

SVEUČILIŠTE U ZAGREBU  
RUDARSKO-GEOLOŠKO-NAFTNI FAKULTET  
Diplomski studij geologije

**LITOFACIJESI PODRUČJA PODSUSEDKO DOLJE-BIZEK-IVANEC  
BISTRANSKI NA MEDVEDNICI**

Diplomski rad

Martina Perić

G175

Zagreb, 2016.

LITOFACIJESI PODRUČJA PODSUSEDSCO DOLJE-BIZEK-IVANEC BISTRANSKI NA  
MEDVEDNICI

MARTINA PERIĆ

Diplomski rad izrađen: Sveučilište u Zagrebu  
Rudarsko-geološko-naftni fakultet  
Zavod za mineralogiju, petrologiju i mineralne sirovine  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Sažetak

Predmet istraživanja ovoga rada su stijene jugozapadnog dijela Medvednice, na području omeđenom trima kamenolomima: Podsusedsko Dolje, Bizek i Ivanec Bistranski. Cilj rada bio je definirati karakteristične litofacijese na istraživanom području. Terenskim istraživanjem i mikropetrografskom analizom izdvojeno je ukupno sedam litofacijesa (trijaski litofacijesi: Litofacijes dolomita (L1) i Litofacijes dolomitnih breča (L2); kredni litofacijesi: Litofacijes karbonatnih klastita (L3); badenski litofacijesi: Litofacijes baznih konglomerata (L4), Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), Litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6) i Litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7)). Svi rezultati istraživanja integrirani su u GIS bazu podataka i prikazani na karti litofacijesa istraživanog područja.

Ključne riječi: litofacijes, Podsusedsko Dolje, Bizek, Ivanec Bistranski, Medvednica, GIS  
Diplomski rad sadrži: 55 stranice, 27 slika, 2 priloga i 44 referenci.

Jezik izvornika: hrvatski

Diplomski rad pohranjen: Knjižnica Rudarsko-geološko-naftnog fakulteta  
Pierottijeva 6, Zagreb

Voditelj: Doc. dr. sc. Uroš Barudžija

Ocjenjivači: Doc. dr. sc. Uroš Barudžija  
Doc. dr. sc. Dario Perković  
Izv. prof. dr. sc. Dunja Aljinović

Datum obrane: 19. veljače 2016.

LITHOFACIES OF PODSUSEDNSKO DOLJE-BIZEK-IVANEC BISTRANSKI AREA ON  
MEDVEDNICA MT.

MARTINA PERIĆ

Thesis completed in: University of Zagreb  
Faculty of Mining, Geology and Petroleum engineering  
Department of Mineralogy, Petrology and Mineral deposits  
Pierottijeva 6, 10000 Zagreb

Abstract

The subject of this thesis were the rocks from the southwestern part of Medvednica Mt. in the area bounded by the position of three quarries: Podsusedsko Dolje, Bizek and Ivanec Bistranski. Main goal of the investigation was to define characteristic lithofacies in the study area. Seven lithofacies were defined by field-work and micropetrographical analysis (Triassic lithofacies: Dolomite lithofacies (L1) and Dolomitic breccia lithofacies (L2); Cretaceous lithofacies: Carbonate clastic lithofacies (L3); and Badenian lithofacies: Basal conglomerate lithofacies (L4), Porous limestone lithofacies (so-called „litavac“) (L5), Lithothamnium limestone lithofacies (L6) and Clayey biocalcarenite lithofacies (L7)). All the results are integrated into the GIS database and displayed on a lithofacies map of the study area.

Keywords: lithofacies, Podsusedsko Dolje, Ivanec Bistranski, Bizek, Medvednica Mt., GIS

Thesis contains: 55 pages, 27 figures, 2 enclosures and 44 references.

Original in: Croatian

Thesis deposited in: Library of the Faculty of Mining, Geology and Petroleum Engineering,  
Pierottijeva 6, Zagreb

Supervisor: PhD Uroš Barudžija, Assistant Professor

Reviewers: PhD Uroš Barudžija, Assistant Professor  
PhD Dario Perković, Assistant Professor  
PhD Dunja Aljinović, Associate Professor

Date of defense: February 19<sup>th</sup>, 2016.

*Zahvaljujem se svom mentoru doc. dr. sc. Urošu Barudžiji na ukazanom povjerenju, brojnim stručnim savjetima i potpori tijekom izrade diplomskog rada.*

*Zahvaljujem se doc. dr. sc. Dariu Perkoviću pri pomoći i savjetima pri radu u ArcGIS-u, te izv. prof. dr. sc. Dunji Aljinović na korisnim savjetima u završnoj fazi izrade diplomskog rada.*

*Najveću zahvalu dugujem svojoj obitelji, na potpori i nikad izgubljenoj vjeri u mene tijekom studiranja.*

