, Crystaoclastic tuffs and Vitroclastic tuffs). Lithofacies characteristics and changes are described and analysed, in respect with their sedimentary environments and depositional mechanisms involved. A significant amount of cephalopode fauna was collected and according to it, stratigraphic position of the Upper Anisian strata within investigated sedimentary succession, was determined.

**Keywords:** Middle Triassic, Lika Kunovac, limestone, pyroclastics, lithofacies, biostatigraphy

**Thesis contains:** 36 pages, 2 tables, 20 figures, 1 supplement and 21 references

**Original in:** Croatian

**Thesis stored at:** The Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb

**Supervisor:** PhD Uroš Barudžija, Assistant Professor

**Co-supervisor:** PhD Duje Smirčić, Senior Assistant

**Reviewers:** PhD Uroš Barudžija, Assistant Professor  
PhD Dunja Aljinović, Full Professor  
PhD Ana Maričić, Assistant Professor

**Date of defense:** 28<sup>th</sup> of September, 2018.

## SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA .....	2
3. METODE RADA .....	7
3.1 Terenski rad .....	7
3.2 Mikropetrografska analiza .....	7
3.3 Biostratigrafska analiza .....	8
4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	9
4.1 Rezultati terenskih istraživanja.....	9
4.2 Rezultati mikropetrografske analize.....	13
4.2.1 Slijed naslaga „Kunovac vrelo“ .....	14
4.2.2 Slijed naslaga „Mali Kunovac vrelo“ .....	17
4.3 Rezultati biostratigrafske analize.....	23
5. RASPRAVA.....	29
6. ZAKLJUČAK.....	32
7. LITERATURA .....	34

## POPIS SLIKA

Slika 2-1. Shematski prikaz trijaskih i jurskih naslaga na području sjeverno od sela Velika Popina s vidljivim kontinuiranim prelaskom anizičkih u ladiničke naslage srednjega trijasa (SALOPEK, 1914). .....	3
Slika 2-4. Isječak OGK listova listova Udbina (ŠUŠNJAR et al., 1973), Drvar (ŠUŠNJAR et al., 1978), Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973) i Knin (GRIMANI et al., 1974) s prikazom istraživanog područja.....	4
Slika 4-1. Topografska karta s označenim istraživanim područjem.....	9
Slika 4-2. Terenske fotografije istraživanog područja.....	11
Slika 4-3. Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca. ....	14
Slika 4-4. Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom.....	15
Slika 4-5. Facijes piroklastita. ....	16
Slika 4-6. Litotip vapnenaca s plitkomorskom faunom.....	18
Slika 4-7. Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom.....	20
Slika 4-8. Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom. ....	19
Slika 4-9. Litotip vitroklastičnih tufova. ....	21
Slika 4-10. Litotip kristalovitroklastičnih i litovitroklastičnih tufova.....	22
Slika 4-11. Topografska karta s označenim položajem točkasto prikupljenih uzoraka cefalopodne zajednice.....	23
Slika 4-12. Isječak OGK listova listova Drvar (ŠUŠNJAR et al., 1978) i Knin (GRIMANI et al., 1974) s označenim položajem točkasto prikupljenih uzoraka cefalopodne zajednice. ....	24
Slika 4-13. Amonit roda <i>Ptychites</i> Mojs. (T-10). ....	25
Slika 4-14. Amonit roda <i>Ptychites</i> Mojs. (T-11). ....	25
Slika 4-15. Amonit roda <i>Gymnites</i> Mojs. (T-10). ....	26
Slika 4-16. Amonit roda <i>Arcestes</i> Suess. (T-10). ....	26
Slika 4-17. Amonit roda <i>Reitziites</i> Brack. (T-10). ....	27
Slika 4-18. Amonit roda <i>Reitziites</i> Brack. (T-11). ....	27
Slika 4-19. Amonit roda <i>Parakellnerites</i> Rieber. (T-7).....	28
Slika 4-20. Amonit roda <i>Parakellnerites</i> Rieber. (T-7).....	28

## POPIS TABLICA

**Tablica 4-1.** Popis uzoraka slijeda naslaga „Kunovac vrelo“ s pripadajućim facijesima.

**Tablica 4-2.** Popis uzoraka slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“ s pripadajućim facijesima.

## POPIS PRILOGA

**Prilog 1.** Pregledni geološki stup kroz srednji trijas na području Kunovca.

## 1. UVOD

Istraživano područje s naslagama srednjetrijaske starosti nalazi se u Lici, sjeverno od sela Velika Popina, odnosno u području Kunovac vrela. Prema OGK list Knin 1:100.000 istraživano područje pripada srednjetrijskim naslagama vapnenaca anizika i ladinika, te klastita ladinčke starosti.

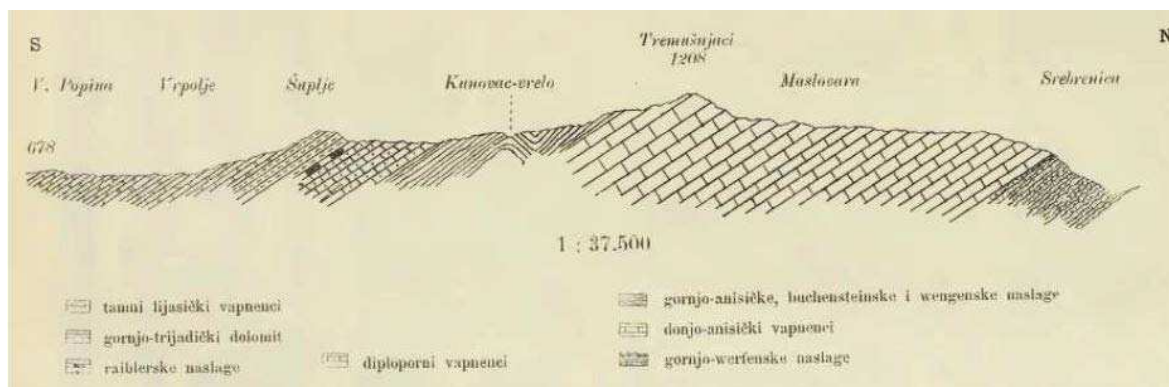
Cilj ovog rada bio je determinirati stijene istraživanog područja te prikazati njihove odnose na geološkom stupu. Snimanjem detaljnog sedimentnog slijeda naslaga zabilježene su litofacijsne promjene. Uz terenski rad, provedene su i sedimentološke te biostratigrafske analize. Sedimentološke analize daju nam uvid u okoliše postanka te uvjete nastanka istraživanih naslaga, dok će se biostratigrafskom analizom moći utvrditi starost promatranih naslaga.



## 2. PREGLED DOSADAŠNJIH ISTRAŽIVANJA

Istraživanja na području Kunovac vrela, sjeverno od sela Velika Popina započeo je F. Koch 1911. godine. KOCH (1911) na temelju prikupljenih cefalopoda i stratigrafskih odnosa zaključuje da se radi o werfenskim naslagama donjeg trijasa. Potaknut istraživanjima F. Kocha, M. Salopek se 1913. godine odlučuje detaljnije istražiti spomenuto područje jer je mišljenja da prikupljena kolekcija cefalopoda nije dostatna, odnosno da se u njoj ne nalaze vrste koje bi opravdale pripadnost gornjem dijelu donjeg trijasa.

SALOPEK (1914) u svome radu navodi da naslage anizika kontinuirano prelaze u ladiničke naslage (Slika 2-1). Srednji trijas započinje svijetlim, gustim diplopornim vapnencima velike debljine. Uz navedene vapnence, u blizini Kunovac vrela pojavljuju se tamnosivi pjeskoviti vapnenci na čijoj se površini vide prerezi amonita čija starost nije utvrđena. Nadalje, Salopek navodi da se u jarku iznad vrela Kunovac nalazi antiklinala u čijoj se osnovi, ispod tamnosivih pjeskovitih vapnenaca, nalaze zeleni rastresiti kvarcitni i vapnenački pješčenjaci bogati cefalopodima. Uz navedene zelene pješčenjake pojavljuju se anizički sivi i crveni vapnenci. Crveni vapnenci sadrže prereze cefalopoda, dok se amoniti mjestimično pojavljuju u zoni koju čine navedeni zeleni pješčenjaci te sivi i crveni vapnenci. U okviru provedenog istraživanja Salopek je detaljno prikazao faunu tamnosivih i zelenkastih pločastih vapnenaca i pješčenjaka smještenih u jarku istočno od Kunovac vrela. Utvrdio je da u fauni prevladava rod *Phychites* Mojs., uz koji se pojavljuju i rodovi *Ceratites* de Hann, *Arcestes* Suess, *Pinacoceras* Mojs. i *Gymnites* Mojs. Nadalje, Salopek navodi da se slojevi sivih i crvenih vapnenaca s amonitima pojavljuju samo u jarku Kunovac vrela i u okviru svog istraživanja nije odredio faunu istih. Uz sve navedeno, Salopek se dotaknuo i faune buloških vapnenaca te je sive i crvene vapnence Kunovac vrela pribrojio zoni *Ceratites trinodosus* ladiničke starosti, uz pojavu vrsta karakterističnih za prijelaznu anizičko-ladiničku faunu.



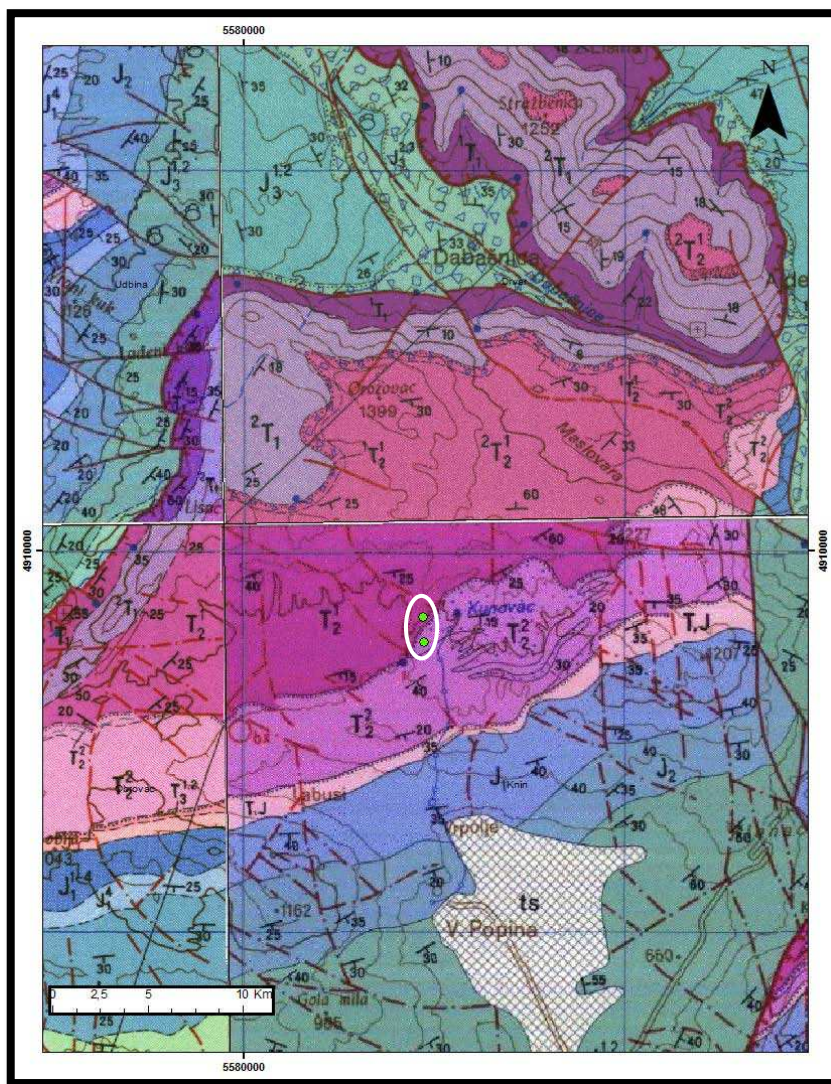
Slika 2-1. Shematski prikaz trijaskih i jurskih naslaga na području sjeverno od sela Velika Popina s vidljivim kontinuiranim prelaskom anizičkih u ladiničke naslage srednjega trijasa (SALOPEK, 1914).

ŠUŠNJAR et al. (1967) su istraživanjima u svrhu izrade rada „*Paleogeografski odnosi nakon taloženja anizičkih naslaga u području Južne Like*“ utvrdili da je nakon taloženja anizičkih naslaga došlo do emerzije i stvaranja paleoreljefa. Autori navode da su ladiničke naslage transgresivne na aniziku, a ne da naslage anizika kontinuirano prelaze u ladinik, kako su do tada tvrdili F. Koch (1914) i M. Salopek (1914). Svoj zaključak temelje na mikropaleontološkim i sedimentološkim analizama provedenim u svrhu izrade Osnovne geološke karte SFRJ. Nadalje, autori su mišljenja da je riječnim tokovima transportiran terestrički detritus u područje izgrađeno od karbonata. Za vrijeme ladinika donji tokovi riječnih dolina bili su pod utjecajem mora te su taložene naslage klastita, a napredovanjem transgresije zamijenjene su facijesom crnih vapnenaca s rožnjacima. Daljnjim napredovanjem marinske sedimentacije, povlači se terestrički utjecaj sve do potpunog isklinjavanja crnih vapnenaca s rožnjacima, nakon čega je uslijedilo taloženje marinskih karbonatnih sedimenata. Autori navode postojanje tri ladinička facijesa, a to su: (1) Facijes klastita, (2) Facijes crnih cefalopodnih vapnenaca i (3) Vapneno–dolomitni facijes. Početak sedimentacije nakon emerzije predstavljen je naslagama klastita koje su zastupane konglomeratima, brečama, kvarcsiltitima, kvarckalkarenitima, subgrauvakama i glinenim škriljavcima. Facijes crnih cefalopodnih vapnenaca obuhvaća crne vapnenice sa cefalopodima i rožnjacima te kristalaste „*pietra verde*“ tufove (prema DU RICHE PRELLER, 1916), dok je vapneno–dolomitni facijes zastupan bijelim kristaliničnim vapnencima s ladiničkim diploporama, školjkama i koraljima te sivim kristaliničnim dolomitima.

