

Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice

Bilaver, Stanko

Master's thesis / Diplomski rad

2021

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:217:900192>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-25**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Stanko Bilaver

**Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i
Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice**

Diplomski rad

Zagreb, 2021.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET
GEOLOŠKI ODSJEK

Stanko Bilaver

**Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i
Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice**

Diplomski rad
predložen Geološkom odsjeku
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta
Sveučilišta u Zagrebu
radi stjecanja akademskog stupnja
magistar geologije

Mentor:
prof. dr. sc. Damir Bucković

Zagreb, 2021.

Zahvale

Velika zahvala mentoru prof.dr.sc. Damiru Buckoviću na iskazanom strpljenju i pomoći pri odabiru teme i izrade rada. Također se zahvaljujem izv. prof. dr. sc. Đurđici Pezelj i v. pred. mr. sc. Draženu Kurtanjeku koji su svojim komentarima i savjetima upotpunili ovaj rad. Hvala i ostalim djelatnicima Geološkog odsjeka, pogotovo Mariji Cindro, najboljoj teti iz referade.

Hvala obitelji, pogotovo sestri Pauli.

Srdačno se zahvaljujem kolegama Filipu, Karlu i Zrinku, koji su uvelike pomogli od ovih pet godina napraviti osam.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet

Geološki odsjek

Diplomski rad

Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice

Stanko Bilaver

Rad je izrađen u: Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek

Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Sažetak:

Područje istraživanja obuhvaća šire područje račvanja potoka Vrapčak i potoka Mikulić, sjeverno od naselja Gornje Vrapče. Na promatranom području izdanjuju stijene paleozoika, gornjeg trijasa, gornje krede i miocena. Paleozojske stijene su predstavljene metamorfita, pretpostavljene starosti devon-karbon. Izgrađuju sjeverni i istočni dio istraživanog područja, a razlikuju se parametamorfiti i ortometamorfiti. Odnosi metamorfita su isti kao i na širem područje Medvednice, odnosno parametamorfiti okružuju glavnu masu ortometamorfita. Naslage gornjeg trijasa, smještene su na jugozapadnom dijelu istraživanog područja, predstavljene su ranodijagenetskim dolomitima. Na središnjem dijelu istraživanog područja izdanjuju gornjokredne naslage. Unutar njih su određena četiri facijesa: bazni konglomerati, pelagički "scaglia vapnenci", flišolika serija najmlađe krede (Gozavske naslage) i turbiditni sedimenti. Južni dio istraženog terena obilježen je miocenskim naslagama. Unutar njih, badenske naslage predstavljene su baznim dolomitnim brečama na koje naliježu litotamnijski vapnenci a na njima slijede spongiti kalsiliti i badenski pješčenjaci. Prijelaz u sarmat označen je početkom taloženja brakičnih naslaga, odnosno

koso koritno uslojenih biokalkarenita na koje naliježu prijelazni koso laminirani onkoidni vapnenci. Najmlađe naslage istraživanog područja su donjopanonski ravno uslojeni glinoviti vapnenci poznatiji kao "croatica naslage".

Ključne riječi: Medvednica, paleozoik, kreda, trijas, miocen

Rad sadrži: 39+XXXI stranica, 27 slika, 26 literaturnih navoda i 4 priloga (X tabli)

Jezik izvornika: hrvatski

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

Mentor(i): prof. dr. sc. Damir Bucković, PMF, Zagreb

Ocjenjivači: prof. dr. sc. Damir Bucković, PMF, Zagreb

izv. prof. dr. sc. Đurđica Pezelj, PMF, Zagreb

v. pred. mr. sc. Dražen Kurtanjek, PMF, Zagreb

Datum završnog ispita: 16. rujna 2021.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Graduate Thesis

Geological relations of the wider area of the Vrapčak and Mikulić streams on the southwestern slopes of Medvednica Mt.

Stanko Bilaver

Thesis completed in: Faculty of Science, Department of Geology

Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Abstract:

The research area includes the wider area of the fork of the Vrapčak stream and the Mikulić stream, north of the settlement of Gornje Vrapče. In the observed area, rocks of the Paleozoic, Upper Triassic, Upper Cretaceous and Miocene appear. Paleozoic rocks are represented by metamorphites, presumed to be Devonian-Carboniferous. They build the northern and eastern part of the investigated area, and parametamorphites and orthometamorphites are distinguished. The ratios of metamorphites are the same as in the wider area of Medvednica, ie parametamorphites surround the main mass of orthometamorphites. Upper Triassic deposits, located in the southwestern part of the study area, are represented by early diagenetic dolomites. Upper Cretaceous deposits are emitted in the central part of the study area. Within them, four facies have been identified: base conglomerates, pelagic "scaglia limestones", a flysch series of the youngest Cretaceous (Gozavske deposits) and turbidite sediments. The southern part of the investigated terrain is marked by Miocene deposits. Within them, the Baden deposits are represented by basic dolomite breccias on which lithotamnian limestones rest, followed by spongit calxillites and Baden sandstones. The transition to sarmat is marked by the beginning of the deposition of brackish deposits, ie obliquely layered biocalcarenes on which the transitional obliquely laminated oncoid

limestones rest. The youngest deposits of the investigated area are Lower Pannonian flat layered clay limestones better known as "croatica deposits".

Keywords: Medvednica Mt., Paleozoic, Cretaceous, Triassic, Miocene

Thesis contains: 39+XXXI pages, 27 figures, 26 references, 4 appendix (X plates)

Original in: Croatian

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

Supervisor: Damir Bucković, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb

Reviewers: Damir Bucković, Ph.D. Full Professor, PMF, Zagreb
Đurđica Pezelj, Ph.D. Associate Professor, PMF, Zagreb
Dražen Kurtanjek, M.Sc. senior lecturer, PMF, Zagreb

Date of the final exam: September 16, 2021

Sadržaj

| | |
|--|----|
| 1. Uvod | 1 |
| 2. Strukturni odnosi i tectogeneza Medvednice | 2 |
| 2.1. Strukturni kompleksi Medvednice | 2 |
| 2.2. Geološki razvoj Medvednice | 5 |
| 3. Pregled dosadašnjih istraživanja | 11 |
| 4. Metode istraživanja | 13 |
| 5. Rezultati istraživanja | 14 |
| 5.1. Paleozoik | 14 |
| 5.2. Trijas | 17 |
| 5.3. Kreda | 19 |
| 5.3.1. Bazne naslage | 19 |
| 5.3.2. Scaglia vapnenci | 20 |
| 5.3.3. Flišolika serija najmlađe krede (Gozavske naslage) | 21 |
| 5.3.4. Turbiditne naslage | 22 |
| 5.4. Neogen | 23 |
| 5.4.1. Baden | 24 |
| 5.4.2. Sarmat | 31 |
| 5.4.3. Panon | 35 |
| 6. Zaključak | 37 |
| 7. Literatura | 38 |

1. Uvod

Tema ovog diplomskog rada odabrana je na prijedlog mentora prof. dr. sc. Damira Buckovića, a nosi naslov "Geološki odnosi šireg područja potoka Vrapčak i Mikulić na jugozapadnim obroncima Medvednice".

Područje istraživanja obuhvaća šire područje potoka Vrapčak i Mikulić. Područje je smješteno na jugozapadnim obroncima Medvednice, sjeverno od naselja Vrapče. Dosadašnja istraživanja naslaga koje se nalaze na ovom području su sažeta i opisana u Tumaču za list Zagreb, Osnovne geološke karte SFRJ (ŠIKIĆ et al., 1979) i Geološkom vodiču Medvednice (ŠIKIĆ, 1995).

Zadatak ovog rada bio je odrediti geološke odnose paleozojskih, trijaskih, krednih i miocenskih naslaga, opisati njihove litološke i paleontološke značajke, te izraditi geološku kartu, geološki profil i geološki stup na temelju podataka prikupljenih terenskim radom i njihovom obradom u laboratoriju.

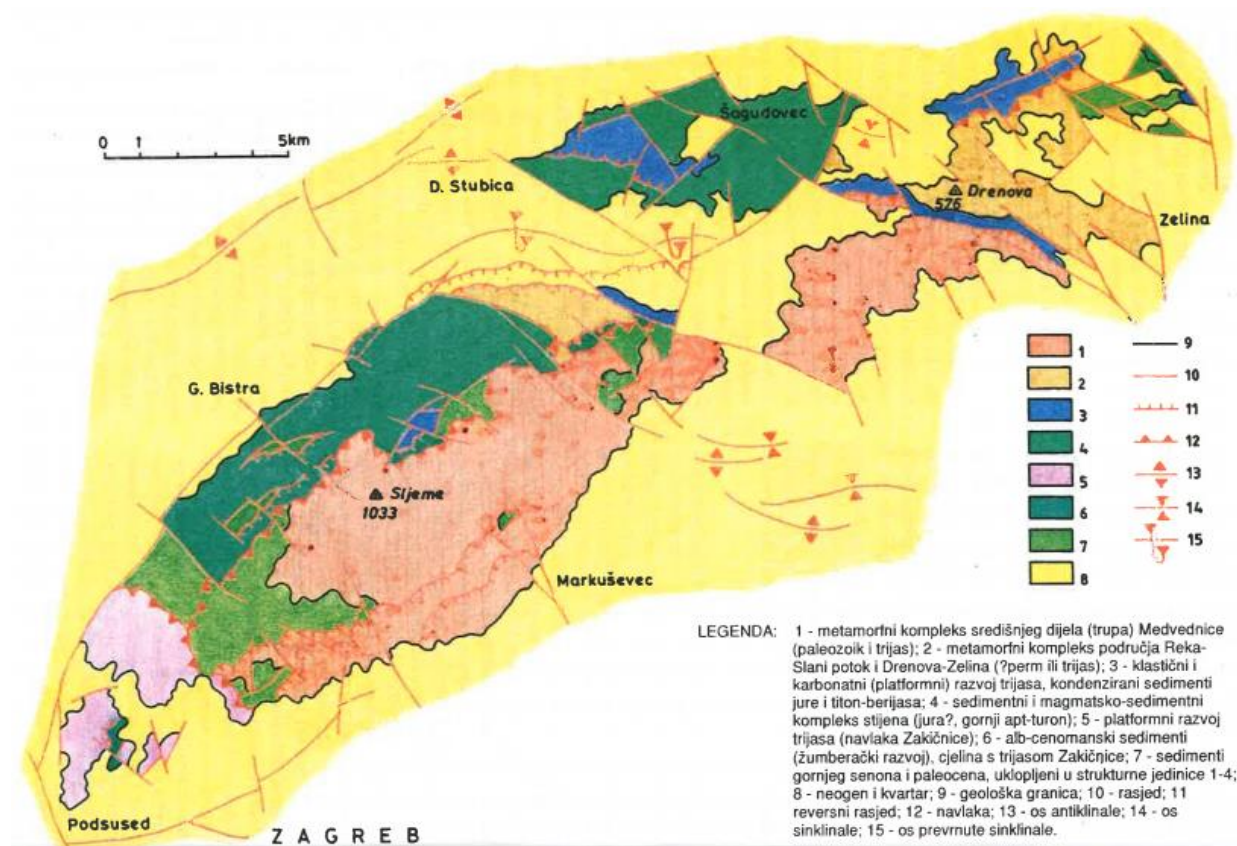
Ovim diplomskim radom dan je detaljan opis svih ustanovljenih naslaga, utvrđeni su njihovi odnosi, te su opisane njihove litološke i paleontološke značajke. Uz sve izdvojene kronostratigrafske jedinice i facijese priložene su slike s terena, kao i slike mikroskopskih preparata kojima se dokazuje točnost opažanja. Također, sažeto je prikazan geološki razvoj čitave Medvednice radi boljeg razumjevanja slijeda događanja koji je doveo do trenutne geološke situacije na istraživanom terenu.

U radu su također opisane terenske i laboratorijske metode korištene prilikom izrade rada, kao i pregled dosadašnjih geoloških istraživanja na ovom području.

2. Strukturni odnosi i tektogeneza Medvednice

2.1. Strukturni kompleksi Medvednice

Trup Medvednice izgrađuje pet osnovnih strukturnih kompleksa (Slika 1) sačinjenih od dijelova tektofacijesnih jedinica Unutrašnjih Dinarida. Područje nastanka izvorišnih stijena nalazilo se između Tisije na sjeveroistoku i karbonatne platforme na jugozapadu.



Slika 1: Karta strukturnih jedinica Medvednice (Geološki vodič Medvednice, ŠIKIĆ 1995)

Središnji dio Medvednice, od potoka Vrapčak do potoka Nespeš, sačinjava navlačni kompleks ortometamorfnih i parametamorfnih stijena. Ishodište paleozojskih i manjim dijelom trijaskih niskometamorfnih stijena još uvijek nije u potpunosti razjašnjeno, a dosadašnja istraživanja ukazuju na dvije mogućnosti. Prva mogućnost je polifazni hercinski i alpski metamorfizam koji ishodišne stijene stavlja na jugozapadne rubne dijelove Tisije. Drugi teorija na

koju navode novija istraživanja ukazuje samo na donjokredni metamorfizam, a protolite stavlja u paleozojsko-trijasku osnovu samih Unutarnjih Dinarida. Za oba slučaja je prihvaćeno da su trijasko stijene u paleozojsku osnovu uklopljene ranijom, vjerojatno jedinom, metamorfnom fazom.

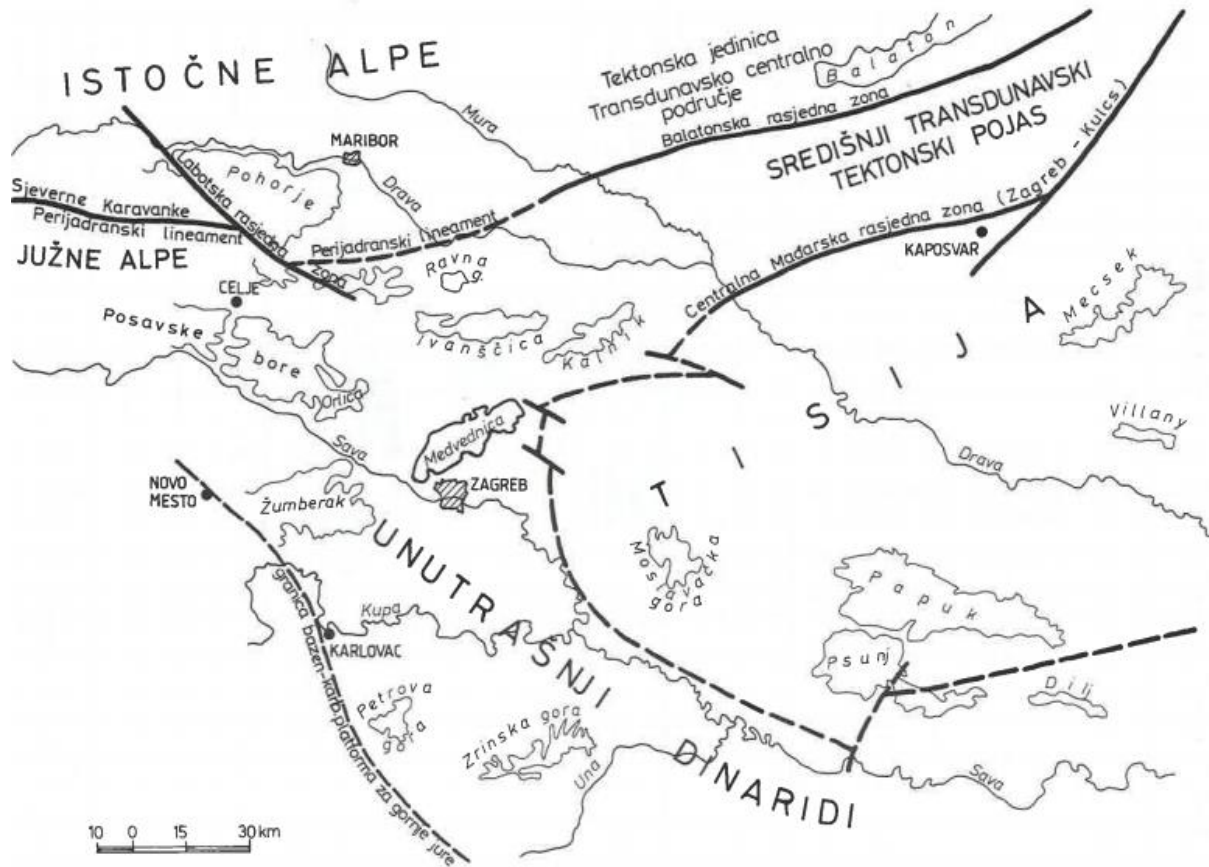
Metamorfiti smješteni između dolina potoka Reka i Slanog potoka, te niskometamorfne stijene na krajnjim sjeveroistočnim padinama Medvednice, tvore drugi strukturni kompleks. S južne strane su na njih natisnute stijene središnjeg kompleksa i stijene donjekrednog magmatsko-sedimentnog kompleksa, dok su na sjeveru metamorfiti natisnuti na neogen Stubičkog podgorja i trijasko stijene Slanog potoka, doline Bistrice i Donjeg Orešja. Još uvijek nije razjašnjeno jesu li stijene donjopermske ili trijasko starosti, a nije poznat ni ishodišni položaj protolita ni starost metamorfizma. Starost stijena je pretpostavljena na temelju nedovoljno istraženih superpozicijskih odnosa s nemetamorfoziranim donjotrijaskim sedimentima okolnog područja.

Stijene trećeg strukturnog kompleksa nalazimo na području od sjeverozapadnih padina Medvednice do Donjeg Orešja. Čine ga nemetamorfozirani sedimenti trijasa (plitkovodni klastiti donjeg trijasa i dolomitno-vapnenački platformni razvoj gornjeg trijasa) i sedimentacijski kondenzirani i reducirani vapnenci jure (neritska do pelagička donja i srednja jura i pelagička gornja jura). Navedene stijene su činile jedinstveni tektogenetski pojas unutar Unutrašnjih Dinarida, smješten zapadno-jugozapadno od jurskog ofiolitnog pojasa i paleozojsko trijaskih protolita podloge središnje Medvednice. Stijene su danas sačuvane kao tektonski odvojeni i u druge stijene uklopljeni ulošci. Pretpostavljena podloga trijaskih sedimenata su nemetamorfozirani gornjopermski sedimenti. Pretpostavka se temelji na pojavama soli i nalascima neošvagerinskih vapnenaca na području pokraj donjotrijaskih naslaga doline Slanog potoka.