# SADRŽAJ

<b>1. UVOD .....</b>	<b>1</b>
<b>2. GEOLOGIJA MEDVEDNICE .....</b>	<b>2</b>
2.1. Geografski položaj istraživnog područja .....	2
2.2. Pregled dosadašnjih istraživanja.....	3
2.3. Tektonika istraživnog područja .....	5
2.4. Geologija istraživnog područja.....	6
2.4.1. Donji trijas .....	7
2.4.2. Srednji trijas.....	8
2.4.3. Gornji trijas.....	9
2.4.4. Donja kreda.....	9
2.4.5. Gornja kreda .....	10
2.4.6. Neogen.....	11
2.4.6.1. Baden .....	11
2.4.6.2. Sarmat.....	12
2.4.6.3. Panon .....	12
2.4.6.4. Pont.....	13
2.4.7. Kvartar .....	13
<b>3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>14</b>
3.1. Terenski rad .....	14
3.2. Kabinetska analiza.....	15
3.2.1. Mikropetrografska analiza.....	15
3.2.2. Izrada GIS baze podataka .....	17

<b>4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....</b>	<b>20</b>
4.1. Kamenolom Podsusedsko Dolje.....	20
4.2. Kamenolom Bizek.....	21
4.3. Kamenolom Ivanec Bistranski.....	22
4.4. Litofacijesi istraživanog područja.....	24
4.4.1. Litofacijes dolomita (L1).....	28
4.4.2. Litofacijes dolomitnih breča (L2).....	31
4.4.3. Litofacijes karbonatnih klastita (L3).....	33
4.4.4. Litofacijes baznih konglomerata (L4).....	35
4.4.5. Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5).....	37
4.4.6. Litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6).....	39
4.4.7. Litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7).....	41
<b>5. RASPRAVA REZULTATA.....</b>	<b>43</b>
<b>6. ZAKLJUČAK.....</b>	<b>49</b>
<b>7. LITERATURA.....</b>	<b>51</b>

## POPIS SLIKA

<b>Slika 2-1.</b> <i>Geografski položaj istraživanog terena (<a href="http://geoportal.dgu.hr/">http://geoportal.dgu.hr/</a>)</i> .....	3
<b>Slika 2-2.</b> <i>Geološka karta istraživanog područja - isječak OGK 1:100000 lista Zagreb (iz ŠIKIĆ i dr,1978)</i> .....	7
<b>Slika 4-1.</b> <i>Kamenolom Podsusedsko Dolje</i> .....	21
<b>Slika 4-2.</b> <i>Kamenolom Bizek</i> .....	22
<b>Slika 4-3.</b> <i>Kamenolom Ivanec Bistranski</i> .....	23
<b>Slika 4-4.</b> <i>Makroskopski uzorci (Bizek, M1, M2, M5, M6, M7, M10, M12, M14, M16)</i> ....	25
<b>Slika 4-5.</b> <i>Makroskopski uzorci (M17, M20, M21, M22, M23, M24, M25, M26, M27, M26, M29)</i> .....	25
<b>Slika 4-6.</b> <i>Makroskopski uzorci (M30, M31, M34, M36, M37, M42, M43, M44, M45, M46)</i> .....	26
<b>Slika 4-7.</b> <i>Makroskopski uzorci (M60, M61, M62, M65, M67, M68, M68IZ, M69, M74, M75)</i> .....	26
<b>Slika 4-8.</b> <i>Makroskopski uzorci (M76, M78, M79, M80, M81, M82, M83, M84, M85, M86)</i> .....	27
<b>Slika 4-9.</b> <i>Makroskopski uzorci (Panorama, Bizek, M87B2, M87B1)</i> .....	27
<b>Slika 4-10.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M5 - struktura kasnodijagenetskog tamnosivog dolomita</i> .....	28
<b>Slika 4.11.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M6 - struktura kasnodijagenetskog svijetlosivog dolomita</i> .....	29
<b>Slika 4-12.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M87C - nepravilne fenestre, unutar stromatolitnog ranodijagenetskog dolomita</i> .....	30
<b>Slika 4-13.</b> <i>Izdanak M68 - dolomitna breča</i> .....	31
<b>Slika 4-14.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M43 - fragmenti dolomita u dolomitnom matriksu</i> .	32
<b>Slika 4-15.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M51 - fragmenti dolomita u kalcitnom cementu</i> .....	32
<b>Slika 4-16.</b> <i>Izdanak M40 - karbonatni klastit</i> .....	33
<b>Slika 4-17.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M26 - karbonatni klastit (kalkarenit)</i> .....	34

<b>Slika 4-18.</b> <i>Izdanak M66 - karbonatni konglomerat</i> .....	35
<b>Slika 4-19.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M48 - valutice trijaskih dolomita i badenski fosili u karbonatnom vezivu</i> .....	36
<b>Slika 4-20.</b> <i>Izdanak M46 - litavac</i> .....	37
<b>Slika 4-21.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M46 - litavac</i> .....	38
<b>Slika 4-22.</b> <i>Izdanak M21 - litotamnijski vapnenac</i> .....	39
<b>Slika 4-23.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M21 - litotamnijski vapnenac</i> .....	40
<b>Slika 4-24.</b> <i>Izdanak M86 - glinoviti biokalkarenit</i> .....	41
<b>Slika 4-25.</b> <i>Mikrofotografija uzorka M86 - bioklasti unutar biokalkarenita povezani kalcitnim cementom</i> .....	42