U sklopu detaljnih geoloških istraživanja za potrebu izrade Osnovne geološke karte (OGK) SFRJ 1:100.000 lista Knin, područje Kunovca su kartirali geolozi Instituta za

geološka istraživanja u Zagrebu. U tumaču za list Knin Osnovne geološke karte 1:100.000 (GRIMANI et al., 1975), prikazan je pregled svih jedinica po geološkim razdobljima. Ovdje će biti opisan srednji trijas s pripadajućim opisima stijena.

Na isječku geoloških karata listova Udbina (ŠUŠNJAR et al., 1973), Drvar (ŠUŠNJAR et al., 1978), Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973) i Knin (GRIMANI et al., 1974) u mjerilu 1:100.000 (Slika 2-4) prikazano je istraživano područje.



Slika 2-4. Isječak OGK listova listova Udbina (ŠUŠNJAR et al., 1973), Drvar (ŠUŠNJAR et al., 1978), Obrovac (IVANOVIĆ et al., 1973) i Knin (GRIMANI et al., 1974) s prikazom istraživanog područja. Na istraživanom području pojavljuju se srednjetrijski anizički kristalični vapnenci i dolomiti te ladinički lapori, vapnenci, vulkanogeni sedimenti, pješčenjaci, breče, konglomerati, ugljene gline i rijetki ulošci dolomita. Elipsom i zelenim točkama je označeno područje istraživanja i lokaliteti snimljenih geoloških stupova.

GRIMANI et al. (1975) su izdvojili tri jedinice srednjetrijske starosti koje će u nastavku biti i opisane. Anizik čini izmjena kristaličnih sivobijelih i bijelosmeđih vapnenaca te sivih i sivobijelih, slabo uslojenih, krupnozrnatih dolomita, ukupne debljine do 550 m. Naslage ladinika transgresivno naliježu na anizičke naslage, a čine ih klastiti (lapori, vapnenci s čertom, vulkanogeni sedimenti, pješčenjaci, breče, konglomerati, ugljene gline i rijetki ulošci dolomita) ukupne debljine do 600 m i sivobijeli do bijeli kristalinični vapnenci s krupnozrnatim dolomitima ukupne debljine do 750 m. Nadalje, autori navode da se u laporima u izmjeni s vapnencima iz serije klastita pojavljuju amoniti te se pozivaju na istraživanja M. Salopeka (1914) koji je u ladinničkim klastitima odredio slijedeće rodove amonita: *Popinites bispinosus* Hau. var. *licanus*, *Popinites n. sp. ind.*, *Popinites bosnensis* Hau. sp., *Ceratites sp. ind.*, *Proarcestes cfr. Quadrilabiatum* Mojs., *Proarcestes sp. ind. aff. Boeckhi* Mojs., *Proarcestes sp. ind. aff. subtridentinum* Mojs., *Proarcestes cfr. pannonicus* Mojs., *Pinacoceras sp. ind. ex aff. Damesi* Mojs., *Gymnites Palmi* Mojs. var., *Gymnites ex aff. Humboldti* Mojs., *Gymnites cfr. Bosnensis* Mojs., *Gymnites cfr. incultus* Mojs., *Ptychites flexuosus* Mojs. sp., *Ptychites sp. ind.*, *Ptychites profugus* Salopek sp., *Ptychites acutus* Mojs., *Ptychites cfr. Uhligi* Mojs., *Ptychites sp. ind. ex aff. eusomus* Beyr., *Ptychites Gorjanovci-Krambergeri n. sp.*, *Pleuro-nautilus Mosis* Mojs., *Mojsvaroceras sp. ind. aff. bulogense* Hau., *Orthoceras campanile* Mojs. sp., te na kraju zaključio da određeni oblici pripadaju prijelaznoj anizičko-ladiničkoj fauni. Autori tumača navode da se u glinovito-vapnenačkim sedimentima između vapnenaca i klastita često pojavljuju jezgre slabo očuvanih amonita.

BELAK (2000) je u Vodiču ekskurzija 2–og hrvatskog geološkog kongresa opisao naslage na području Svilaje, točnije na profilu Sutina-Zelovo Sutinsko. Predmet istraživanja bili su kristaloklastični i vitroklastični tufovi (*pietra verde*) s proslojcima silicificiranih dolomita, vapnenaca, tufita i rožnjaka. Autor navodi da tufove Vanjskih Dinarida možemo poistovjetiti s *pietra verde* tufovima. Mnogi autori spomenute naslage smatraju ladiničkim, no Belak je mišljenja da te naslage pripadaju gornjem aniziku, s mogućnošću prelaska u ladinik, što je i dokazao prisustvom bentičkih foraminifera karakterističnim za to razdoblje. Kao zaključak, navodi da se srednjetrijske naslage tufova s udruženim sedimentima mogu smjestiti u intrašelfni prostor, ali isto tako mogu biti taložene na prostoru šelfne padine kontinentalnog riftnog bazena.

SMIRČIĆ (2017) je u doktorskoj disertaciji „*Geneza vulkanoklastičnih naslaga srednjeg trijasa Vanjskih Dinarida*“ prikazao rezultate istraživanja vulkanoklastičnih stijena srednjeg trijasa na području Vanjskih Dinarida te je interpretirana i njihova geneza. Općenito, može se reći da je na području Vanjskih Dinarida za vrijeme srednjeg trijasa tektonika vezana za otvaranje Tetiskog oceana odigrala važnu ulogu u diferencijaciji taložnih okoliša. Autor navodi da su istovremeno egzistirala izdignuta područja sa značajkama subaerske vulkanske aktivnosti, plitkomorski prostori obilježeni karbonatnom sedimentacijom te dubokomorski, pelagički okoliši u kojima su taloženi različiti sedimenti, uključujući vulkanoklastične i vulkanske stijene. Kao zaključak, Smirčić (2017) navodi da vulkanoklastične stijene Vanjskih Dinarida pripadaju „*uglavnom kasno anizičkom i rano ladiničkom vremenskom rasponu te da su nastajale u kopnenim i marinskim okolišima, no da je većina istraživanih naslaga nastala taloženjem vulkanoklastičnog materijala u dubljim marinskim, pelagičkim okolišima, što je potvrđeno prisustvom pelagičkih fosila*“. Uz ranije navedeno, na temelju sedimentoloških obilježja vulkanoklastičnih stijena i njima pridruženih sedimenata dokazuje se postojanje nepotpuno razvijenih malih riftnih sustava.



### **3. METODE RADA**

#### **3.1 Terenski rad**

Terenska istraživanja provedena su na području Kunovac vrela u okolici Gračaca, u travnju 2018. godine. Nakon rekognosciranja terena, snimljena su dva geološka stupa: stup „Kunovac vrelo“ (debljine 3,6 m) te stup „Mali Kunovac vrelo“ (debljine 20,8 m).

Svakom sloju unutar geološkog stupa izmjerena je debljina, uzeti su uzorci za analize, zabilježen je položaj uzorka u stupu, uzorci su makroskopski determinirani na terenu. Uz uzorke vulkanoklastičnih stijena, prikupljeni su i uzorci vapnenaca od kojih su neki služili za biostratigrafsku analizu konodonata te uzorci u kojima su pronađeni makrofosili amonita, koji su naknadno determinirani i biostratigrafski pozicionirani. Uzorci vapnenaca makroskopski su determinirani prema DUNHAMU (1962).

Pri terenskom radu koristili smo standardnu geološku opremu koju čine geološki čekić, lupa s povećanjem 10x, geološki kompas, geološka karta u digitalnom obliku, topografska karta u analognom obliku, terenski dnevnik i vrećice za uzorke.

#### **3.2 Mikropetrografska analiza**

Mikropetrografska analiza odabranih reprezentativnih uzoraka načinjena je na Zavodu za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine Rudarsko–geološko–naftnog fakulteta. Prije svega, bilo je potrebno napraviti mikroskopske preparate i to na način da se iz uzorka stijene izrežu tanke pločice čija se ispolirana strana pomoću kanadskog balzama zalijepi na mikroskopsko objektno stakalce. Pločica se nakon sušenja istanjuje na debljinu od približno 0,03 mm te se stavlja pokrovno stakalce, očisti se alkoholom i dodaje joj se oznaka uzorka. Uzorci su prije poklapanja pokrovnim stakalcem bojani metodom brzog bojanja mikroskopskih izbrusaka (EVAMY & SHEARMAN, 1962) u svrhu razlikovanja karbonatnih mineralnih vrsta (prvenstveno klacita i dolomita) u karbonatnim stijenama te vapnenaca od vulkanoklastičnih stijena. Svi preparati analizirani su pomoću polarizacijskog mikroskopa Leica DM/LSP u linearno polariziranoj svjetlosti, dok su mikrofotografije uzoraka napravljene digitalnim fotoaparatom pričvršćenim za objektiv mikroskopa. Mikropetrografskom analizom određen je tip stijena, što je omogućilo odredbu pojedinih facijesa te litotipova. Vapnenci su mikropetrografski determinirani

prema FOLKU (1959), dok je za odredbu vulkanoklastičnih stijena korištena nomenklatura prema FISHER (1961) i McPHIE et al. (1993).

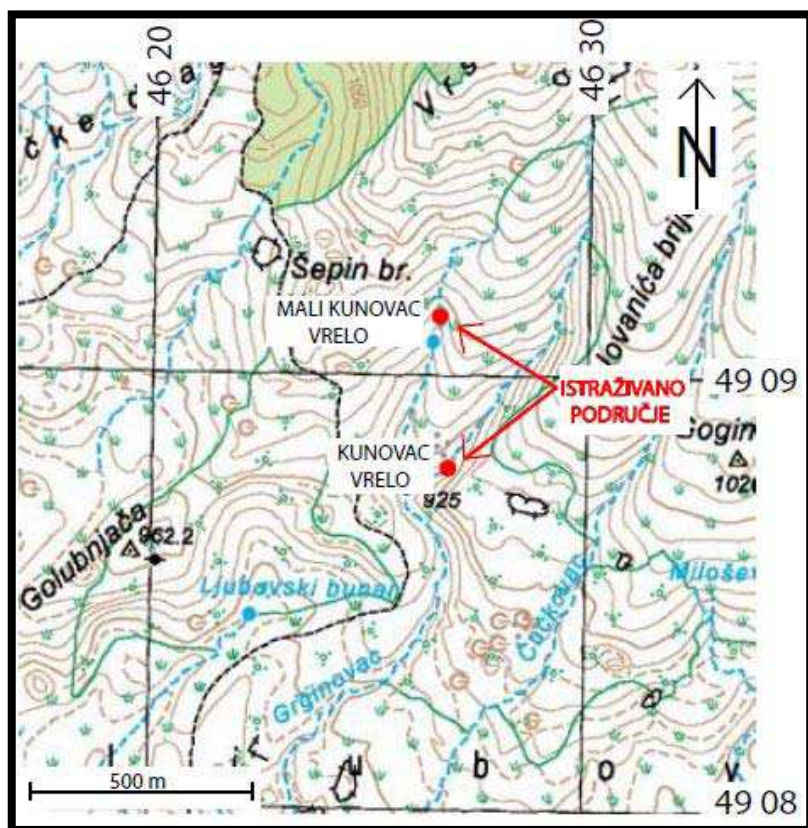
### **3.3 Biostratigrafska analiza**

Za provedbu biostratigrafske analize prikupljeni su uzorci vapnenaca za konodontnu analizu te uzorci vulkanoklastita u kojima su prisutni fosili amonita s dobro očuvanim suturnim linijama. Odlučeno je da će se pripremiti četiri kompozitna uzorka za konodontnu analizu, od kojih je svaki težio između tri i sedam kilograma. Uzorci su potom usitnjeni na klaste veličine do nekoliko centimetara, nakon čega se pristupilo pripremi otapala prema standardnoj proceduri te samom otapanju uzoraka. Proces otapanja uzoraka je spor i dugotrajan te nije dovršen prije izrade ovoga diplomskog rada.

Makrofosili amonita s dobro očuvanim suturnim linijama determinirani su na Geološko–paleontološkom odjelu Hrvatskog prirodoslovnog muzeja. Determinaciju je izvršio viši kustos dipl. ing. Dražen Japundžić, a fotografije prikupljenih amonita fotografirala je viša muzejska tehničarka Nives Borčić.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Na temelju istraživanja provedenih u svrhu izrade ovog diplomskog rada obavljenih na području Kunovac vrela (Slika 4-1), sjeverno od sela Velika Popina izrađena su dva pregledna geološka stupa, jedan u jarku Kunovac te drugi u jarku Mali Kunovac. Uz prikaz preglednih geoloških stupova, u nastavku će biti opisani izdvojeni facijesi, s pripadajućim litotipovima za svaki stup te prikazani rezultati biostratigrafske analize.