Četvrti strukturni kompleks, danas smješten na sjeverozapadnim padinama središnjeg dijela Medvednice i u građi većeg dijela strukture Hum-Šagudovec-Oštri Hum sastoji se od magmatsko-sedimentnih stijena krede (gornji apt-turon). Kompleks je natisnut na niskometamorfne stijene područja potoka Reka i Slanog potoka, a postponti zajedno s njima na neogen poteza Novaki-Stubičko podgorje. Unutar samog kompleksa su uklopljeni elementi prethodno opisanog kompleksa nemetamorfoziranih trijaskih i jurskih sedimenata. Struktura Hum-Šagudovec-Oštri Hum predstavlja jezgru istočnog dijela razbijene neogenske antiklinale Marija Gorica-Donja Stubica koja je u odnosu na ostatak Medvednice imala neovisna tektonska kretanja na što upućuje prisutni reducirani neogen. Pretpostavlja se da su u građu kompleksa uključeni i

ostatci središnjeg ofiolitnog jurskog pojasa Unutrašnjih Dinarida. Pretpostavka se temelji na jurskoj starosti dijela rožnjačko-magmatskih stijena doline potoka Poljanice i na pojavama serpentinita u Medvednici i u Kalniku koji se na temelju stijensko-strukturnih odnosa mogu povezati sa serpentinitima Pokuplja i Banije. Ofiolitni pojas je zbog prodora ultrabazita i subdukcijskih procesa mogao imati i znatan utjecaj na sam proces metamorfoze. Nalazi serpentinita u podlozi tercijara (u bušotinama) područja istočno od Medvednice i Kalnika kao i na lokalitetu Inke u Mađarskoj govore o pružanju ofiolitnog pojasa. Pojas se pružao iz dinarskog smjera do Pokuplja, zatim povijao u smjeru sjevera i sjeveroistoka nastavljajući prema Središnjoj transdunavskoj tektonskoj jedinici Mađarske. Ovakvo pružanje približno prati i povijanje ruba kristalinske osnove Tisije.

Krajnji jugozapadni dio Medvednice je navlaka koja predstavlja posljednji strukturni kompleks. Nastala je početkom miocena a sastoji se od trijaskih stijena i sa njima mjestimično sačuvanih transgresivnih krednih sedimenata. Navedene stijene facijesno odgovaraju razvoju trijasa i krede u istočnom Žumberku i Orlici, a prije navlačenja su s njim činile jedinstveni strukturni kompleks. Čelo navlake koja prekriva kredne i metamorfne stijene središnjeg kompleksa Medvednice se nalazi između sela Jablanovac i potoka Vrapčaka. Gorjanović (1907, 1908) dijeli Medvednicu na krajnji jugozapadni dio koji pripada alpskom sustavu i ostatak koji pripada "Orientalnom kopnu", a granicu stavlja upravo na ovaj navlačni kontakt.



Slika 2: Prikaz šireg područja jugozapadnog dijela Panonskog Bazena (Geološki vodič Medvednice, ŠIKIĆ 1995)

Uz pretpostavku da su svi navedeni kompleksi došli iz područja Unutrašnjih Dinarida (Slika 2), može se približno odrediti geološka povijest Medvednice, odnosno procesa koji su doveli do njenog današnjeg složenog strukturnog sklopa.

2.2. Geološki razvoj Medvednice

Salskom fazom hercinske orogeneze krajem srednjeg perma dolazi do prve geotektonske diferencijacije šireg područja. Razlikuje se prostor budućih Dinarida od regionalno metamorfozirane i konsolidirane jezgre Tisije. Istodobno uz jezgru Tisije, konsolidirane su i paleozojske kristalinske jezgre Istočnih Alpa i Zapadnih Karpata. Paleozojske i mezozojske stijene koje danas izgrađuju Medvednicu su stvarane jugozapadno i zapadno od Tisije. Unutar područja budućih Unutrašnjih Dinarida nalazio se pojas paleozojskih stijena koje se nakon metamorfoze u kredi uključuju u građu Medvednice. Te stijene su se tada nalazile jugozapadno od Tisije.

Tijekom gornjeg perma i donjeg trijasa talože se marinski plitkovodni do lagunarni, klastični i vapnenački sedimenti s evaporitima. Naslage, posebno iz starijeg dijela gornjeg trijasa, sadrže i terigeni detritus donešen s okopnjelih područja susjedne Tisije.

Krajem donjeg trijasa kopnena područja gube utjecaj na sedimentaciju. Na širem prostoru Dinarida pa tako i na dijelovima Tisije, stvaraju se epikontinentalni uvjeti karbonatne sedimentacije pa prevladava vapnenačko-dolomitna sedimentacija. Kasnohercinskim pokretima (HERAK, 1991) tijekom ladinika i dijela karnika, na širem prostoru Dinarida dolazi do dubljih rasjedanja i razmicanja pa mjestimice nastaju bazenski prostori s pelagičkom sedimentacijom popraćenom pojavama izljevno eksplozivnog vulkanizma zbog kojeg se nakuplja piroklastični materijal. Takve su stijene otkrivene u krajnjem jugozapadnom dijelu Medvednice. Tijekom karnika dolazi do smirenja tektonskih pokreta te se na čitavom prostoru Dinarida iznova uspostavlja karbonatna sedimentacija platformnog tipa.

Početak donje jure dolazi do diferencijacije taložnog prostora Dinarida koji se sada dijeli na Vanjske i Unutrašnje Dinaride. U području Vanjskih Dinarida nastaje plići okoliš karbonatne platforme, a u Unutrašnjima se kopno spušta te započinje dublja, bazenska sedimentacija. Razvoj Medvednice se prati u sklopu Unutrašnjih Dinarida. Diferencijacija prostora je nastavljena sve do titona ili donjeg berijasa. Rubni prostor karbonatne platforme se spušta, dok se bazenski prostor Vanjskih Dinarida širi u smjeru jug-jugozapad. Granica bazenskog i platformnog prostora može se pratiti na potezu Novo Mesto-Metlika-Karlovac-Cetingrad.

Krajem donje jure ili početkom srednje jure u Unutrašnjim Dinaridima nastaje duboki bazenski pojas popraćen otvaranjem oceanskog dna. Sedimentaciju silicificiranih vapnenaca i klastita prati obilni submarinski i rijetko žični bazični magmatizam, a duž dubokih rasjeda prodiru tijela ultramafita. Nastali ofiolitni pojas približno prati protezanje jugozapadnog ruba Tisije. Ofiolitni pojas nije bio jedinstvena cjelina nego je u sebi sadržavao i ostatke razlomljene paleozojsko-trijaske osnove.

Na prijelazu iz jure u kredu (gornji titon-donji valanginij) dolazi do smirenja tektonskih pokreta pa se na području Unutrašnjih Dinarida uspostavlja bazenska pelagička sedimentacija.

Tijekom valanginija i početkom hautervija velik dio Unutrašnjih Dinarida se izdiže i okopnjava. Bazenski prostor je pomaknut dalje prema sjevernim i južnim djelovima, a ostatke

pelagičko-turbiditne sedimentacije novonastalog reduciranog bazena danas nalazimo samo u sklopu Ivanščice i na Baniji. Istovremeno dolazi do zatvaranja ofiolitnog pojasa koji skupa s rubnim djelovima paleozojsko-trijaske osnove subducira pod kristalinsku jezgru Tisije. Dio ofiolitnog pojasa se navlači na paleozojsko-trijasku osnovu, kao i obratno te regionalnom metamorfozom (PT uvjeti zelenih škrljavaca) stijena osnove i bazenskih sedimenata jure nastaju metamorfiti koji tvore paleozojsko-mezozojski strukturni kompleks središnjeg dijela Medvednice.

Transgresija početkom gornjeg apta zahvaća veći dio Unutrašnjih Dinarida. U rubnim djelovima bazena se talože plitkovodni sedimenti sačuvani u građi Medvednice, a kopnene i obalne djelove bazena grade tektonski stiješnjeni elementi paleozoika, trijasa, bazenske jure, obduciranog ofiolitnog pojasa i metamorfita paleozojsko-trijaske osnove.

Tijekom alba transgresija se širi na jug i jugozapad, preplavljujući širi prostor Unutrašnjih Dinarida, a u najmlađoj kredi zahvaća i plitkovodna i okopnjela područja Vanjskih Dinarida.

Obnavljanjem tektonskih pokreta tijekom cenomana i turona u unutrašnjoj južnoj rubnoj zoni krednog bazena nastaje labilni pojas popraćen aktiviranjem plićih rasjeda. Taloženje pretežito terigenih klastita u novoj relativno dubljoj sredini prati pojava submarinskih izljeva i utiskivanja bazičnih magmatita, pa stijene imaju obilježja magmatsko-sedimentnog kompleksa. Ovaj je strukturni element Medvednice, Samoborske gore, Ivanščice i Kalnika mlađim pokretima razbijen, a u sadašnji položaj donešen kretanjem u smjeru sjever-sjeveroistok.

Tijekom ili krajem turona prestaje vulkanizam i opet se izdiže i okopnjava velik dio Unutrašnjih Dinarida, a kopnena faza traje do kampana. Krajnje jugozapadno područje uz granicu sa karbonatnom platformom Vanjskih Dinarida zadržava dublju sedimentaciju. Istovremeno se nastavlja tektonsko sažimanje potiscima iz Tisije. Na magmatsko-sedimentni kredni kompleks navučeni su metamorfiti središnjeg kompleksa, uske zone trijasko-jurskih vapnenaca se uklapaju u kredni kompleks, a nastaje i složeni kontakt s kompleksom Potok Reka-Slani potok i trijasko-jurskim vapnencima područja Hum-Šagudovec. Metamorfiti područja Drenova-Zelina su u isto vrijeme navučeni na serpentinite područja Bistrica-Donje Orešje.

Tektonskim pokretima početkom kampana dolazi do produbljanja šireg prostora Unutrašnjih Dinarida, kao i rubnih djelova Tisije koji su zahvaćeni marinskom transgresijom. Transgresija je najsjevernije dokazana u bušotini južno od Strugače, kao i u grebenskom dijelu

Kalnika. Prekriva i, oblikom već sličan današnjem, strukturni kompleks Medvednice. Velika raznolikost facijesa kampana i mastrihta ukazuju na konstantan tektonski nemir i česte promjene dubine taloženja. U to su vrijeme pojedini dijelovi Medvednice samo povremeno bili kopno.

U paleocenu je nastavljeno bazensko taloženje, ali u znatno suženom bazenu. Sedimenti područja sjeverne Bosne, Banije, Pokuplja, Samoborske gore, Medvednice i Kalnika taloženi su unutar jedinstvenog izduženog bazena Unutrašnjih Dinarida.

Krajem paleocena dolazi do novog izdizanja, a do kraja donjeg eocena emergira čitav prostor Unutrašnjih Dinarida. Sjeverno od područja Unutrašnjih Dinarida otvara se novi bazen koji povezuje područje južnih Alpa s transdunavskim područjem Mađarske. Kopnena faza traje do otnanga, a tektonskim pokretima započinje navlačenje metamorfita središnjeg kompleksa Medvednice koji zauzimaju konačni položaj. Navlačenjem nastaju brojni reversni kontakti duž kojih su stiješnjeni ostatci trijaskio-jurskih, starijih krednih i gornjokredno-paleocenskih sedimenata koje danas nalazimo duž obiju padina Medvednice. Istovremeno su metamorfiti središnjeg kompleksa navučeni na stijene područja Drenova-Zelina.

Tijekom oligocena, sedimentacijski prostor se širi prema jugu a područje Medvednice je dio obalnog kopna. Granica kopno-bazen se krajem egera ponovno pomiče na sjever, a ponovnim izdizanjem dolazi do navlačenja trijaskih vapnenaca na metamorfni kompleks. Ovaj kontakt je vidljiv na jugozapadnim djelovima Medvednice.

Tektonski pokreti za vrijeme otnanga razbijaju kopno Unutrašnjih Dinarida čime se stvaraju visinske razike u paleoreljefu. Nastaju manja izolirana ili veća povezana jezera. Većinu središnjeg trupa Medvednice čine izdignuti kopneni blokovi, a bazenski prostori s obje strane Medvednice bili su vezani preko spuštenog bloka između današnjih planinskih predjela Lipe i Drenove, odnosno naselja Planine i Zelinske gore. Sedimentacija je popraćena pojavom kiselog vulkanizma.

Na prijelazu iz otnanga u karpata ili tijekom samog karpata spuštaju se dijelovi Unutrašnjih Dinarida duž sjevernog graničnog područja s Tisijom. Marinskom transgresijom oblikuje se južni-jugozapadni rub Panonskog bazena, kao sastavnog dijela Središnjeg Paratethysa. Transgresija zahvaća sjeveroistočne djelove Medvednice, dok su jugozapadni predjeli i dalje dio kopna.

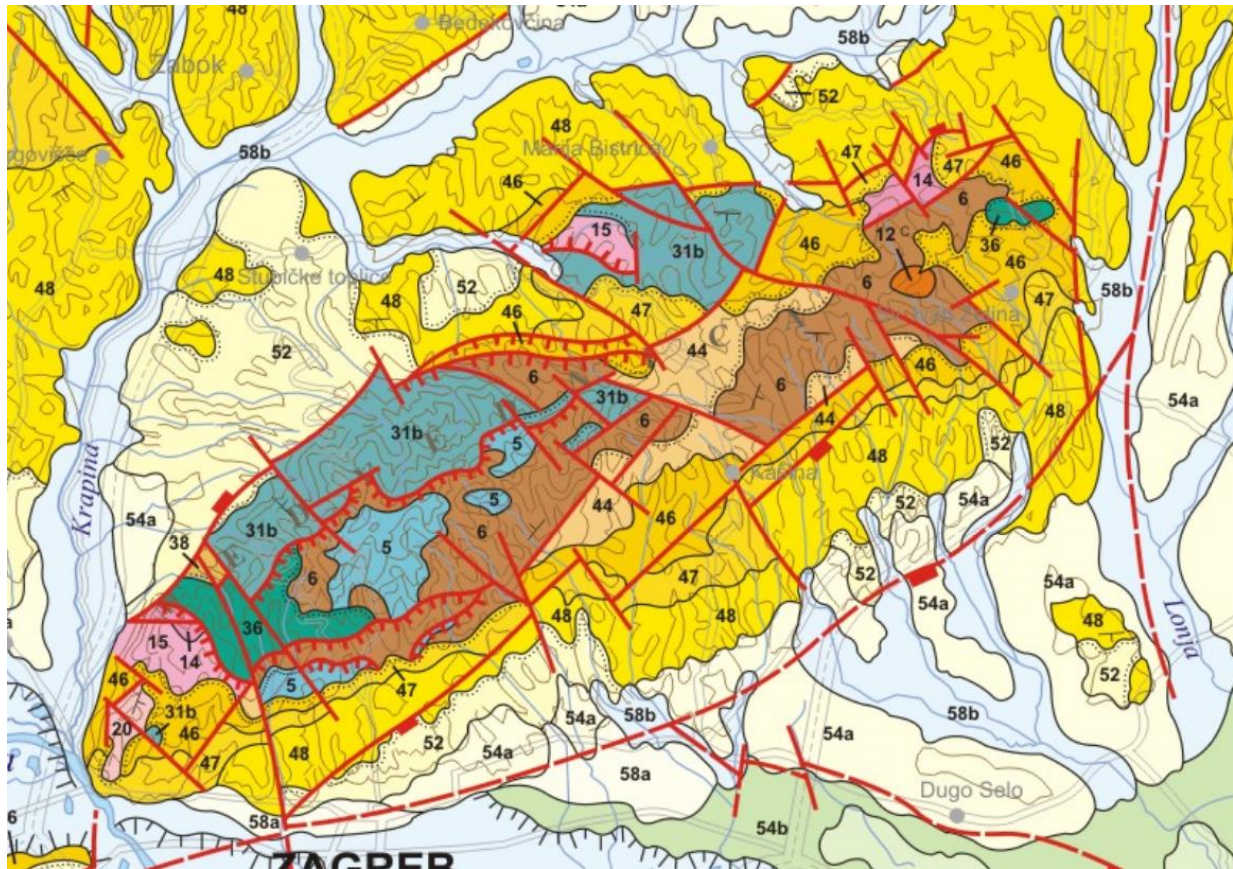
Transgresija se nastavlja prijelazom u baden, a svoj maksimum doseže tijekom gornjeg badena, kada Medvednica gubi vezu s južnim kopnom i postaje otok.

Tektonskim pokretima krajem badena na širem prostoru Paratethysa prekidaju se veze s Tethysom. U sarmatu kreće dezintegracija prostora Paratethysa praćena oslađivanjem taložnog prostora, a početkom panona dolazi do izolacije panonskog dijela čime nastaje Panonski bazen. U području Medvednice, tektonski pokreti dovode do nejednakih vertikalnih kretanja obalnih blokova tada otočne planine što rezultira učestalim ingresivnim taloženjem sedimenata na stijene starije podloge. Spuštanjem duž rasjeda dinarskog pružanja nastaju potolinski dijelovi Panonskog bazena u današnjim savskim i dravskim područjima.

U donjem pontu se nastavlja jezerska sedimentacija, a jugozapadni dio Medvednice, na potezu Podsused-Sveta Nedelja se izdiže i povezuje Medvednicu sa Žumberačkim gorjem. Na čitavom jugozapadnom području Panonskog bazena dolazi do smanjenja taložnog prostora, a Medvednica je i dalje nisko kopno bez većeg utjecaja na okolni taložni prostor.

Prijelazom u pliocen dolazi do novog izdizanja na području bazena Hrvatskog zagorja, a kao sastavni dio istog, područje Medvednice je također u izdizanju. Medvednici najbliži donjopliocenski sedimenti taloženi su u području Dugog Sela i Vukomerečkih gorica. Krajem dacija čitav trup Medvednice se naglo izdiže i kreće prema sjeverozapadu što dovodi do prevrtanja južnog krila i tektonskog sužavanja sinklinale Stubičkog podgorja, a neogenske naslage se boraju.

Početkom pleistocena Medvednica se dodatno izdiže, a jezerska poručja postaju jezersko močvarne sredine uz miješanje s riječnim sedimentima iz planinskih predjela Medvednice. Krajem pleistocena i početkom holocena daljnjim spuštanjem nizinskih područja nastaje Savska potolina u užem smislu koja se zapunjava riječnim nanosima. Tijekom holocena se obnavljaju tektonski pokreti duž starih kao i novih rasjeda pružanja sjeverozapad-jugoistok. U mlađem holocenu u nizinama nastaju tipični oblici riječne akumulacije i erozija kao što su terase, meandri, sprudovi i mrtvaje, a erozijom se reljef Medvednice oblikuje u današnji izgled (Slika 3).