## **POPIS PRILOGA**

**Prilog 1.** *Karta točkaka opažanja*

**Prilog 2.** *Karta litofacijesa*

# 1. UVOD

Planina Medvednica je prema neogenskim sedimentima podijeljena u tri gorske cjeline prvotno izgrađene od predtercijarnih stijena. Glavni trup Medvednice tvori jugozapadni dio od Podsuseda do prijevoja Kašina-Laz, a izgrađen je od paleozojskih, mezozojskih, paleogenskih i neogenskih stijena. Sjeveroistočni dio planine pripada gorskoj skupini Drenove, a izgrađen je od paleozojskih, mezozojskih i neogenskih stijena. Treća cjelina je smještena na području između Gornje Stubice i Marije Bistrice, a izgrađena je pretežito od mezozojskih stijena.

Predmet istraživanja ovoga diplomskoga rada bile su stijene jugozapadnoga dijela Medvednice, na području između 3 kamenoloma: Podsusedsko Dolje, Bizek i Ivanec Bistranski. Istraživane stijene su prema OGK (ŠIKIĆ i dr., 1978), trijaskе, kredne i neogenske starosti.

Cilj ovoga rada je izdvojiti i definirati karakteristične litofacijese na istraživanom području. Hipoteza rada je da na istraživanom području postoji više različitih trijaskih, krednih i neogenskih litofacijesa.

Litofacijesi su definirani te izdvojeni terenskim istraživanjem i mikropetrografskom analizom. Svi rezultati su sintetizirani u GIS bazu podataka.

## **2. GEOLOGIJA MEDVEDNICE**

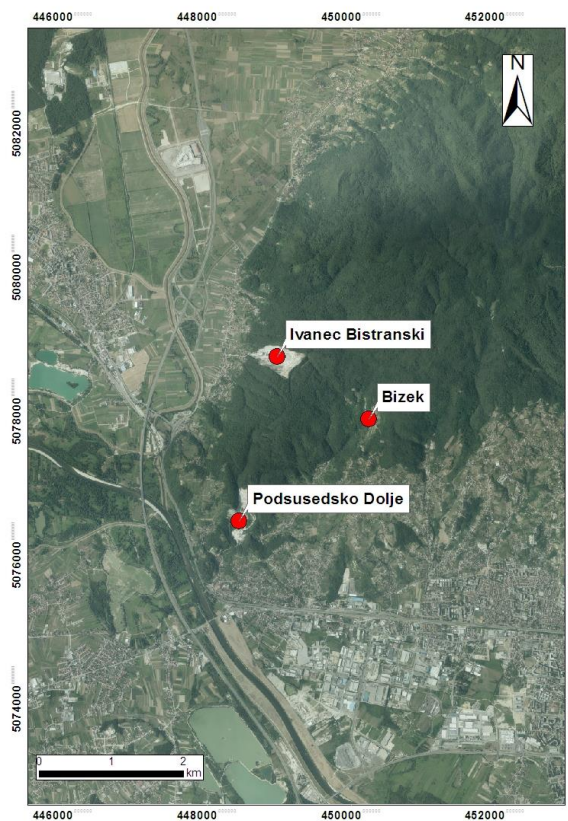
### **2.1. Geografski položaj istraživanog područja**

Planina Medvednica je smještena između jugoistočnih Alpa i sjeverozapadnih Dinarida. Okružena je naplavnim riječnim dolinama Save, Krapine i Lonje te se proteže od Podsuseda na jugozapadu do Donjeg i Gornjeg Orešja na sjeveroistoku. Pripada među gore savsko-dravskog međurječja, sporadične gorske masive istaknute u pretežito ravničarskom kraju, zbog čega ih se često nazivamo i “otočnim gorama“ (njem. *Inselgebirge*, DIENER, 1902; TOMLJENović, 2002). Najviši vrh Medvednice je Sljeme (1033 m).

Glavne strukture Medvednice se pružaju sjeveroistok-jugozapad i one su gotovo okomite na smjer pružanja središnjih Dinarida.

Sjeverni dio Medvednice i njezine padine su strmije od južnih. Zapadni dio Medvednice odvojen je od središnjeg dijela duboko usječenom dolinom potoka Vrapčaka.

Područje istraživanja (Slika 2-1.) je jugozapadni dio Medvednice, koje se nalazi između tri kamenoloma: Podusedsko Dolje, Bizek i Ivanec Bistranski.



**Slika 2-1.** Geografski položaj istraživanog terena (<http://geoportal.dgu.hr/>)

## 2.2. Pregled dosadašnjih istraživanja

Geološka građa Medvednice, kao i njen geotektonski položaj već više od 140 godina privlače pozornost geologa, prvenstveno zbog povezanosti Medvednice sa gradom Zagrebom. Ljudi su zbog potrebe za građevinskim materijalima i kovinama, već u rimsko doba tražili i koristili raznovrsno kamenje i rudne pojave (željeza) na Medvednici. To potvrđuju nalazi ostataka rimskih kamenih oltara u starim kamenolomima u dolinama potoka Vrapčaka i Blizneca, koji su pohranjeni u Arheološkom muzeju grada Zagreba (ŠIKIĆ i dr., 1995).