Slika 4-1. Topografska karta s označenim istraživanim područjem.

### 4.1 Rezultati terenskih istraživanja

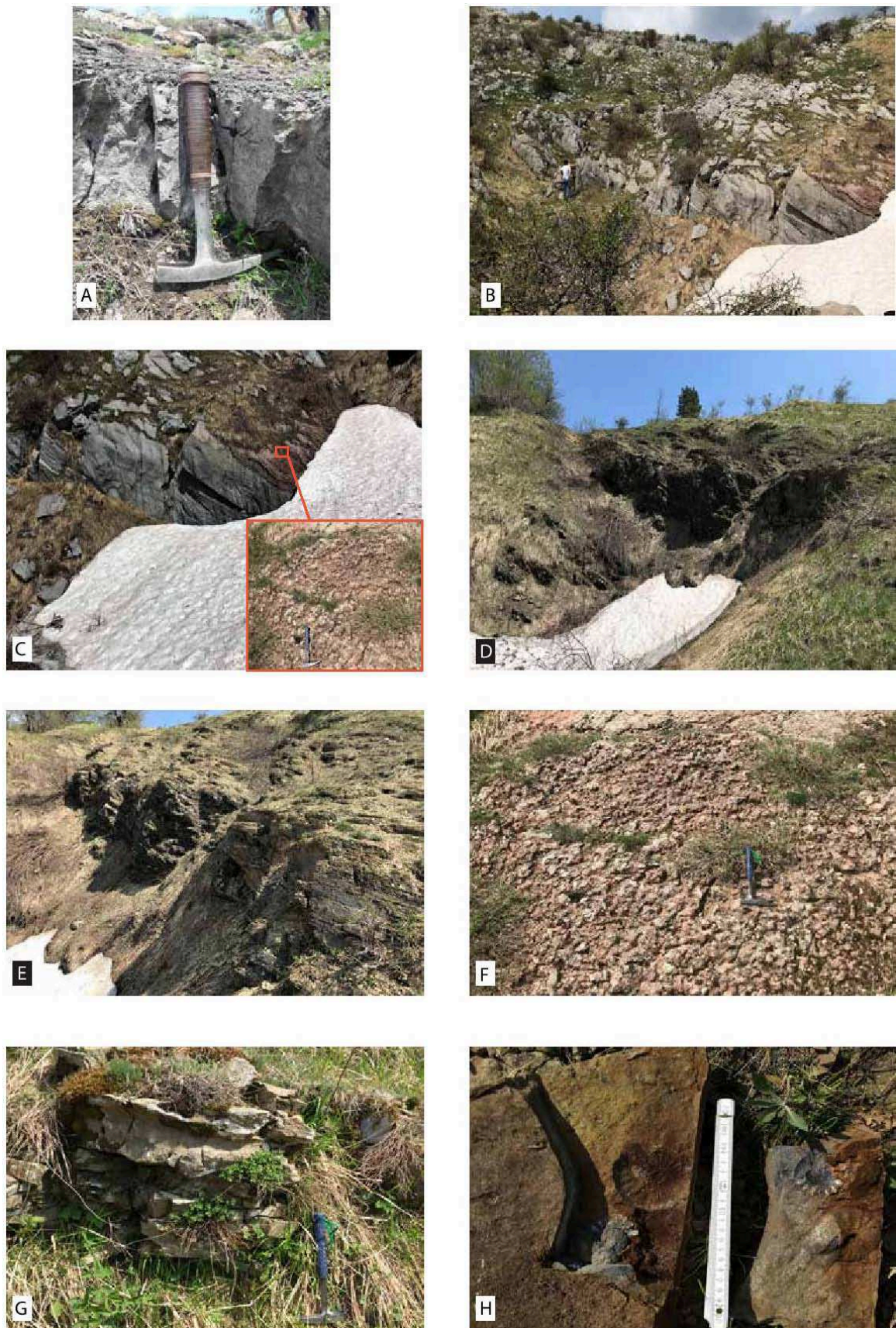
Slijed naslaga „Kunovac vrelo“ (KV) snimljen je u jarku Kunovac, s generalnim pružanjem  $45-225^\circ$ , a prikazan je na preglednom geološkom stupu (Prilog 1). Izmjerena je slojna površina vapnenaca  $Sp = 140/25$ . Snimljeni slijed naslaga karakteriziran je vapnencima pekstonskog tipa s izraženom silicifikacijom (Slika 4-2 A) i mjestimičnom pojavom makroskopski vidljivih krinoida. Ukupna debljina snimljenog slijeda naslaga



iznosi 3,6 m. Unutar snimljenog slijeda naslaga uzeti su uzorci vapnenaca s oznakama KV-1, KV-2, KV-4, KV-5, KV-6 i KV-6A te uzorci vulkanoklastita KV-6B i KV-pir., koji se ne nalaze unutar snimljenog intervala.

Slijed naslaga „Mali Kunovac vrelo“ (MKV) snimljen je u jarku sjeverozapadno od jarka Kunovac te je također prikazan na preglednom geološkom stupu (Prilog 1). Pružanje jarka Mali Kunovac jednako je pružanju jarka Kunovac. Izmjerena je slojna površina  $S_p = 250/25$ . Unutar snimljenog slijeda pojavljuju se sivi masivni vapnenci (Slika 4-2 B), crveni gomoljasti vapnenci, vapnenci s vulkanoklastičnim materijalom (Slika 4-2 D) te „*pietra verde*“ tufovi. Ukupna debljina tako izdvojenog slijeda naslaga iznosi 20,8 m.

Snimljeni slijed unutar jarka Mali Kunovac započinje sivim masivnim vapnencima debljine slojeva do 2,0 m. Vapnenci su determinirani kao bioklastični grejnstoni. Na vrhu jedinice uočena je izrazito silicificirana ploha. Iz intervala sivih masivnih vapnenaca uzeti su uzorci stijena s oznakama MKV-1, MKV-2, MKV-3A, MKV-3B i MKV-4, čiji su položaji prikazani u preglednom geološkom stupu (Prilog 1). Na sivim masivnim vapnencima leže crveni silicificirani vapnenci, gomoljastoga izgleda (Slika 4-2 C) i ukupne debljine 2,5 m. Iz donjeg dijela sloja crvenih gomoljastih vapnenaca uzet je uzorak s oznakom MKV-5, dok uzorak s oznakom MKV-5A nije uzet direktno iz sloja već neposredno ispod sloja. Nakon crvenih gomoljastih vapnenaca slijedi 2,0 m debeo sloj vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom, iz kojeg je uzet uzorak s oznakom MKV-6. Potom slijedi paket naslaga vapnenaca s proslojcima vulkanoklastičnog materijala (Slika 4-2 E) ukupne debljine 6,0 m. Iz navedenog intervala od 6,0 m uzet je uzorak s oznakom MKV-7. Povrh vapnenaca s vulkanoklastičnim laminama nalaze se stratigrafski mlađe naslage, „*pietra verde*“ tufovi, ukupne debljine 4,5 m. Uzet je uzorak tufa s oznakom MKV-8. Idući nizvodno jarkom u smjeru jugoistoka nailazimo na slojeve crvenih gomoljastih vapnenaca (Slika 4-2 F), a potom i na erozijom otkriven sloj vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom bogat cefalopodnom faunom (u daljnjem tekstu „produktivni sloj“), (Slika 4-2 G). Navedeni crveni gomoljasti vapnenci odgovaraju jedinici 5 unutar snimljenog slijeda naslaga (Prilog 1), dok vapnenci s vulkanoklastičnim materijalom odgovaraju jedinici 7 (Prilog 1). Unutar tog intervala od 6,0 m dokazano je prisustvo cefalopodne zajednice (Slika 4-2 H) te su uzeti uzorci s oznakama MKV-8A, MKV-8B i MKV-8C.



Slika 4-2. Terenske fotografije istraživnog područja. A) Vapnenci s izraženom silicifikacijom snimljeni u jarku Kunovac. B) Slojevi sivih masivnih vapnenaca snimljenih u jarku „Mali Kunovac“. C) Sloj crvenih vapnenaca koji se nalazi povrh sivih masivnih vapnenaca. Izdvojeni detalj prikazuje gomoljast izgled navedenih

vapnenaca. D) Vapnenci s vulkanoklastičnim materijalom unutar snimljenog slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“. E) Paket naslaga vapnenaca s vulkanoklastičnim laminama unutar snimljenog slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“. F) Izdanak crvenih gomoljastih vapnenaca čiji je položaj prikazan koordinatama 44°19'18,19" N 16°1'53,62" E. G) Produktivni sloj vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom. H) Amoniti unutar produktivnog sloja u jarku Mali Kunovac.

## 4.2 Rezultati mikropetrografske analize

Mikropetrografski je analizirano ukupno 22 uzorka. Tablica 4-1 prikazuje popis uzoraka prikupljenih iz slijeda naslaga „Kunovac vrelo“, dok Tablica 4-2 prikazuje popis uzoraka prikupljenih iz slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“. Vapnenci su klasificirani prema FOLKU (1959), dok su vulkanoklastiti klasificirani prema FISHER (1961) i McPHIE et al. (1993). U obje tablice različitim bojama označeni su pojedini facijesi.

Tablica 4-1. Popis uzoraka slijeda naslaga „Kunovac vrelo“ s pripadajućim facijesima. Narančasto je označen Facijes vapnenaca, a zeleno Facijes vulkanoklastita.

Uzorak	Klasifikacija
KV-1	litoklastični vapnenac
KV-2	biomikrit
KV-4	biomikrit
KV-5	biomikrit
KV-6	biomikrit
KV-6A	biomikrit
KV-6B	kristalolitoklastični tuf
KV-pir.	<i>pietra verde</i> tuf

Tablica 4-2. Popis uzoraka slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“ s pripadajućim facijesima. Narančasto je označen Facijes vapnenaca, a zeleno Facijes vulkanoklastita.

Uzorak	Klasifikacija
MKV-1	biomikrit/biosparit
MKV-2	biomikrit/biosparit
MKV-3A	biomikrit/biosparit
MKV-3B	biosparit
MKV-4	biomikrit
MKV-5A	litoklastični vapnenac/biomikrit
MKV-9	litoklastični vapnenac
MKV-5	biomikrit
MKV-6	biomikrit
MKV-7	rekristalizirani, silicificirani biomikrit
MKV-8	vitroklastični tuf
MKV-8A	kristalovitroklastični tuf
MKV-8B	litovitroklastični tuf
MKV-8C	litovitroklastični tuf

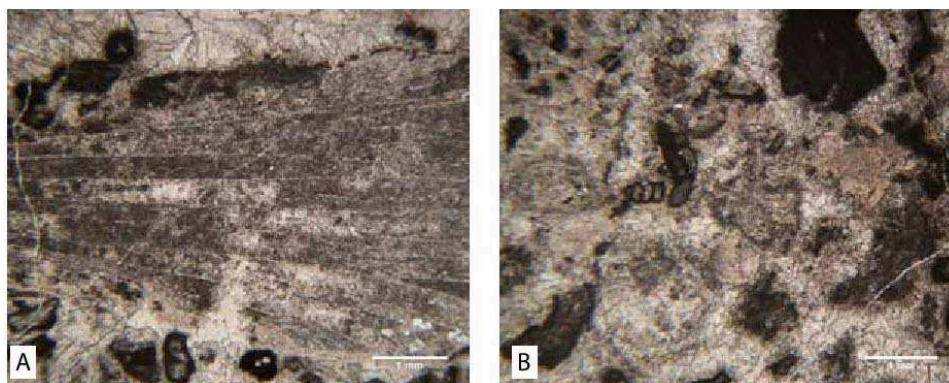


#### 4.2.1 Slijed naslaga „Kunovac vrelo“

U slijedu naslaga „Kunovac vrelo“ izdvojena su dva facijesa, Facijes vapnenaca i Facijes piroklastita.