Slika 3: Geološka građa Medvednice: 5- Ortometamorfiti (Pz-T), 6- Parametamorfiti (Pz-T), 12- Magmatiti (P), 14- Sajske i kampilske naslage (T₁), 15- Karbonati (T₂), 20- Dolomiti (T₃), 31b- Magmatiti ofiolitnog pojasa (J_{2,3}), 36- Karbonatni klastiti i Scaglia vapnenci (K₂), 38- Karbonatni fliš i klastiti (Pc,E), 44- Klastiti i karbonati s klastitima (M_{2,3}), 46- Litavac i klastične naslage s vulkanitima (M₄), 47- Vapnenačko-klastične naslage (M_{5,6}), 48- Klastiti i ugljen (M₇), 52- Klastične naslage (P₁,Q), 54a- Fluvijalne naslage (Q) (VELIĆ I VLAHOVIĆ (2009): Tumač geološke karte)

3. Pregled dosadašnjih istraživanja

Najstariju geološku kartu područja Medvednice, "Geognostička karta Uskočke i Zagrebačke gore", 1841. izrađuju J. Koztka i G. Faller. Osnivanjem geološkog zavoda u Beču 1849. započinje sustavno istraživanje geologije hrvatskih krajeva. Među austrijskim geolozima ističe se F. Foetterle koji 1861./62. objavljuje prvi geološki prikaz Medvednice, dok je prvi rad hrvatskog prirodoslovca napisao Lj. Vukotinović, koji 1855. opisuje tercijarne naslage Medvednice.

Nedugo nakon slijede i prvi radovi hrvatskih školovanih geologa Đ. Pilara, S. Brusine, M. Kišpatića i D. Gorjanovića-Krambergera.

Pilar opisuje građu i daje prvu geotektonsku skicu Medvednice (1881). Također objavljuje sarmatsku floru Susedgrada, Dolja i Sv. Nedelje (1883)

Brusina (1874-1902) opisuje brojne rodove i vrste miocenskih i pliocenskih mekušaca na području Okrugljaka i Markuševca.

Kišpatić (1918) analizira petrološko-geokemijska svojstva ortoškrljavaca Medvednice.

Gorjanović-Kramberger objavljuje brojne radove o geologiji Medvednice. 1908. objavljuje geološke karte u mjerilima 1:75 000 kojima prikazuje geološku građu Medvednice, a izdvaja prekarbon, karbon, karbon-perm, verfen, srednji i gornji trijas, gornju kredu, tercijar, kvartar i magmatske stijene. U brojnim radovima (1907, 1922, 1924) obrađuje tektonske odnose Medvednice, te u jugozapadnom dijelu Medvednice postavlja granicu između "Orijentalnog kopna i alpskog niza". Opisuje i tektonski postanak Zagrebačke terase (1907) te mijenja dotadašnje mišljenje Đ. Pilara i H.Hranilovića o zaleđenju Medvednice.

F. Koch (1919, 1924) opisuje gornjokrednu faunu Medvednice, te iznosi mišljenje da hrvatsko-slavonske planine sve do Drave pripadaju Dinaridima.

F. Tučan (1919) opisuje nalazišta i pojave ruda i korisnih minerala Medvednice i Samoborskog gorja.

V. Čubrilović (1933) opisuje tercijar jugozapadnog dijela Medvednice.

J. Poljak (1937) piše o pojavama brakičnih gornjooligocenskih naslaga i permskih pješčenjaka s gipsom u krajnjem jugozapadnom dijelu Medvednice.

V. Kochansky (1944, 1956) određuje brojnu faunu miocena Medvednice.

D. Nedela-Devide u brojnim radovima prikazuje gornjokredne naslage Medvednice i nalazišta globotrunkanskih vapnenaca (1951, 1953, 1954, 1956, 1957).

L. Marić (1959) opisuje metamorfne stijene Medvednice.

B. Crnković (1963) piše o petrografiji i petrogenezi magmatita sjeverne Medvednice.

K. Šikić prvi određuje naslage donje jure na Medvednici (1965).

I. Gušić i Lj. Babić (1973) opisuju paleogenske vapnence Medvednice.

Šikić et al (1979) izdaju Osnovnu geološku kartu, list Zagreb u mjerilu 1:100 00 sa tumačem.

K. Šikić i O. Basch (1975) opisuju geološka zbivanja od paleozoika do kvartara u zapadnom dijelu Medvednice.

M. Crnjaković (1979, 1981) piše o transgresivnom senonu i gornjosenonskom flišu, a 1989. opisuje plitkomorske sedimente donje krede.

J. Sremac i M. Mihajlović-Pavlović (1983) pišu o nalazu graptolita u paleozojskim škriljancima Medvednice.

I. Gušić (1971) i K. Šikić (1979) određuju gornjokrednu starost magmatsko-sedimentnog kompleksa.

K. Šikić (1995) uređuje Geološki vodič Medvednice. U suradnji s brojnim geolozima izdvaja najzanimljivije i najznačajnije geološke pojave Medvednice.

4. Metode istraživanja

Istraživanje za ovaj diplomski rad provedeno je na zadanom terenu i u laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta u Zagrebu.

Kao osnova pri terenskom radu korištena je topografska karta M 1:25 000, koja je uvećana za rad na terenu. Pri terenskom istraživanju korišteni su geološki čekić, geološki kompas i lupa.

Za izradu geološke karte, profila i stupa potrebno je prijeći čitav teren. Osnovne rute kretanja bili su brojni uglavnom neoznačeni šumski putevi kao i označene planinarske staze koje prolaze kroz gotovo čitavo područje istraživanja. Prilikom svake uočene promjene u litologiji potrebno je odrediti položaj na karti, opisati naslage, ako je moguće procijeniti debljinu slojeva i izmjeriti nagib i položaj slojeva. Sve promjene su opisane i označene u terenskom dnevniku, te su i fotografirane.

Prikupljene uzorke potrebno je laboratorijski obraditi i mikroskopirati. Prvi korak pri izradi mikroskopskih preparata je strojno piljenje uzoraka kako bi se dobila tanka pločica. Nakon što se dobije pločica veličine predmetnog stakalca, potrebno ju je ručno ispolirati. Pločica se polira na staklenoj ploči na kojoj se napravi smjesa vode i finog korundnog praha. Prije poliranja potrebno je dobro isprati pločicu pod mlazom vode, a zatim je kružim pokretima polirati. Nakon poliranja pločica se ponovo ispire, te se stavlja na grijač. Nakon što se pločice osuše, lijepe se na predmetno stakalce kanada balzomom koje se nanosi na ispoliranu stranu. Nakon što se ljepilo osuši, pločica se stavlja u stroj za stanjivanje koji ih dovede na submilimetarsku debljinu.

Dobiveni preparati su analizirani pod optičkim mikroskopom, te su fotografirani. Za odredbu karbonatnih stijena korištene su Dunhamova klasifikacija (DUNHAM, 1962) i Folkova klasifikacija (FOLK, 1959). Markofosilni sadržaj određen je usporedbom teenskih uzoraka sa slikama iz Geološkog vodiča Medvednice (ŠIKIĆ 1995), a mikrofosilni sadržaj je određen usporedbom mikroskopskih preparata sa slikama iz baze podataka <https://foraminifera.eu/> [1].

5. Rezultati istraživanja

5.1. Paleozoik

Paleozojski metamorfiti najstarije su stijene istraživanog područja. Razlikuju se zeleni škriljavci s obilježjima magmatita i niskometamorfni škriljavci s više ili manje sačuvanim karakteristikama sedimentata, odnosno ortometamorfiti i parametamorfiti. Prostorni odnosi metamorfita ukazuju na vulganogeno-sedimentni kompleks što znači da su ishodišne stijene metamorfozirane istovremeno. Nastale su djelovanjem regionalnog metamorfizma pod PT uvjetima grinšist facijesa do zone gornjih mikašista (ŠIKIĆ, BASCH & ŠIMUNIĆ, 1979).

Ortometamorfiti šireg područja predstavljeni su zelenim škriljalcima masivnog i škriljavog habitusa (MARIĆ, 1959), dok se na području istraživanja mogu naći samo trošni izdanci zelenih škriljavaca masivnog habitusa (Slika 4). Granoblastične su do lepidoblastične strukture sa rijetko sačuvanim reliktnim strukturama gabra, dijabaza i dolerita (Tabla I, slika 1). Isti autor određuje i mineralni sastav. Grade ih plagioklas, aktinolit, epidot, coisit, klorit, titanit, sericit, magnetit, rutil, pirit i kalcit. Kemijske analize M. Kišpatića (1918) i L. Marića (1959) pokazuju kemizam gabrodioritskih stijena. Na temelju kemizma, mineralnog sastava i pronađenih reliktnih struktura zaključuje se da ortometamorfiti predstavljaju izmjenjene hipoabisalne i efuzivne produkte gabroidne magme (ŠIKIĆ, BASCH & ŠIMUNIĆ, 1979). Isti autori pretpostavljaju da su navedeni magmatiti u geosinklinalnoj fazi utiskivani u seriju paleozojskih sedimentata i naknadno zajedno s njima metamorfozirani.



Slika 4: Izdanak zlenih škriljavaca

Parametamorfne stijene kao i na čitavom području središnjeg kompleksa Medvednice okružuju glavnu masu ortometamorfitita. Kontakt sa mlađim, miocenskim i krednim stijenama, uglavnom je tektonski. Parametamorfiti šireg područja su nejednako zahvaćeni metamorfizmom, pa se razlikuju stijene različitog stupnja metamorfizma od slejtova do škriljavaca zone gornjih mikašista (ŠIKIĆ, BASCH & ŠIMUNIĆ, 1979).

Iako slabo zastupljene, na terenu se lako razlikuju dvije vrste parametamorfnihi stijena. Grafititni (kalcitni) škriljavci (Slika 5) imaju veliku rasprostranjenost na terenu, plavosive su boje, a na trošnim površinama se lako lome na pločaste odlomke.

Slabije metamorfozirane karbonatne stijene (vapnenci) (Slika 6) lako se razlikuju jer su često prošarani kalcitnim žilama. Radi se o masivnim, kompaktnim, slabo škriljavim vapnencima plavo sive boje, kojima je škriljavost rijetko naglašena primjesama minerala koji se slažu u isprekidanim prosljocima. U mikroskopskom preparatu, uz izraženu pojavu minerala kvarca i feldspata mogu se uočiti veliki kalciti, kao i pojava kalcitnih žila. (Tabla I, Slika 2).



Slika 5: Trošni izdanak kalcitnog škriljavca



Slika 6: Slabo metamorfoziran vapnenac prošaran kalcitnim žilama

Unutar naslaga parametamorfita mjestimično se nalaze i sedimenti sa slabo izraženim metamorfizmom. To su šejlovi, siltiti, grauwake, grauvakni konglomerati i brečokonglomerati.

Parametamorfiti i ortometamorfiti šireg područja genetski su povezani, te su skupa činili jedinstveni vulkanogeno-sedimentni kompleks na kojeg ukazuju nalasci tufova (Tabla II, Slika 1) unutar geosinklinale koja je postojala tijekom starijeg paleozoika. Točna starost metamorfnog kompleksa Medvednice i dalje nije određena, te su podjeljena mišljenja brojnih autora, koje navodi K. Šikić (1995):

D. Gorjanović-Kramberger (1908) ističe povezanost ovih stijena, te navodi da su zeleni škriljavci, blijesnaci i filiti prekarbonske, a ostali škriljavci karbonske starosti.

S. Miholić (1958) na temelju ispitivanja apsolutne starosti zelene škriljavce svrstava u mladi arhaik.

Ž. Đurđanović (1968, 1973) na temelju istraživanja konodonata iz vapnenačkih stijena jugoistočnih padina Medvednice određuje raspon devon-karbon a također navodi postojanje metamorfnih stijena trijase starosti.

J.Sremac i M. Mihajlović-Pavlović (1983) ukazuju na prisutnost silura u metamorfnom kompleksu.

5.2. Trijas

Na širem području Medvednice, tijekom trijasa se talože marinski plitkovodni do lagunarni klastični i vapnenački sedimenti s evaporitima. Krajem donjeg trijasa sve je izraženija karbonatna komponenta, a već tijekom srednjeg trijasa prevladava vapnenačka sedimentacija. U srednjem trijasu su također obnovljeni tektonski pokreti koji se smiruju tijekom karnika kad se uspostavlja vapnenačka sedimentacija platformnog tipa na širem prostoru Unutrašnjih Dinarida.

Na istraživanom su području prisutni dolomiti gornjeg trijasa. Šikić, Basch & Šimunić (1979) debljinu naslaga gornjotrijaskih dolomita procjenjuju na oko 800 metara. Nadalje navode kako zbog debele monotone serije dolomita i nedostatka fosila nije bila moguća podjela gornjeg trijasa na katove. Prijelazi ladinik - gornji trijas – donja jura su postupni pa su granice na širem području tek približno locirane. Veći dio dolomita ima jasnu horizontalnu laminaciju algalnog podrijetla, a uz njih se rijede javljaju i homogeni mozaični i zrnasti dolomiti. Sedimentacija se odvijala u vrlo

plitkoj litoralnoj sredini, subtajdalu do supratajdal, a dolomitizacija se dogodila u ranoj fazi dijageneze.

Gornjotrijaski dolomiti (Slika 7) istraživanog područja otkriveni su na zapadnom dijelu. Uska zona dolomita u navlačnom je kontaktu s gornjokrednim naslagama dok se na nju s južne strane transgresivno talože badenski sedimenti. Kontakti su na većini područja prekriveni produktima trošenja i vegetacijom. Gornjotrijaski su dolomiti značajan litološki član u geološkoj, odnosno strukturnoj građi jugozapadnog dijela Medvednice.

Dolomiti istraživanog područja su masivni, gromadasti, dok se tek na rijetkim izdancima mogu zapaziti slojevi centimetarskih do metarskih dimenzija. Tamnosivi do sivoplavi dolomiti nalaze se u podinskom dijelu, a boju im daje povećan sadržaj glinovite tvari. U višim dijelovima dolomiti su svijetlosive boje. U sitnozrnatim dolomitima česte su pojave kalcitnih žila (Tabla II, Slika 2).



Slika 7: Dolomiti gornjeg trijasa

5.3. Kreda

Kredne naslage istraživanog područja stratigrafskog su raspona konijak-mastriht. Krajem turona na širem prostoru Unutrašnjih Dinarida prestaje vulkanizam i opet se izdiže i okopnjava velik dio područja, a kopnena faza traje do kampana. Tektonskim pokretima tijekom kampana dolazi do produbljanja taložnog prostora, kao i djelova Tisije koji su zahvaćeni marinskom transgresijom. Velika raznolikost facijesa kampana i mastrihta ukazuju na konstantan tektonski nemir i česte promjene dubine taloženja.

Naslage predstavljaju sedimentaciju u slijedu od lepezne delte, preko hemipelagičkih taloga šelfa do turbidita kontinentske padine i bazenskog dna. Smještene su na sjevernom i središnjem dijelu istraživanog područja, a razlikuje se nekoliko facijesa:

5.3.1. Bazne naslage

Bazne naslage izgrađuju sivozeleni konglomerati (Slika 8) s lećama krupnozrnatog karbonatnog pješčenjaka. Geološki slijed najmlađih gornjokrednih naslaga detaljnije je opisan u Geološkom vodiču Medvednice (ŠIKIĆ 1995). Autor ističe kako su bazni konglomerati taloženi u sedimentnom sustavu lepezne delte te predstavljaju delta-front. Transgresivno leže na paleozojskim metamorfima. Slabo su sortirani debris-flow mehanizmom, klastopotporni su do matrikspotporni, a zadrže centimetarske dobro zaobljene valutice. Valutice uglavnom grade pješčenjaci, rijetko metamorfiti ili kvarc. Udio pješčenjačkih leća raste naviše, a rijetko sadrže i sferične valutice promjera manjeg od 1 cm. Analizom mikroskopskih preparata uočavaju se brojni fragmenti neodredivih školjkaša, puževa i bodljikaša uz velika zrna kvarca. (Tabla III, Slika 1).

M. Crnjaković (1979) opisuje naslage gornjeg toka Mikulić potoka. Tvrdi da su konglomerati taloženi na obali ili neposredno uz obalu uz snažno djelovanje valova.



Slika 8: Bazni konglomerati, slabije litificirane vršne naslage

5.3.2. Scaglia vapnenci

Radi se o pelagičkim sedimentima a čine ih svijetlosivi, crvenosmeđi i crveni listićavi do pločasti, dobro uslojeni vapnenci (Slika 9). Glinovita komponenta raste naviše, te se u vršnim djelovima javljaju laporoviti vapnenci i lapori.

Scaglia vapnenci su pelagički biomikriti bogati globotrunkanama (Tabla III, Slika 2) na koje ukazuje Nedela-Devide (1951, 1953). Na temelju odredbe brojnih vrsta globotrunkana scaglia vapnence svrstava u srednji ili gornji kampan. Uz globotrunkane također se pojavljuju globigerine (Tabla IV, Slika 1).

Nalazak istih globotrunkanskih vapnenaca na širem području ukazuje na marinsku povezanost i približno izjednačavanje uvjeta sedimentacije na širem prostoru za vrijeme starijeg dijela najmlađe krede (ŠIKIĆ, BASCH & ŠIMUNIĆ, 1979). Autori zapažaju prijelaz pelagičkih mikrita i biomikrita u pjeskovite biomikrite i biokalkarenite na temelju čega zaključuju postojanje bližih

kopnenih i plitkovodnih područja. Babić, Gušić i Nedela-Devide (1973) navode gornjokampansku starost scaglia vapnenaca.

