

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Tomislav Fonović

**NASLAGE GORNJEG PALEOZOIKA NA  
PODRUČJU BREGANE, SAMOBORSKO  
GORJE**

Diplomski rad

Zagreb, 2019.

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
PRIRODOSLOVNO-MATEMATIČKI FAKULTET  
GEOLOŠKI ODSJEK

Tomislav Fonović

**NASLAGE GORNJEG PALEOZOIKA NA  
PODRUČJU BREGANE, SAMOBORSKO  
GORJE**

Diplomski rad  
predložen Geološkom odsjeku  
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta  
Sveučilišta u Zagrebu  
radi stjecanja akademskog stupnja  
magistra geologije,  
polje geologija, grana geologija i paleontologija

Mentor:  
doc. dr. sc. Karmen Fio Firi

Zagreb, 2019.

## *Zahvale*

*Veliko hvala mentorici doc. dr. sc. Karmen Fio Firi na velikom strpljenju, uloženom trudu i vremenu i pomoći zadnjih par mjeseci.*

*Također veliko hvala gospođi Mariji Cindro na dugogodišnjoj, pomoći i nasmijanom licu bez kojeg vjerojatno ne bih niti došao do faze pisanja diplomskog rada.*

*Najveće hvala mojoj djevojci Vandi na... svemu!*

*Hvala profesorici Jasenki Sremac na pomoći oko fotografiranja i interpretacije uzoraka.*

*Hvala profesoru Marjanu Kovačiću na pomoći oko snimanja uzoraka sa polarizatorom.*

*Hvala gospodinu Željku Ištuku na pomoći oko izrade preparata u laboratoriju.*

*Hvala Silviji, Ivici, Zdenku i Marti na pomoći u najtežim trenucima i na toleranciji svih ovih godina i na pomoći svakojakih vrsta.*

*Hvala mami i tati na konstantnom gonjenju da „završim taj faks više“!*

*Hvala svim kolegama i kolegicama svih ovih godina studiranja na skriptama, šaptanjima, motivaciji, pa i smijehu i društvu.*

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu  
Prirodoslovno-matematički fakultet  
Geološki odsjek

Diplomski rad

### NASLAGE GORNJEG PALEOZOIKA NA PODRUČJU BREGANE, SAMOBORSKO GORJE

Tomislav Fonović

Rad je izrađen na Geološko-paleontološkom zavodu, Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Hrvatska.

#### Sažetak:

U diplomskom radu istraživane su naslage na lokalitetu nedaleko od mjesta Bregana, na SI dijelu Samoborskog gorja. Ove su naslage prethodno označene samo kao gornjopaleozojske (karbon i perm) ili, u novijim radovima, kao naslage srednjeg i gornjeg perma. Analizom prikupljenih uzoraka određena su četiri mikrofacijesa (mudstone, mudstone do wackestone, wackestone do packstone, facijes karbonatnih breča) interpretacijom kojih je zaključeno da je do taloženja dolazilo u plitkomorskom, dijelom i zaštićenom, do nadplimnom okolišu u kojem je povremeno dolazilo i do isušivanja. Određena fosilna zajednica odgovara pretpostavljenom plitkomorskom okolišu kakav je specifičan za razdoblje perma na istraživanom području, te unatoč nedostatku provodnih oblika možemo isključiti karbonske i pretpostaviti da se radi o naslagama permske, točnije gornjopermske starosti kakve se mogu naći i na susjednim lokalitetima na području Samoborskog gorja.

**Ključne riječi:** perm, mikrofacijesi, karbonati, breča, Samoborsko gorje

**Rad sadrži:** 33+VII stranica, 20 slika, 1 tablicu i 41 literaturnih navoda

**Jezik izvornika:** hrvatski

**Rad je pohranjen u:** Središnjoj Geološkoj knjižnici Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Horvatovac 102 a, 10 000 Zagreb

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

**Ocjenjivači:** doc. dr. sc. Karmen Fio Firi  
prof. dr. sc. Jasenka Sremac  
prof. dr. sc. Nenad Tomašić

**Rad prihvaćen:** 13. rujna 2019. godine

## BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb  
Faculty of Science  
Department of Geology

Graduated Engineer Thesis

### UPPER PALEOZOIC DEPOSITS IN THE AREA OF BREGANA, SAMOBORSKO GORJE HILLS

Tomislav Fonović

Thesis completed at the Institute of Geology and Paleontology, Department of Geology, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb, Croatia.

#### **Abstract:**

In this Thesis, research includes deposits in the area of Bregana, in the north-eastern part of the Samoborsko Gorje Hills. In former investigations, studied deposits were marked as Upper Paleozoic (Carboniferous and Permian), or as Middle and Upper Permian. By detailed analysis of collected samples, four microfacies were defined (mudstone, mudston/wackestone, wackestone/packstone and microfacies of carbonate breccia). It is concluded that the deposition took place mostly in shallow marine areas, partialy in isolated, and occasionally supratidal areas with occasional dry periods. Described fossil association is accordant with the assumed shallow environment specific for the Permian period in this area. In spite of the lack of index fossils we can rule out Carboniferous and assume we are dealing with the Permian, even Upper Permian deposits, which can also be found nearby in the Samoborsko Gorje Hills.

**Keywords:** Permian, microfacies, carbonates, breccia, Samoborsko Gorje Hills

**Thesis contains:** 33+VII pages, 20 figures, 1 table and 41 references

**Original in:** Croatian

**Thesis deposited in:** Central Geological Library, Faculty of Science, University of Zagreb, Horvatovac 102 a, 10 000 Zagreb

**Supervisor:** Karmen Fio Firi, assistant professor

**Reviewers:** Karmen Fio Firi, assistant professor

Jasenska Sremac, full professor

Nenad Tomašić, full professor

**Thesis accepted:** September 13, 2019

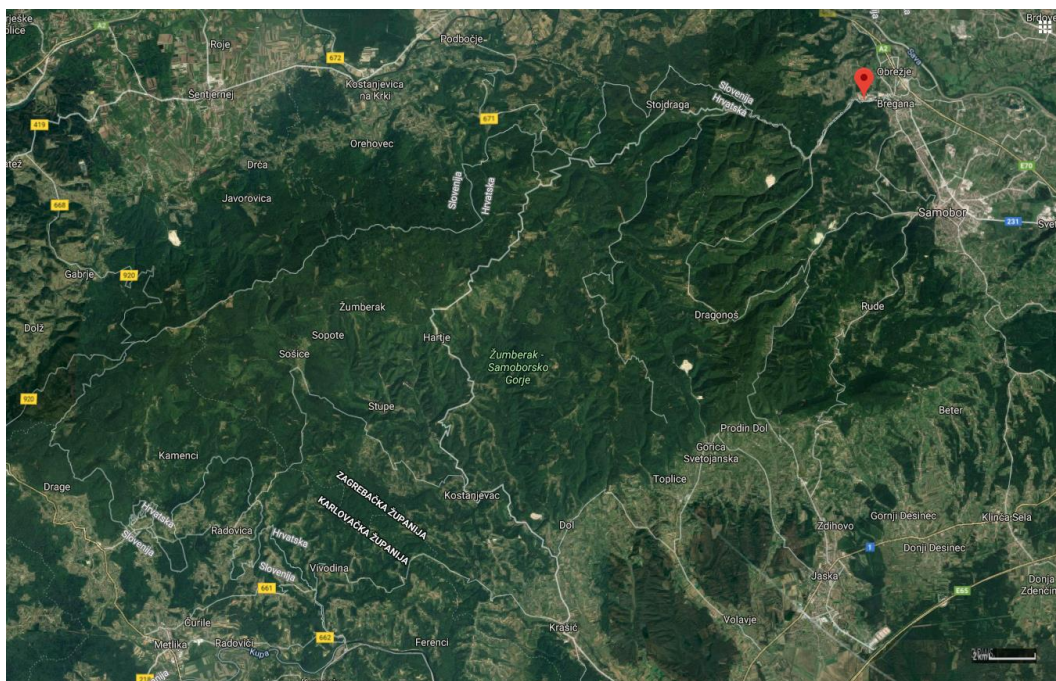
**Sadržaj**

1.	Uvod.....	1
2.	Pregled dosadašnjih istraživanja .....	4
2.1.	Paleogeografija istraživanog područja.....	5
2.2.	Geologija Samoborskog gorja .....	5
2.2.1.	Gornjopaleozojske naslage Samoborskog gorja .....	6
3.	Metode .....	8
3.1.	Terenski rad .....	8
3.2.	Laboratorijski rad .....	10
3.3.	Analitičke metode.....	11
4.	Rezultati .....	12
4.1.	Mikrofacijesi karbonatnih stijena .....	17
4.1.1.	Mikrofacijes 1: mudstone (dolomitizirani) .....	17
4.1.2.	Mikrofacijes 2: mudstone do wackestone .....	19
4.1.3.	Mikrofacijes 3: wackestone do packstone.....	22
4.1.4.	Mikrofacijes 4: karbonatna breča.....	24
5.	Rasprava.....	27
5.1.	Stratigrafija .....	27
5.2.	Određenje paleookoliša .....	28
6.	Zaključak .....	30
7.	Citirana literatura .....	31
8.	Popis slika u tekstu .....	VI

# 1. Uvod

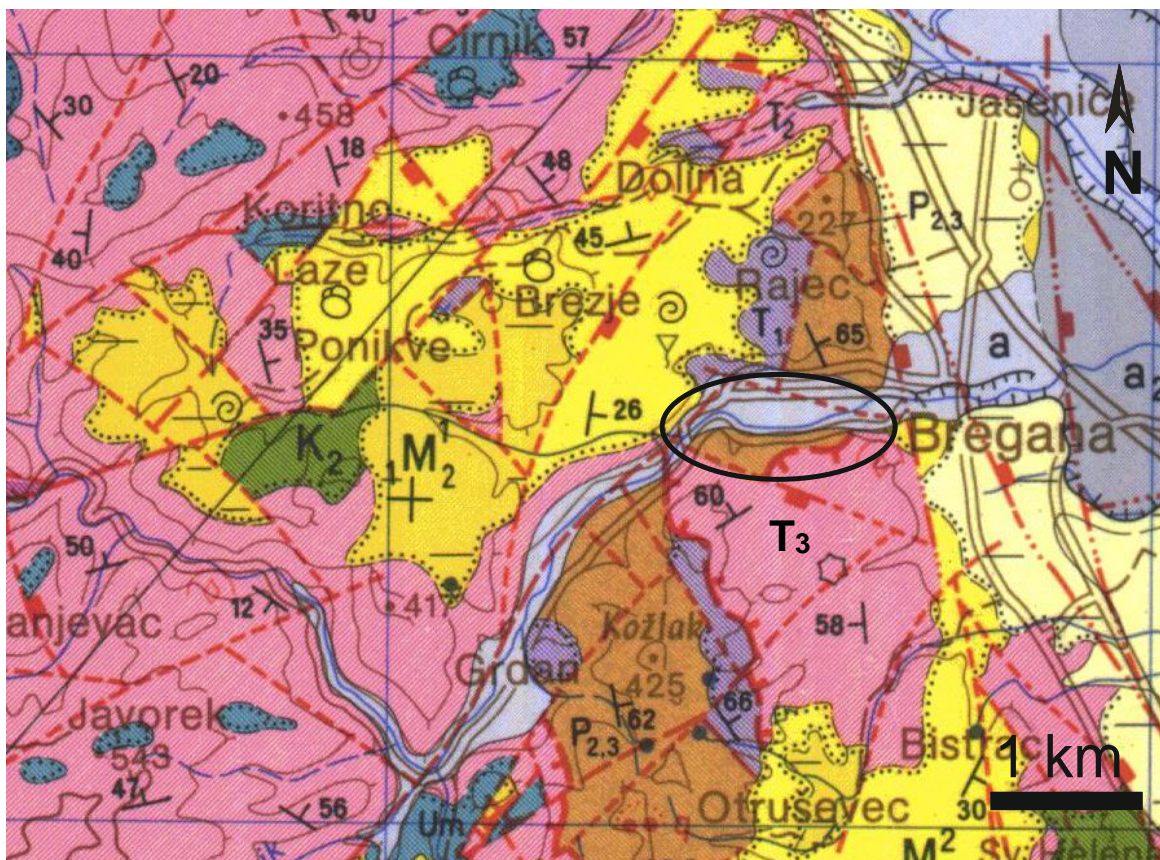
Samoborsko gorje smješteno je zapadno od grada Samobora u središnjoj Hrvatskoj (Slika 1). Prostire se od Okića na istoku, prati rijeku Breganu na zapadu do Plešivice na jugu, a sjeverno se prostire do naselja Bregana. Kao što samo ime govori, riječ je o gorju, dakle velikoj masi terena usko povezanoj položajem, smjerom, oblikom i vremenom nastanka, čija visina premašuje 300 metara nadmorske visine. Najviši vrh Japetić nalazi se na 879 metara nadmorske visine. Samoborsko gorje predstavlja sjeverni masiv Žumberačkog gorja, a od 1999. godine ima status Parka prirode. Park prirode proteže se na 333 km<sup>2</sup>, a na područje Samoborskog gorja odnosi se 100 km<sup>2</sup> ([www.parkovihrvatske.hr/park-prirode-zumberak-samoborsko-gorje](http://www.parkovihrvatske.hr/park-prirode-zumberak-samoborsko-gorje)).