Rudarska aktivnost na Medvednici započinje u srednjem vijeku. Vađenje soli u Slanom potoku spominje se 1347. godine, a 1608. godine je organizirano rudarenje grofova Zrinskih na kovinske rude.

1873. godine je izdana Pregledna geološka karta Austro-ugarske monarhije 1:576 000 na kojoj su prikazana prethodna geološka istraživanja. KNER (1863), BENDEN (1879,1882) i KOCHANSKY-DEVIDÉ (1944, 1956) u svojim radovima opisuju miocensku faunu Medvednice.

PILAR (1881) daje prikaz građe i geotektonsku skicu Medvednice, objavljuje radove o sarmatskoj flori Susedgrada, Podsusedskog Dolja i Sv. Nedelje, te piše o oledbi Medvednice i o Zagrebačkoj terasi. Detaljni geološki prikaz okolice Sutinskih vrela kod Posuseda izdaje KRANJEC (1964).

GORJANOVIĆ-KRAMBERGER (1908) objavljuje rad o geologiji Medvednice s geološkim kartama u mjerilu 1:75 000. Prve podatke o donjoj juri na Medvednici objavljuje ŠIKIĆ (1964).

Za potrebe naftne industrije u razdoblju 1957. do 1962. godine rađena su daljnja geološka istraživanja Medvednice.

List Zagreb OGK SFRJ u mjerilu 1:100.000 (ŠIKIĆ i dr., 1978) i Tumač za list Zagreb (ŠIKIĆ i dr., 1979) je prikazana i opisana geološka građa šireg područja Zagreba, dok je Listom Ivanić-Grad OGK SFRJ (BASCH, 1980) i Tumačem za list Ivanić-Grad (BASCH, 1983) je prikazana i opisana geološka građa istočnog dijela Medvednice.

U Geološkom vodiču Medvednice (ŠIKIĆ i dr., 1995) sabrana su dotadašnja saznanja o geologiji Medvednice. Uz vodič su priložene topografska karta, s ucrtanim glavnim planinarskim trasama i označenim geološkim točkama od posebnog značaja te geološka karta, koja je napravljena na temelju OGK SFRJ 1:100 000, listovi Zagreb (ŠIKIĆ i dr., 1978) i Ivanić-Grad (BASCH, 1980).

Litostratigrafska karakterizacija jurskih i krednih sedimenata s ofiolitima Medvednice te obližnjih Kalnika i Ivanšćice opisana je u HALAMIĆ (1998).

Strukturne značajke Medvednice i susjednoga Samoborskog gorja objašnjava TOMLJENOVIĆ (2002).

### **2.3. Tektonika istraživanog područja**

Istraživano područje je relativno malo pa je za rekonstrukciju potrebno razmatrati šire područje.

Prema ŠIKIĆ i BASCH (1975) i ŠIKIĆ i dr. (1978, 1979), Žumberačko-Medvednička navlaka predstavlja tektonsku jedinicu kojoj pripada istraživano područje. Izgrađena je od sedimenata trijasa, jure i krede. U savskoj orogenoj fazi sedimenti su navučeni na autohtone sedimente Žumberačkog gorja i jugozapadnog dijela Medvednice. Pripadaju joj strukturne jedinice Japetić, Goli Crnik, Vrhovčak i Zakičnica.

Naslage istraživanog područja možemo podijeliti na tri tektonske jedinice (ŠIKIĆ i BASCH, 1975).

Prva tektonska jedinica je alohton Sajerovo-Orešje, u čiji sustav ulaze naslage gornje krede i paleocena. Navlačni kontakt se može djelomice pratiti zbog prekrivenosti terena. Vidljiv je samo na sjeveroistočnoj strani, a na ostalim dijelovima je pretpostavljen.

Druga tektonska jedinica je alohton Jablanovec-Podbjelka u čiji sustav pripadaju jedinice donjeg i srednjeg trijasa, te su navučene na naslage gornje krede i paleocena. Pretpostavlja se da je nakon navlačenja došlo do relaksacije i do radijalnih pomaka, koji su rezultirali razvojem nekoliko vertikalnih do subvertikalnih rasjeda smjera paraklaze sjeveroistok-jugozapad i sjeveroistok-jugoistok (ŠIKIĆ i BASCH, 1975). Ti rasjedi su čelo navlake.

Treća tektonska jedinica je alohton Kameniti svati-Zakičnica u čiji sustav pripadaju jedinice donjeg i gornjeg trijasa dok su naslage badena taložene kasnije. Sedimenti ove jedinice navučeni su preko tektonske jedinice Jablanovec-Podbjelka (KALAJŽIĆ, 2013).