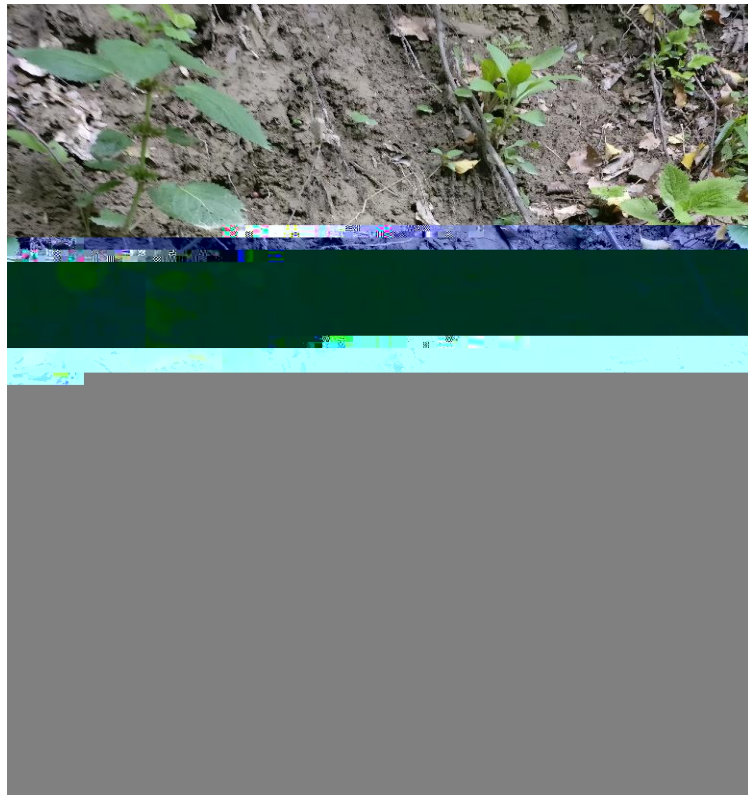


Slika 9: Scaglia vapnenaci

5.3.3. Flišolika serija najmlađe krede (Gozavske naslage)

Flišolika serija najmlađe krede, prema Šikić, Basch i Šimunić (1979), odraz je tektonskih pokreta na širem području. Izdignuti kopneni okoliši davali su detritični materijal i klastična sedimentacija je potiskivala pelagičku. Taloženi su lapori i šejlovi s prijelazima u siltite i subgrauvakne pješčenjake, a ponegdje lapori prelaze u laporovite vapnenice. Gotovo u cijelom području ove naslage su predstavljene tankouslojenim laporima (debljina slojeva do 5cm) sa nešto proslojaka kompaktnijih siltita do siltoznih pješčenjaka (Slika 10), a rijetki su i ulošci vapnenca. Prema A. Polšaku (1985), koji u naslagama najmlađe krede razlikuje tri približno istodobna facijesa (grebenski, lagunski i bazenski), ovi lapori s ulošcima vapnenca i siltita mogu se uvrstiti u lagunski (gozavski) facijes koji se nalazio između kopna i barijernog grebena. Terigeni materijal je rijekama bio donasan s kopna i taložen u mirnim sedimentacijskim uvjetima lagune. Taloženje vapnenaca zbivalo se u fazama oslabljenog donosa klastičnog materijala s kopna, kada do jačeg izražaja dolazi

donos bioklastičnog materijala s grebena. Taj donos bioklastičnog materijala ipak je bio puno slabiji nego donos terigenog materijala, što se može zaključiti po prevladavanju terigene komponente na području istraživanja (Tabla IV, Slika 2).



Slika 10: Izdanak flišolikih naslaga najmlađe krede

5.3.4. Turbiditne naslage

Na Scaglia vapnence se talože turbiditni sedimenti (Slika 11). Predstavljaju naglu promjenu mehanizma taloženja, od normalnog gravitacijskog taloženja biomikrita do gravitacijskog tečenja mutne suspenzije niz padinu (ŠIKIĆ, 1995). Isti autor turbidite gornjokampanske starosti šireg područja svodi na Boumin model. Počinju sa sitnozrnatim, paralelno laminiranim siltnim karbonatnim pješčenjacima (Tb). Na njih slijede karbonatni siltiti sa blagom valovitom laminacijom (Tc) i paralelno laminirani siltni lapori (Td). Turbiditi završavaju sa debelim intervalom masivnog mikrita (Te). Sadrže kršje rudista i drugih školjkaša, koralja, puževa, algi i krupnih orbitoida. (Tabla V, Slika 1, Slika 2). Turbiditi istraživanog područja su iznimno

sitnozrnati zbog čega sekvencije imaju slabu granulometrijsku razliku pa su uglavnom neprepoznatljive.



Slika 11: Turbiditi

5.4. Neogen

Naslage neogenske starosti dominiraju područjem istraživanja, a nalazimo ih na čitavoj južnoj polovici terena. Na terenu se nalaze naslage srednjeg miocena, a s obzirom na tadašnji položaj područja, za stratigrafsku podjelu se koristi podjela neogena za područja središnjeg dijela Paratethysa, što znači da se radi o naslagama badena, sarmata i panona. Naslage miocena obilježavaju prijelaz iz marinske sedimentacije u slatkovodnu. Tijekom badena dolazi do

maksimuma marinske transgresije, a u sarmatu se prekida veza s Tethysom zbog čega dolazi do zatvaranja i oslađivanja taložnog prostora.

5.4.1. Baden

Za vrijeme badena Medvednica je bila otok, a badenske nalage su taložene duž njenih padina. U donjem badenu je nastavljena transgresija započeta u karpatu do čijeg maksimuma dolazi tijekom gornjeg badena. Zbog maksimuma transgresije more je pokrilo jugozapadne i sjeveroistočne dijelove Medvednice na kojima gornjobadenske stijene uglavnom direktno leže na gornjotrijaskim dolomitima, dok naslage donjeg badena uglavnom leže na karpatskim naslagama. Naslage badena transgresivno naliježu na starije naslage, a granica predstavlja obalnu liniju tijekom badena, koja zbog erozijskih i tektonskih procesa nije svugdje na istoj nadmorskoj visini. Zbog dobre otkrivenosti i pristupačnosti izdanaka, dijelom zbog brojnih kamenoloma, kao i bogatog fosilnog sadržaja naslage badena su detaljno istražene. Na području istraživanja mogu se pronaći naslage gornjeg badena. Bazne naslage su uglavnom dolomitne breče na koje se talože plitkovodni bioklastični vapnenci bogati kršjem razaranih grebena. U nešto dubljim, mlađim djelovima talože se glinoviti i pjeskoviti lapori.

V. Kochansky (1944, 1956) izdvaja tri badenska razvoja: Doljanski, Čučerski i Zelinski. Nalage badena istraživanog područja pripadaju doljanskom razvoju, a ona izdvaja šest facijesa: badenski lapor, obalni konglomerat, litavac u užem smislu, nuliporni vapnenac, pješčenjak i pjeskoviti lapor. Gorjanović-Kramberger (1908) izdvaja tri facijesa: obalne litotamnijske vapnence, bazalne konglomerate i pješčenjake i lapore.

Na temelju terenskih opažanja, badenski facijesi područja istraživanja podjeljeni su na: bzne naslage, Litotamnijske vapnence, spongitne kalksiltite i badenske pješčenjake.

5.4.1.1. Bazne naslage

Bazne naslage predstavljene su brečama koje diskordantno leže na kompaktnom gornjotrijaskom ranodijagenetskom dolomitu. Nastale su mehaničkim trošenjem trijaskе podloge i taloženjem kršja dolomita u udubinama reljefa. Uglavnom uglati klasti su dolomitni, a vezivo je dolomitni pijesak (Slika 12). Ovakve naslage ukazuju na početak gornjobadenske transgresije,

kada dolazi do maksimuma transgresije te more pokriva gornjotrijasku podlogu jugozapadnih padina Medvednice.



Slika 12: Bazna dolomitna breča

5.4.1.2. Litotamnijski vapnenci

Bijele do žute gromadaste stijene su poznatije pod nazivima "litavac" i "litotamnijski vapnenac". Niži dio ovih naslaga grade biolititi, dok su u višim djelovima bioakumulirani sedimenti uz rijetke

pojave siliciklastičnog detritusa. Zbog izluživanja dolomitnih klasta i ljuštura školjki stijena je puna šupljina, što joj daje "spužvast" izgled (Slika 13). Stijene sadrže bogatu grebensko-prigrebensku zajednicu mikrofosila među kojima se ističu koralinacejske alge *Lithothamnium* sp. (Tabla VI, Slika 1), uz presjeke školjkaša i foraminifere *Quinqueloculina* sp. i *Cibicides* sp. (Tabla VI, Slika 2), dok se od makrofosila ističu puževi *Conus* sp. (Slika 14). Mikrofosilni sadržaj upućuje na bogatu organsku produkciju u eulitoralnoj, priobalnoj zoni, u taložnoj okolini visoke energije. Visokoenergetski uvjeti su razarali biohermalne tvorevine i materijal odlagali u prigrebenskoj zoni. Na terenu naslage leže na dolomitnim brečama, a završni slojevi su ravno uslojeni biokalkareniti koji ukazuju na daljnje produbljavanje taložnog prostora. (Slika 15).



Slika 13: Litotamnijski vapnenac



Slika 14: *Conus sp.*



Slika 15: Izdanak litotamnijskog vapnenca sa završnim slojevima ravno uslojenih biokalkarenita

5.4.1.3. Spongiti kalksiltiti

Kalksiltiti se kontinuirano talože na bioakumulirane sedimente prethodno opisanog facijesa. Osnovno obilježje ovih stijena je visok udio spongitnih iglica koje se osjete na dodir. U višim djelovima se uočava horizontalna laminacija zbog izmjene tankih lamina silta i gline. Kalksiltiti donjeg dijela su taloženi iz suspenzije dok je vršni laminirani dio posljedica sezonskih klimatskih promjena. Naslage ukazuju na nastavak produbljavanja taložnog prostora i mirnije uvjete taloženja dalje od obale. Sedimenti su sive boje i iznimno rahli (Slika 16), a gornjobadenska starost naslaga je dokazana čestom pojavom školjke *Lucinoma* sp. (Slika 16) i *Cardium* sp. (Slika 17). U mikroskopskim preparatima se uočavaju iglice spužvi, kao i kršje neodredivih mekušaca mekušaca i bentičkih foraminifera. (Tabla VII, Slika 1).



Slika 16: Rahli spongiti kalksiltiti uz čest fosil *Lucinoma* sp.



Slika 17: *Cardium* sp.

5.4.1.4. Badenski pješčenjaci

Mjestimično se na prijelazima baden – sarmat nalaze i naslage pješčenjaka. Pješčenjaci su sitnozrnati do krupnozrnati, a zbog trošenja često prelaze u pijeske. Stijene su trošne pa je teksturne karakteristike jako teško prepoznati (Slika 18). U gornjim dijelovima podsjećaju na koso koritnu laminaciju. Naslage su bogate fragmentima mekušaca, algi, krinoida i rodoida. Mikroskopski preparati ukazuju na iznimnu fosilifernost ovih naslaga, a uz brojne fragmente puževa, školjkaša, algi i rodoida ističu se: *Ammonia* sp. i *Elphidium* sp. (Tabla VII, Slika 2, Tabla VIII, Slika 1).



Slika 18: Badenski pješčenjaci

Nalasci školjkaša *Phacoides* sp. i *Diloma* sp. (Slika 20) također potvrđuju gornjobadensku starost.



Slika 19: *Phacoides* sp.



Slika 20: *Diloma* sp.

5.4.2. Sarmat

Prijelaz iz badena u sarmat obilježen je prekidom veza Paratethysa sa Tethysom. Taložni prostor Paratethysa se izolira i oslađuje zbog čega dolazi do taloženja brakičnih sedimenata koji su u jugoistočnim djelovima Medvednice talože od Podsuseda do Mikulića konkordantno s gornjobadenskim naslagama. Sarmatske naslage su taložene u priobalnim zonama, te su uglavnom vidljivo laminirane. Sarmatske naslage područja istraživanja predstavljene su koso koritno uslojenim biokalkarenitima i onkoidnim vapnencima.

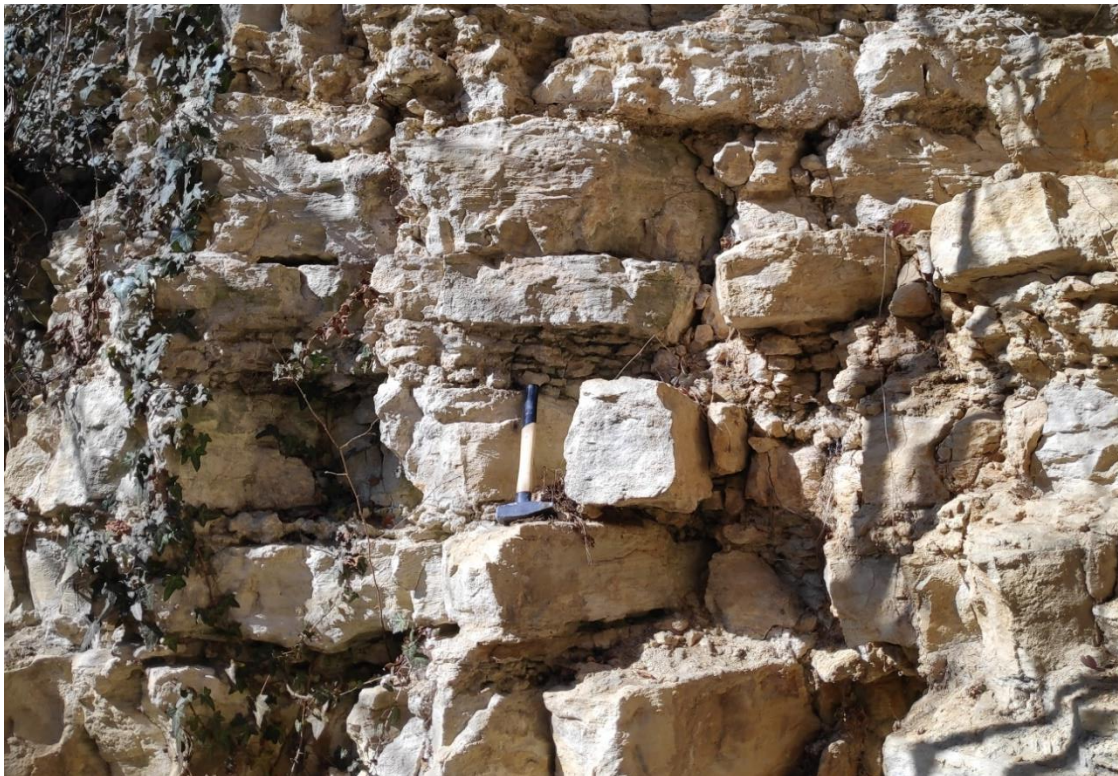
5.4.2.1. Koso koritno uslojeni biokalkareniti

Sedimenti su bijele boje uz dominantnu teksturu koso koritne laminacije (Slika 21) s izmjenama jače i slabije petrificiranih slojeva (Slika 22). Jače litificirani slojevi su uglavnom decimetarskih dimenzija, odvojeni uglavnom centimetarskim slojevima rahlijeg sedimenta. U središnjem dijelu istraživanog izdanka je kanalsko tijelo koje sadrži decimetarske leće lapora. Vezivo je uglavnom sparit, a stijena je dobro porozna (Tabla VIII, Slika 2, Tabla IX, Slika 1). Sedimenti su taloženi u

plitkom, marinsko-brakičnom priobalnom okolišu visoke energije. Naslage su bogate ostacima marinsko-brakičnih mekušaca sarmata (Slika 23). Na sarmatske biokalkarenite se uz kratki prekid sedimentacije talože panonske Croatica naslage, dok se kao prijelazne naslage mogu pojaviti i onkoidni vapnenci.



Slika 21: Izražena koso koritna laminacija sarmatskih biokalkarenita



Slika 22: Izmjena jače i slabije litificiranih slojeva sarmata



Slika 23: Češći makrofosili unutar sarmatskih biokalkarenita

5.4.2.2. Onkoidni vapnenci

Izdanak onkoidnog vapnenca (Slika 24) metarske debljine bočno se pruža desetak metara iznad završetka Kustošijanske ceste, na istočnom dijelu područja istraživanja. Sediment je kompaktan, bijele boje, jako bioturbiran s gusto složenim krupnim onkoidnim zrnima. Slabo je uočljiva kosa laminacija. Jezgre onkoida su uglavnom fragmenti koralinacejskih algi, a vezivo je sparitno, a u mikroskopskim preparatima se uočavaju fragmenti neodredivih bodljikaša, mekušaca, crvenih algi, te foraminifera (Tabla IX, Slika 2). Okoliš taloženja je plitko priobalno more uz visoku energiju vode. Na onkoidni vapnenac konkordantno se talože panonski glinoviti vapnenci pa su opisane naslage bitan kronostratigrafski marker koji označava prijelaz iz sarmata u panon. Starost potvrđuje nalaz školjkaša *Ervila* sp.(Slika 25).



Slika 24: Onkoidni vapnenci



Slika 25: *Ervila* sp.

5.4.3. Panon

Prijelaz iz sarmata u panon obilježen je novim tektonskim pokretima koji dovode do razdvajanja Paratethysa u manje bazene. Središnji Paratethys se izolira i nastaje Panonski bazen koji se dalje oslađuje. Panonski sedimenti okružuju Medvednicu, a na jugoistočnim padinama su otkriveni u području Podsuseda, Krvarića i Mikulića.

Leže kontinuirano na sarmatskim sedimentima, a predstavljeni su uglavnom pločastim glinovitim vapnencima. Na području Medvednice panonske naslage se dijele na Croatica naslage i Banatica naslage. Croatica naslage su karakteristične za stariji panon, a određene su provodnim fosilom puža *Radix croatica* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, dok su Banatica naslage vezane uz mlađi panon a određene ostatcima školjkaša *Congeria banatica* R.HOERNES. Na istraživanom području se nalaze samo starije Croatica naslage.

5.4.3.1. Croatica naslage

Croatica naslage se talože ili neprekinuto ili uz kratku erozijsku fazu na prethodno opisane sarmatske slojeve. To su ravno uslojeni glinoviti vapnenci (Slika 26). Naslage su iznimno fosiliferne, a zbog oplićavanja taložnog prostora nalazimo ostatke puževa koji su naseljavali plitke jezerske okoliše, među kojima se ističu *Radix croatica* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER i *Gyraulus dubius* GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, koji na terenu nisu identificirani zbog iznimne fragmentiranosti fosila (Slika 27). Naslage su taložene u plitkim, mirnim jezerskim okolišima. Mikroskopski preparati pokazuju da se radi o pelmikritima u kojima se ostatke gastropoda također mogu naći zrna kvarca (Tabla X, Slika 1).

Gorjanović-Kramberger (1890) te naslage izdvaja kao preponski bijeli vapneni lapor, a K. Jenko (1944) ih naziva Croatica naslagama.



Slika 26: Croatia naslage



Slika27: Ostatci brakičnih puževa unutar Croatia naslaga

6. Zaključak

Na temelju terenskih opažanja i laboratorijske obrade uzoraka određene su naslage paleozoika, gornjeg trijasa, gornje krede i miocena.

Paleozojske stijene su predstavljene metamorfita, pretpostavljene starosti devon-karbon. Razlikuju se parametamorfiti i ortometamorfiti. Odnosi metamorfita su isti kao i na širem područje Medvednice, odnosno parametamorfiti okružuju glavnu masu ortometamorfita.

Naslage gornjeg trijasa, smještene su na zapadnom dijelu istraživog područja, predstavljene su ranodijagenetskim dolomitima. Gornjorijaski dolomiti su smješteni u uskoj zoni pružanja jugozapad-sjeveroistok, sa sjeverne strane su u navlačnom kontaktu sa krednim naslagama dok se na nju s južne strane transgresivno talože badenski sedimenti.