Područje Žumberačkog gorja (Slika 1) pokazuje veliku heterogenost reljefa kao rezultat složene geološke građe i tektonske poremećenosti. Krški reljef s brojnim karakterističnim površinskim i podzemnim krškim oblicima ukazuje na konstantan utjecaj vode. Na ovom području istraženo je i opisano oko 140 speleoloških pojava. Područje Samoborskog gorja od velikog je značaja za studente geologije, jer na udaljenosti od svega 30-ak km od Zagreba imaju priliku prepoznati utjecaj alpskog, ali i dinaridskog režima taloženja.



Slika 1: Satelitski snimak Žumberačkog i Samoborskog gorja (Google maps) s označenim položajem istraživanog područja u okolici Bregane.

Prema Osnovnoj geološkoj karti, list Zagreb (Šikić et al., 1977), na području Samoborskog gorja nalazimo naslage od gornjeg paleozoika sve do holocena. Istraživani prostor u ovom radu uključuje naslage uz cestu od Bregane prema zapadu.



Slika 2. Prikaz šireg prostora istraživanja na isječku iz OGK list Zagreb (Šikić et al., 1977), s označenim područjem s permskim naslagama na cesti od Bregane prema zapadu. Objašnjenje jedinica na karti u tekstu u nastavku.

Prema isječku Osnovne geološke karte list Zagreb (Šikić et al., 1977) na slici 2 na širem području u okolici Bregane nalazimo naslage koje su određene kao srednjo- i gornjopermske ( $P_{2,3}$ ) od kojih nalazimo uglavnom brečokonglomerate, konglomerate, pješčenjake, šejlove, siltite, vapnence, dolomite i ponešto gipsa. Prethodno su ove naslage bile određene kao starije i mlađe naslage gornjeg paleozoika (Herak, 1956). U njihovoj krovini najčešće nalazimo naslage gornjeg trijasa ( $T_3$ ) i to ponajviše dolomite, dolomitične vapnence i šejlove, a nalazimo i pješčenjake, siltite, vapnence i lapore donjotrijaske starosti ( $T_1$ ) koji se mogu naći južnije od istraživanog područja. Nadalje, u okolnom području u manjem obimu nalazimo i naslage vapnenaca, silificiranih vapnenaca i rožnjaka



gornjojurske starosti ( $J_3$ ). Žutom bojom označene su naslage miocenske starosti od kojih nalazimo najviše konglomerate, šljunke, pijeske, gline (donji helvet), te malo mlađe naslage bioklastičnih vapnenaca, pješčenjaka te vapnovitih i glinovitih lapora (gornji torton). Kao najmlađe nalazimo naslage beskarbonatnog lesa pleistocenske starosti (oznaka a na slici 2); šljunke, pijeske i gline iz aluvija; te šljunke i pijeske starijeg holocena (oznaka a2 na slici 2).

Na prostoru određenom za istraživanje u sklopu ovoga rada (zaokruženo na slici 2), uz cestu od Bregane prema zapadu, na tzv. Žumberačkom putu, nalaze se naslage gornjeg paleozoika, točnije gornjeg perma ( $P_{2,3}$ ), za koje je prethodno opisano da općenito sadrže brečokonglomerate, konglomerate, pješčenjake, šejlove, vapnence, dolomite i gips (Šikić et al., 1977, 1979). Na permske naslage navučene su naslage donjega trijasa; dolomiti i dolomitični vapnenci, koje se prema karti nalaze na najistočnijem dijelu istraživanog lokaliteta. S desne strane Žumberačkog puta nalazi se potok Bregana i aluvijalne naslage šljunka, pijeska i gline.

Cilj ovog rada je detaljnije analizirati i interpretirati naslage na području Bregane (Samoborsko gorje) koje su prethodno označene kao naslage gornjeg paleozoika (Herak, 1956), a kasnije kao naslage srednjeg i gornjeg perma (Šikić et al., 1977, 1979). Ideja je da se iz analiziranih uzoraka pokuša pobliže odrediti fosilni sadržaj, tip naslaga te detaljnija starost naslaga kao i njihov okoliš taloženja.

## 2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Samoborsko gorje svojim bogatstvom rudama, posebno željeznih i bakrenih, plijeni pozornosti geologa još od 18. stoljeća. Vjerojatno najstariji objavljeni rad na temu Samoborskog gorja je rad kojeg je napisao B. Hacquet (1784) u kojem govori o pojavi bakra i željeza u rudama nedaleko od Samobora. Kasnije, kako doznajemo iz Šikić et al., (1979), tek 1855. godine Lj. Vukotinovića objavljuje izvještaj o istom rudištu.

Od 1857. godine prostor Samoborskog gorja počinju istraživati austrougarski geolozi. Stoga od M. V. Lipolda (1858) potječe karta Krško-Brežice-Samobor (1:75 000), a D. Stur (1861–62, 1863) izdaje pregled građe šireg područja Samoborskog gorja.

Krajem 19. stoljeća na ovom je području istraživao i Dragutin Gorjanović-Kramberger (1894) koji je izdao i geološku kartu (1:75 000) područja Samoborskog gorja, Žumberačkog gorja, Marijagoričkih brda i Medvednice (Herak, 1956 i reference unutar tog rada).

U 20. stoljeću, J. Poljak (1911) objavljuje kratak pregled geotektonskih odnosa Hrvatsko-Slavenskog gorja, unutar kojeg razmatra položaj Medvednice i Samoborskog gorja. F. Tučan (1919) navodi nalazišta i pojave ruda na Samoborskom gorju i Medvednici. F. Šuklje u više navrata između 1929. i 1942. godine (1929, 1932, 1936, 1942) objavljuje niz stratigrafskih radova s područja Samoborskog gorja, u svrhu dopunjavanja i ispravaka karte D. Gorjanovića-Krambergera (1894). M. Malez (1956) opisuje paleozojske nalaze u blizini Samobora. A. Ramovš (1965) navodi kako smatra da su paleozojski klastiti u području Bregane i Samobora permske starosti. D. Jovanović (1962) izvještava o pronalasku kvarcnih pijesaka u području Grdanjaca kod Bregane. Jedan od važnijih radova za ovo područje, u kojem je dan cjeloviti pregled geologije Samoborskog gorja uz geološku kartu (1:50 000) i profile svakako je rad M. Heraka (1956).

U blizini gornjopaleozojskih naslaga koje će biti istraživane u ovom radu istraživana je i mogućnost detaljnijeg određivanja granice perma i trijasa na ovom području (Fio Firi et al., 2016), s obzirom da je ova granica inače detaljnije istraživana ili zabilježena samo u području Vanjskih Dinarida (npr. Palinkaš & Sremac, 1989; Sremac & Aljinović, 1997; Fio et al., 2010 i reference unutar navedenih radova).

## **2.1. Paleogeografija istraživanog područja**

Za vrijeme gornjeg karbona, a posebice za vrijeme perma, kontinenti na Zemlji su bili spojeni u veliki superkontinent Pangea koji je bio smješten između oceana Panthalassa na zapadu i manjeg Paleothetysa na istoku (Scotese & Langford, 1995). Formacija takvog superkontinenta rezultirala je suhom kontinentalnom klimom te su se počeli taložiti evaporiti, a flora i fauna zabilježavaju značajno smanjenje brojnosti i raznolikosti što dovodi do povećanja razine CO<sub>2</sub> (Sremac, 2005). U uvjetima takve tople klime odvijala se karbonatna sedimentacija čime je došlo do formiranja velikih karbonatnih platformi (Kiessling et al., 2003; Ziegler et al., 2003). Također, za vrijeme mlađeg perma postepeno završava hercinska orogeneza uz što, na Samoborskom gorju, vežemo nastanak ležišta željezne i bakrene rude (Šikić et al., 1979). Paleogeografski, položaj Samoborskog gorja za vrijeme gornjeg paleozoika još uvijek nije potpuno jasan, posebice s obzirom na pružanje gorja (Sremac, 2012).

## **2.2. Geologija Samoborskog gorja**

Kako saznajemo iz tumača Osnovne geološke karte, list Zagreb (Šikić et al., 1979), najstarije stijene na širem promatranom području su paleozojski metamorfiti Medvednice stvarani u 'geosinklinalnim uvjetima' sedimentacije s obilježjima vulkanogeno-sedimentnog kompleksa devonske starosti. Najstarije stijene Samoborskog gorja su gornjokarbonski tamnosivi škriljavci, šejlovi i pješčenjaci, na koje se talože permski sitno-do krupnozrnati pješčenjaci proslojeni sa konglomeratima, dolomitima i evaporitima (Herak, 1956; Palinkaš et al., 2010).

Donjopermske naslage na području Samoborskog gorja svrstane su u niskometamorfne stijene koje se od ostalih metamorfita razlikuju većom količinom metamorfoziranih karbonatnih stijena. Naslaga srednjeg i gornjeg perma ima najviše u Samoborskom gorju i Marijagoričkim brdima, a taložene su u završnici hercinskog orogenetskog ciklusa. Najveći je udio šejlova, silita, subgrauvaknih pješčenjaka te brečokonglomerata. Za vrijeme gornjeg perma došlo je do zapunjavanja depresija te su nastali izolirani dijelovi bazena s lagunarnom sedimentacijom. Na području Samoborskog gorja gornjopermske naslage pronađene su u vidu evaporita u asocijaciji sa algalnim vapnencima (Herak, 1956; Herak & Škalec, 1967; Sremac, 2005). Osim lagunarne

sedimentacije za vrijeme gornjeg perma, putem hidrotermalnih otopina, došlo je i do stvaranja ekshalacijsko-sedimentnih ležišta željeza i bakra (Palinkaš et al., 2010).

Na prijelazu u trijas nastavlja se kontinuirana sedimentacija, te se talože šejlovi, siltiti, subarkozni pješčenjaci i gips. Za vrijeme donjeg trijasa dolazi do obnavljanja plitkovodne sedimentacije te se udio karbonatne komponente povećava (Šikić et al., 1979). Gornjotrijaske naslage većinom sačinjavaju škriljavi laporoviti vapnenci te naslage s ulošcima tufova i rožnjaka.

Gornjojurske naslage na ovom području obilježavaju vapnenci uz pojave rožnjaka (Šikić et al., 1977, 1979). Gornjokredne naslage nalazimo u obliku pješčenjaka s eruptivima, rudistnih vapnenaca te krupnozrnatih konglomerata, dok mlađe kenozojske naslage sadrže pješčenjake, gline i bituminozne lapore. Neogen obilježavaju naslage ilovine, pijeska, šljunka, sedre i aluvijalni nanosi (Herak, 1956).

Geotektonski, Samoborsko gorje leži na granici Dinaridske karbonatne platforme i unutrašnjih Dinarida. Samoborsko gorje i Medvednica predstavljaju najzapadniji dio Srednjemađarske rasjedne zone (MHL – *Mid Hungarian Line*) (koja se nazivala i Zagorje Transdanubijska zona/ZMTZ). (Pamić & Tomljenović, 1998; Palinkaš et al., 2010; Palotai, 2013). Zona je položena između dviju značajnih rasjednih zona: Periadriatski-Balaton rasjedne zone i Zagreb-Zemplin lineamenta. Naslage unutar ove zone pokazuju i alpinske i dinaridske karakteristike, uključujući i vanjske i unutarnje Dinaride (Palinkaš et al., 2010).