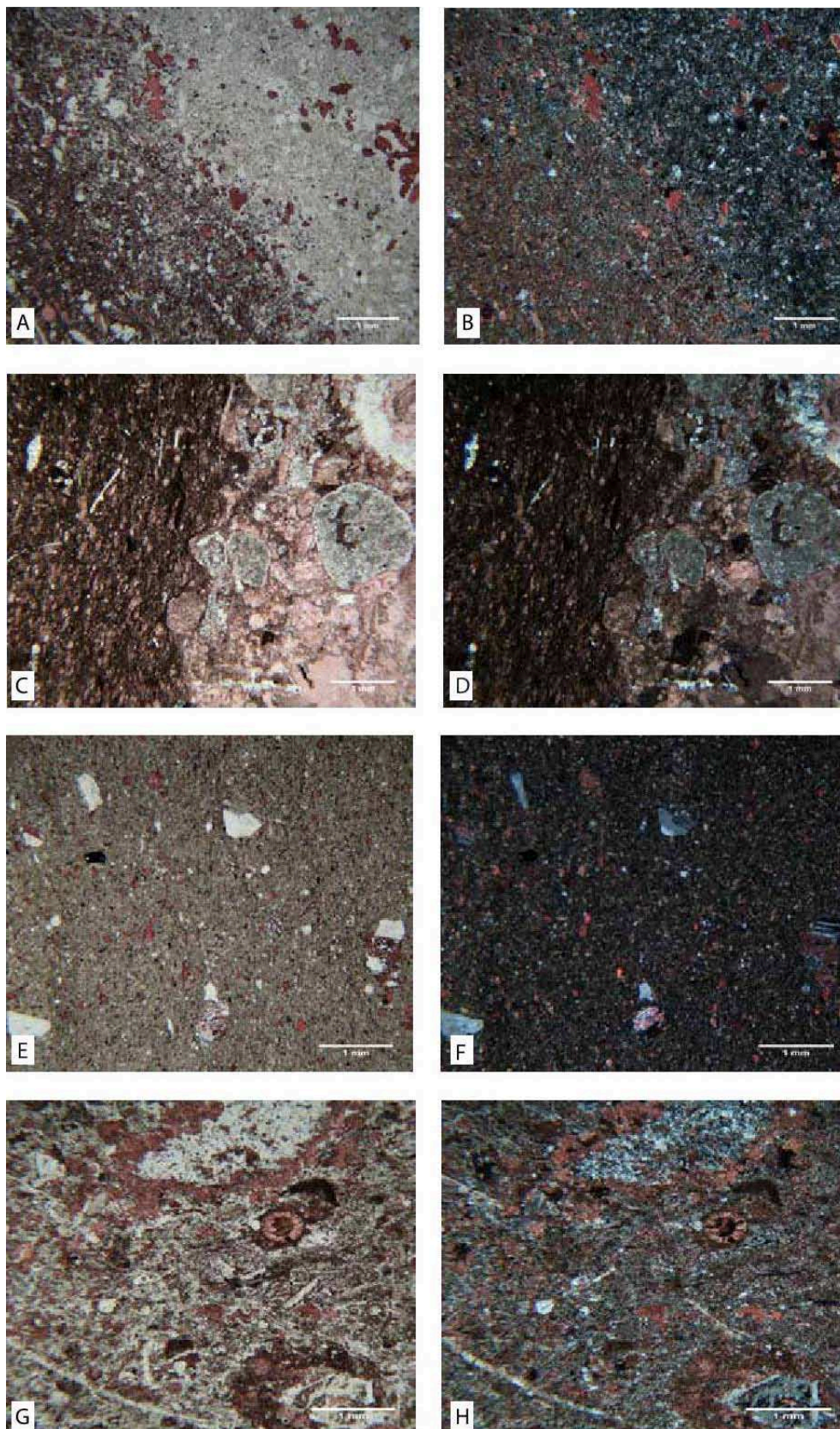
**Facijes vapnenaca** karakteriziran je sivim tankopločastim vapnencima, debljine slojeva do 1 m. Vapnenci su uglavnom pekstonskog tipa, s mjestimično makroskopski vidljivim krinoidima. Vapnenci su karakterizirani silicifikacijom nepravilnog ili nodularnog oblika, koja se sastoji od žućkasto-smeđih silicificiranih domena. Unutar Facijesa vapnenaca razlikujemo dva litotipa: (1) Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca i (2) Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom.

*Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca* sastoji se od litoklasta vapnenaca koji sadrže plitkomorske organizme. Ovaj litotip je izrazito rekristaliziran i silicificiran. Fosilni sadržaj karakterističan je za plitkomorski okoliš, a čine ga ježinci, alge, foraminifere, školjkaši te krinoidi (Slika 4-3). Litoklasti su vrlo loše sortirani. Zrna su veličine i preko 2 mm.



Slika 4-3. Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca. Uzorak KV-1. A) Fragment školjke u litoklastičnom vapnencu. B) Vapnenac s foraminiferama i algama.

*Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom.* Vapnenci su determinirani kao biomikriti s izraženom silicifikacijom nodularnog oblika (Slika 4-4 A, B). Od fosilnog sadržaja pojavljuju se potpuno silicificirani tankoljušturasti školjkaši, radiolarije, spikule spužvi te fragmenti krinoida (Slika 4-4 G, H). U uzorcima su prisutni uglavnom kristaloklasti plagioklasa i kvarca (Slika 4-4 C, D, E, F). Kristaloklasti kvarca su veličine čestica sitnog pepela, a kristaloklasti plagioklasa veličine čestica krupnog pepela. Plagioklasi su nepravilnog oblika, prehnitizirani i kalcitizirani. U pojedinim uzorcima može se uočiti nepravilna laminacija koja se očituje izmjenama lamina bogatijih vulkanoklastičnim materijalom.



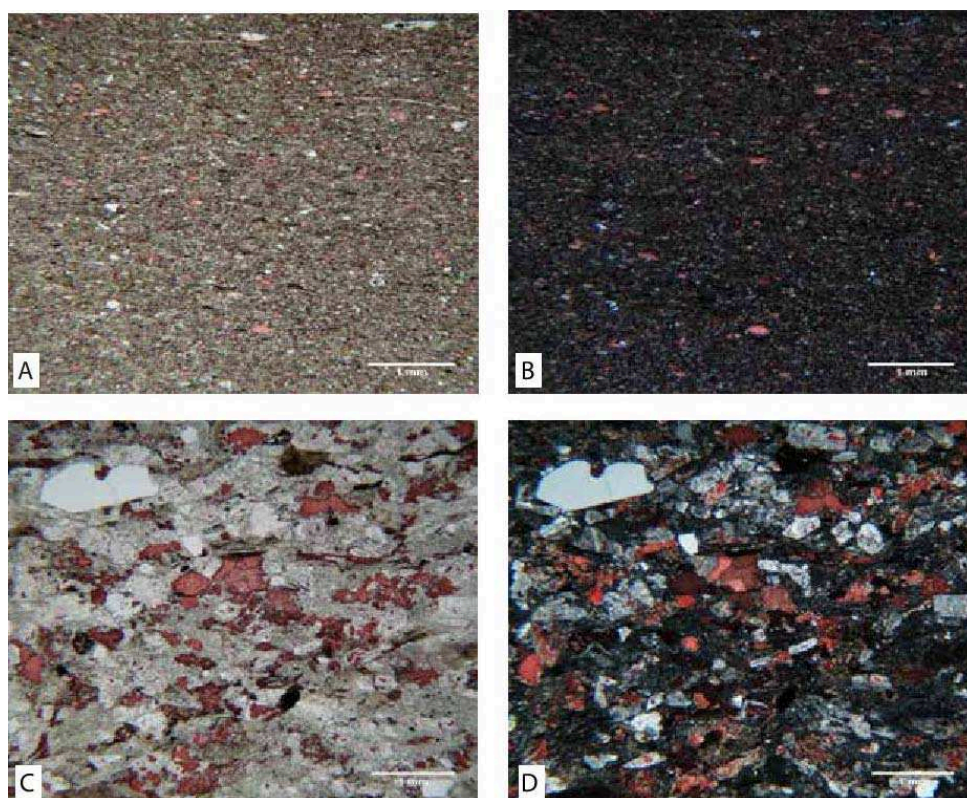
Slika 4-4. Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom. A) i B) Vapnenci u kontaktu s vulkanoklastičnim materijalom pokazuju intenzivnu silicifikaciju. Uzorak KV-2. C), D) Vapnenci s kristaloklastima kvarca i plagioklasa. Uzorak KV-4; E) i F) Vapnenci s kristaloklastima kvarca i plagioklasa. Uzorak KV-5. G) i H) Silicificirani vapnenci s tankoljušturastim školjkašima, radiolarijama, spikulama spužvi te fragmentom krinoida. Uzorak KV-6A.



**Facijes piroklastita** karakteriziran je vulkanoklastičnim materijalom, a unutar facijesa izdvojena su dva litotipa: (1) Litotip kristalolitoklastičnih tufova i (2) Litotip vitroklastičnih tufova.

*Litotip vitroklastičnih tufova* predstavljen je homogenim tufovima zelene boje. Mikropetrografskom analizom uočeno je da se sastoje od vrlo sitnog vulkanskog pepela igličastog oblika i iznimno rijetkih kristaloklasta feldspata (Slika 4-5 A, B).

*Litotip kristalolitoklastičnih tufova* dominantno sadrži kristaloklaste plagioklasa, a rijede kristaloklaste kvarca. Kristaloklasti su dobro sortirani. Kristaloklasti plagioklasa su veličine vulkanskog pepela i uglavnom idiomorfni do hipidiomorfni formi. Većina kristaloklasta plagioklasa je kalcitizirana i prehnitizirana. Kristaloklasti kvarca sadrže ovalne šupljine. Osim kristaloklasta, uočavaju se i fragmenti plovuča devitrificiranog u klorite i kalcitizirane. Čestice litoklasta su uglavnom andezitnog sastava. Uz vulkanoklastični materijal, nalazi se karbonatna komponenta u vidu krinoida. (Slika 4-5 C, D).



Slika 4-5. Facijes piroklastita. A) i B) Litotip vitroklastičnih tufova. Uzorak KV-pir.; C) i D) Litotip kristalolitoklastičnih tufova. Prisutna su kvarcna zrna s ovalnim šupljinama koja svjedoče njihovu piroklastičnu genezu iz volatilima bogatog sustava. Uzorak KV-6B.

#### 4.2.2 Slijed naslaga „Mali Kunovac vrelo“

U slijedu naslaga „Mali Kunovac vrelo“ također su izdvojena dva facijesa: Facijes vapnenaca i Facijes piroklastita.

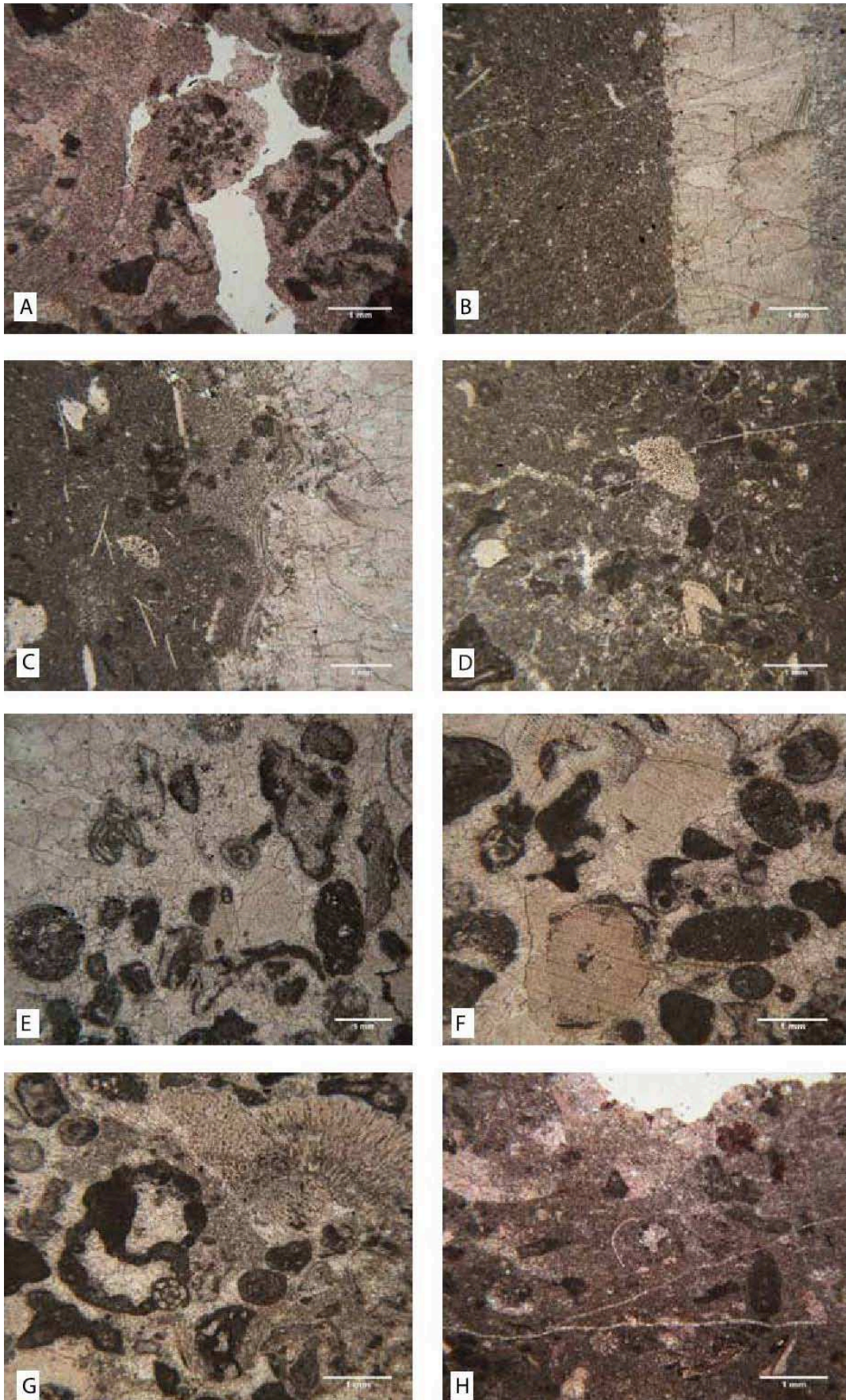
**Facijes vapnenaca** obuhvaća donji dio snimljenog slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“ (Prilog 1), a predstavljen je svijetlosivim masivnim vapnencima debljine do 2,5 m. Unutar facijesa izmjenjuju se slojevi vapnenaca i vapnenaca bogatih piroklastičnim materijalom. Unutar facijesa razlikujemo tri litotipa: (1) Litotip vapnenaca s plitkovodnom faunom (2) Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom, (3) Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom.