Na sjevernom dijelu istraživog područja izdaju gornjokredne naslage. Unutar njih su određena četiri facijesa: bazni konglomerati, pelagički "scaglia vapnenci", flišolika serija najmlađih gornjokrednih sedimenata i turbiditni sedimenti. Naslage predstavljaju sedimentaciju u slijedu od lepezne delte, preko hemipelagičkih taloga šelfa do turbidita kontinentske padine i bazenskog dna. Velika raznolikost krednih sedimenata odraz je konstantnog tektonskog nemira na prostoru, koje dovodi do učestalih promjena dubine taložnog okoliša.

Južni dio istraženog terena obilježen je miocenskim naslagama. Unutar njih, badenske naslage predstavljene su baznim dolomitnim brečama na koje naliježu biolititi i bioklastični vapnenci poznatiji kao "litotamnijski vapnenci" a na njima slijede spongitni kalsiltiti, a također se mogu pronaći i fosiliferni badenski pješčenjaci. Prijelaz u sarmat označen je početkom taloženja brakičnih naslaga, odnosno koso koritno uslojenih biokalkarenita na koje naliježu prijelazni koso laminirani onkoidni vapnenci. Najmlađe naslage istraživog područja su donjopanonski ravno uslojeni glinoviti vapnenci poznatiji kao "Croatica naslage".

Naslage miocena predstavljaju prijelaz iz marinske sedimentacije u slatkovodnu. Tijekom badena dolazi do maksimuma marinske transgresije, a u sarmatu se prekida veza s Tethysom zbog čega dolazi do zatvaranja i oslađivanja taložnog prostora.

7. Literatura

BABIĆ, L.J., GUŠIĆ, I., NEDELA-DEVIDE, D. (1973): Senonski kršnici na Medvednici i njihova krovina. *Geološki vjesnik*, 25, Zagreb, str. 11-27.

CRNJAKOVIĆ, M. (1979): Sedimentacija transgresivnog senona na južnim padinama Medvednice. *Geološki vjesnik*, 32, Zagreb, str. 81-95.

DUNHAM, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. In: Ham, W. E. (ed.), *Classification of carbonate rocks: American Association of Petroleum Geologists Memoir*, str. 108-121.

ĐURĐANOVIĆ, Ž. (1967): Conodonten des alteren Palaozikums (Ludlow) des Gebirges Medvednica (Zagrebačka gora). *Bull. Sci. Cons. Acad. Yugosl.*, (A), 12/9-10, Zagreb, str. 93-103.

ĐURĐANOVIĆ, Ž. (1973): O paleozoiku i trijasu Medvednice (Zagrebačke gore) i područja Davora na Uni na temelju konodonata. *Geološki vjesnik*, 25, Zagreb, str. 83-101.

FOLK, R. L. (1959): Practical petrographic classification of limestones: *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, v. 43, str. 1-38.

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1890): Die praepontischen Bildungen des Agramer Gebirges. *Glasn. Hrv. Naravnosl. Društva*, 5, Zagreb, str. 154.

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1907): Da li je bila gora Zagrebačka oledena i kako je postala Zagrebačka terasa. *Glasnik hrvatskog naravnoslovnog društva*, 19, Zagreb, str. 37-43.

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER, D. (1907): Die geotektonischen Verhältnisse des Agramer Gebirges und die mit denselben im Zusammenhang stehenden Erscheinungen. *Anhang zu den Abhandl. Preuss. Akad. Wiss., Berlin*. Str. 22

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1908): Geologijska prijegledna karta Kraljevine Hrvatske-Slavonije. Tumač geologijskoj karti Zagreb (Zona 22, col. XIV). Nakl. Kralj. Zemalj. Vlade, Odjel unutar. Poslova, Zagreb, str. 1-50.

HERAK, M. (1991): Dinaridi. Mobilistički osvrt na genezu i strukturu. *Acta geol.*, 21/2 (Prir. Istraž. 63), HAZU, Zagreb, str. 35-117.

Hrvatski geološki institut (2009): *Geološka karta Republike Hrvatske M 1:300.000*. – Hrvatski geološki institut, Zavod za geologiju, Zagreb.

Tumač: Velić & Vlahović (2009): Tumač geološke karte 1:300.000. – Hrvatski geološki institut, Zagreb, 147 str.

JENKO, K. (1944). Viviparus šukljei n. sp. aus den oberen Paludinenschichten Slavoniens. Vjestnik Hr. državnog geološkog zavoda i Hrvatskog državnog geološkog muzeja. 2/3, str. 71-73.

KIŠPATIĆ, M. (1918): Die Eruptivgesteine und kristallinische Scheifer des Agramer Gebirges. Glasn. Hrv. Prirodosl. Društva, 30, Zagreb, str. 1-25.

KOCHANSKY, V. (1944): Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore). Vjesnik hrv.-drž. geol. zavoda i Hrv. drž. geol. muzeja, 2-3, Zagreb, sr. 171-280.

KOCHANSKY-DEVIDE, V. (1957): O fauni miocena i tortonskom "šliru" Medvednice (Zagrebačka gora). Geološki vjesnik, 10, Zagreb, str. 39-50.

MARIĆ, L. (1959): Mineralne facije u metamorfnim stijenama Medvednice (Zagrebačke gore), Geološki vjesni, 12, Zagreb, str. 205-218.

MIHOLIĆ, S. (1958): Nuklearna geologija. Geološki vjesnik, 11, Zagreb, str. 229-254.

NEDELA-DEVIDE, D. (1951-53): Nalazi globotrunkana u Medvednici, Zrinskoj gori, Boki Kotorskoj i okolici Budve, Geološki vjesnik, 5-7, Zagreb, str. 299-315.

POLŠAK, A. (1985): Granica između krede i tercijara u svijetlu stratigrafije i sedimentologije biolititnog kompleksa u Medvednici (sjeverna Hrvatska). Acta geol., 15/1, Jugosl. akad. Zagreb, str. 1-23.

SREMAC, J. & MIHAJLOVIĆ-PAVLOVIĆ, M. (1983): Graptoliti Medvednice (Zagrebačke gore). Rad JAZU, 404, Zagreb, str. 65-57.

ŠIKIĆ, K. (1995): Geološki vodič Medvednice, Int. geol. istr. Zagren, INA-Naftaplin, Industrija nafte d.d. Zagreb, Zagreb, 199 str.

ŠIKIĆ, K., BASCH, O. & ŠIMUNIĆ, A. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ, list Zagreb 1:100.000 L 33-80- Inst. geol. istraž., Zagreb (1972), Savezni geol. zavod, Beograd.

ŠIKIĆ, K., BASCH, O. & ŠIMUNIĆ, A. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ, 1:100.000. Tumač za list Zagreb L 33-80. Inst. geol. istraž. Zagreb (1972), Savezni geol. zavod, Beograd, str. 17-45.

[1] <https://foraminifera.eu/>

Prilozi

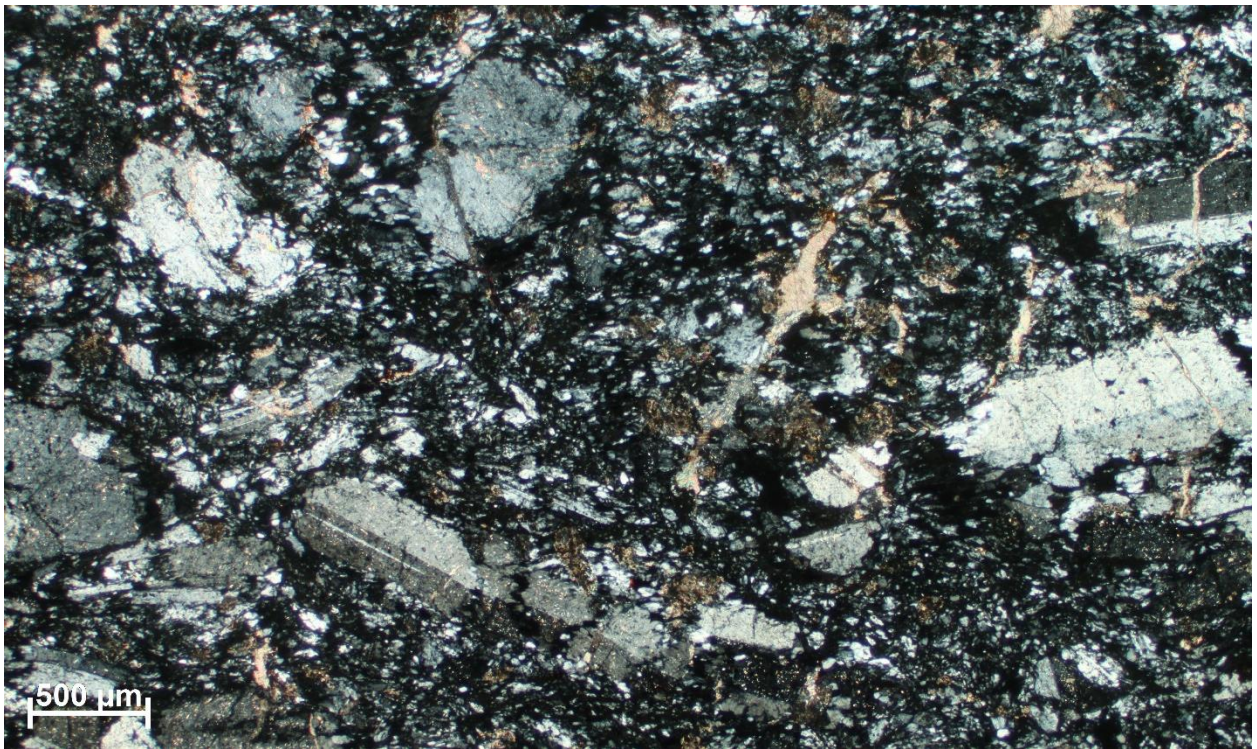
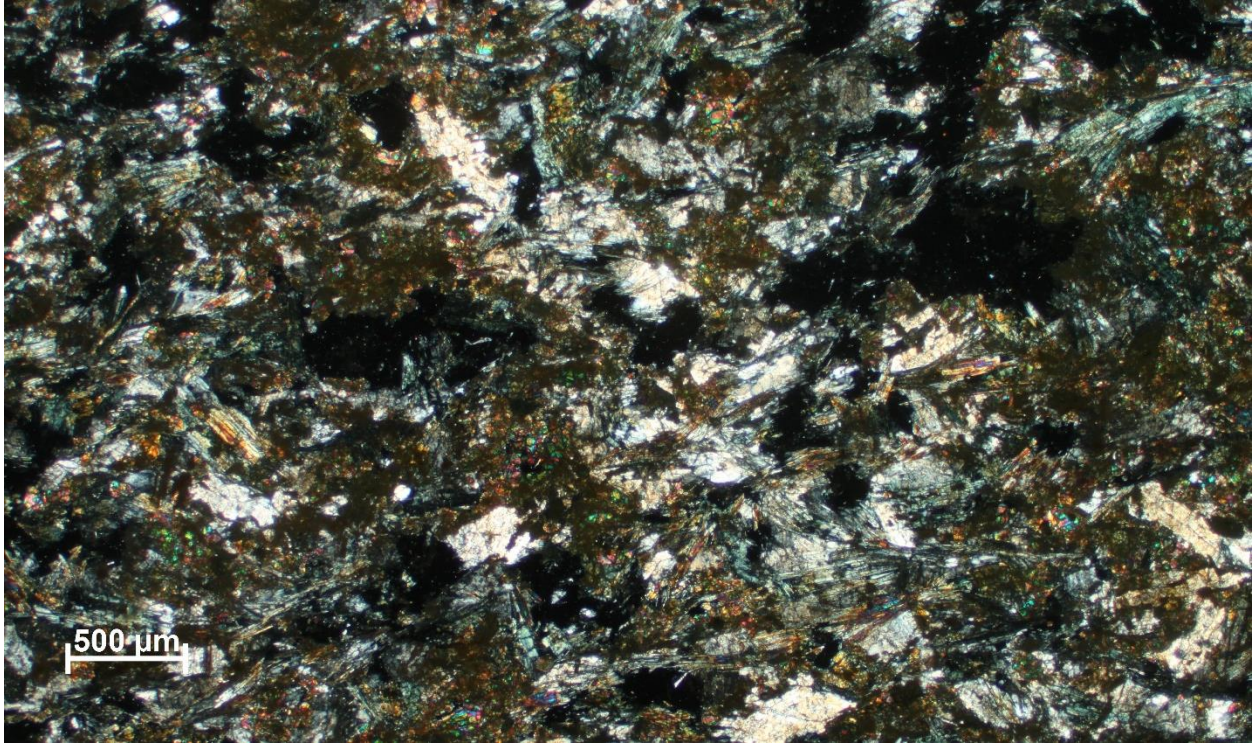
1. Table – fotografije mikroskopskih uzoraka
2. Topografska karta područja istraživanja s označenim točkama uzorkovanja
3. Geološka karta područja istraživanja s naznačenim profilom A-B i točkama uzorkovanja
4. Geološki profil A-B i geološki stup

Table

Slika 1: Zeleni škriljavac masivnog habitusa grnoblasične do lepidoblastične strukture (N⁺)

Slika 2: Kalcitne žile u slabije metamorfoziranim vapnencima (N⁺)

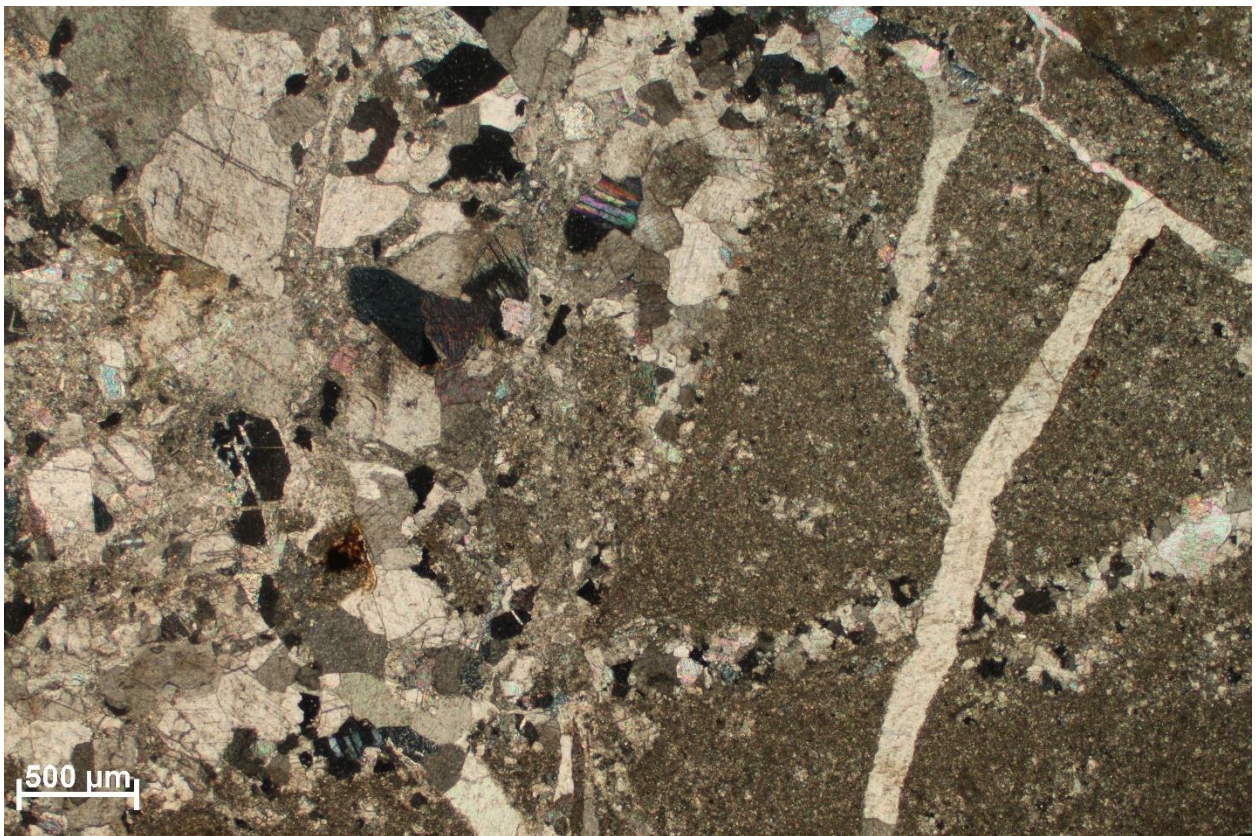
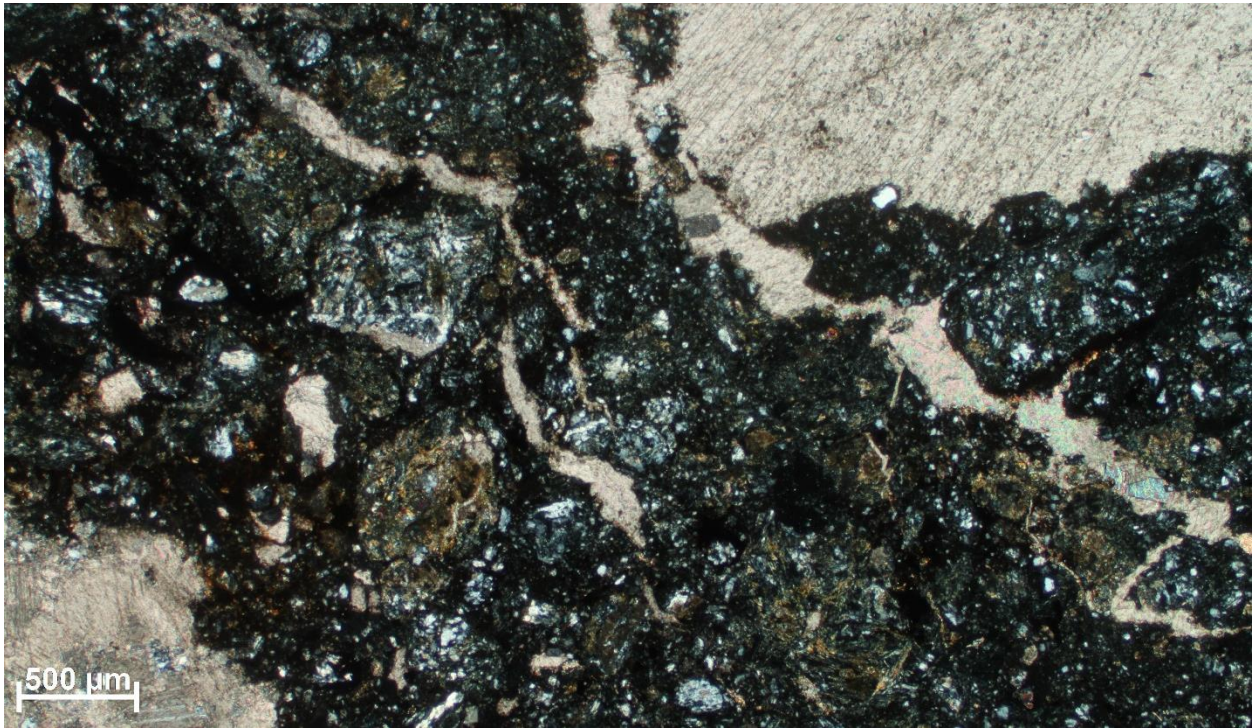
Tabla I