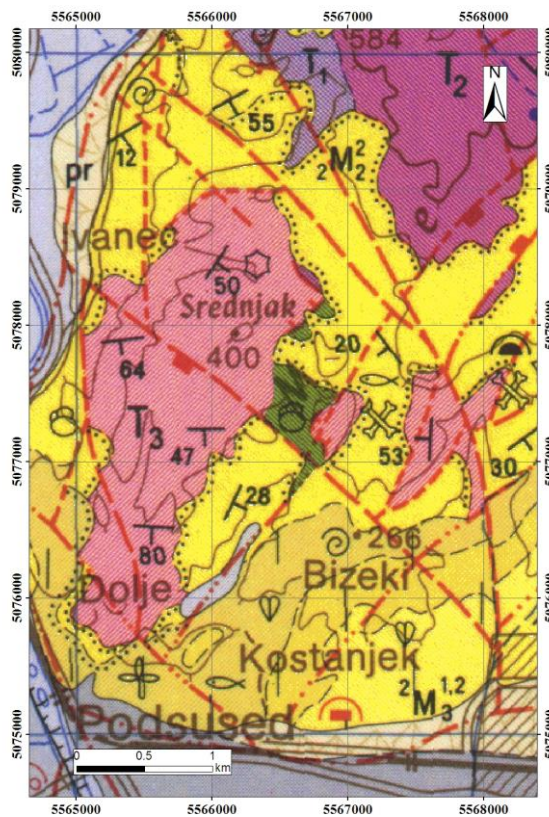
Trangresivna granica između badena i starijih naslaga predstavlja liniju badenske obale mora. Na istraživanom području trangresivnu granicu nalazimo na različitim visinama, što ukazuje na tektonsku aktivnost od razdoblja badena.

## **2.4. Geologija istraživanog područja**

Stijene koje izgrađuju Medvednicu moguće je svrstati u pet strukturno-stratigrafskih jedinica (ŠIKIĆ i dr., 1978; TOMLJENIVIĆ, 2002):

- (1) Niskometamorfni kompleks
- (2) Kompleks ofiolitnog melamža (poznat i kao Repno kompleks)
- (3) Kredno-paleocenske naslage
- (4) Trijaskie naslage jugozapadne Medvednice i
- (5) Neogensko i plio-kvartarne naslage

Šire istraživano područje (Slika 2-2.) pripada jedinicama (3), (4) i (5), koje su dominantno predstavljene trijaskim i neogenskim naslagama, te sporednim pojavama kredno-paleocenskih i plio-kvartarnih naslaga.



**Slika 2-2.** Geološka karta istraživanog područja - isječak OGK 1:100000 lista Zagreb (iz ŠIKIĆ i dr, 1978); Oznake na karti:  $T_1$ -pješčenjaci, siltiti, podređeno dolomiti i vapneni lapori;  $T_2$ -dolomiti, podređeno vapnenici, lapori, rožnjaci, tufovi, tufiti;  $T_3$ -dolomiti, podređeno vapnenici, dolomitični vapnenici i šejli;  $K_2$ -breče, konglomerati, šejli, lapori, karbonatni klastiti, vapnenanci, rožnjaci;  ${}_2M_2^2$  organogeni i bioklastični vapnenici, pješčenjaci, vapnoviti i glinoviti lapori (donji torton);  ${}_1M_3^1$ -vapnoviti, glinoviti i kremeniti lapori, laporoviti vapnenici i pješčenjaci (donji sarmat);  ${}_2M_3^{1,2}$ -vapnoviti lapori, podređeno pijesci, pješčenjaci, šljunci i konglomerati (gornji panon).

### 2.4.1. Donji trijas

Donjetrijaski sedimenti su zastupljeni u građi jugozapadnog i sjeveroistočnog dijela Medvednice. U jugozapadnom dijelu su otkriveni u širem području alohtone strukture Zakičnice, i to u Izber jarku i dijelu padine Podbjelke kraj Jablanovca, zatim duž jugozapadnih padina Zakičnice i vršnom dijelu Ivanščak jarka (ŠIKIĆ i dr., 1979; ŠIKIĆ i dr., 1995).



U sastavu donjetrijaskih sedimenata se nalaze različito obojeni pješčenjaci, siltiti, šejlovi, vapnenački lapori, vapnenci, dolomitizirani vapnenci i dolomiti. U starijem dijelu prevladavaju terigeni klastiti, dok su u mlađem dijelu češći vapnenci.

U starijem dijelu prevladavaju crvenkastosmeđe obojeni, tinjčasti subarkozni pješčenjaci i siltiti, te glinoviti šejlovi. Ti sedimenti su se taložili u plitkovodnoj marinskoj sredini, uz povišenu energiju vode. Uz akumulaciju skeleta školjaka, puževa i krinoida, te mjestimice ooide, u njima su česte primjese siliciklastičnog detritusa, a zapažena je i pojava dolomitizacije (ŠIKIĆ i dr., 1995).

U mlađim dijelovima prevladavaju laporoviti mikritni i biomikritni vapnenci uz vapnenačke lapore. Izražena je dolomitizacija s prijelazom u čiste dolomite. U pješčenjacima su česti ostaci i kamene jezgre školjaka: *Myacites (Anodontophora) fassaensis*, *Pseudomonotis (Claraia) clarai*, *P. (Eumorphotis) venetiana*. U mlađim karbonatnim slojevima pronađeni su: *Myophiracostata*, *Natiriamo costata*, *Bellerophon vaceki*, *Tirolites sp.* i mnogi drugi neodređivi fosili (ŠIKIĆ i dr., 1979).