*Litotip vapnenaca s plitkovodnom faunom* sastoji se uglavnom od vapnenaca biomikritnog (Slika 4-6 A, B, C, D, H) i biosparitnog sastava (Slika 4-6 B, E, F, G). Od fosila pojavljuju se školjkaši, ljuštore brahiopoda, krinoidi, foraminifere, koralji, ježinci, alge, gastropodi i briozoji. Uz navedene fosile, pojavljuju se i cijanobakterijske forme. Osim fosila česti su intraklasti različitih dimenzija, a sve skupa je vrlo loše sortirano. U pojedinim uzorcima izmjenjuje se tip veziva (mikritni mulj/sparitni cement), dok alokemi ostaju isti.

*Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom* uglavnom se sastoji od litičnih fragmenata hijalinog materijala te podređeno kristaloklasta feldspata i kvarca (Slika 4-7 A-F). Piroklastični materijal je izrazito loše sortirano. Osim vapnenačkog materijala, vidljivi su i rekristalizirani vapnenački intraklasti, fragmenti krinoida i radiolarije, a sve je povezano karbonatnim cementom (Slika 4-7 A-F). Uzorci su karakterizirani silicifikacijom.

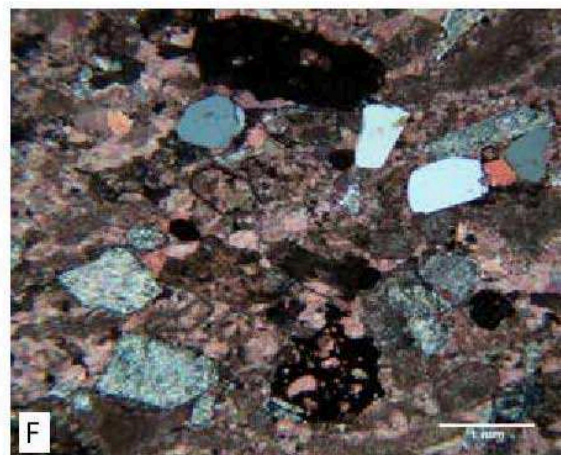
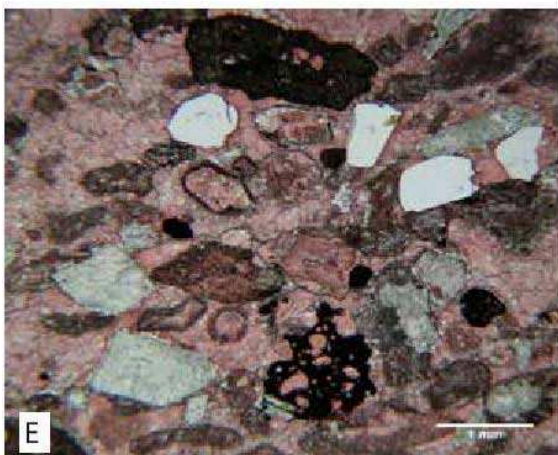
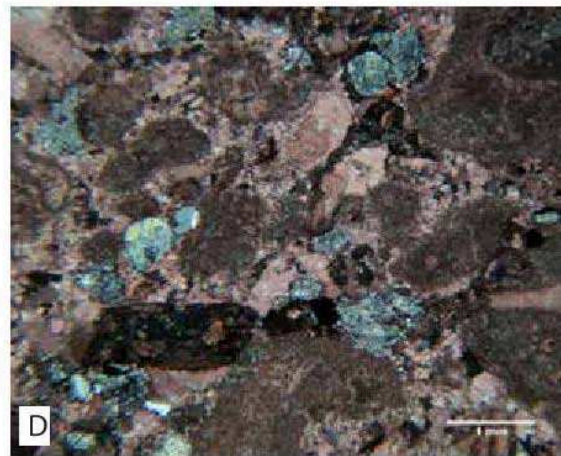
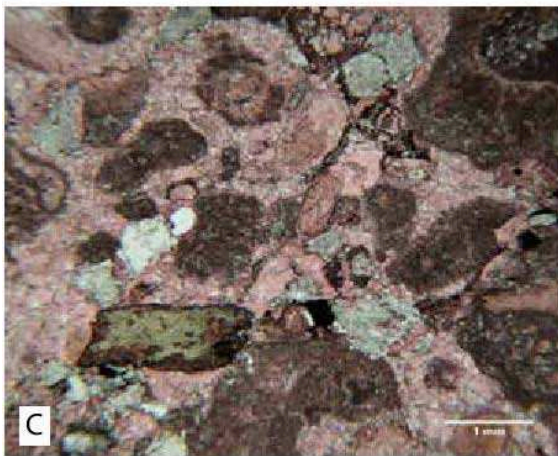
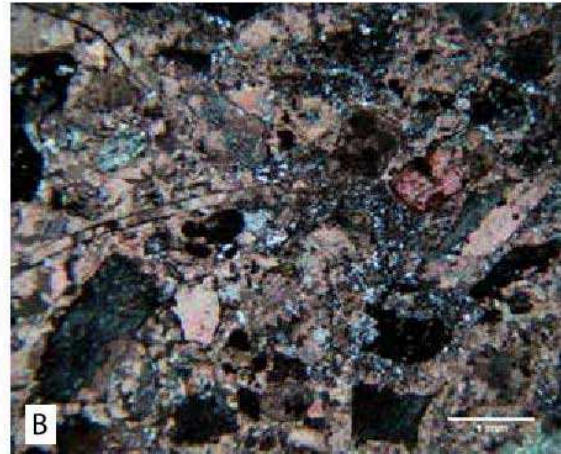
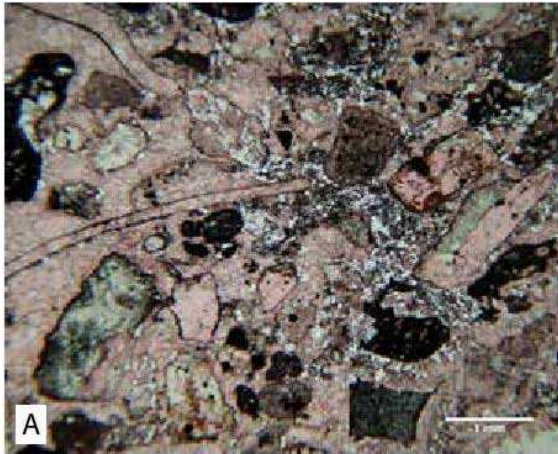
*Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom* sastoji se od vapnenaca biomikritnog sastava (Slika 4-8 A, B, E) koji sadrže radiolarije, tankljušturate školjkaše, krinoide (Slika 4-8 C), foraminifere tankih stijenki i ježince. Nailazi se na domene rožnjaka koje se sastoje od mikrokristalastog kvarca. Osim fosila, u uzorcima se pojavljuju kristaloklasti feldspata. Pojedini uzorci ovog litotipa su potpuno rekristalizirani (Slika 4-8 F) i silicificirani (Slika 4-8 D) te je potpuno nemoguće prepoznati njihov sadržaj, izuzev radiolarijskih formi.





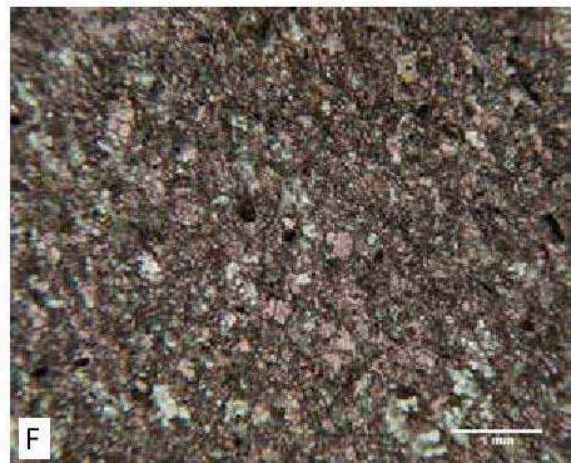
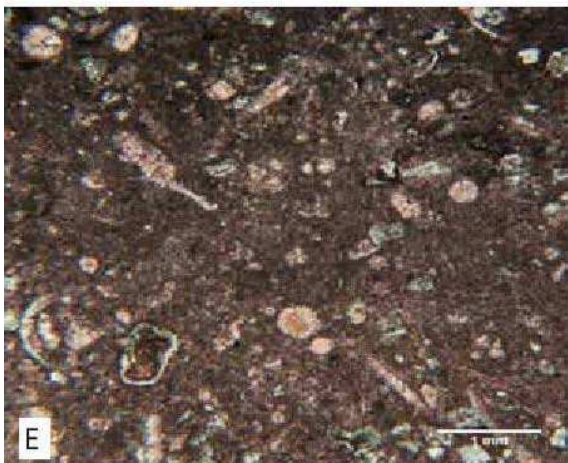
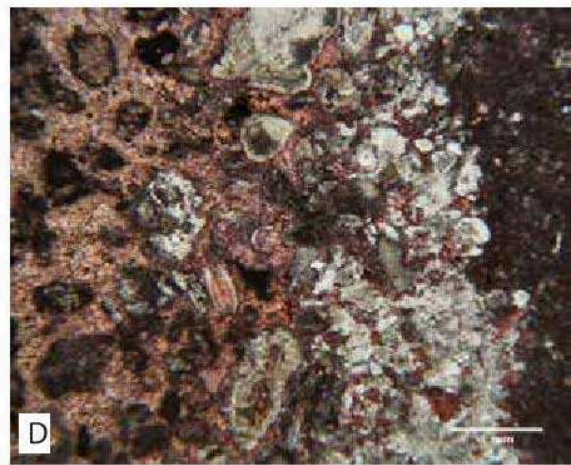
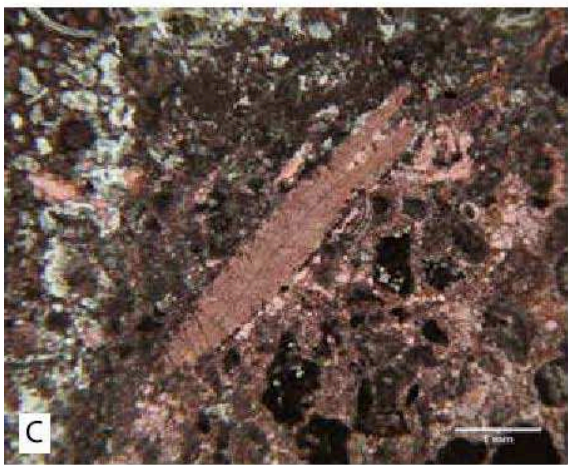
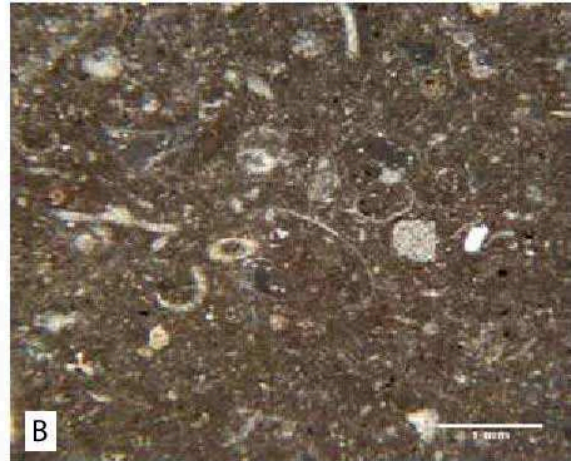
Slika 4-6. Litotip vapnenaca s plitkomorskom faunom. A) Uzorak MKV-1; B) i C) Uzorak MKV-2; D), E), F) i G) Uzorak MKV-3A; H) Uzorak MKV-4.





Slika 4-7. Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom A), B) Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom. Uzorak-5A; C), D), E) i F) Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom. Uzorak MKV-9.



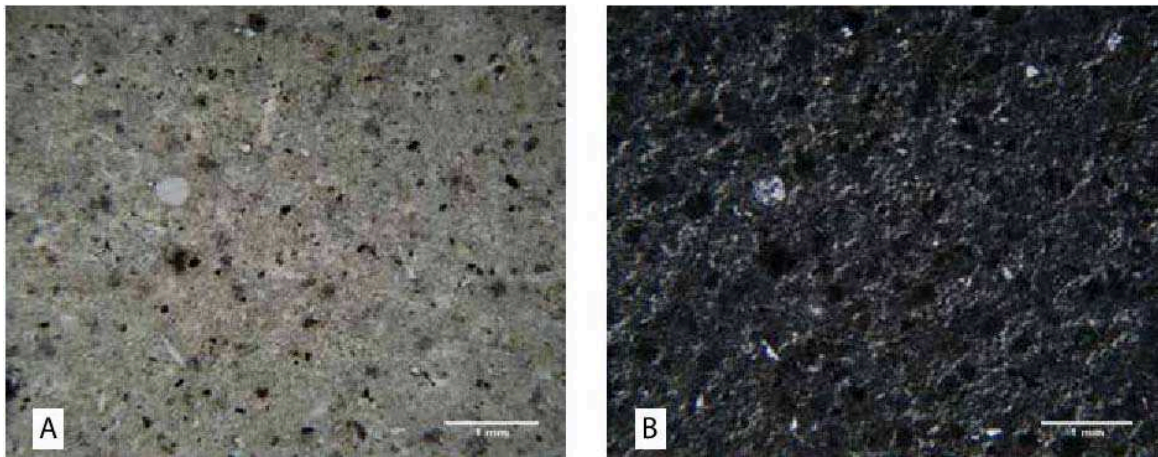


Slika 4-8. Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom. A) i B) Vapnenac biomikritnog sastava. Uzorak MKV-5; C) Krinoid u biomikritu. Uzorak MKV-6; D) Izražena silicifikacija (bijelo). Uzorak MKV-6; E) Biomikrit s radiolarijama. MKV-6; F) Rekristalizirani vapnenac. Uzorak MKV-7.