### 2.2.1. Gornjopaleozojske naslage Samoborskog gorja

Prema Heraku (1956), za vrijeme hercinskog boranja u gornjem karbonu i permu na području Samoborskog gorja postojala je stalna tendencija izdizanja krupnozrnatih karbonata i pješčenjaka. Stoga se karbonske naslage uglavnom sastoje od pješčanih škriljavaca u kojima je nađen rod crvotočina *Sigillaria*, pješčanih tinjčastih škriljavaca u kojima je pronađena vrsta preslica *Calamites carinatus* te od kremenih konglomerata i pješčenjaka u krovini. Naslage perma započinju pješčano-konglomeratičnom serijom koja se sastoji od crvenih sitnozrnatih pješčenjaka „gredenskog“ tipa. Crvena boja ovih pješčenjaka ukazuje da nije mogao nastati u karbonu u uvjetima humidne klime, nego u permu za vrijeme aridnih klimatskih uvjeta. Osim toga u naslagama perma nalazimo klastične naslage koje se nastavljaju na klastični slijed iz karbona, a sadrže svijetle i guste pješčenjake, te krupnozrnate kvarcne konglomerate sa izraženom škriljavosti. Mjestimice,

nalazimo i crvene tinjčaste 'pješčane škriljavce' koji pripadaju krovnom dijelu paleozojskih naslaga.

Naslage srednjeg i mlađeg paleozoika, točnije srednjeg i mlađeg perma, na području Samoborskog gorja nalazimo na sjevernom dijelu gorja u dolini Bregane uzvodno od Breganskog sela (Herak, 1956; Šikić et al., 1979; Fio Firi et al., 2016). Naslage iste starosti mogu naći i na drugim područjima, npr. preko Kožlaka, Rebra, Lavovih draga, Ludvić-potoka, Gradišća, Lipovačke Gradne i Peskovčaka do ušća Pozorin-potoka kod Hamora. Sastoje se od pješčenjaka i konglomerata (Herak, 1956.; Šikić et al., 1979). Škriljavci se pojavljuju mjestimično, posebice uz istočni rub pojasa. Dijelovi gornjeg paleozoika pronađeni su u jugozapadnom dijelu na putu od Lipovačke Gradne do Bošnjačkog sela. Na tom dijelu su uglavnom sitnozrnati sedimenti, tinjčasti škriljavci i pješčenjaci, a ima ponešto i gipsa. Na području Gvozda na površinu izbijaju paleozojski škriljavci, pješčenjaci i konglomerati. Najveći paleozojski prodor proteže se između Dugih zdenaca i Braslovja, a obuhvaća i područje Velikog Črnca i Ruda. U tom području prevladavaju sitnozrnati sedimenti, osim na malom području istočno od Črnca gdje nalazimo lijepo razvijene konglomerate i pješčenjake. Nadalje, prodore paleozojskih naslaga nalazimo u potoku Konščici ispod Manje vasi. Tamo nalazimo pješčane glinene škriljavce i pješčenjake. Za kraj, treba spomenuti i paleozojski prodor na području Poljanica koji zauzima veći dio poljaničkog grebena i sastoji se uglavnom od pješčenjaka i konglomerata (Herak, 1956).

## 3. Metode

### 3.1. Terenski rad

Uzorkovanje je izvršeno na samom sjeveroistoku Samoborskog gorja, zapadno od mjesta Bregana, uz cestu naziva Žumberački put, koja vodi od Bregane do mjesta Grdanjci, a nalazi se svega desetak metara od državne granice Republike Hrvatske i Republike Slovenije (Slike 1 i 2).

Naslage srednjeg i donjeg perma, te donjeg trijasa, raštrkane su uz Žumberački put sa lijeve strane, počevši od Bregane, s početnom točkom na malom izdanku 10-ak metara prije oznake za hidrant (Slika 3). U nastavku ceste uzorkovanje je vršeno u zonama koje će biti objašnjene u nastavku.

Uzorci su uzimani u suradnji dva studenta studija geologije na Prirodoslovno-matematičkom fakultetu, Sveučilišta u Zagrebu, uz pomoć mentora, u svibnju i lipnju 2019. godine. Nažalost, navedeni lokalitet je u trenutku uzorkovanja bio većinski prekriven tlom i obrastao gustom vegetacijom, stoga je uzorkovanje bilo otežano. Sve u svemu uzorci su uzeti sa četiri dijela lokaliteta koji su prikazani kao zone uzorkovanja na promatranom terenu (zone Bregana 1–4). Ti su izdanci bili pristupačniji i izloženiji na prostoru uz navedenu cestu, unutar duljine od 200-njak metara (Slika 4). Uzorci su uzimani u tri navrata, prema čemu su i nazvani, tako da se oni s oznakama B1 do B10 odnose na prvi izlazak na teren, B11 do B16 na ponovljeno uzorkovanje, dok se uzorci B17 do B22 odnose na treći izlazak na teren.

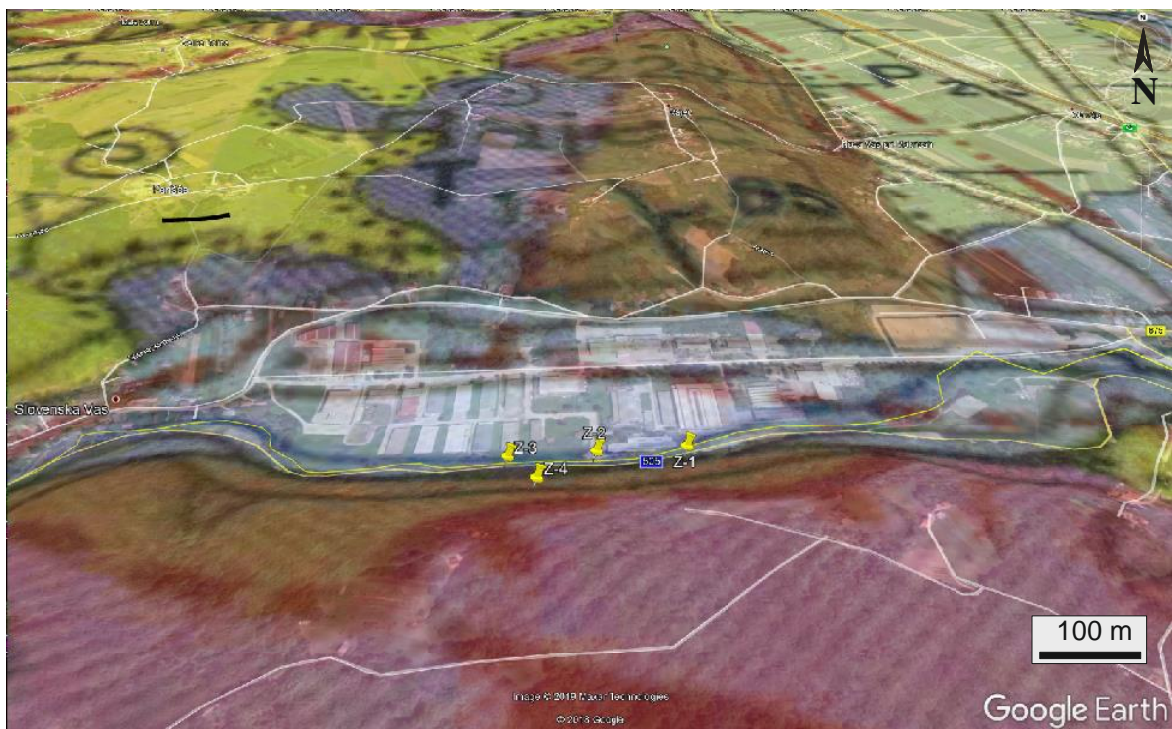
Popis uzoraka po dijelovima lokaliteta, određenim kao zone 1–4:

- Bregana 1 (koordinate): B1, B1/2, B2, B3 i B11
- Bregana 2: B4, B4a, B4b, B5, B12, B12a, B12b, B17, B18
- Bregana 3: B6, B7, B8, B9, B10, B14 i B14a, B19, B20, B21, B22
- Bregana 4: B15, B16, (B16a, B16b)

Svi uzorci su nakon uzorkovanja proslijeđeni u laboratorij Geološko-paleontološkog zavoda Prirodoslovno-matematičkog fakulteta radi pripreme preparata za daljnje analize.



Slika 3. Početni lokalitet uzorkovanja. Uzorkovanje izrazito otežano zbog nepristupačnosti i gustog raslinja.



Slika 4. Isječak iz OGK list Zagreb (Šikić et al., 1979), preklopljen u programu Google Earth, kako bi se vidjele lokacije uzoraka i geološka građa istraživanog dijela terena.



Slika 5. Druga zona uzorkovanja, uzorkovane naslage nalaze se iznad gabiona.

### 3.2. Laboratorijski rad

U laboratoriju Geološko-paleontološkog zavoda Geološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta svi navedeni uzorci izrezani su i od njih su napravljeni izbrusci koji su nadalje analizirani pod lupom i mikroskopom.

Izrađeno je ukupno 30 preparata koji su označeni početnim slovom B i brojem prema točkama uzorkovanja na terenu, kako je prethodno i objašnjeno. Svi uzorci biti će prikazani tablično u rezultatima. Zbog raspucanosti uzoraka i pucanja pri pripremi preparata, dva su uzorka, B16a i B16b izuzeta iz interpretacije.

Analiza preparata rađena je pomoću lupe u mikroskopskom laboratoriju, dok su potrebni detalji proučavani na stereo-mikroskopu Olympus-SZX10 i polarizacijskom mikroskopu Leica Laborlux 11, te fotografirani pomoću Canon EOS 1100 kamere te



sačuvani u programu Quick PHOTO CAMERA 3.0. Pojedini uzorci su optički analizirani na Mineraloško-petrografskom zavodu pomoću petrografskog mikroskopa Zeiss AxioLabs u polariziranom svjetlu te fotografirani digitalnom kamerom Canon EOS 500D povezanom s programom EOS Utility za kontrolu uvjeta i načina snimanja uzoraka.

### 3.3. Analitičke metode

Pri analizi mikroskopskih preparata korištena je klasifikacija prema Dunhamu (1962). Dunhamova klasifikacija vapnenaca zasniva se na prisutnosti ili odsutnosti karbonatnog mulja, odnosu udjela zrna i mulja te na znakovima organogenog vezivanja skeleta za vrijeme razvoja organizama. Ova klasifikacija često se primjenjuje i za vrijeme terenskih istraživanja vapnenaca jer se lako primjenjuje i pri makroskopskoj analizi uzorka stijene (Tišljar, 1994). Dunham (1962) razlikuje pet osnovnih tipova vapnenaca:

- Mudstone – sastavljen od karbonatnog mulja i manje od 10 % zrna promjera između 0,03 i 2mm;
- Wackestone – sastavljen od karbonatnog mulja i 10 do 50 % zrna razbacanih u mulju;
- Packstone – sastoji se od zrna sa zrnatom potporom koji se međusobno dodiruju i podupiru;
- Grainstone – ne sadrži mulj i sastavljen je samo od zrna koji su međusobno povezani karbonatnim cementom;
- Boundstone – vapnenac kojemu su skeletne komponente međusobno povezane (litificirane) pri taloženju.

## 4. Rezultati

Sedimentološkom i mikropaleontološkom analizom preparata izdvojena su dva temeljna mikrofacijesa: mikrofacijes karbonatnih stijena (mudstone, mudstone do wackestone i wackestone do packstone) te mikrofacijes pretežito karbonatnih breča, odnosno ukupno četiri mikrofacijesa. Većina naslaga na istraživanom području je rekristalizirana ili dolomitizirana. Prikaz svih analiziranih uzoraka uz osnovne podatke o fosilnom sadržaju, vezivu i mikrofacijesima vidljiv je u tablici 1.

Za svaki preparat u tablici 1 je određena vrsta veziva, prisutnost foraminifera, algi i ostalog fosilnog sadržaja te mineralnih zrna. Kod uzoraka s teško odredivim fosilnim sadržajem dodan je upitnik (?). Tablica je sastavljena nakon makroskopskih i mikroskopskih opažanja na preparatima. Odredba mikrofacijesa je vršena prema Dunhamovoj klasifikaciji (1962), tip okoliša prema makroskopskom i mikroskopskom opažanju i prema Tišljar (1994) i Flügel (2004), dok su foraminifere određivane prema Vachard (2016) i Vachard & Montenat (1981). Tablica je sastavljena na temelju 30 mikropreparata.

Tablica 1. Prikaz analiziranih preparata podijeljenih prema zonama uzorkovanja (1–4).