Slika 1: Tuf porfirne strukture sa utruscima feldspata u sitnozrnatij osnovi (N⁺)

Slika 2: Kataklijzirani ranodijagenetski dolomit prošaran kalcitnim žilama (N⁺)

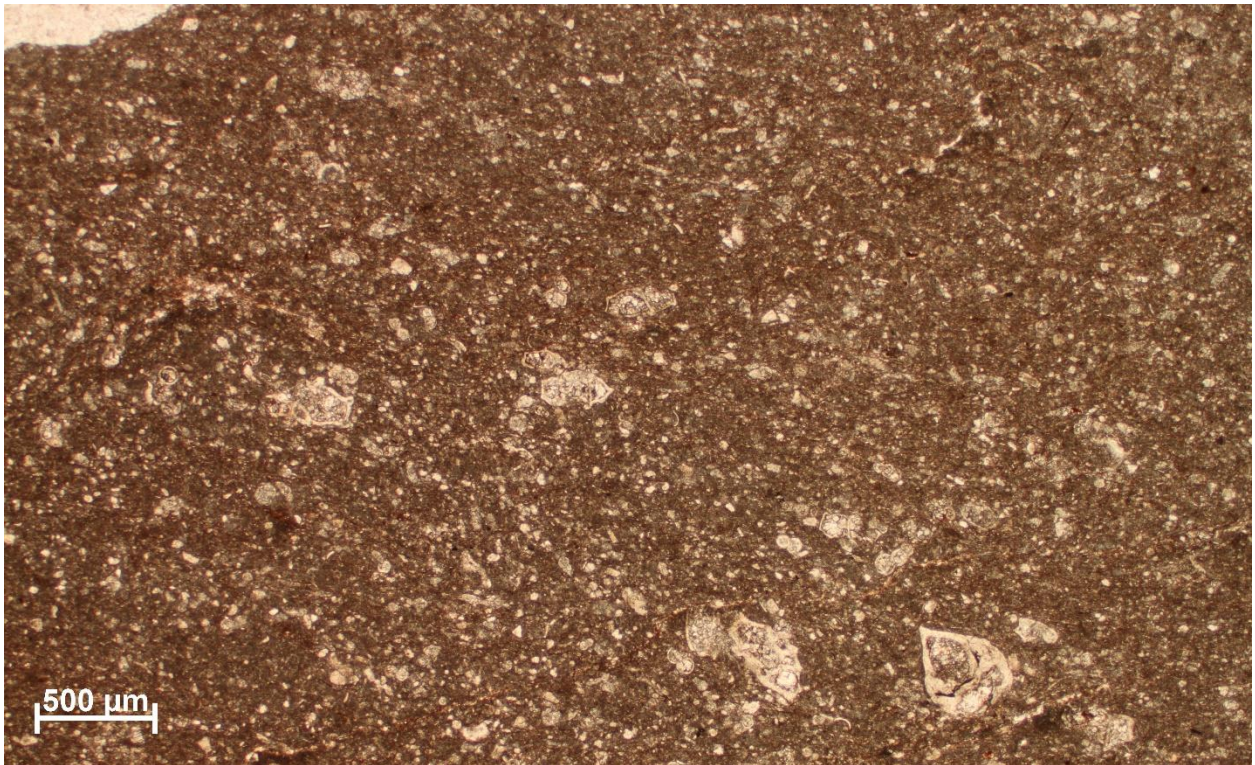
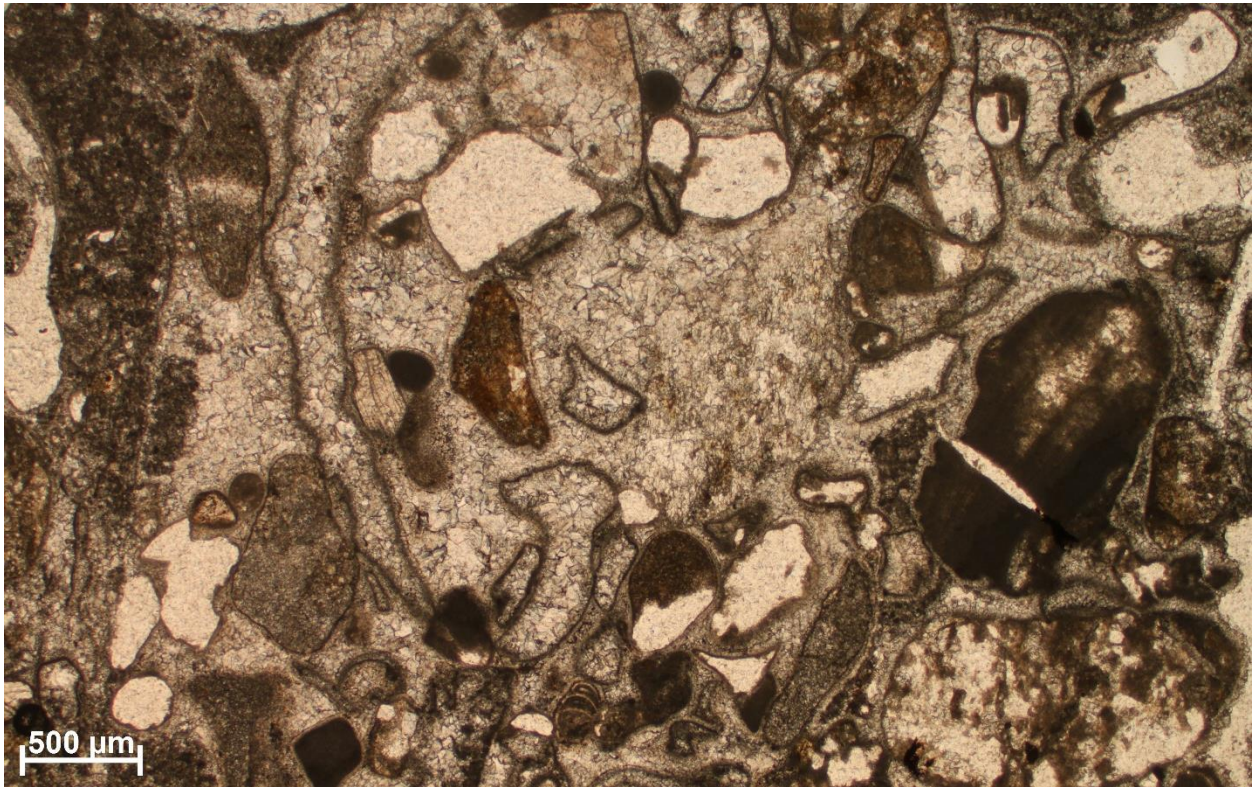
Tabla II



Slika 1: Neodredivi fragmenti mekušaca i bodljikaša baznih gornjokrednih konglomerata (N⁻)

Slika 2: Pelagički biomikrit s globotruncanama (N⁻)

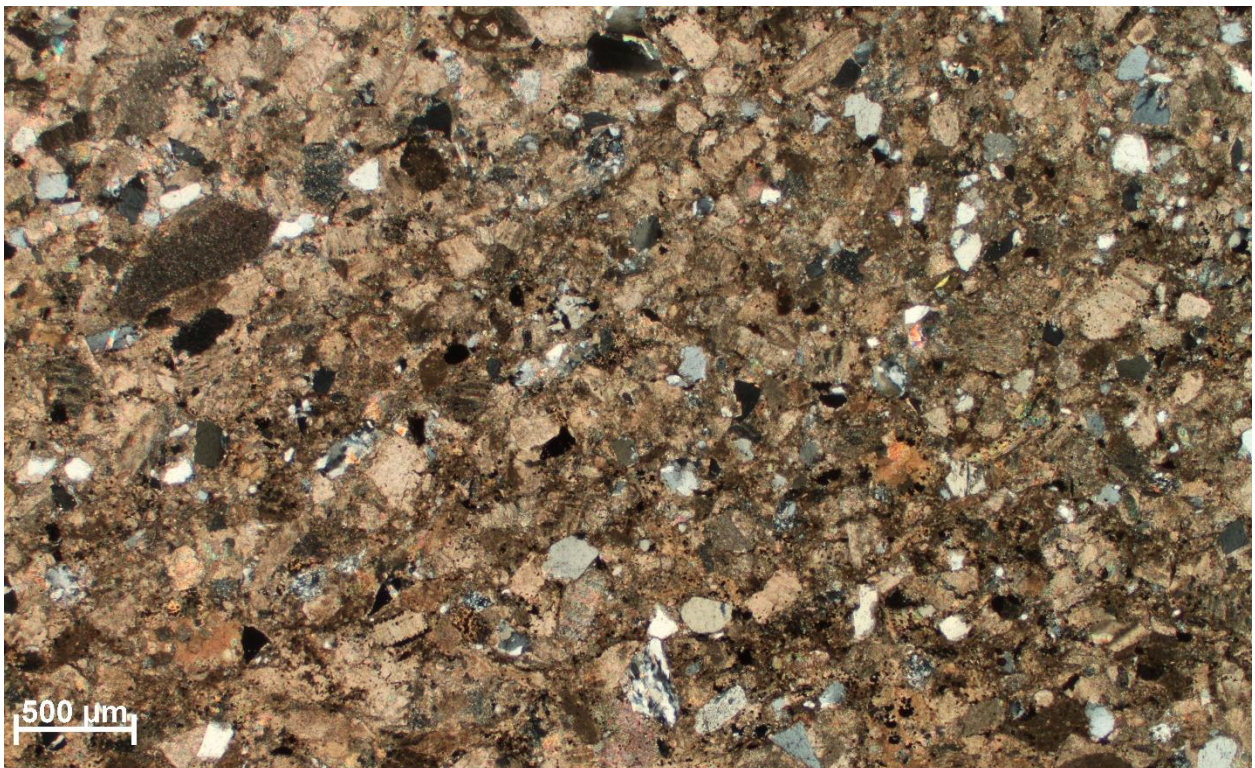
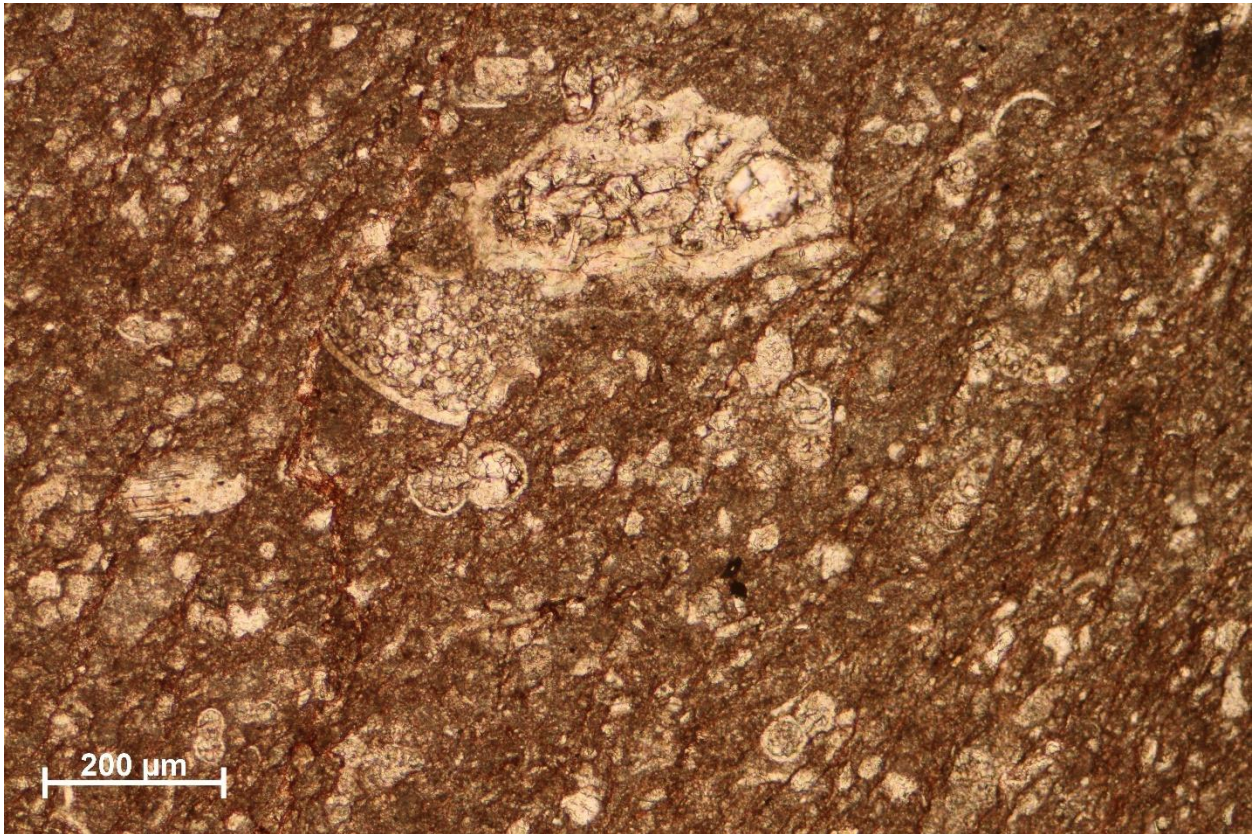
Tabla III



Slika 1: Pelagički biomikrit s globotruncanama i globigerinama (N^-)

Slika 2: Gornjokredne flišolike naslage bogate terigenom (kvarc, tinjci) komponentom (N^+)

Tabla IV



Slika 1: Turbiditne naslage bogate kršjem rudista i drugih školjkaša, koralja, puževa i algi (N⁻)

Slika 2: *Orbitoides* sp. (N⁺)

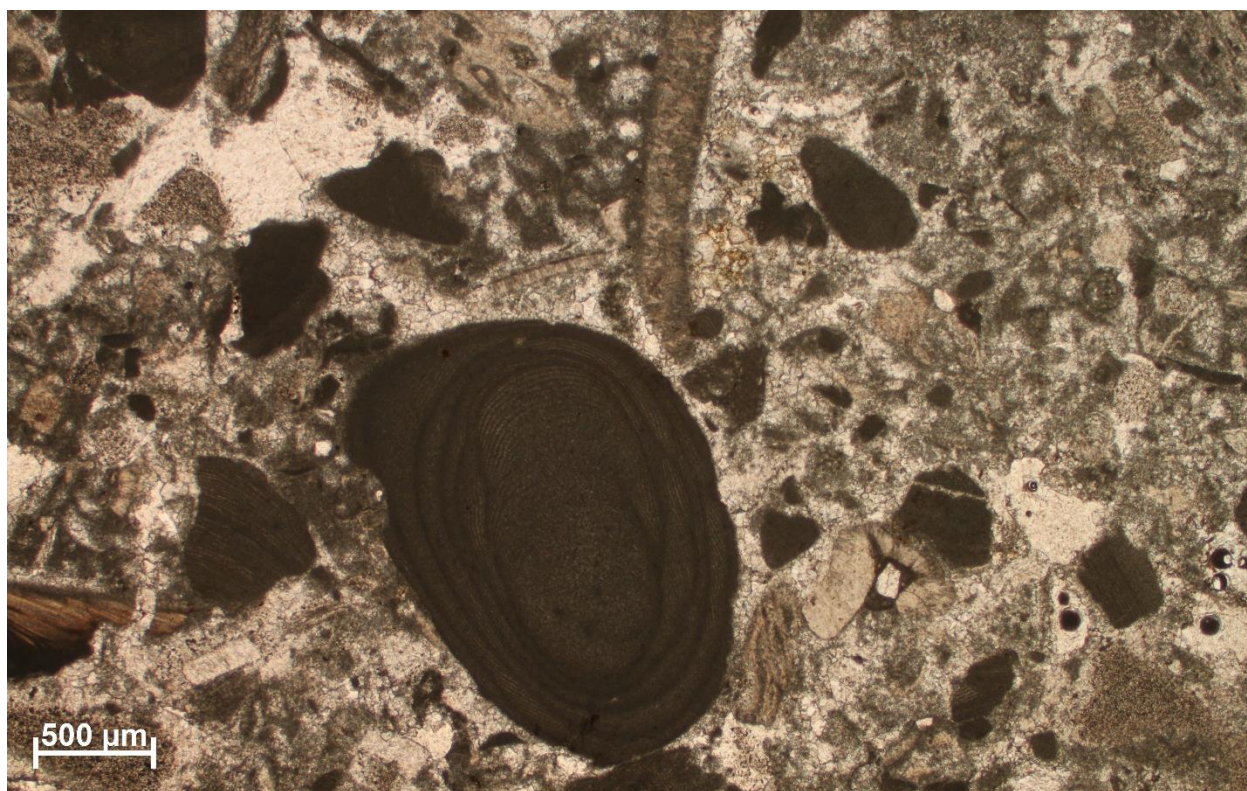
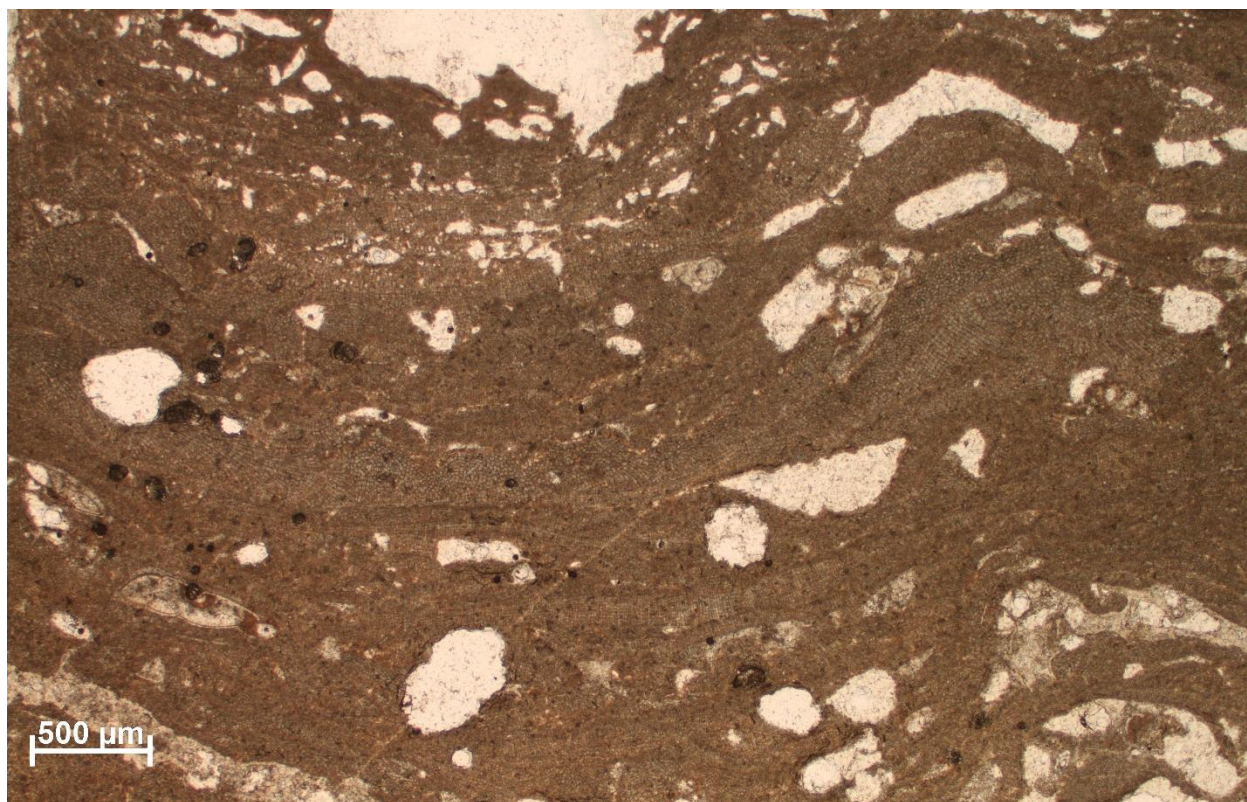
Tabla V