**Facijes piroklastita** obuhvaća gornju polovinu snimljenog slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“ (Prilog 1). Predstavljen je slojevima i paketima naslaga metarskih dimenzija. Unutar Facijesa piroklastita izdvojena su dva litotipa: (1) Litotip vitroklastičnih tufova (Slika 4-9 A, B) i (2) Litotip kristalovitroklastičnih i litoklastičnih tufova (Slika 4-10 A-F).

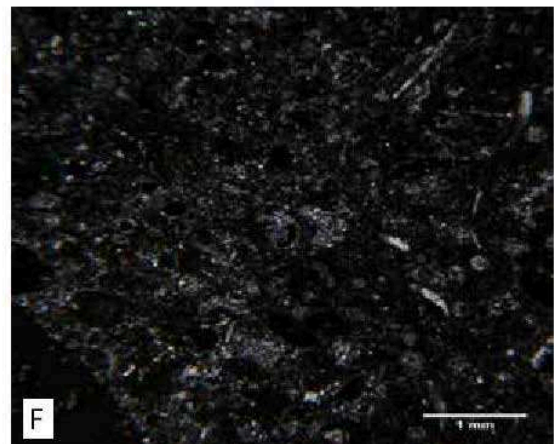
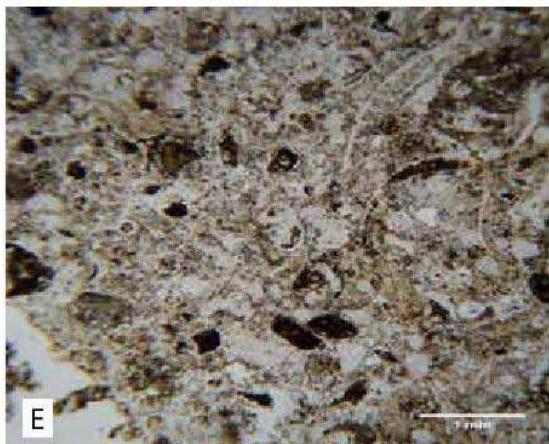
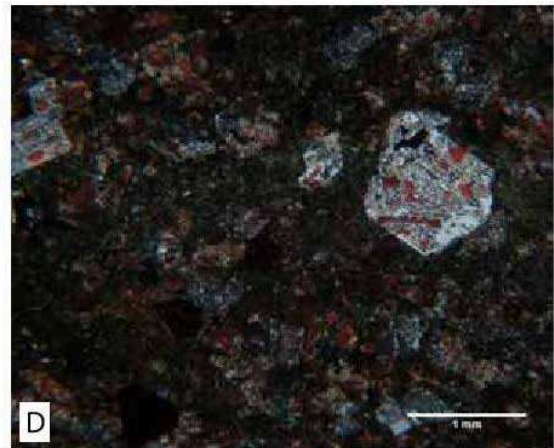
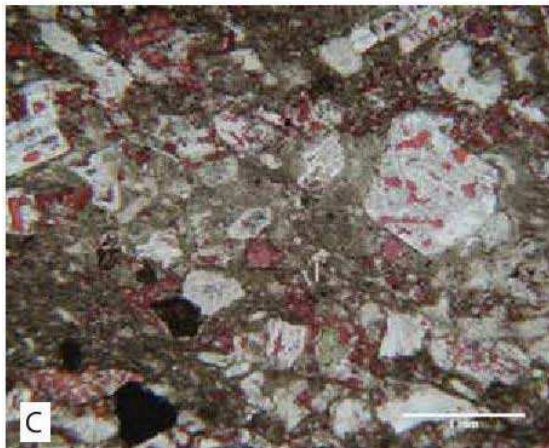
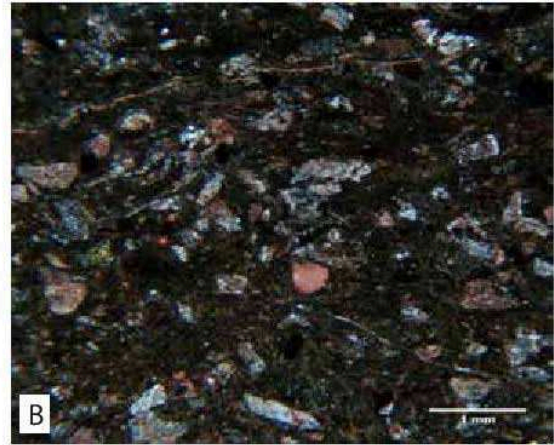
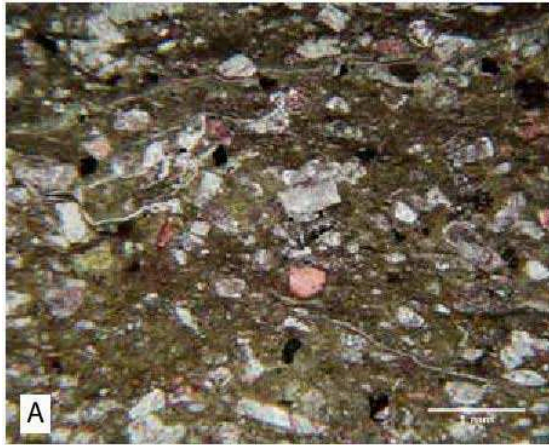
*Litotip vitroklastičnih tufova* je po svojim karakteristikama istovjetan ranije opisanom litotipu vitroklastičnih tufova naslaga „Kunovac vrelo“.

*Litotip kristalovitroklastičnih i litoklastičnih tufova* svojim karakteristikama sličan je litotipu kristalolitoklastičnih tufova naslaga „Kunovac vrelo“, izuzev veziva koje sadrži više sitnog hijalinog materijala.



Slika 4-9. A) i B) Litotip vitroklastičnih tufova. Uzorak MKV-8.

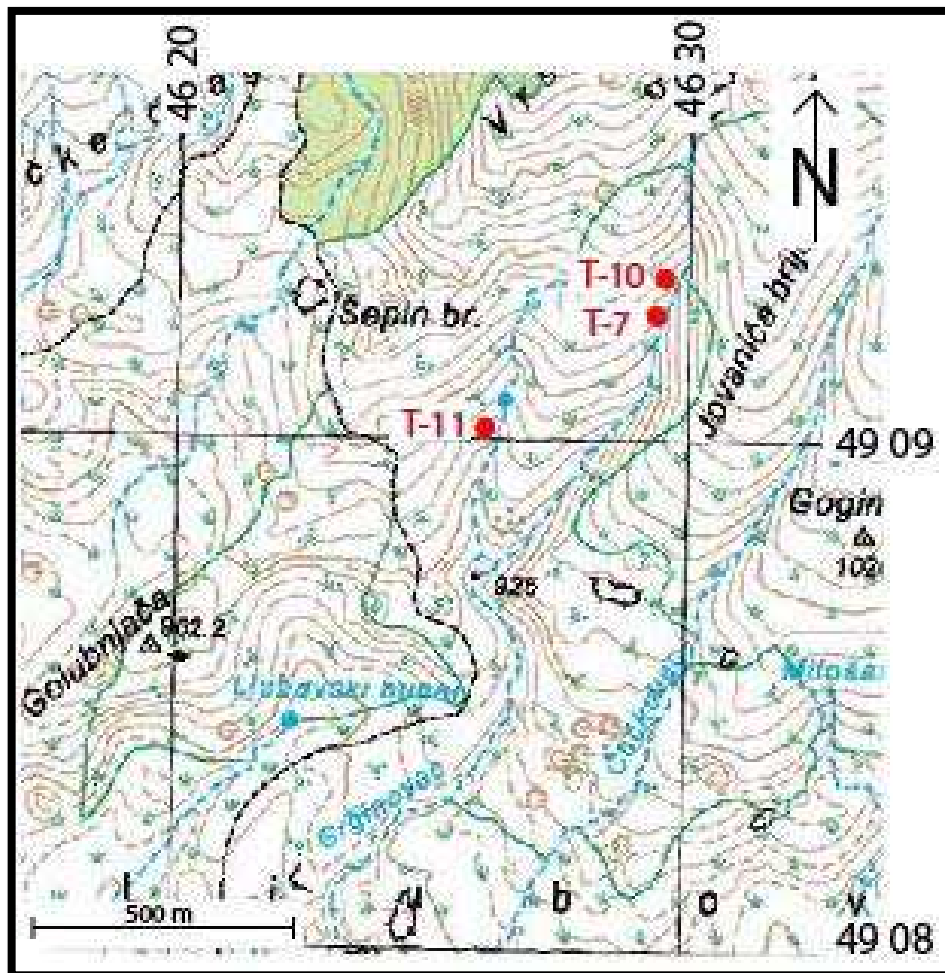




Slika 4-10. Litotip kristalovitroklastičnih i litovitroklastičnih tufova. A), B) Kristalovitroklastični tuf. Uzorak MKV-8A; C), D) Kristalovitroklastični tuf. Uzorak MKV-8B. E) i F) Litoklastični tuf. Uzorak MKV-8C.

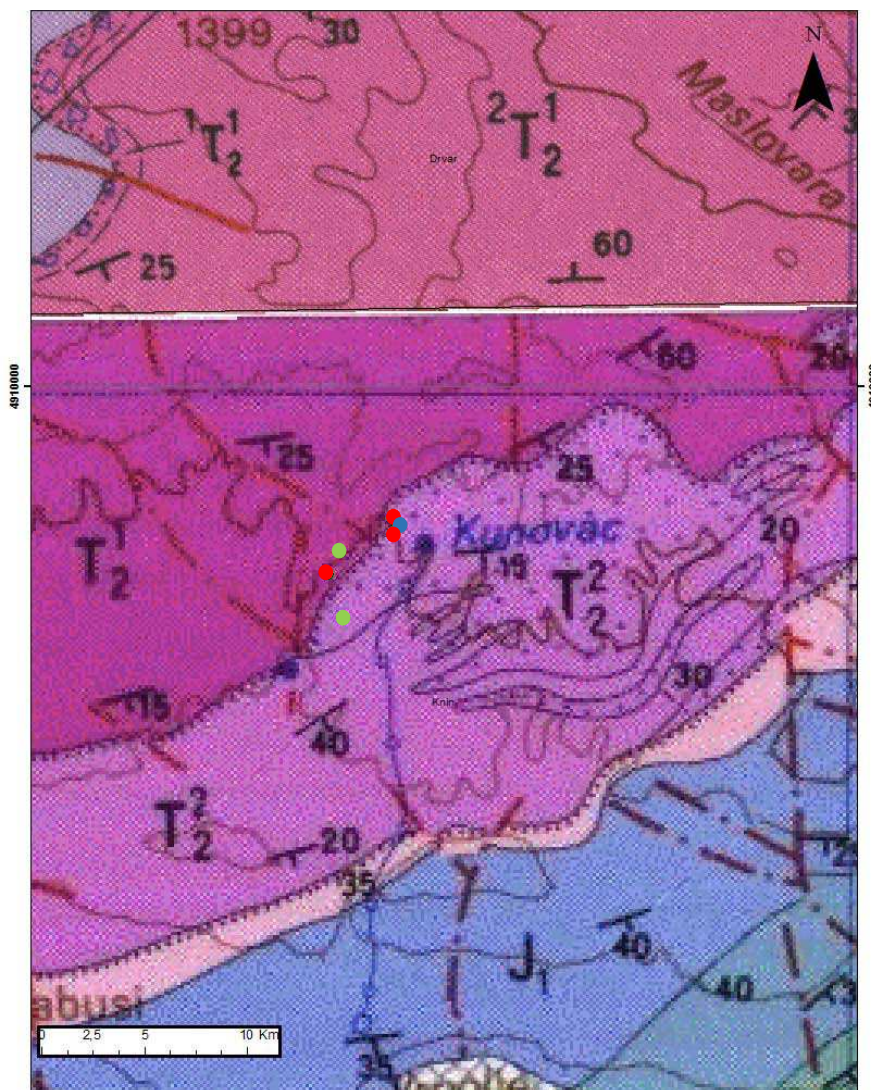
### 4.3 Rezultati biostratigrafske analize

Na istraživanom području lokaliteta Kunovac vrelo prikupljeni su uzorci amonita iz različitih slojeva vulkanoklastičnog paketa naslaga, a točke uzorkovanja su prikazane na topografskoj (Slika 4-11) te geološkoj (Slika 4-12) karti.



Slika 4-11. Topografska karta s označenim položajem točkasto prikupljenih uzoraka cefalopodne zajednice. Crvene točke T-7, T-10 i T-11 predstavljaju položaje točkasto prikupljenih uzoraka.





Slika 4-12. Isječak OGK listova listova Drvar (ŠUŠNJAR et al., 1978) i Knin (GRIMANI et al., 1974) s označenim položajem točkasto prikupljenih uzoraka cefalopodne zajednice. Zelenim točkama su označeni lokaliteti snimljenih geoloških stupova. Crvene točke predstavljaju položaje točkasto prikupljenih uzoraka cefalopodne zajednice. Plavom točkom označen je položaj sloja *pietra verde* tufa.