Uzorak	Zona	Tip veziva	Foraminifere	Alge	Ostali fosilni sadržaj	Kremen	Druga mineralna zrna	Mikrofacijes	Tip okoliša
B1	1	mikrit	<i>Ammodiscus</i>	ne	ne	da	muskovit	mudstone	lagunarni/plitkomorski
B11 (BRG1)	1	mikrit	<i>Ammodiscus</i>	ne	ne	da	muskovit	mudstone	lagunarni/plitkomorski
B1a (B1/2)	1	mikrit i sparit	da	ne	peloidi	da	ne	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski
B2	1	sparit	<i>Ammodiscus</i>	ne	ne	da	ne	breča	Supratajdal
B3	1	mikrit	<i>Earlandia</i> , miliolide	ne	Ostrakodi	da	pirit	mudstone	lagunarni/plitkomorski
B12 (BRG2)	2	mikrit i sparit	<i>Ammodiscus</i> , <i>Earlandia</i>	ne	Ostrakodi ?	da	ne	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski
B12a (BRG2/1)	2	mikrit i	ne	ne	Ne	da	ne	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski

		sparit							
B12b (BRG2/2)	2	mikrit	miliolide	ne	ostrakodi, spužve?	da	ne	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski
B17 (B1aK)	2	sparit	ne	ne	ne	da	ne	breča	Supratajdal
B18 (B1bK)	2	sparit	ne	ne	ne	da	ne	breča	Supratajdal
B4	2	sparit	ne	ne	ne	da	ne	breča	Supratajdal
B4a (B4/1)	2	sparit i mikrit	ne	ne	spužve?	da	ne	breča	Supratajdal
B4b (B4/2)	2	mikrit	ne	ne	ne	ne	ne	mudstone do wackestone	lagunarni/plitkomorski
B5	2	sparit i mikrit	ne	da	ne	da	ne	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski
B10	3	mikrit	ne	ne	ne	ne	ne	mudstone	lagunarni
B13 (BRG3)	3	mikrit i	da	ne	ne	da	pirit	rekristalizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski

		sparit							
B13a (BRG3/1)	3	mikrit i sparit	ne	ne	ne	ne	epidot	rekristalizirani wackestone	lagunarni/plitkomorski
B14 (BRG4)	3	mikrit i sparit	ne	ne	ne	da	ne	djelomično dolomitizirani mudstone	lagunarni/plitkomorski
B14a (BRG4/1)	3	mikrit i sparit	ne	da	ne	da	ne	Mudstone do wackestone	lagunarni/plitkomorski
B19 (B2aK)	3	mikrit	<i>Ammodiscus</i> , <i>Earlandia</i>	Gymno- codiaceae	spužve, peloidi, ostrakodi	da	ne	wackestone do packstone	lagunarni/plitkomorski
B20 (B2bK)	3	mikrit	<i>Ammodiscus</i>	Gymno- codiaceae	spužve, puževi	da	ne	wackestone do packstone	lagunarni/plitkomorski
B21 (B3aK)	3	mikrit	<i>Ammodiscus</i> , <i>Earlandia</i> , <i>Hemigordius?</i> , <i>Glomospira?</i>	ne	ostrakodi, spužve, mekušci	da	ne	mudstone do wackestone	lagunarni/plitkomorski
B22	3	mikrit	<i>Ammodiscus</i> ,	ne	ostrakodi,	da	ne	mudstone do	lagunarni/plitkomorski

(B3bK)			<i>Earlandia,</i> <i>Schubertella?</i>		bodljikaši			wackestone	
B6	3	mikrit	<i>Claracrusta?</i>	ne	ne	ne	ne	Packstone s kalcificiranim klastima	plitki, uzburkani
B7	3	sparit	ne	ne	ne	ne	fragmenti stromatolit a	wackestone do packstone; breča??	Plitkomorski, moguće olujni
B8	3	mikrit	da	ne	ne	ne	piroksen, epidot	wackestone	lagunarni/plitkomorski
B9	3	mikrit	<i>Ammodiscus,</i> <i>Earlandia,</i> <i>Glomospira</i>	Gymno- codiaceae	ostrakodi, spužve?	ne	da?	mudstone do wackestone	lagunarni/plitkomorski
B15 (BRG5)	4	sparit	<i>Earlandia</i>	ne	ne	da	ne	breča	Supratajdal
B16 (BRG6)	4	mikrit	ne	ne	ne	ne	ne	mudstone	lagunarni/plitkomorski

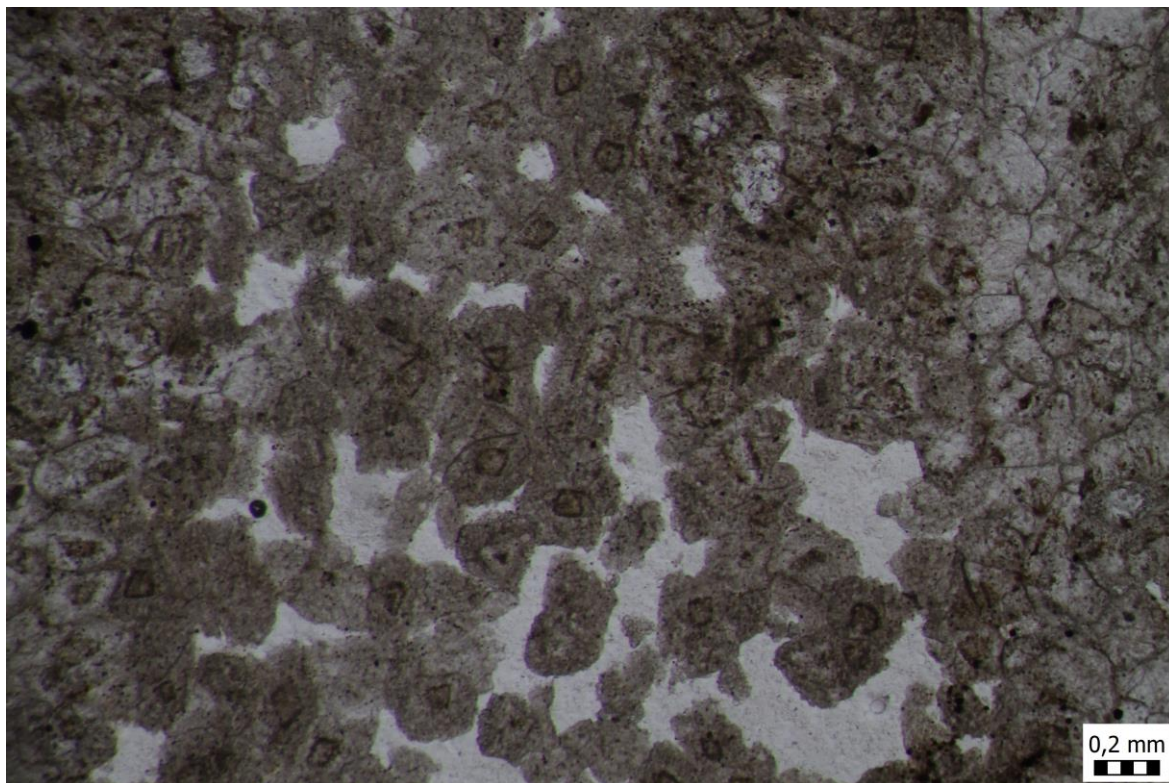
## 4.1. Mikrofacijesi karbonatnih stijena

### 4.1.1. Mikrofacijes 1: mudstone (dolomitizirani)

Mikrofacijes mudstona nalazimo u preparatima s izdanaka u zonama 1, 2 i 4. Sadrže uglavnom izrazito sitnozrnati mikrit (slika 6) s rijetkim kalcitnim žilama. Većina naslaga na istraživanom području je rekristalizirana ili dolomitizirana kako je vidljivo i na priloženoj slici (slika 7). Unutar mikrita mogu se pronaći rijetke foraminifere od kojih je najčešći rod *Ammodiscus* (slika 8). Osim foraminifera, ovaj mikrofacijes sadrži i rijetke fragmente ostrakoda, spužvi, gastropoda te peloide dok su od ostalih čestica vidljivi uglavnom minerali pirita i štapićasti muskoviti te poneko zrno kremenca (slika 9). S obzirom na izrazitu rekristalizaciju uzoraka, dio fosilnog sadržaja nije moguće detaljnije odrediti. Mikrofacijes 1 nalazimo u preparatima označenim kao: B1, B2, B3, B5, B6, B10, B11, B12, B12a, B12b, B13, B13a, B14a te B16 (Tablica 1).



Slika 6. Mudstone mikrofacijes. Uzorak je rekristaliziran (uzorak B10, zona 3)

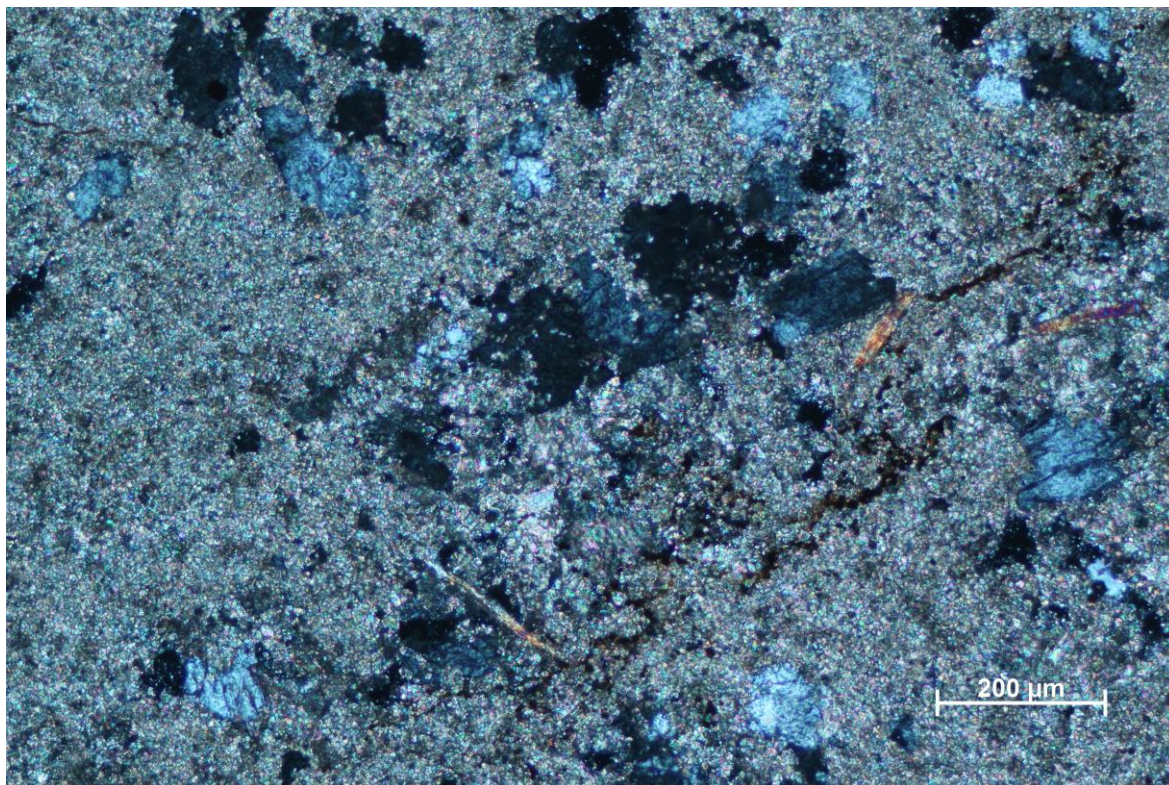


Slika 7: Kristali dolomita u uzorku mikrita (sredina), te kristali kalcita na rubovima (uzorak B14, zona 3)



Slika 8. Presjek foraminifere *Ammodiscus* (u središnjem dijelu fotomikrografije) unutar pretežito mikritnog veziva (uzorak B12, zona 2)





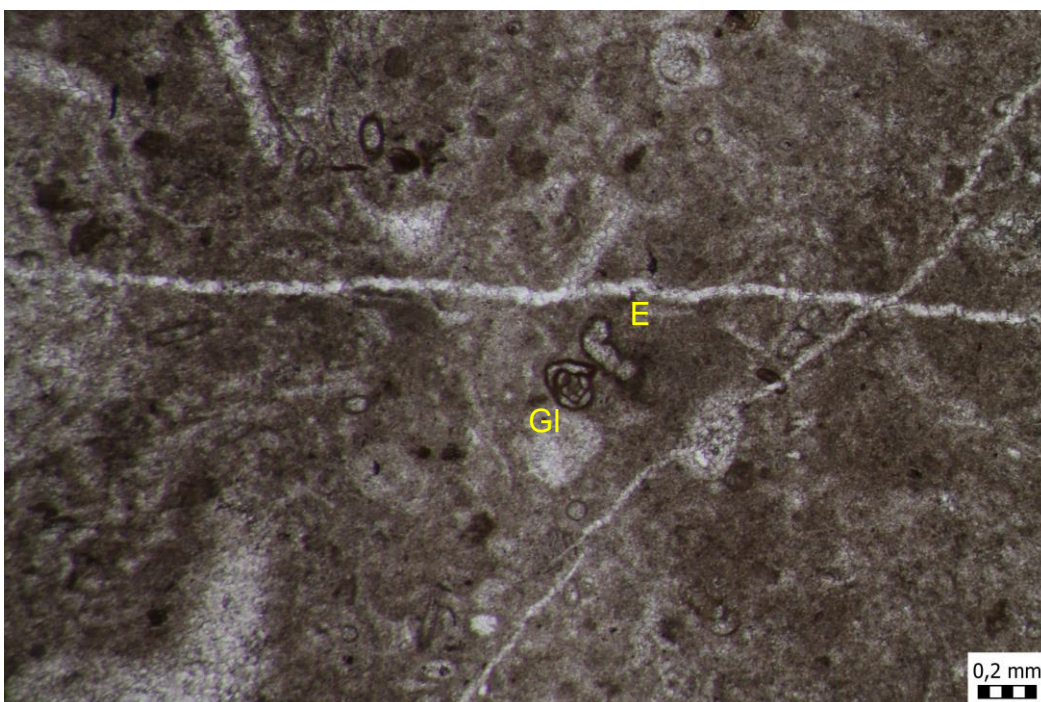
Slika 9. Štapići muskovita i zrna kremenata u mikritnom vezivu (uzorak B11, zona 1). Uzorak snimljen s uključenim analizatorom na polarizacijskom mikroskopu na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka PMF-a.