Pretpostavljeno je da debljina donjetrijaskih sedimenata ne prelazi 250 m.

### **2.4.2. Srednji trijas**

U srednji trijas na Medvednici su svrstani dolomiti i dolomitizirani vapnenci na području Družanica-Ponikve-Bradovec-Zakičnica. Na potezu Družnica-Brdovec na srednjetrojasku starost ukazuju ulošci i proslojci tamnosivih vapnenaca, šejlova, rožnjaka i piroklastita.

Uz kristalinični i stromatolitni tip, možemo razlikovati i dolomite sa sačuvanim reliktnim strukturama prvobitnih vapnenaca mikritnog i kalkarenitnog tipa. Sadržaj  $\text{CaCO}_3$  komponentne u dolomitima kreće se do 10%, a rijetko i do 30% (ŠIKIĆ i dr., 1979).

Vapnenci iz karbonatno-klastičnih zona i uložaka određeni su kao mikriti, biomikriti i intrabiospariti.

Srednjetrijske piroklastične stijene su određene kao izmijenjeni kristaloklastični i kristalovitroklastični tufovi, radiolarijski tufni peliti i vapnoviti tufovi. Taloženje piroklastičnog materijala se događala u nešto dubljoj submarinskoj sredini, gdje je dolazilo do miješanja i zamjene s istovremeno taloženim sedimentima (ŠIKIĆ i dr., 1979).

Maksimalna debljina srednjetrijskih naslaga ne prelazi 500 m.

### **2.4.3. Gornji trijas**

Na jugozapadnom dijelu Medvednice gornjetrijaski sedimenti su prisutni u reversno-navlačnoj građi. Na području između Podsuseda, Ivaneca Bistranskog i doline potoka Vrapačka otkriveni su na nekoliko većih i manjih površina.

U naslagama gornjega trijasa dominiraju plitkovodni karbonati, čiji je postanak vezan za priobalnu sedimentaciju. Dominiraju stromatolitni, intraklastični te sitno- do srednjeznasti dolomiti nad algnim, mikritnim, rjeđe onkoidnim vapnencima. Njihova pojava ukazuje na promjene relativne razine mora i povremenu dubljemorsku sedimentaciju (ŠIKIĆ i dr., 1979; ŠIKIĆ i dr., 1995)

Dolomiti su pretežito svijetlosivi ili tamnosivi, što ovisi o sadržaju glinovitih primjesa. Uglavnom su jasno slojeviti, sa slojevima centimetarskih do decimetarskih debljina. Starost opisanih dolomita raspona (norik-ret) dokazana je nalazima fosila: *Triassina hantkeni*, *Involutina sinuosa*, *Involutina cf. gaschei* i *Glomospira* sp., uz presjeke rekristaliziranih ljuštura megalodona te ostataka algi *Dasycladacea* (ŠIKIĆ i dr., 1995).

Debljina gornjotrijaskih naslaga je procijenjena na oko 800 m.

### **2.4.4. Donja kreda**

U donjekrednom moru su postojali raznoliki sedimentacijski okoliši: (1) plitkomorski priobalni okoliši s vrlo jakim ili neznatnim utjecajem donosa terigenog materijala s kopna, (2) plitkomorski okoliši s karbonatnom sedimentacijom u zaštićenim i

nezaštićenim uvjetima i (3) lagune i mjestimice brakični do slatkovodni okoliši s povremenim kratkotrajnim isušivanjima.

Na području Medvednice nalazimo veliku raznolikost donjekrednih sedimenata. Pretežito su zastupljeni šejlovi, lapori, pješčenjaci, siltiti i kalkareniti (CRNJAKOVIĆ, 1989). Značajan litofacijes krednih sedimenata su pješčenjaci tipa feldspatskih i litičnih grauvaka s prijelazima u siltite i šejlove te klastite debritnog tipa.

### **2.4.5. Gornja kreda**

Na jugozapadnom dijelu Medvednice na malom području su otkriveni albsko-cenomanski sedimenti, i to u dolini potoka Dolja. S obzirom na alohtonost jugozapadnog dijela Medvednice, može se pretpostaviti da su trijaski i kredni stijene zajedno tektonski pomicanje i dovedene u današnji položaj.

Albsko-cenomanski sedimenti se sastoje od izmjene kalakarenita, kalkrudita, lapora i rožnjaka, a većim dijelom su turbiditnog podrijetla. Pretaložene karbonatne čestice i biogeni detritus potječu iz plitkovodnih vapnenačkih sedimenata jure i podređeno starije krede, te pelagičkih sedimenata jure i titon-berijasa (ŠIKIĆ i dr., 1995).

Gornjecenomanski sedimenti su rasprostranjeni duž Medvednice. U jugozapadnim dijelima transgresivno okružuju metamorfne stijene glavnoga grebena. Na sjevernoj padini su pretežito u tektonskom kontaktu sa stijenama magmatsko-sedimentnog kompleksa starije krede. Na zapadu se gube pod navučenim trijaskim stijenama strukturne jedinice Zakičnice, a na južnim padinama pod reversno natisnutim metamorfitima paleozoika.