Uzorke je paleontološki analizirao viši kustos dipl. ing. Dražen Japundžić (osobno priopćenje) te je utvrdio prisustvo rodova *Ptychites* Mojs. (Slika 4-13, Slika 4-14), *Gymnites* Mojs. (Slika 4-15), *Arcestes* Suess (Slika 4-16), *Reitziites* Brack (Slika 4-17, Slika 4-18) i *Parakellnerites* Rieber (Slika 4-19, Slika 4-20). U sloju zelenih tufitičnih pješčenjaka utvrđeno je prisustvo rodova *Gymnites* i *Parakellnerites*, dok je u smeđim trošenim pješčenjacima u sivim vapnencima s vulkanoklastičnim materijalom utvrđeno prisustvo rodova *Ptychites*, *Gymnites*, *Arcestes* i *Reitziites*. Na temelju nalaza indeks fosila *Reitziites reitzi*, koji pripada Reitzi cefalopodnoj zoni (BRACK, 1993; MIETTO et al., 2003; BALINI et al., 2010), jasno je utvrđena gornjoanizička (gornji ilirik) starost naslaga.



Slika 4-13. Amonit roda *Ptychites* Mojs. (T-10).



Slika 4-14. Amonit roda *Ptychites* Mojs. (T-11).

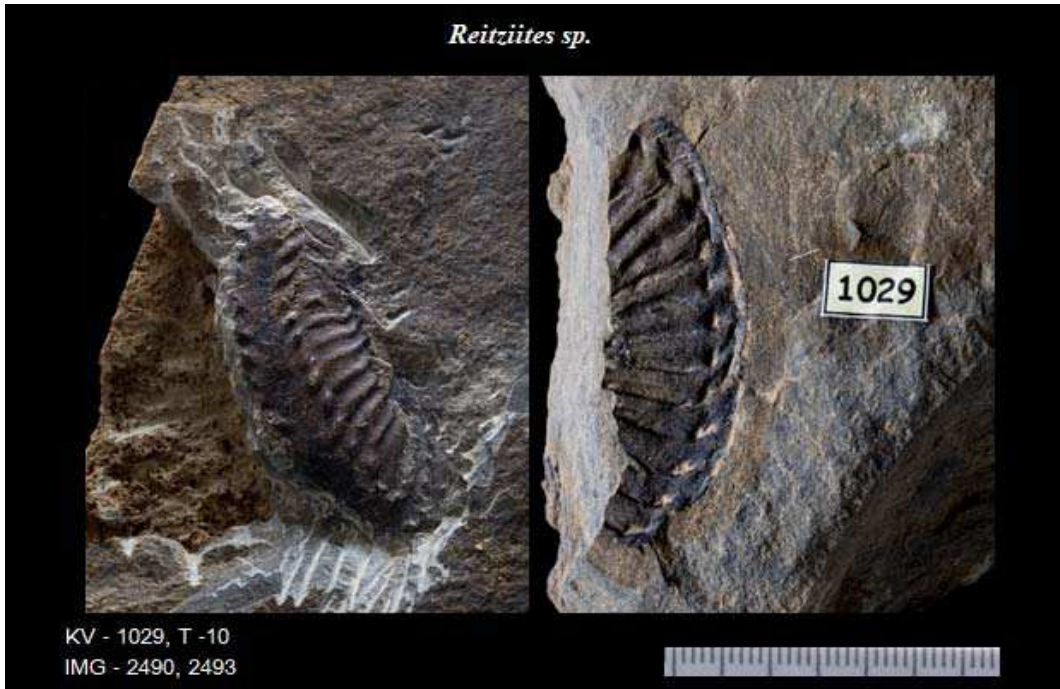




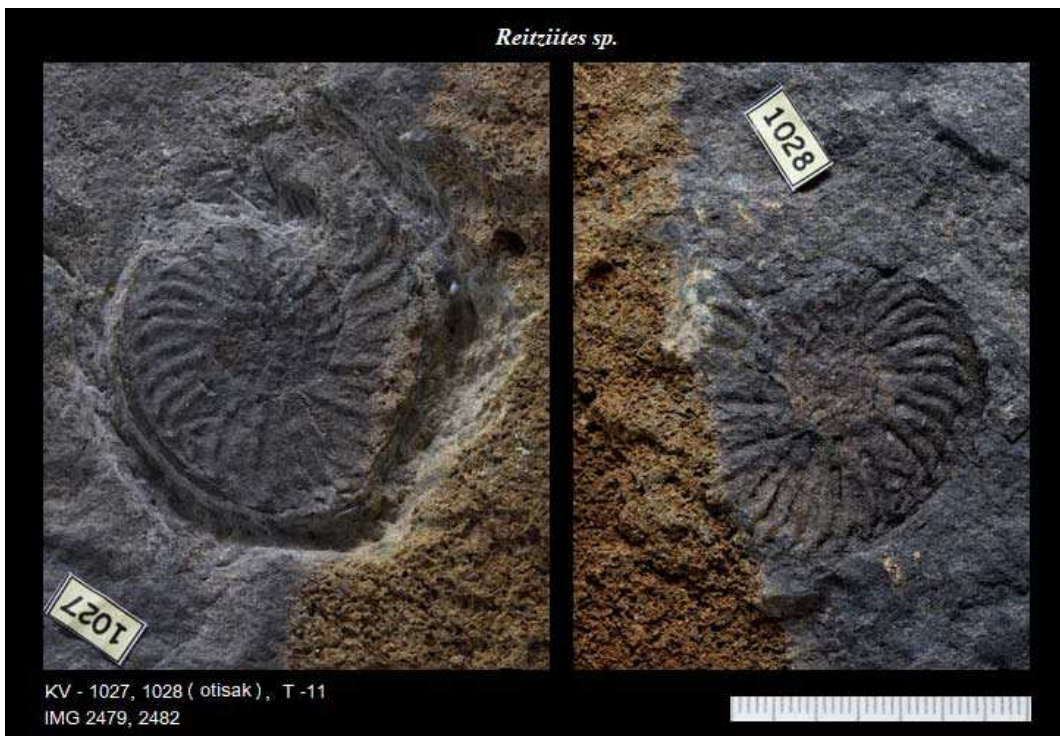
Slika 4-15. Amonit roda *Gymnites* Mojs. (T-10).



Slika 4-16. Amonit roda *Arcestes* Suess. (T-10).



Slika 4-17. Amonit roda *Reitziites* Brack. (T-10).



Slika 4-18. Amonit roda *Reitziites* Brack. (T-11).





Slika 4-19. Amonit roda *Parakellnerites* Rieber. (T-7).



Slika 4-20. Amonit roda *Parakellnerites* Rieber. (T-7).

## 5. RASPRAVA

U okviru istraživanja za potrebe ovog rada snimljena su dva slijeda naslaga (Prilog 1), koja razdvaja jedan prekriveni interval. Dva snimljena slijeda su kontinuirana, a prekriveni interval, približne debljine 30-ak metara, vrlo vjerojatno se sastoji od dominantno piroklastičnih naslaga, obzirom da se fragmenti takvih piroklastičnih naslaga nalaze duž profila.

Snimljeni srednjetrojaski slijed naslaga područja Kunovca započinje sivim masivnim vapnencima, karakterističnim za taloženje u plitkom moru, a tome svjedoči i prisustvo plitkomorskih fosila u njima (Slika 4-6 A-H) te velike debljine slojeva vapnenaca. Na ove naslage konkordantno se talože vapnenci s piroklastitima. Vapnenci s piroklastičnim materijalom ukazuju na srednjetrojasku vulkansku aktivnost u blizini.. Vulkanska aktivnost popraćena je periodima aktivne tektonike. Tektonska aktivnost dovela je do naglog relativnog izdizanja i spuštanja pojedinih blokova naslaga. Spušteni blokovi obilježeni su taloženjem pelagičkih vapnenaca, koji se nalaze u nastavku snimljenog slijeda naslaga. Prisustvo klasta plagioklasa hipidiomorfnih do idiomorfnih oblika (Slika 4-7 A-F, Slika 4-10 A-F) upućuje ili na sineruptivno pretaloživanje ili na mogućetaloženje piroklastičnog materijala iz zraka. U mirnim razdobljima dolazilo je do taloženja vapnenaca s pelagičkom faunom, koji su reaktivacijom vulkanske aktivnosti zatrpavani vulkanoklastičnim materijalom. Nakon navedenog paketa naslaga vapnenaca s vulkanoklastitima, nastupa vulkanski mirno razdoblje i dolazi do taloženja tankopločastih pelagičkih vapnenaca. ŠČAVNIČAR et al. (1984) u istraživanju na lokalitetu Zelovo kod Sinja navode postojanje dva bazalna izljeva i s njima asocirane tufove. Autori smatraju kako je prvi bazalni izljev i prvi horizont tufova anizičke starosti, dok je drugi izljev bazalta i taloženje tufova ladiničko. Opisani i istraživani slijed naslaga u ovom radu taložen je za vrijeme anizika i sigurno je bio utjecan anizičkim vulkanizmom. No, povrh najmlađih izdvojenih naslaga slijeda „Kunovac vrelo“, slojeva tankopločastih vapnenaca, pojavljuju se tufovi koji mogu predstavljati naslage nastale ladiničkom vulkanskom aktivnosti.

Uz izdvojene naslage, na istraživanom području, u jarku Kunovac, utvrđeni su i slojevi smeđih pješčenjaka te zelenih tufitičnih pješčenjaka. Uslojeni paket tzv. *pietra verde* tufova, debljine 6-7 m, utvrđen je i u jarku Kunovac (Slika 4-12) i u slijedu naslaga „Mali Kunovac vrelo“ (Prilog 1). U jarku Kunovac *pietra verde* tufovi nalaze se između

slojeva smeđih pješčenjaka i zelenih tufitičnih pješčenjaka. Navedeni pješčenjaci nisu utvrđeni u slijedu naslaga „Mali Kunovac vrelo“, što ukazuje na značajnu bočnu promjenu facijesa. Ovakve lateralne promjene litofacijesa vjerojatno su povezane s razvedenim submarinskim okolišem, nastalim intenzivnom tektonskom aktivnošću.

Stratigrafska podjela trijasa na katove i podkatove biostratigrafski je vrlo dobro utvrđena i pruža mogućnost stratigrafske korelacije. U tom okviru, za granicu anizik-ladinik i ladinik-karnik uspostavljeni su međunarodni priznati kriteriji (Global stratotype section and point – GSSP), (MIETTO et al., 2012). Istraživanja cefalopodne zajednice ovoga područja proveo je KOCH 1911. godine, a nakon njega, 1914. godine, na detaljnija istraživanja odlučio se SALOPEK te je na području Kunovac vrelo utvrdio prisustvo rodova *Ptychites* Mojs., *Ceratites* de Hann, *Arcestes* Suess, *Pinacoceras* Mojs. i *Gymnites* Mojs. Podaci o prikupljenoj fauni predstavljaju okvirnu stratigrafsku odredbu, obzirom da nam točna pozicija određenih rodova amonita nije označena u slijedu naslaga. Do danas nedostaju kontinuirani podaci i/ili detaljna stratigrafska podjela/položaj i usuglašena/citirana sistematska pripadnost katovima ili zonama (većina literature datira iz kraja 19. i početka 20. stoljeća). Istraživanjima u okviru ovoga rada cefalopodna zajednica je prikupljana “sloj po sloj” te je utvrđeno prisustvo sljedećih rodova: *Ptychites* Mojs., *Gymnites* Mojs., *Arcestes* Suess, *Reitziites* Brack i *Parakellnerites* Rieber. SALOPEK (1914), ŠUŠNJAR et al. (1967) i GRIMANI et al. (1975) navode da su naslage područja Kunovac vrelo ladiničke starosti, no ovim istraživanjem je na temelju nalaza indeks fosila *Reitziites reitzi* (Slika 4-17, Slika 4-18), koji pripada Reitzi cefalopodnoj zoni (BRACK, 1993; MIETTO et al., 2003; BALINI et al., 2010), jasno utvrđena gornjoanizička starost naslaga (gornji ilirik).

Tektonska i vulkanska aktivnost područja Vanjskih Dinarida u srednjem trijasu povezana je s dezintegracijom superkontinenta Pangee i stvaranjem oceana Tetis. Vrhunac vulkanske aktivnosti dostignut je za vrijeme gornjega anizika (gornji ilirik) tijekom taloženja u Reitzi cefalopodnoj zoni, a zatim se vulkanska aktivnost značajno smanjila u najgornjem iliriku (VÖRÖS, 2014). Uz vulkansku aktivnost u području zapadnog Tetisa, rast karbonatnih platformi značajno se povećao u gornjem iliriku i bio je striktno praćen povećanjem broja bogatstva amonoidnih rodova, koji su u tom razdoblju dosegli svoj maksimum (VÖRÖS, 2014). Mnogi rodovi koji su se pojavili za vrijeme gornjoanizičke Reitzi zone (*Hungarites*, *Parakellnerites*, *Aplococeras*, *Latemarites*) ekološki su bili povezani s platformskim ili periplatformskim okolišima (VÖRÖS, 2014). Prisustvo roda

*Parakellnerites* (Slika 4-19, Slika 4-20) na području istraživanom u okviru ovoga rada upućuje na to da je do taloženja moglo doći na platformskim i periplatformskim okolišima te da je materijal naknadno pretaložen u dublje dijelove.