#### 4.1.2. Mikrofacijes 2: mudstone do wackestone

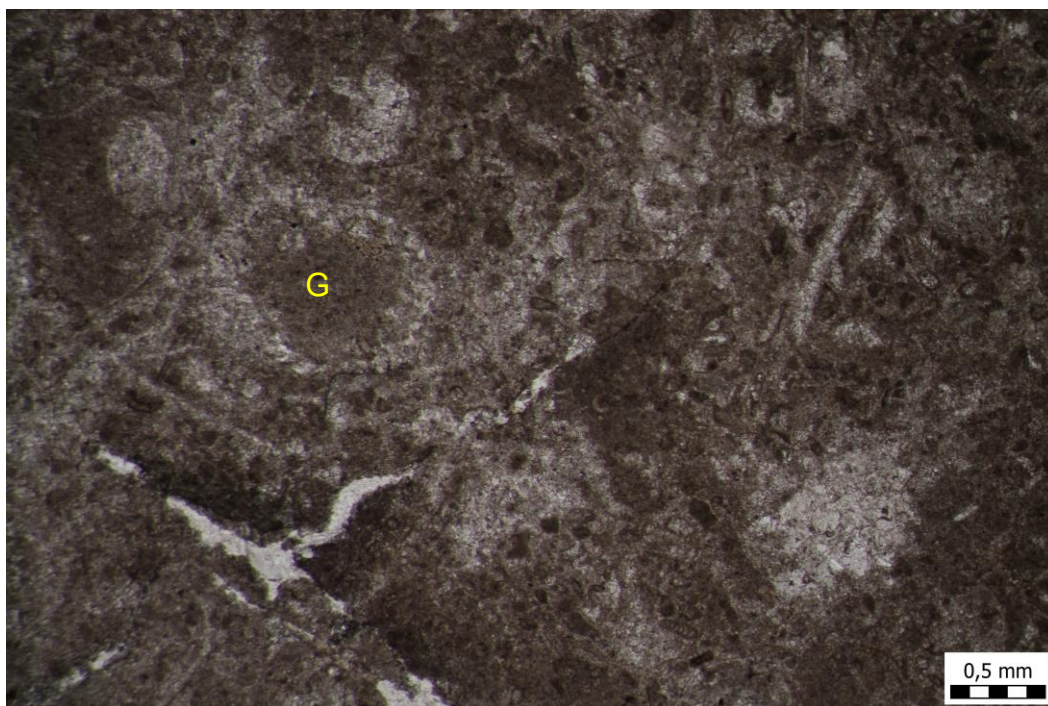
Unutar mikrofacijesa 2 vidljiva je prisutnost alohtonih čestica (premještenih ili čak starijih pretaloženih stijena) (slika 10) te veći udio fosilnog sadržaja (slika 11) u odnosu na mikrofacijes 1. Čestice u promatranim uzorcima vezane su mikritnim vezivom u kojem su vidljive razne foraminifere od kojih su određeni rodovi: *Ammodiscus*, *Earlandia* i *Glomospira* (slika 11). Osim foraminifera u preparatima vidljivi su i presjeci crvenih algi (iz skupine *Gymnocodiaceae*) (slika 12), ostrakoda, spužvi i mekušaca. Od mineralnih čestica pronađeni su piroksen i epidot u pretežito kvarcnoj žili jednog uzorka (slika 13) (uzorak B8, zona 3). Mnoštvo fosilnog sadržaja te sitnozrnato vezivo ukazuju na miran priobalni (vjerojatno lagunarni) marinski okoliš u kojem nije bilo puno burnih perioda. Povremeno su unešene čestice različitog podrijetla iz okoline (Slika 10). Mikrofacijes 2 određen je u uzorcima: B4b, B8, B9, B13a, B14a, B21 i B22 (Tablica 1).



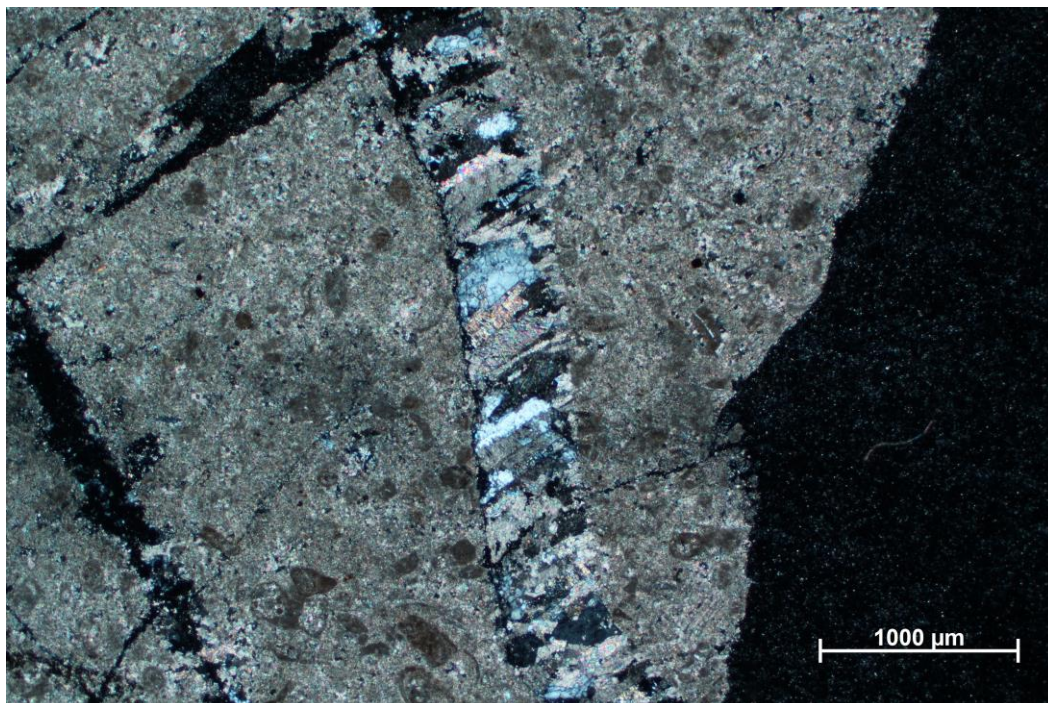
Slika 10. Mudstone do wackestone mikrofacijes s rekristaliziranim fragmentima druge/starije stijene (uzorak B4b, zona 2)



Slika 11. Presjeci foraminifera *Earlandia* (oznaka E) i *Glomospira* (oznaka Gl) unutar mikritnog veziva (u sredini) te rekristalizirani sferični ostatak neodređive ljuštore (u gornjem dijelu) (uzorak B21, zona 3)



Slika 12: Slabo vidljiva crvena alga iz skupine Gymnocodiacea (G) unutar mikritnog veziva (uzorak B9, zona 3)

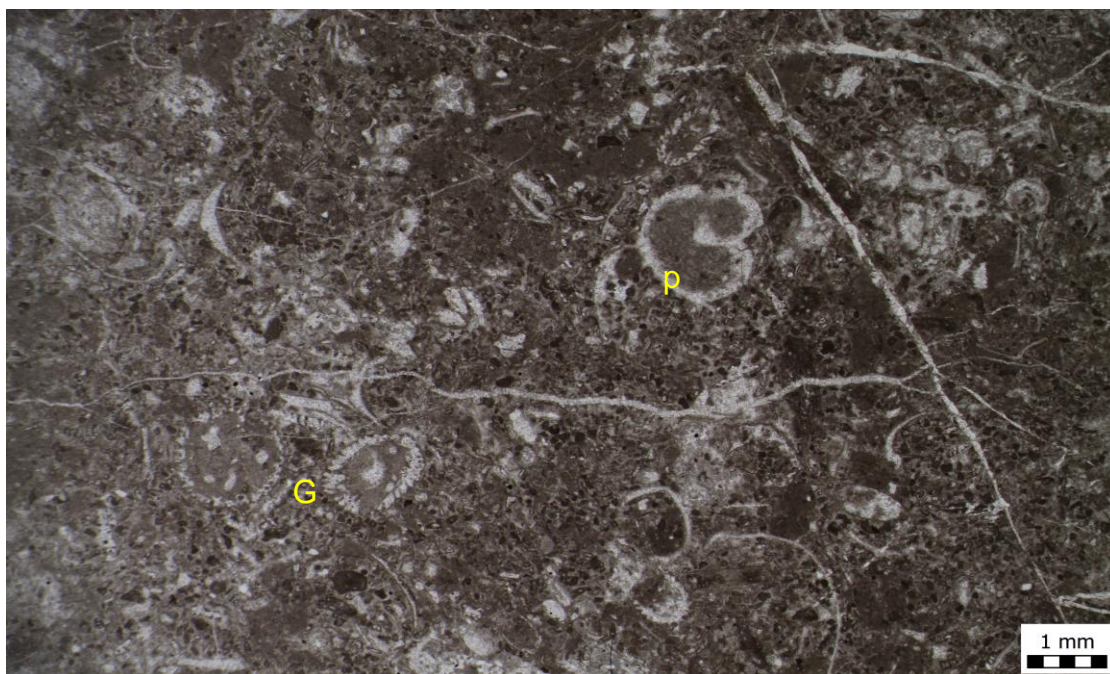


Slika 13: Epidot i piroksen unutar pretežno kvarcne žile (uzorak B8, zona 3). Uzorak snimljen na polarizacijskom mikroskopu s uključenim analizatorom na Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta.