Tijekom mlađega santona i starijega kampana taloženi su bazni sedimenti, koji su predstavljeni polimikritnim brečo-konglomeratima, konglomeratima i pješčenjacima. Konglomerati i pješčenjaci su uglavnom aluvijalnoga podrijetla, a breče su stvarane uz predjele strmih obala sa slabijim donosom materijala. Ti sedimenti postupno prelaze u sitnozrnastije pješčenjake grauvaknog tipa, a zatim u izmjenu pješčenjaka i šejlova s nekim obilježjima turbiditne sedimentacije.

Tijekom gornjeg kampana dolazi do tektonskog smirenja, te su se u otvorenom i dubljem moru taložili obojeni, mikritni pelagični vapnenci s globotruncanama.

Na prijelazu kampana u mastriht tektonski pokreti su uzrokovali promjene u bazenskoj sedimentaciji te se talože flišni sedimenti turbiditnoga tipa. Izmjenjuju se subgrauvakni pješčenjaci, manje ili više pjeskoviti kalkareniti, siltiti, pjeskoviti i siltni lapori, s prijelazima u glinovite biomikrite (ŠIKIĆ i dr., 1979; ŠIKIĆ i dr., 1995).

U mastrihtu se izdiže kopno zbog utjecaja tektonike i okopnjavaju predjeli dotadašnjeg bazenskog prostora. Na jugozapadu Medvednice fliš prelazi u seriju deblje slojevitih, krupnoklastičnih sedimenata s debritnim obilježljima.

## **2.4.6. Neogen**

Neogenske naslage uglavnom izgrađuju obronačne i rubne dijelove Medvednice. Naslage su najcjelovitije otkrivene duž jugoistočnih obronaka, gdje najvećim dijelom transgresivno leže preko stijena niskometamorfno kompleksa i sedimenata trijasa i gornje krede.

### **2.4.6.1. Baden**

Badenske naslage su rasprostranjene duž padina cijele Medvednice. U krajnjim jugozapadnim i sjeveroistočnim predjelima gornjebadenski sedimenti djelomice transgresivno prekrivaju niže dijelove samog grebena. Na temelju facijesnih razlika i zajednica mikrofosila mogu se približno odvojiti sedimenti donjeg i gornjeg badena.

Donjebadenske naslage se pretežito sastoje od vapnenačkih stijena. U starijem dijelu se izmjenjuju vapnenački, dijelom konglomeratični pješčenjaci, bioklastični vapnenci (litavci), laporoviti vapnenci i lapori. U mlađem dijelu uglavnom su zastupljeni kalcitni lapori s učestalim tanjim proslojcima i ulošcima vapnenačkih pješčenjaka i bioklastičnih vapnenaca.

Najrasprostranjenije badenske naslage su priobalni i općenito plitkovodni vapnenački sedimenti, predstavljeni bioklastičnim vapnencima (litavcima) do biokalkarenitima. Kao bočni ili nešto mlađi ekvivalenti plitkovodnih naslaga, s postupnim prijelazom taložili su se glinoviti i pjeskoviti lapori. U najmlađem dijelu gornjebadenskih naslaga osobit je facijes sivih i žućkastosivih, dijelom tankopločastih do laminiranih lapora (ŠIKIĆ i dr., 1979; ŠIKIĆ i dr., 1995).

#### **2.4.6.2. Sarmat**

Prema ŠIKIĆ i dr. (1979) i ŠIKIĆ i dr. (1995), na prijelazu badena u sarmat, zbog tektonskih pokreta na širem području Paratethysa, nastao je prekid veza s Tethysom. Posljedica toga je bilo taloženje marinsko-brakičnih do brakičnih sedimenata.

Sarmatske naslage sastoje se od laminirane izmjene klastita, i to pješčenjaka, manje ili više pjeskovitih, siltnih, glinovitih ili rijetko dijatomejskih lapora, laporovitih vapnenaca, te tankih proslojaka ili uložaka pijesaka i ugljevitih glina.

#### **2.4.6.3. Panon**

Prema ŠIKIĆ i dr. (1979) i ŠIKIĆ i dr. (1995), početkom panona pojačan je intenzitet tektonskih pokreta i Paratethys se raspada u odvojene male bazene. Dolazi do potpune izolacije većeg dijela Središnjeg Paratethysa i nastaje Panonski bazen.

Na Medvednici se panonske naslage mogu podijeliti na donje, tzv. *Croatica naslage* i gornje, tzv. *Banatica naslage*.

Donjepanonski sedimenti se uglavnom sastoje od lapora i laporovitih vapnenaca. Laporoviti vapnenci su uglavnom pločasti, a lapori su mjestimice laminirane građe. Gornjepanonski sedimenti su se uglavnom taložili kontinuirano na donjepanonskim naslagama.