## 6. ZAKLJUČAK

Istraživanja su provedena na području sjeverno od sela Velika Popina u Lici, na području Kunovca. Prilikom istraživanja snimljena su dva sedimentna slijeda naslaga, „Mali Kunovac vrelo“ (debljine 20,8 m) i „Kunovac vrelo“ (debljine 3,6 m). Slijedovi su prekinuti prekrivenom zonom, no s obzirom na položaj slojeva i sličnost litologija, zaključeno je da predstavljaju kontinuirani slijed naslaga. U oba slijeda naslaga definirana su dva facijesa, Facijes vapnenaca i Facijes piroklastita. Unutar slijeda naslaga „Mali Kunovac vrelo“ definirano je pet litotipova. U Facijesu vapnenaca definirana su tri litotipa: (1) Litotip vapnenaca s plitkovodnom faunom, (2) Litotip vapnenaca s piroklastičnim materijalom i (3) Litotip vapnenaca s pelagičkom faunom, a u Facijesu piroklastita izdvojena su dva litotipa: (1) Litotip vitroklastičnih tufova i (2) Litotip kristalovitroklastičnih i litoklastičnih tufova. Unutar slijeda naslaga „Kunovac vrelo“ u Facijesu vapnenaca definirano je dva litotipa: (1) Litotip pretaloženih litoklastičnih vapnenaca i (2) Litotip pelagičkih vapnenaca s vulkanoklastičnim materijalom, dok su u Facijesu piroklastita također izdvojena dva litotipa: (1) Litotip kristalolitoklastičnih tufova i (2) Litotip vitroklastičnih tufova.

Promjena iz plitkomorskih u pelagičke vapnenice je nagla. Zabilježena nagla promjena povezana je s naglim tektonskim pokretima i vulkanizmom. Dokaz vulkanizma očituje se pojavom vapnenaca s piroklastitima koji se nalaze između plitkomorskih i pelagičkih vapnenaca. Facijes piroklastita koji konkordantno naliže na Facijes vapnenaca ukazuje na vrhunac vulkanske aktivnosti, nakon čega ponovno nastupa vulkanski mirno razdoblje obilježeno taloženjem pelagičkih vapnenaca. Litoklastični vapneci označavaju periode erozije izdignutih karbonatnih naslaga i njihovo pretaloživanje u dublje marinske dijelove. Povrh slojeva vapnenaca u slijedu „Kunovac vrelo“, koji predstavlja stratigrafski mlađe naslage, ponovno se pojavljuju tufovi koji su dokaz reaktivacije vulkanizma.

Temeljem prikupljene cefalopodne faune na istraživanom području, određena je gornjoanizička starost naslaga. Temeljem nalaza indeks fosila, amonita vrste *Reitziites reitzi* koji pripada Reitzi cefalopodnoj zoni (BRACK, 1993; MIETTO et al., 2003; BALINI et al., 2010), jasno je utvrđena starost mlađega ilirika. Prisustvo roda *Parakellnerites* na području upućuje na taloženje u platformskim i periplatformskim okolišima te na naknadno pretaloživanje materijala u dublje more. Prikupljeni amoniti roda *Reitziites* i *Parakellnerites* predstavljaju zonske markere Reitzi cefalopodne zone te bi se

mogli detaljnije determinirati na nivou vrste, a da bi to bilo moguće, dodatnim istraživanjima potrebno je prikupiti veći broj uzoraka. Pripadnost Reitzi cefalopodnoj zoni na području Vanjskih Dinarida utvrđena je na malom uzorku, no polučila je nove znanstvene spoznaje te svakako zaslužuje detaljnija sedimentološka i biostratigrafska istraživanja.



## 7. LITERATURA

- BALINI, M., LUCAS, S.G., JENKS, J.F. & SPIELMANN, J. A., (2010): Triassic ammonoid biostratigraphy: an overview. From: Lucas, S.G. (ed.) The Triassic Timescale. Geological Society, London, Special Publications 334: 221-262.
- BELAK, M. (2000): Postaja 2: profil Sutina-Zelovo Sutinsko; Kristaloklastični i vitroklastični tufovi (pietra verde) s proslojcima silicificiranih dolomita, vapnenaca, tufita i rožnjaka. U: Jelaska, V., Benček, Đ., Matičec, D., Belak, M., & Gušić, I.: Geološka povijest i strukturna evolucija Vanjskih Dinarida. – Vodič ekskurzija (Vlahović, I. & Biondić, R. Eds.). 2. hrv. geol. kongres, Cavtat-Dubrovnik, 6-9. IGI, Zagreb.
- BRACK, R. & RIEBER, H., (1993): Towards a better definition of the Anisian/Ladinian boundary: New biostratigraphic data and correlations of boundary sections from the Southern Alps. *Eclogae geologicae Helvetiae* 86/2: 415–527.
- Du RICHE PRELLER, C. S. (1916): III.—The „Pietre Verdi“ of the Piemontese Alps. *Geological magazine (Decade VI)*, 3, pp 156-163.
- DUNHAM, J.B. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. – U: HAM, W. E. (ur.): *Classification of Carbonate Rocks*. AAPG Memoir, 1, 108–121.
- EVAMY, H.P. & SHEARMAN, D. J. (1962): The application of chemical staining techniques to the study of diagenesis in limestones. – *Proc. Geol. Soc. London*, 1599, 102–103.
- FISHER, R. V. (1961): Proposed classification of volcanoclastic sediments and rocks. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 72, 1409-1414.
- FOLK, L.R. (1959): Practical petrographic classification of limestones. – *Am. Ass. Petrol. Geol. Bull.*, 43, 1–38.
- GRIMANI, I., ŠIKIĆ, K. & ŠIMUNIĆ, An. (1974): Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000, list Knin, Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962-1966.), Savezni geološki zavod Beograd.

- GRIMANI, I., ŠIKIĆ, K. & ŠIMUNIĆ, An. (1975): Osnovna geološka karta SFRJ, 1: 100 000, Tumač za list Knin, Savezni geološki zavod Beograd.
- IVANOVIĆ, A., SAKAČ, K., MARKOVIĆ, S., SOKAČ, B., ŠUŠNJAR, M., NIKLER, L. & ŠUŠNJARA, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Obrovac L33-140. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1962-1967.); Savezni geološki zavod Beograd.
- KOCH, F. (1911): Prilog geologiji Velebita i hrvatskog krša. Izvještaj montangeološke sekcije za god. 1911. Vijesti geološkog povjerenstva, II., 1911., str. 17.
- McPHIE, J., DOYLE, M. & ALLEN, R. (1993): Volcanic textures, A guide to the interpretation of textures in volcanic rocks, Centre for Ore Deposit and Exploration Studies, University of Tasmania, 198 p.
- MIETTO, P., GIANOLLA, P., MANFRIN, S. & PRETO, N. (2003): Refined ammonoid biostratigraphy of the Bagolino section (Lombardian Alps, Italy), GSSP candidate for the base of the Ladinian Stage. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, 449–462.
- SALOPEK, M., (1914): O naslagama s okaminama kod Kunovac-vrela u Lici. *Prirod. istraž. Jugosl. akad. znan. umjetn.* 4: 1-23.
- SMIRČIĆ, D. (2017): Geneza vulkanoklastičnih naslaga srednjeg trijasa Vanjskih Dinarida, doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Zagreb, 217 pp.
- ŠČAVNIČAR, B., ŠČAVNIČAR, S. & ŠUŠNJARA, A. (1984): Vulkano-sedimentni srednji trijas u području potoka Suvaja (Svilaja pl., Vanjski Dinaridi). *Acta Geologica*, 24/2, 35-82. Zagreb.
- ŠUŠNJAR, M., BUKOVAC, J., & SAVIĆ, D. (1967): Paleogeografski odnosi nakon taloženja anizičkih naslaga u području Južne Like. *Geol. Vjesnik*, 20, Zagreb.
- ŠUŠNJAR, M., SOKAČ, B., BAHUN, S., BUKOVAC, J., NIKLER, L. & IVANOVIĆ, A. (1973): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Udbina L33-128. Institut za geološka istraživanja Zagreb, (1962-1967.), Savezni geološki zavod Beograd.

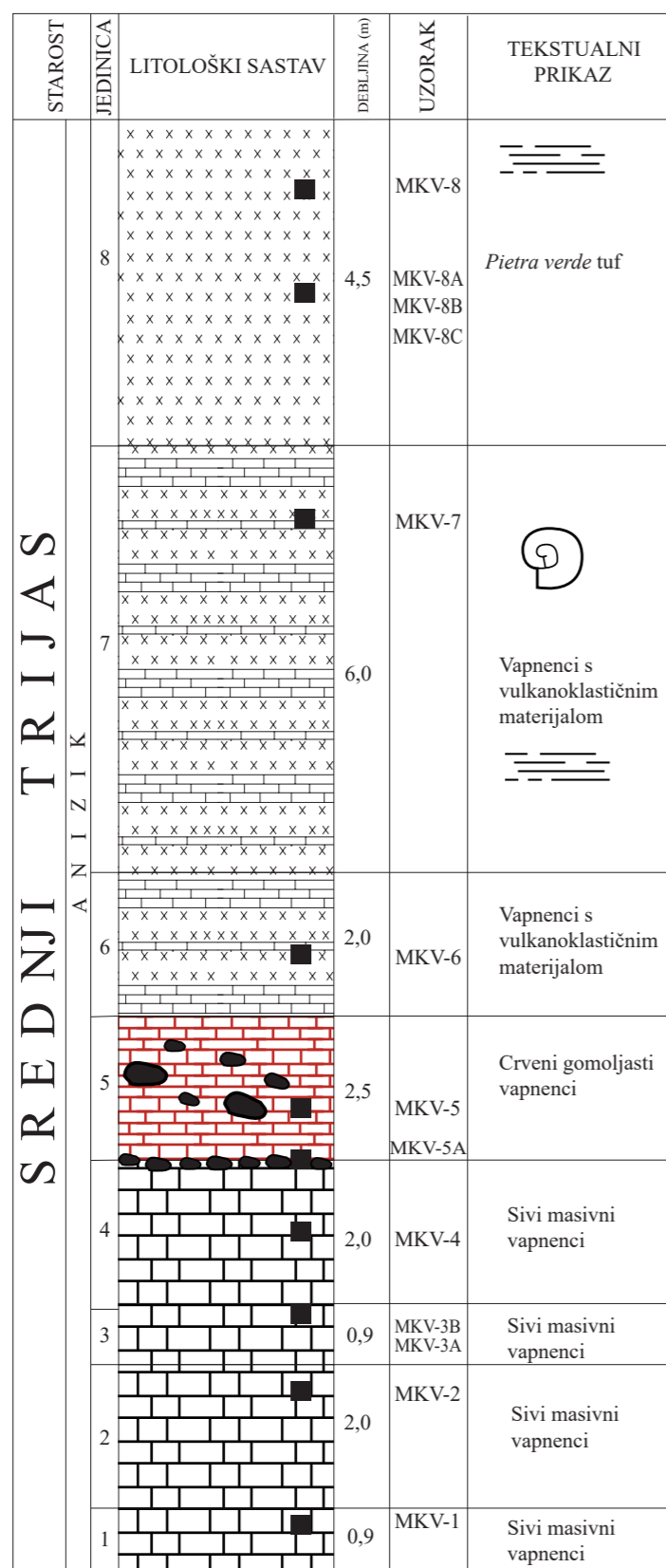
ŠUŠNJAR, M. & BUKOVAC, J. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000. List Drvar L33-129. Institut za geološka istraživanja Zagreb (1963-1968.); Savezni geološki zavod Beograd.

VÖRÖS, A., (2014): Ammonoid diversification in the Middle Triassic: Examples from the Tethys (Eastern Lombardy, Balaton Highland) and the Pacific (Nevada). *Central European Geology. Acta Geologica Hungarica.* 57(4), pp. 319–343.

# Prilog 1. Pregledni geološki stup kroz srednji trijas na području Kunovca

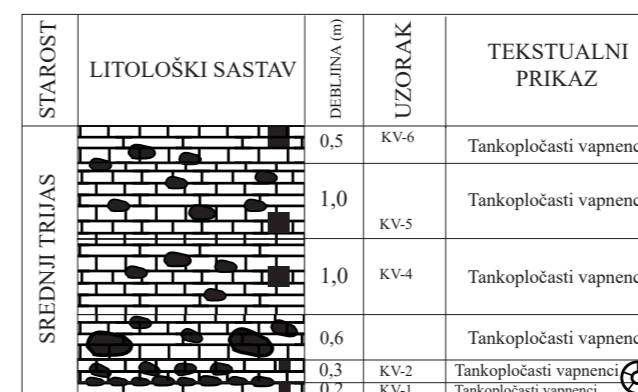
## A) Slijed naslaga "Mali Kunovac vrelo"

M=1:100



## B) Slijed naslaga "Kunovac vrelo"

M=1:100



### TUMAČ OZNAKA

- sivi masivni vapnenci
- crveni gomoljasti vapnenci
- vapnenci s vulkanoklastičnim materijalom
- pietra verde* tuf
- tankopločasti vapnenci
- amoniti
- krinoidi
- silicifikacija
- horizontalna laminacija
- položaj uzorka