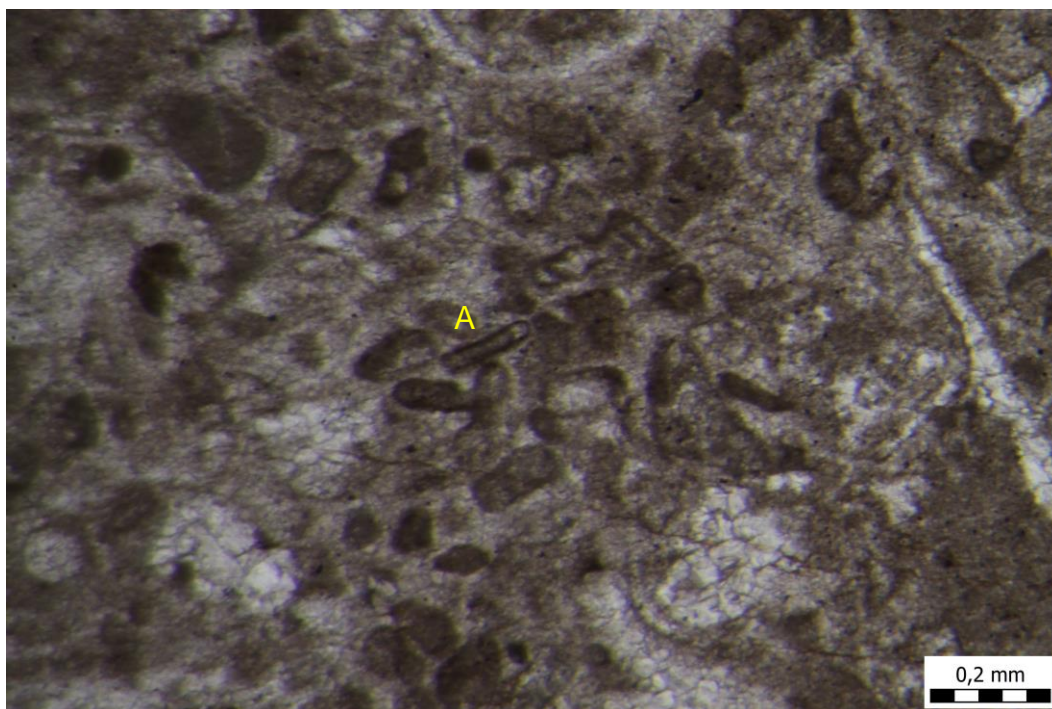
#### 4.1.3. Mikrofacijes 3: wackestone do packstone

Mikrofacijes 3 karakterizira mnoštvo fosilnog sadržaja s pretežitom mikritnim vezivom, koje je najvećim dijelom rekristalizirano (slika 14). Fosilni sadržaj sačinjavaju crvene alge iz skupine Gymnocodiaceae koje su provodne za perm (najvjerojatnije rod *Permocalculus*). Rod *Permocalculus* nije detaljnije određen zbog nereprezentativnih primjeraka, ali se smatra da se nalazi u opisanim preparatima radi usporedbe oblika i građe sa prijašnjim radovima na ovu temu (Herak & Kochansky, 1960). Mikrofacijes 3 se pojavljuje ponajviše u trećoj zoni istraživanih područja.

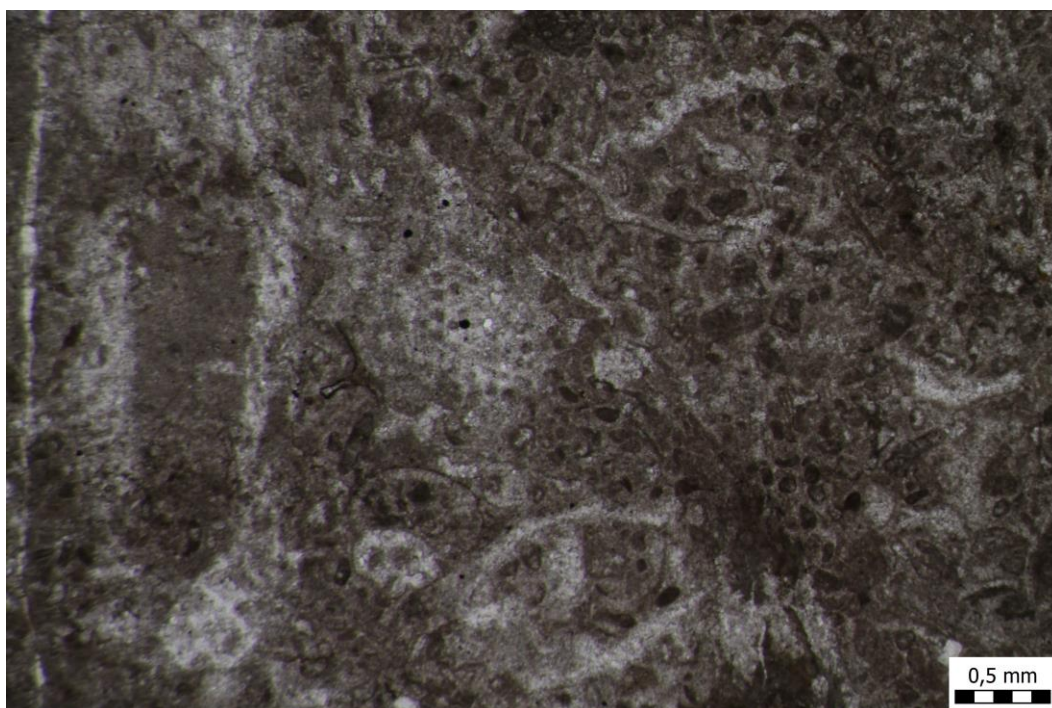
Uzorak sadrži i foraminifere, ponajviše rodove *Ammodiscus* (slika 15) i *Earlandia*; a vidljivi su i peloidi (slika 15), ostrakodi, fragmenti spužvi (slika 16), i mekušaca (slika 14). Ovaj mikrofacijes nalazimo i u uzorku B6 (Slika 17) koji se istaknuo svojom posebnosti, s obzirom da je u uzorku određen problematičan rod *Claracrusta* iz porodice spužvi koji je još nađen na području Velebita (Sremac & Aljinović, 1997). Rod *Claracrusta* je prvi put opisan 1981. godine i danas nije u potpunosti definiran (Vachard & Montenat, 1981). U uzorcima su vidljive i rijetke čestice kremenca. Mikrofacijes 3 nalazimo u uzorcima: B7, B19, B20.



Slika 14: Karbonatni wackestone do packstone sa vidljivim primjercima crvenih algi iz skupine Gymnocodiaceae (oznaka G) (vjerojatno rod *Permocalculus*), presjekom puža (oznaka P) i ostalog fosilnog kršja povezanog mikritnim vezivom (uzorak B20, zona 3)



Slika 15: Foraminifera roda *Ammodiscus* (Oznaka A) okružena peletima unutar pretežito mikritnog veziva (uzorak B19, zona 3)



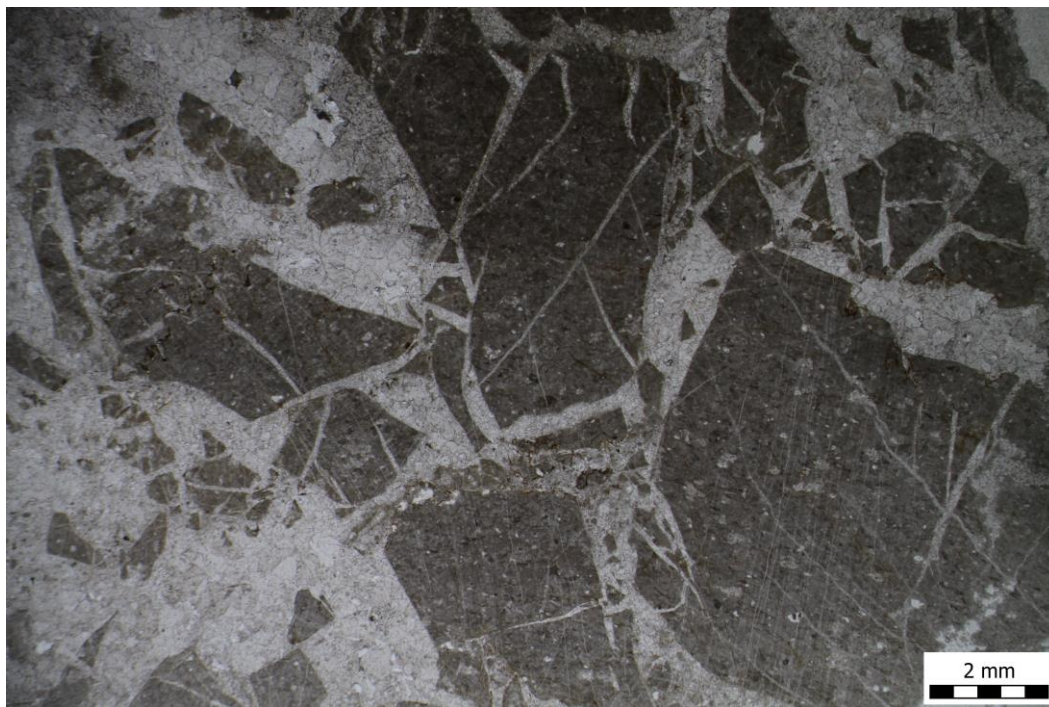
Slika 16: Uzdužni presjek spužve (u lijevom dijelu slike, oblika slova „U“), ostrakoda? (u donjem dijelu slike, eliptična formacija) i foraminifera (presjeci roda *Ammodiscus*) međusobno povezanih mikritnim vezivom (uzorak B19, zona 3)



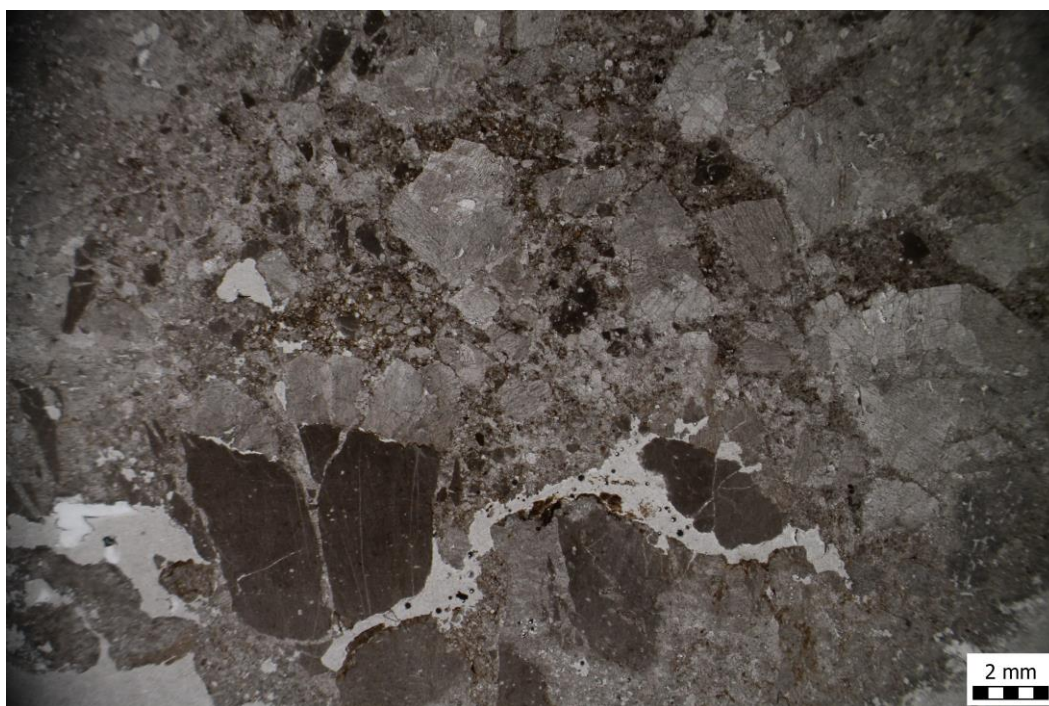
Slika 17: Packstone sa potpuno rekristaliziranim klastima. Preparat najvećim dijelom sadržava presjeke problematičnog roda *Claracrusta* (bijelo)