Slika 1: Bioklastični vapnenci sa crvenom algom *Lithotamnium* sp. (N⁻)

Slika 2: Bioklastični vapnenci sa fragmentima neodredivih bodljikaša i crvenih algi *Lithotamnium* sp. (N⁻)

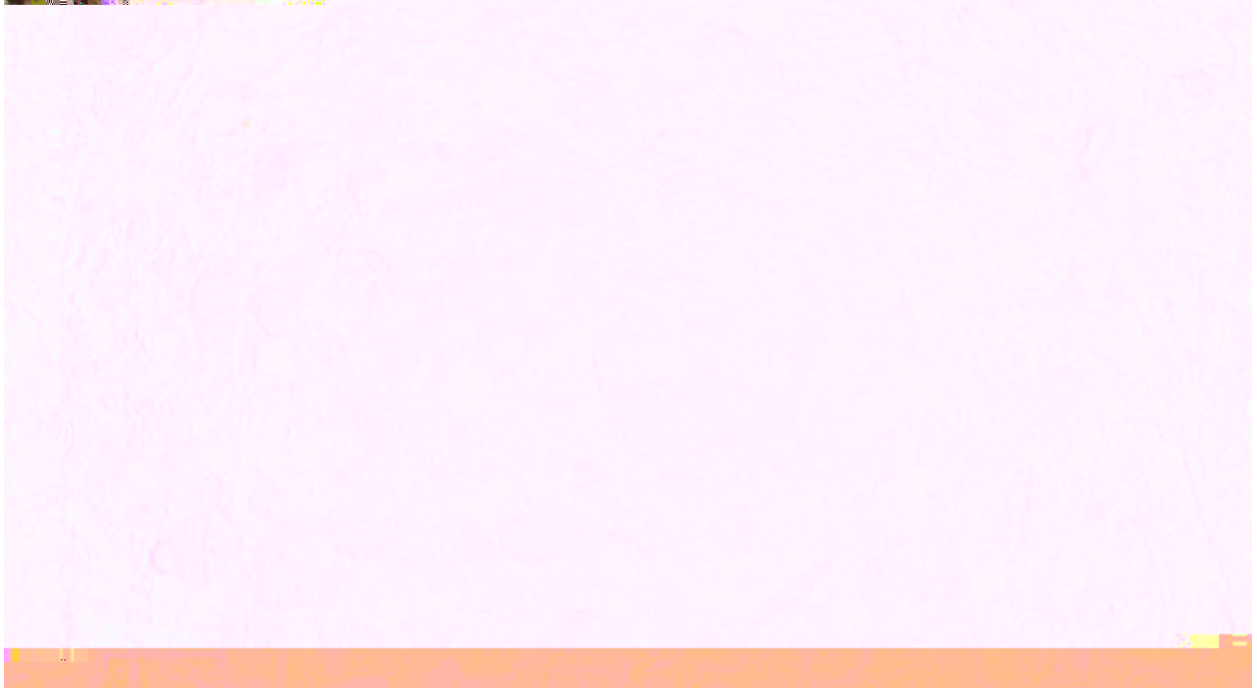
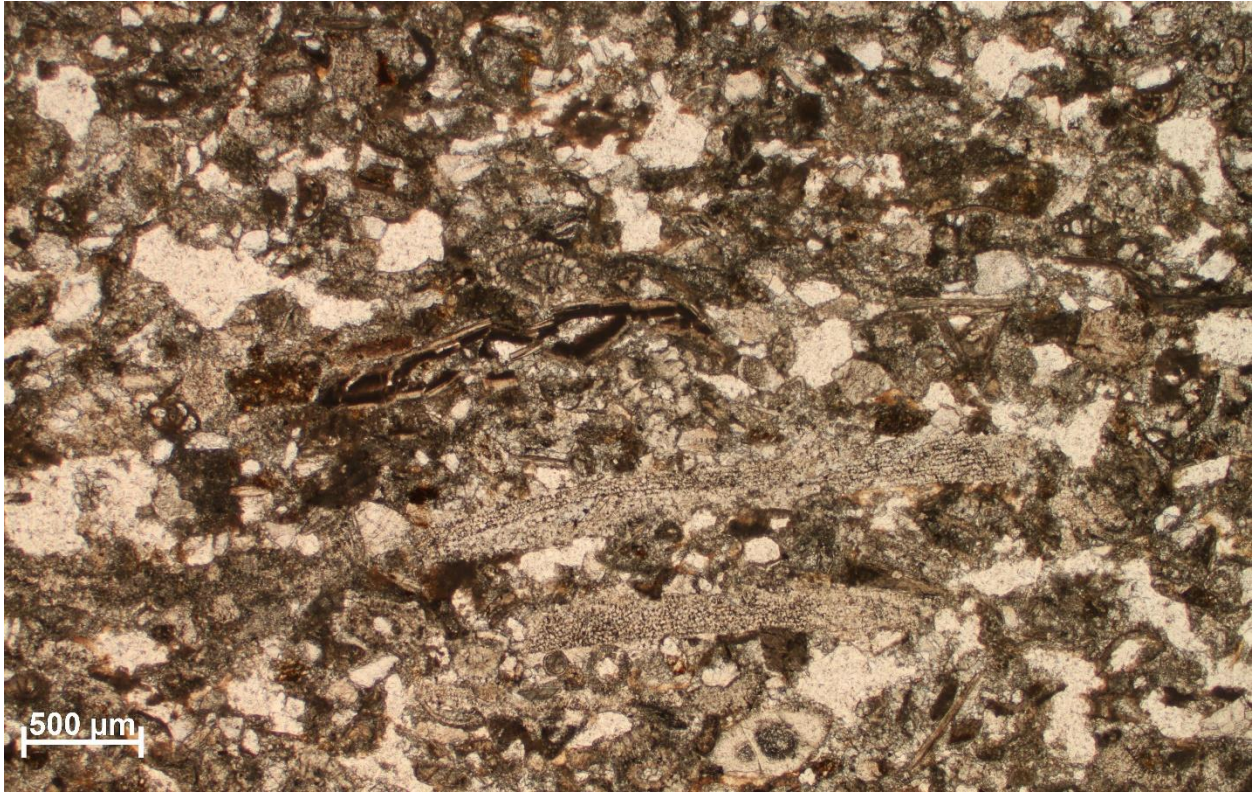
Tabla VI



Slika 1: Kalksiltiti sa iglicama spužvi i kršjem neodredivih mekušaca i bentičkih foraminifera (N^o)

Slika 2: Badenski pješčenjaci sa foraminiferama *Ammonia* sp., *Elphidium* sp. i *Quinqueloculina* sp. (N^o)

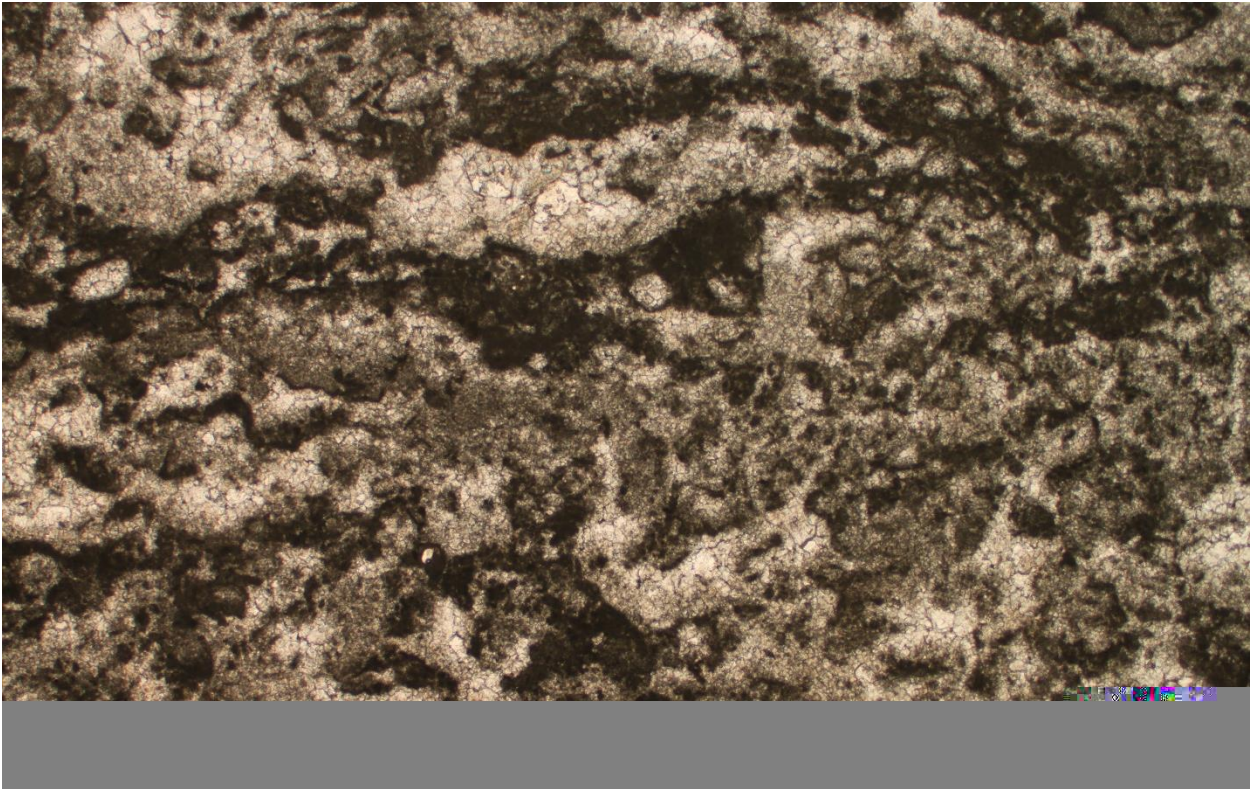
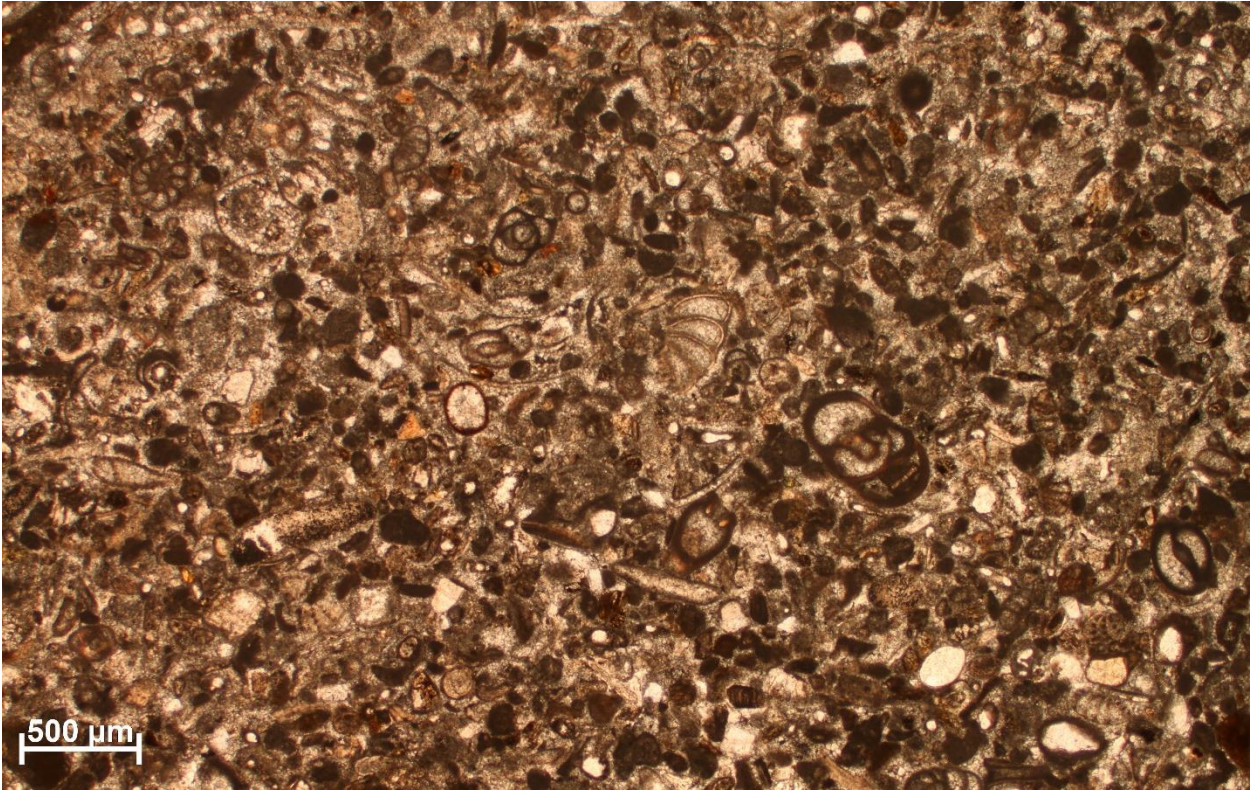
Tabla VII



Slika 1: Badenski pješčenjaci sa foraminiferama *Ammonia* sp., *Elphidium* sp. i *Quinqueloculina* sp. (N⁻)

Slika 2: Iznimno porozni sarmatski biokalkareniti (N⁻)

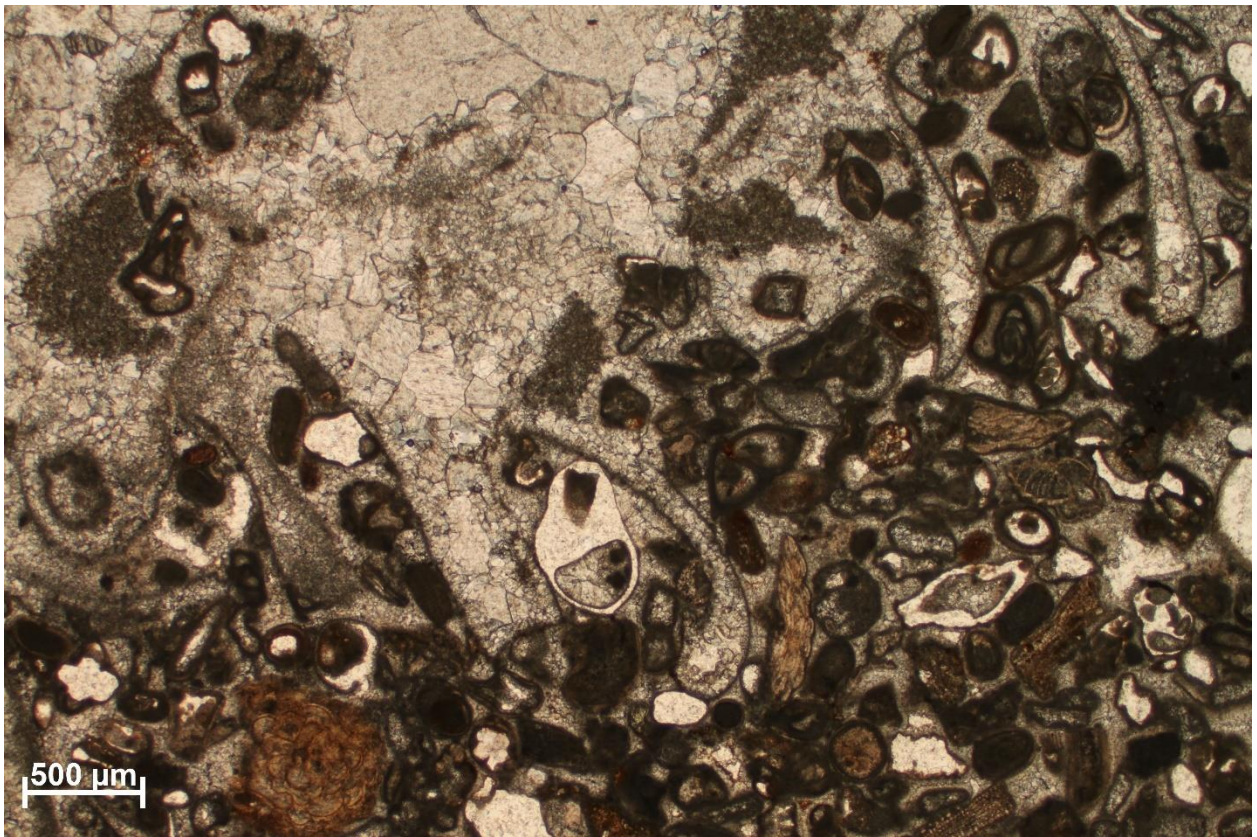
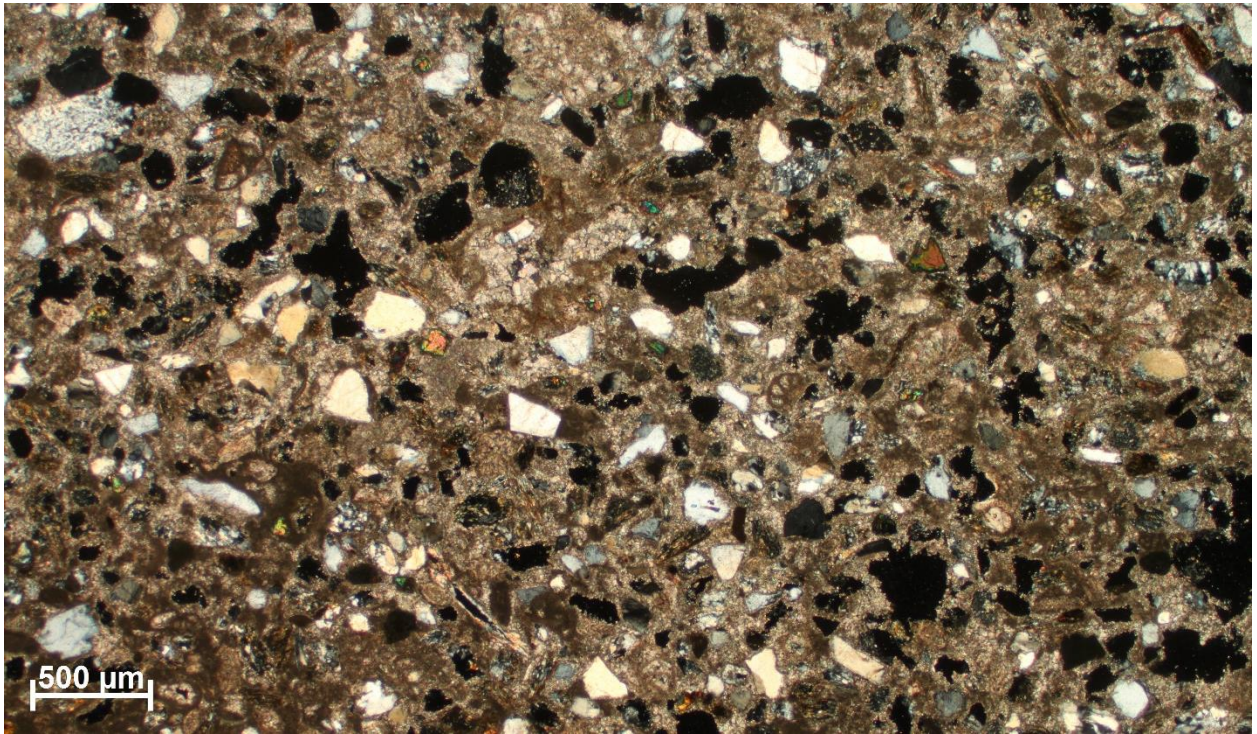
Tabla VIII