#### 4.1.4. Mikrofacijes 4: karbonatna breča

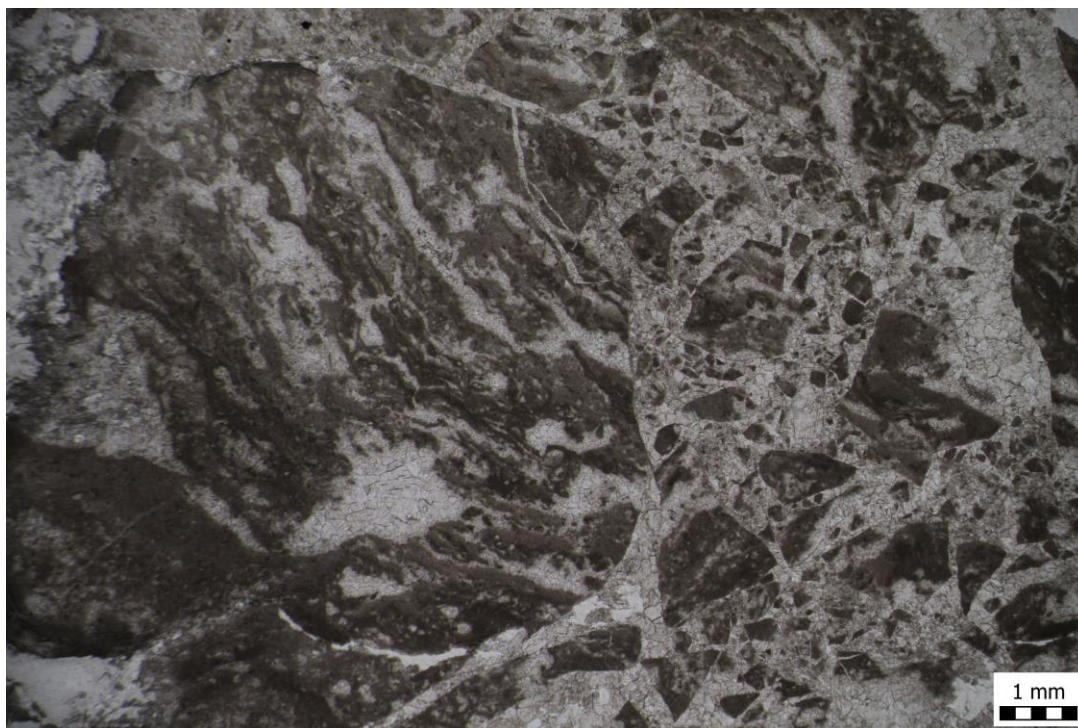
Mikrofacijes 4 obilježavaju karbonatne breče sa sparitnim vezivom i pretežito uglatim klastima (Slika 18). Klasti ovog mikrofacijesa su mikritnog sastava i u većini primjeraka su dodatno ispucani, a te pukotine su naknadno ispunjene tankim kalcitnim žilama (slika 18). Iako većina klasta ne sadrži fosile, u ponekim slučajevima unutar klasta nađeni su presjeci foraminifera (rodova *Ammodiscus* i *Earlandia*) te rijetki primjerci spužvi. U pojedinim uzorcima pronađeni su klasti različitog podrijetla i boja, ali i različitih veličina i stupnja zaobljenosti (slika 19). U jednom od uzoraka (B7) nađen je fragment mogućeg stromatolita (Slika 20). S obzirom na navedeno može se pretpostaviti da su neke od čestica premještane unutar taložnog prostora, ili potječu s okolnog kopna tadašnjeg taložnog prostora. Osim kremenca, unutar breča nisu pronađena druga mineralna zrna. Malen udio fosilnog sadržaja te uglati mikritni klasti najvjerojatnije ukazuju na određenu promjenu u okolišu za vrijeme nastajanja zbog čega je dolazilo do isušivanja. Mikrofacijes 4 određen je u uzorcima: B2, B4, B4a, B7, B15, B17, B18.



Slika 18. Mikrofacijes breče sa uglatim zrnima i sparitnim vezivom. Pukotine unutar klata ispunjene kalcitom su vjerojatno nastale tijekom isušivanja u plitkomorskim i nadplimnim prostorima (uzorak B17, zona 2)



Slika 19: Prikaz klata različitog podrijetla zbog vjerojatnog premještanja čestica (Uzorak B15, zona 4). Pretpostavka uzburkanijeg okoliša nastajanja ili dodatnog donosa materijala.



Slika 20: Uzorak breče s raznolikim fragmentima, ističe se fragment stromatolita na lijevoj strani fotomikrografije.



## 5. Rasprava

### 5.1. Stratigrafija

Zbog učestalog pojavljivanja crvenih algi iz skupine Gymnodiaceae (Slike 12, 14), navedenih foraminifera (*Ammodiscus*) i fragmenata gastropoda (Slika 14) uzorke iz zone 3 (BR3) koji ukazuju na plitkomorske ili čak lagunarne okoliše taloženja možemo svrstati u gornjopermske (npr. Fio Firi et al., 2016). Navedeni uzorci uključuju slijedeće mikrofacijese: wackestone do packstone mikrofacijes i mudston do wackeston mikrofacijes.

Iako su unutar mudstona pronađeni rijetki fosilni ostaci (presjeci foraminifera *Ammodiscus*, *Earlandia*...), navedeni oblici nemaju provodnu vrijednost jer se javljaju kroz dugi period geološke prošlosti. Najstarije pronađene foraminifere roda *Ammodiscus* su silurske starosti, a žive i danas (<https://en.wikipedia.org/wiki/Ammodiscus>), dok su najstarije erlandije gornjo-devonske starosti, a postojale su sve do starije krede (Vachard et al., 2018). S obzirom na navedeno ne može se sa sigurnošću utvrditi starost ovog mikrofacijesa na temelju određenih foraminifera. S obzirom da su u neposrednoj blizini istraživanog područja određene naslage s algama roda *Permocalculus* određene kao gornjopermske (Fio Firi et al., 2016), možemo zaključiti da su i stijene analizirane u ovom radu, koje pokazuju prisutnost gimnodiacejskih algi, također permske starosti. Budući da mudstone mikrofacijes najčešće nastaje u okolišu izrazito niske energije, možemo zaključiti da je nastao u permskim plitkomorskim područjima ili čak lagunama. Nedostatak fosilnog sadržaja u mudstone mikrofacijesu možemo povezati sa povećanjem saliniteta laguna i visokim temperaturama okoliša (Sremac, 2005).

U fragmentima koje nalazimo unutar breča vrlo su rijetki nalazi fosila, a nijedan od određenih oblika (*Ammodiscus*, *Earlandia*) se ne može smatrati provodnim. Određeni fosilni sadržaj nađen je unutar fragmenata, a ne u vezivu, tako da je teško ukazati na točnu starost spomenutih breča. Na bliskom području u okolici Bregane istraživane su slične breče u kojima je utvrđena prisutnost foraminifera (*Ammodiscus*) i u fragmentima i u vezivu čime je pretpostavljeno da su čestice i vezivo breča više-manje istovremeni (Fio Firi et al., 2016).

Breče pokazuju raznolikost klasta po boji, veličini i zaobljenosti što, uz nedostatak fosila, ukazuje na određene promjene u okolišu. Te se promjene mogu odnositi na lokalne

događaje pri čemu su breče najvećim dijelom nastale prilikom isušivanja pojedinih plitkih dijelova tadašnjih plitkomorskih, vjerojatno i lagunskih područja (npr. Slika 18), ili kao posljedica pojedinih događaja s povišenom energijom, možda čak i oluja (npr. Slika 19). U jednom od uzoraka nađen je i fragment stromatolita (B7; Slika 20), čija prisutnost svakako ukazuje na nadplimni okoliš. No, moguće je da se navedene promjene vežu i uz regresiju koja je zabilježena na kraju perma te ove breče možemo svrstati u prijelazne breče kakve na ovom prostoru obilježavaju granicu perma i trijasa (Fio Firi et al., 2016) iako za ovakvu pretpostavku nemamo dovoljno dokaza. S obzirom na maleni broj i tešku dostupnost izdanaka na istraživanom području, detaljniji zaključci su teško mogući jer nije moguće prikazati cjeloviti slijed istraživanih naslaga.

U prikazanim mikrofacijesima 2 i 3 (mudstone do wackestone i wackestone do packstone) određene su foraminifere (*Ammodiscus*, *Earlandia* i *Glomospira*), ali nažalost, kako je već navedeno, nemaju provodnu vrijednost te na temelju njih ne možemo detaljnije utvrditi starost mikrofacijesa 2 i 3. Oba mikrofacijesa pokazuju bogatstvo peloida i fosilne flore i faune te stoga možemo zaključiti da su nastali u mirnom i, za život, relativno pogodnom okolišu, najvjerojatnije lagunarnom što se može usporediti s razdobljem krajem perma za koje je karakteristično postojanje laguna. Na to posebice ukazuju peloidi koji se teško fosilno očuvaju. Prisutnost gimnokodiacejskih crvenih algi u mikrofacijesima 2 i 3 ukazuje na permsku starost, jer su ovakve crvene alge provodne za perm.

## 5.2. Određenje paleookoliša

Tijekom kasnog perma taložni okoliši duž unutarnjeg šelfa Paleothetysa su se mijenjali iz plitkog potplimnog okoliša sa velikom bioraznolikošću u nadplimni okoliš sa izrazito malom bioraznolikošću (Sremac, 2005). Temperature mora na ovom području za vrijeme perma su bile jako visoke što ukazuje na tipični tropski okoliš blizine ekvatora (Fio Firi et al., 2010). Dokaze za navedeno vidimo u bioraznolikosti wackestone do packstone mikrofacijesa unutar preparata B9, B19, B20 i B21 koji su svi iz zone 3 pa možemo zaključiti da naslage koje su obilježene kao zona 3 za vrijeme perma bile smještene u plitkomorskom okolišu, vjerojatno lagunarnom, u kojemu je bilo života (npr. foraminifere rodova *Ammodiscus*, *Earlandia*, *Glomospira*, *Gymnocodiaceae*, mekušci, spužve...). Peloidi se također smatraju pokazateljem lagunarnog mirnog okoliša jer se, zbog krhkosti, teško očuvaju te je njihovo očuvanje moguće samo u najmirnijem okolišu.

Prisutan fosilni sadržaj (foraminifere, spužve, alge, puževi, ostrakodi) u mikrofacijesima 2 i 3 ukazuje na povoljne uvjete života u vrijeme nastajanja. Najvjerojatnije se radi o plitkomorskom lagunarnom okolišu sa malo povišenim salinitetom i toplom klimom. Gymnocodiaceae (posebice rod *Permocalculus*) i male bentičke foraminifere prisutne su u promatranim preparatima zbog njihove tolerancije na klimatske fluktuacije i promjene saliniteta (Flügel, 1991). Bioakumulacije Gymnocodiaceae se smatraju glavnim karbonatnim proizvođačima na unutarnjoj platformi tijekom kasnog perma, pogotovo nakon smanjenja raznolikosti dasikladalnih algi (Flügel, 1991; Gaillot & Vachard, 2007).

Nedostatak fosilnog sadržaja te uglati mikritni klasti unutar mikrofacijesa breča najvjerojatnije ukazuju na određenu promjenu u okolišu za vrijeme nastajanja. Pretpostavlja se da je za vrijeme nastajanja ovog mikrofacijesa u okolišu došlo do povlačenja razine mora, što može biti povezano i sa kasnopermskom regresijom (Fio Firi et al., 2016) te su stijene bile izložene kopnenim uvjetima što je doprinijelo izostanku fosilnog sadržaja i dovelo do isušivanja i pucanja stijena mikritnog sastava (desikacijske pukotine, npr. Slika 18). Naknadno su ti raspucali fragmenti povezani te je litificiranjem nastala breča.

## 6. Zaključak

Na području nedaleko od mjesta Bregana istraživane su gornjopaleozojske, točnije permske naslage unutar kojih su određena četiri mikrofacijesa: mudstone, mudstone do wackestone, wackestone do packstone i mikrofacijes breča. Na temelju istraživanja provedenih u ovom radu možemo zaključiti kako su svi određeni mikrofacijesi vjerojatno nastali krajem perma. Okolišne promjene su vidljive promatrajući razlike među navedenim mikrofacijesima. Mikrofacijes 1, odnosno mudstoni s rijetkim fosilnim ostacima (foraminifere *Ammodiscus* i *Glomospira*), u kojima je česta prisutnost peloida ukazuju na miran, vjerojatno lagunarni okoliš. Mikrofacijesi 2 i 3 su nastali u plitkomorskom okolišu koji je bio bogatiji životom. Ove mikrofacijese karakterizira i prisutnost crvenih algi iz porodice *Gymnocodiaceae* (rod *Permocalculus*).

Mikrofacijes 4 karakteriziraju breče s rijetkim nalazima fosilnog sadržaja. Radi se o karbonatnim brečama ponajviše mikritnog sastava te možemo zaključiti kako su ove breče nastale pucanjem stijena mikritnog sastava. Na klastima ovih breča vidimo pukotine i mikropukotine što nam govori da se radi o desikacijskim pukotinama te u samom uzorku nije vidljiv značajniji transport čestica. Iz navedenog može se zaključiti da je dolazilo do sušenja sedimenta prilikom povremenih promjena razine mora. U ovaj mikrofacijes uvrštene su i breče koje pokazuju alohtone čestice, vjerojatno s bliskog okolnog područja.

S obzirom na prikazane rezultate može se pretpostaviti da je u okolišu dolazilo do promjena kojima je teško utvrditi točan slijed, što je dodatno otežano zbog nepristupačnosti istraživanog terena i nereprezentativnih uzoraka.

U ovom radu se prvenstveno radi od permskim naslagama, a ne o gornjopaleozojskim kako ih je prvo definirao Herak (1956) jer u istraživanom području nema tipičnih karbonskih naslaga (crni, tamnosivi škriljavci, šejlovi i pješčenjaci). Ipak, nalazi problematičnog roda *Claracrusta* mogli bi nas navesti i na sumnju o karbonskoj starosti, s obzirom da su slične pojave određene u blizini Mrzlih Vodica u Gorskom kotaru (Sremac & Aljinović, 1997). No, naslage su svakako već prethodno potvrđene kao permske, prema prethodnom prikazu u Šikić et al. (1977, 1979) gdje su prikazane kao srednjo i gornjopermske, a prema sličnosti naslaga s onima istraživanim vezano uz granicu perma i trijasa na bliskom području (Fio Firi et al., 2016) može se svakako pretpostaviti gornjopermska starost istraživanih naslaga.

## 7. Citirana literatura

- Dunham, R. J. (1962): Classification of carbonate rocks according to depositional texture. U: Ham, W.E. (ur): Classification of carbonate rocks. American Association of Petroleum Geologists Memoir. 1, 108–121, Tulsa – Oklahoma.
- Fio, K., Spangenberg, J. E., Vlahović, I., Sremac, J., Velić, I. & Mrinjek, E. (2010): Stable isotope and trace element stratigraphy across the Permian–Triassic transition: a redefinition of the boundary in the Velebit Mountain, Croatia. *Chemical Geology*, 278, 38–57.
- Fio Firi, K., Sremac, J. & Vlahović, I. (2016.): The first evidence of Permian–Triassic shallow-marine transitional deposits in northern Croatia: Samoborsko Gorje Hills. *Swiss Journal of Geosciences*, 109/3, 401–413.
- Flügel, E. (1991): Triassic and Jurassic marine calcareous algae: a critical review. In: R. Riding (Ed.): *Calcareous Algae and Stromatolites*. Springer, Berlin, 481–490.
- Flügel, E. (2004): *Microfacies of Carbonate Rocks; Analysis, Interpretation and application*, 2nd edition, 984 str., Springer, Berlin.
- Gaillot, J. & Vachard, D. (2007): The Khuff Formation (Middle East) and time-equivalents in Turkey and South China: biostratigraphy from Capitanian to Changhsingian times (Permian), new foraminiferal taxa, and palaeogeographical implications. *Coloquios de Paleontología*, 57, 37–223.
- Gorjanović-Kramberger, D. (1894): Geologija gore Samoborske i Žumberačke. *Rad JAZU*, 120.
- Hacquet, B. (1784): *Oryctografica carniolica, oder physikalische erdbeschreibung des herzogthums krain, Istrien und zum theil der benachbarten länder*. III Teil, Leipzig.
- Herak, M. (1956): Geology of the Samoborska Gora Mt. *Acta Geologica*, 4, 49–73.
- Herak, M. & Kochansky, V. (1960): Gymnocodiacean Calcareous Algae in the Permian of Yugoslavia, *Geološki vjesnik*, XIII, 23.
- Herak, M. & Škalec, D. (1967): Kalkalgen im Perm des Samoborer gebirges. *Geološki vjesnik*, 20(1966), 37–41.
- Jovanović, D. (1962): Kvarcni pijesak kao sirovinska baza pješčano-vapnene opeke na području Grdanjca (Samobor), *Fond str. dok.*, IGI, Zagreb.
- Kiessling, W., Flügel, E. & Golonka, J. (2003): Patterns of Phanerozoic carbonate platform sedimentation. *Lethaia*, 36, 195–226.
- Lipold, M. V. (1858): *Manuskriptna geološka karta lista Krško-Brežice i Samobor 1:75 000*.
- Malez, M. (1956): Paläolithikum in Samobor Bei Zagreb, *Bull. Sci, Yugoslavia*. (A), 2, Zagreb.

- Palinkaš, L. A., Borojević Šoštarić, S., Strmić Palinkaš, S., Prochaska, W., Spangenberg, J., Cuna, S. & Šinkovec, B. (2010): Permian polysulphide–siderite–barite–haematite deposit Rude in Samoborska Gora Mts., Zagorje–Mid–Transdanubian zone of the Internal Dinarides. *Geologia Croatica*, 63, 93–115.
- Palinkaš, L. & Sremac, J. (1989): Barite-bearing stromatolites at the Permian–Triassic boundary in Gorski Kotar (Croatia, Yugoslavia). *Memorie Società Geologica Italiana*, 40(1987), 259–264.
- Palotai, M. (2013): Oligocene-Miocene Tectonic Evolution of the Central Part of the Mid-Hungarian Shear Zone (doctoral dissertation), PhD program for Geology and Geophysics at the PhD School of Earth Sciences, Eötvös Loránd University, Budapest, Hungary.
- Pamić, J. & Tomljenović, B. (1998): Basic geological data for the Croatian part of the Zagorje–Mid–Transdanubian Zone. *Acta Geologica Hungarica*, 41(4), 389–400.
- Poljak, J. (1911): Kratak prijedlog geotektonskih odnosa Hrv.-Slav-gorja, *Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva*, 23, Zagreb.
- Ramovš, A. (1965): O „Hochwipfelskih skladnih“ v Posavskih Gubah in o „Karbonskih plasteh“ V Njihovi Soseščini, *Geološki vjesnik* 18/2, Zagreb.
- Scotese, C. R. & Langford R.P. (1995): The Permian of Northern Pangea, *The Permian of Northern Pangea: Volume 1: Paleogeography, Paleoclimates, Stratigraphy*, Springer-Verlag, Berlin, 3–19.
- Sremac, J. (2005): Equatorial shelf of the Palaeozoic supercontinent – cradle of the Adriatic Carbonate Platform. *Geologia Croatica*, 58(1), 1–19.
- Sremac, J., & Aljinović, D. (1997): Upper Palaeozoic fossils from clastic sedimentary rocks in the Gorski Kotar region. *Geologia Croatica*, 50(2), 187–199.
- Stur, D. (1861–62): Aus Samobor, *Jahrb. Geol. R.A.*, 12, Wien
- Stur, D. (1863): Bericht über die geologische uebersichts-aufnahme im mit theile Croatiens, *Jahrb.geol. R.A.*, 13, Wien.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000, List Zagreb. Institut za geološka istraživanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.
- Šikić, K., Basch O. & Šimunić A. (1979): Tumač osnovne geološke karte SFRJ 1: 100 000, list Zagreb L 33-80, Savezni geološki zavod, Beograd, 75 str.
- Šuklje, F. (1929): Mediteranska fauna Zaprešić brijega u Samoborskoj gori, *Vijesti Geološkog zavoda* 3, Zagreb
- Šuklje, F. (1932): Prilog geologiji Samoborske gore, *Vesnik geološkog instituta Jugoslavije* 1, Beograd
- Šuklje, F. (1936): Prilog stratigrafiji Samoborske gore, *Glasnik Hrvatskog prirodoslovnog društva*, 41–48, Zagreb

- Šuklje, F. (1942): Iz zemljioslovja Samoborske gore, Vjestnik Hrvatskog državnog geološkog zavoda i muzeja 1, Zagreb
- Tišljar, J. (1994): Sedimentne stijene, Školska knjiga, Zagreb, 422 str.
- Tučan, F. (1919): Naše rudno blago, Matica Hrvatska, Zagreb
- Vachard, D. (2016): Permian smaller foraminifers; taxonomy, biostratigraphy and biogeography. U: Lucas, S. G. & Shen, S. Z. (ur.): The Permian Timescale: Geological Society London, Special Publications, 450.
- Vachard, D., Kranier K. & Mörtl A. (2018): Middle Devonian Parathuramminid and Earlandiid foraminifers from shallow marine carbonates of the Carnic Alps (Austria), *Journal of Paleontology*, 92/3, 336–372.
- Vachard, D. & Montenat, C. (1981): Biostratigrafic, micropaleontologie et paleographic du Permien de la region de Tezak (Montagnes Centrales d'Afganistan). *Paleontografica*, B, 178, 1–88.
- Vukotinović, Lj. (1855): Eisenwer Rude bei Samobor, *Jahrb. Geol. R.A.*, 6, Wien.
- Ziegler, A. M., Eshel, G., Rees, P. M., Rothfus, T. A., Rowley, D. B., & Sunderlin, D., (2003): Tracing the tropics across land and sea: Permian to present, *Lethaia*, 36, 227–254.
- [www.google.com](http://www.google.com) (08.2019.)
- <https://en.wikipedia.org/wiki/Ammodiscus> (09.2019.)
- <https://www.parkovihrvatske.hr/park-prirode-zumberak-samoborsko-gorje> (08.2019.)

## 8. Popis slika u tekstu

Slika 1: Satelitski snimak Žumberačkog i Samoborskog gorja (Google maps) s označenim položajem istraživanog područja u okolici Bregane. ....	1
Slika 2. Prikaz šireg prostora istraživanja na isječku iz OGK list Zagreb (Šikić et al., 1977), s označenim područjem s permskim naslagama na cesti od Bregane prema zapadu. Objašnjenje jedinica na karti u tekstu u nastavku. ....	2
Slika 3. Početni lokalitet uzorkovanja. Uzorkovanje izrazito otežano zbog nepristupačnosti i gustog raslinja. ....	9
Slika 4. Isječak iz OGK list Zagreb (Šikić et al., 1979), preklopljen u programu Google Earth, kako bi se vidjele lokacije uzoraka i geološka građa istraživanog dijela terena. ....	9
Slika 5. Druga zona uzorkovanja, uzorkovane naslage nalaze se iznad gabiona. ....	10
Slika 6. Mudstone mikrofacijes. Uzorak je rekristaliziran (uzorak B10, zona 3) ....	17
Slika 7: Kristali dolomita u uzorku mikrita (sredina), te kristali kalcita na rubovima (uzorak B14, zona 3) ....	18
Slika 8. Presjek foraminifere <i>Ammodiscus</i> (u središnjem dijelu fotomikrografije) unutar pretežito mikritnog veziva (uzorak B12, zona 2).....	18
Slika 9. Štapići muskovita i zrna kremenata u mikritnom vezivu (uzorak B11, zona 1). Uzorak snimljen s uključenim analizatorom na polarizacijskom mikroskopu na Mineraloško-petrografskom zavodu Geološkog odsjeka PMF-a.....	19
Slika 10. Mudstone do wackestone mikrofacijes s rekristaliziranim fragmentima druge/starije stijene (uzorak B4b, zona 2) ....	20
Slika 11. Presjeci foraminifera <i>Earlandia</i> (oznaka E) i <i>Glomospira</i> (oznaka G1) unutar mikritnog veziva (u sredini) te rekristalizirani sferični ostatak neodređive ljušture (u gornjem dijelu) (uzorak B21, zona 3).....	20
Slika 12: Slabo vidljiva crvena alga iz skupine Gymnocodiacea (G) unutar mikritnog veziva (uzorak B9, zona 3) ....	21



- Slika 13: Epidot i piroksen unutar pretežno kvarcne žile (uzorak B8, zona 3). Uzorak snimljen na polarizacijskom mikroskopu s uključenim analizatorom na Mineraloško-petrografskom zavodu Prirodoslovno-matematičkog fakulteta..... 21
- Slika 14: Karbonatni wackestone do packstone sa vidljivim primjercima crvenih algi iz skupine Gymnocodiaceae (oznaka G) (vjerojatno rod *Permocalculus*), presjekom puža (oznaka p) i ostalog fosilnog kršja povezanog mikritnim vezivom (uzorak B20, zona 3) ..... 22
- Slika 15: Foraminifera roda *Ammodiscus* (Oznaka A) okružena peletima unutar pretežito mikritnog veziva (uzorak B19, zona 3)..... 23
- Slika 16: Uzdužni presjek spužve (u lijevom dijelu slike, oblika slova „U“), ostrakoda? (u donjem dijelu slike, eliptična formacija) i foraminifera (presjeci roda *Ammodiscus*) međusobno povezanih mikritnim vezivom (uzorak B19, zona 3) ..... 23
- Slika 17: Packstone sa potpuno rekristaliziranim klastima. Preparat najvećim dijelom sadržava presjeke problematičnog roda *Claracrusta* (bijelo) ..... 24
- Slika 18. Mikrofacijes breče sa uglatim zrnima i sparitnim vezivom. Pukotine unutar klasta ispunjene kalcitom su vjerojatno nastale tijekom isušivanja u plitkomorskim i nadplimnim prostorima (uzorak B17, zona 2) ..... 25
- Slika 19: Prikaz klasta različitog podrijetla zbog vjerojatnog premještanja čestica (Uzorak B15, zona 4). Pretpostavka uzburkanijeg okoliša nastajanja ili dodatnog donosa materijala..... 25
- Slika 20: Uzorak breče s raznolikim fragmentima, ističe se fragment stromatolita na lijevoj strani fotomikrografije. .... 26