Slika 1: Sarmatski biokalkareniti bogati terigenom komponentom (kvarc, tinjci) (N^+)

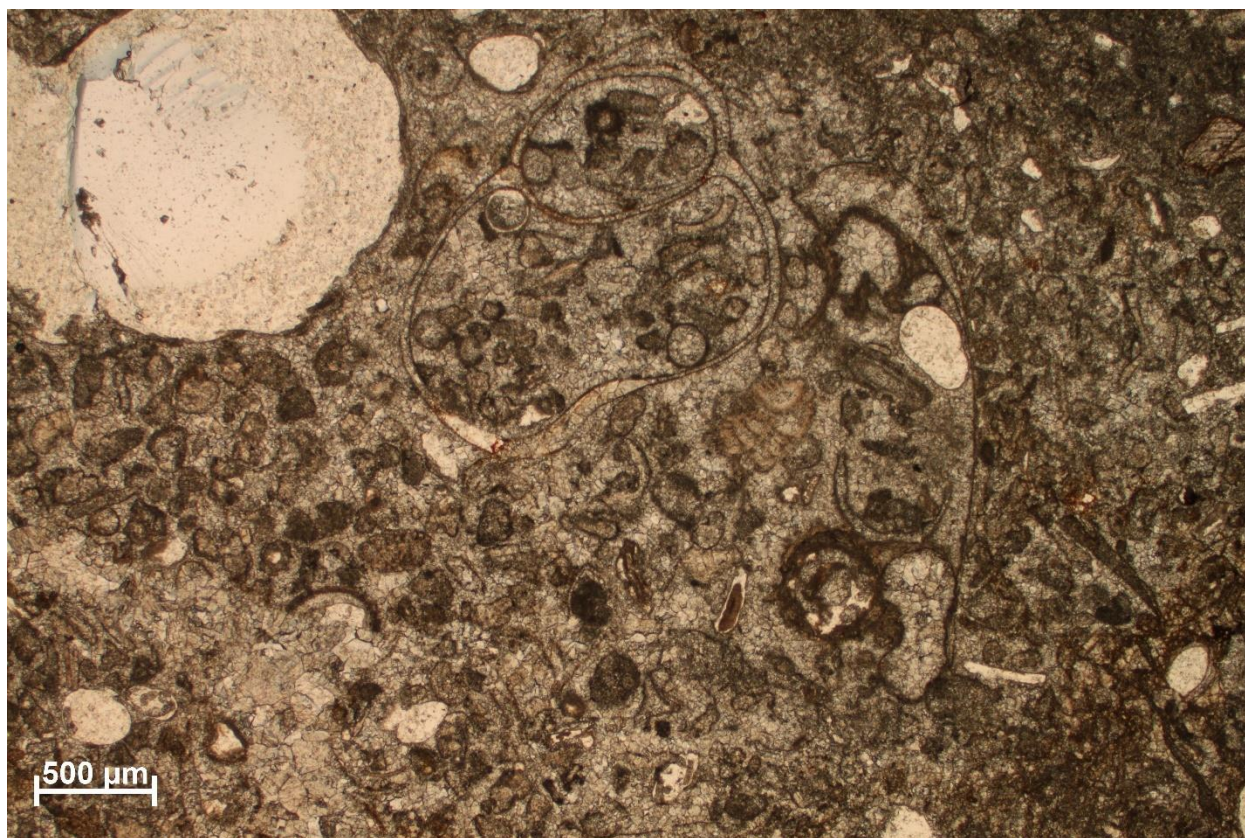
Slika 2: Sarmatski onkoidni vapnenci bogati fragmentima neodredivih bodljikaša, mekušaca, crvenih algi i foraminifera (N^-)

Tabla IX



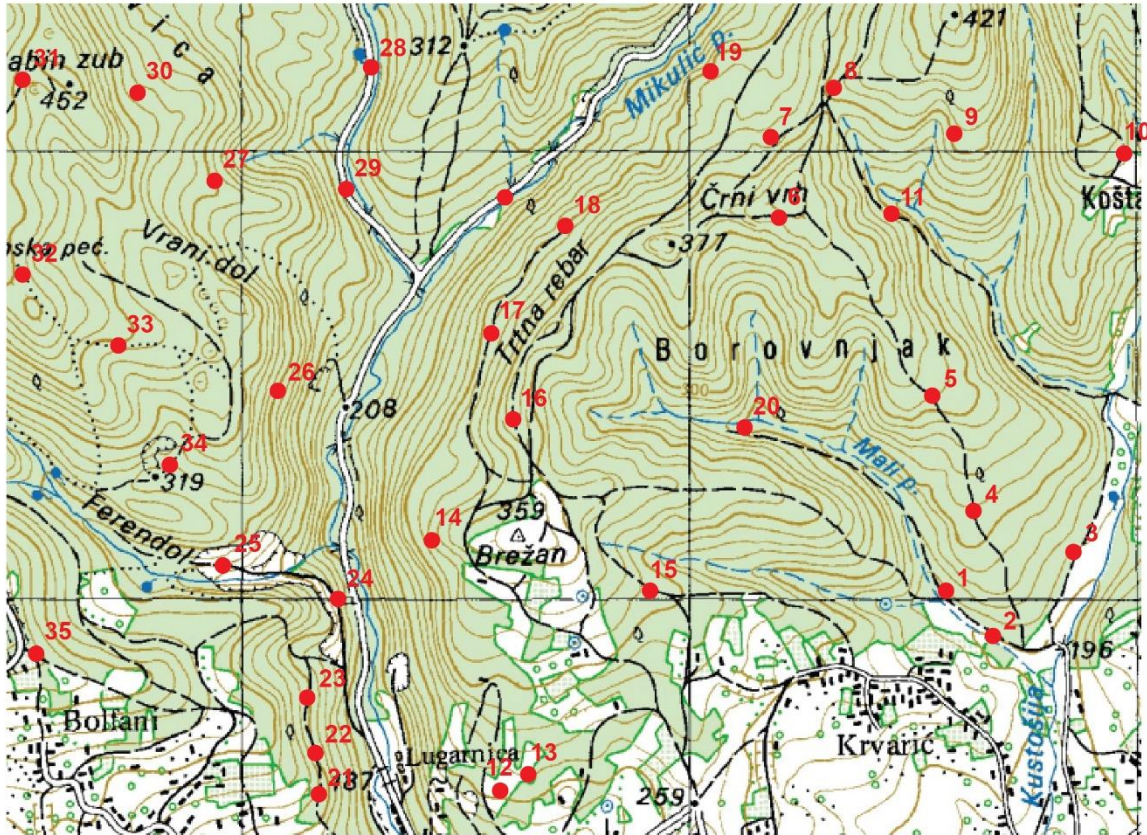
Slika 1: Pelmikrit sa ostatkom gastropoda i zrnima kvarca (N^o)

Tabla X



Prilog 2. Topografska karta područja istraživanja s označenim točkama uzorkovanja

Topografska karta sa točkama uzorkovanja M 1:10000

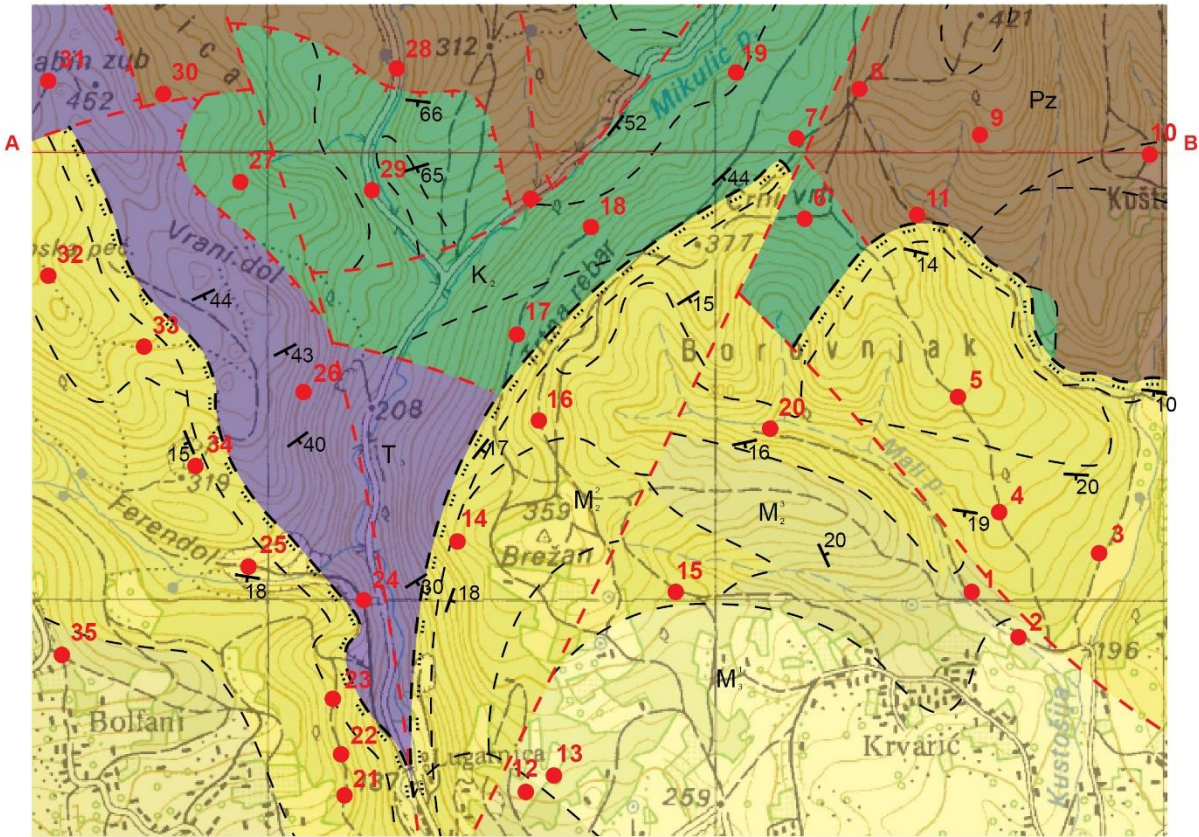


Legenda:

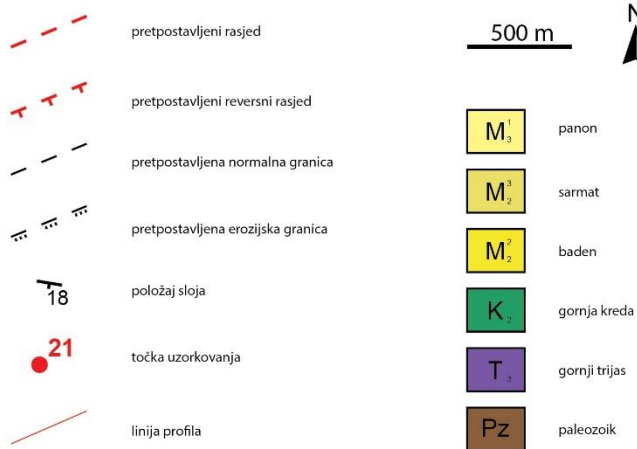
● točka uzorkovanja

Prilog 3. Geološka karta područja istraživanja s naznačenim profilom A-B i točkama uzorkovanja

Geološka karta M 1:10000

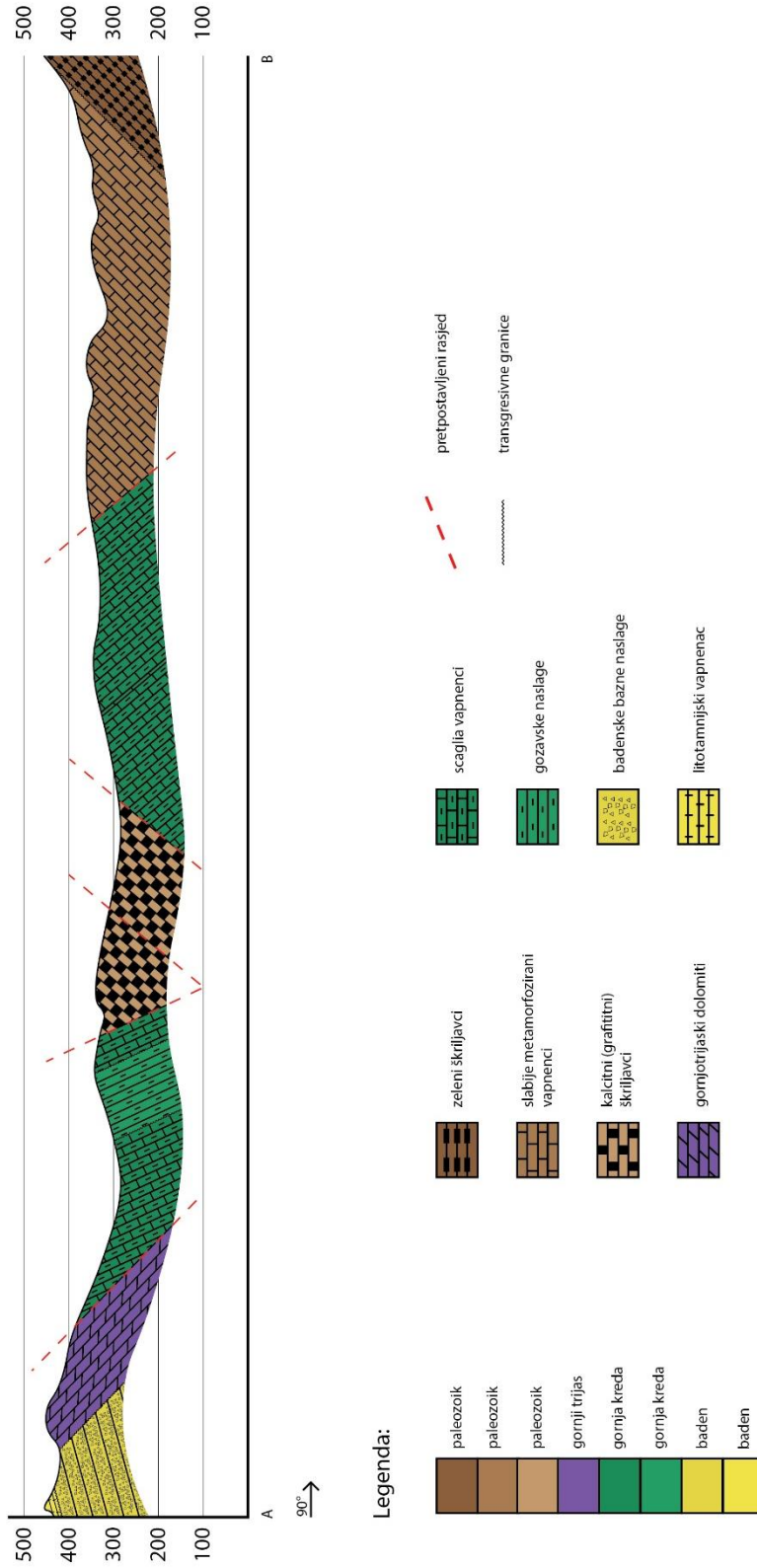


Legenda:



Prilog 4. Geološki profil A-B i Geološki stup

Geološki profil M 1:8000



Geološki stup

| | | | |
|---------------|----------|--|---|
| panon | 100 m | | ravno uslojeni glinoviti vapnenci |
| sarmat | 100 m | | koso koritno uslojeni biokalkareniti, onkoidni vapnenci |
| baden | 200-300m | | breče, vapnenci, pješčenjaci s <i>Lithothamnium</i> sp., <i>Elphidium</i> sp., <i>Lucinoma borealis</i> |
| gornja kreda | 300 m | | konglomerati, vapnenci, lapori, siltiti s <i>Globotruncana</i> sp., <i>Orbitoides</i> sp. |
| gornji trijas | 800 m | | ranodijagenetski dolomiti |
| paleozoik | | | ortometamorfiti: zeleni škriljavci parametamorfiti, grafititni škriljavci i niskometamorfozirani vapnenci |

Legenda:

| | | | |
|--|----------------------------------|--|--------------------------------------|
| | transgresivne granice | | |
| | zeleni škriljavci | | scaglia vapnenci |
| | slabije metamorfozirani vapnenci | | gozavske naslage |
| | kalcitni (grafititni) škriljavci | | turbiditne naslage |
| | gornjotrijaski dolomiti | | badenske bazne naslage |
| | kredne bazne naslage | | litotamnijski vapnenac |
| | | | badenski pješčenjaci |
| | | | koso koritno uslojeni biokalkareniti |
| | | | onkoidni vapnenci |
| | | | croatica naslage |
| | | | spongiti kalsiliti |