*Banatica naslage* se uglavnom sastoje od svijetlosivih do žućkastosivih lapora, unutar kojih se mogu pratiti prijelazi od uslojenih vapnenačkih lapora u baznom dijelu, do neuslojenih glinovitih lapora u najmlađem dijelu. Unutar priobalnih sedimenata, osobito u područjima s trangresivnim obilježljima, česta su pojava slojevi, proslojci i ulošci krupnozrnastih terigenih klastita.

#### **2.4.6.4. Pont**

Prema ŠIKIĆ i dr. (1979) i ŠIKIĆ i dr. (1995), na gornjepanonskim laporima kontinuirano su taloženi donjepontski sedimenti, a na njih su pak kontinuirano taloženi gornjepontski sedimenti. Donjepontske naslage se uglavnom sastoje od slabo uslojenih, manje ili više glinovitih lapora, a u mlađem dijelu od glinovito-siltnih lapora i glina. Gornjepontski sedimenti u starijem se dijelu sastoje od glinovito-pjeskovitih lapora i glina, koji u mlađem dijelu prelaze u slabo vezane ili nevezane glinovite pijeske i siltove.

#### **2.4.7. Kvartar**

Unutar kvartarnih naslaga na geološkoj karti, izdvojeni su pleistocenski močvarni prapor (les) i kopneni bezkarbonatni prapor (les), kao glinovito-siltni sedimenti eolsko-akvatičnog i eolskog podrijetla. Glinoviti-siltni prapor (les) je pretrpio pedogenetske promjene i površinski predstavlja istrošeno i raspucalo fosilno tlo, odnosno praporne ilovine.

Tijekom pleistocena dolazi do novih tektonskih pokreta, što uzrokuje formiranje glavnih riječnih tokova i današnji izgled reljefa Medvednice.

### **3. METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA**

Osnovu svakog geološkog istraživanja čini rad na terenu. Prije rada na terenu je proučen Tumač OGK (1:100 000) za pripadajući list Zagreb (ŠIKIĆ i dr, 1979), koji predstavlja sintezu poznatih podataka na istraživanom terenu. Također je proučena i druga dostupna literatura za šire područje istraživanja. Terenska istraživanja su izvođena “metodom svih izdanaka“ (BAHUN, 1993) zbog pokrivenosti terena. Nakon terenskih istraživanja na prikupljenim uzorcima je napravljena mikropetrografska analiza. Svi podaci prikupljeni radom na terenu i mikropetrografskom analizom sintetizirani su unutar GIS baze podataka i prikazani na karti litofacijesa (Prilog 2.).

#### **3.1. Terenski rad**

Terenski rad zahtjeva dobro snalaženje u prostoru i fizičku kondiciju, što ponekad uključuje cjelodnevno hodanje po nepristupačnim dijelovima terena.

Oprema za kartiranje sastojala se od standardne geološke opreme (geološkog čekića, terenske lupe povećanja 10x, geološkog kompasa, GPS uređaja, flomastera za označavanje uzoraka, vrećica za uzorke, 10% HCl, topografske i geološke karte, terenskog dnevnika).

Od nekoliko mogućih metoda kartiranja odabrana je “metoda svih izdanaka“ (BAHUN, 1993) zbog nepristupačnih dijelova terena i prekrivenosti tlom i vegetacijom. Ta metoda iziskuje obilazak što je moguće većeg broja izdanaka i prikupljanje maksimalnog broja reprezentativnih podataka. Raspored i gustoća točaka opažanja ovisi o morfologiji terena, učestalosti geoloških promjena, broju raspoloživih reprezentativnih izdanaka te osobnoj procjeni. Svakoj točki je pridružen broj, lokacija i terenski opis. Za gotovo svaku točku je napravljena fotografija i uzet svjež uzorak. Tamo gdje je bilo moguće, izmjeren je i položaj sloja. Podaci i uzorci prikupljeni terenskim radom sistematizirani su na karti opažanja (Prilog 1.), u terenskom dnevniku, osnovnoj geološkoj karti i popisu uzoraka. Karta opažanja (Prilog 1.) je topografska karta istog mjerila u kojem se obavljaju istraživanje te

su na nju unošene sve točke opažanja označene rednim brojem, redosljedom kako su bilježene na terenu.

### **3.2. Kabinetska analiza**

Nakon terenskog rada slijedila je kabinetska analiza, koja se sastojala od četiri faze:

- 1) Odabir reprezentativnih uzoraka i mikropetrografska analiza
- 2) Definiranje litofacijesa i opisivanje njihovih karakteristika
- 3) Izrada GIS baze podataka
- 4) Generiranje i grafičko oblikovanje karata iz GIS baze podataka

Broj uzoraka uzet na terenu uvjetovan je rasporedom određene litostratigrafske jedinice na svakom području. Za svako područje su izabrani reprezentativni uzorci koji su definirali litotip toga područja.

#### **3.2.1. Mikropetrografska analiza**

Za izradu mikroskopskog preparata odreže se dio stijene u obliku pločice. Porozni ili drobljivi materijali se moraju impregnirati. Jedna strana se izravna i ispolira brusnim prahom te se kanadskim balzomom (indeksa loma 1,54) zalijepi na objektno stakalce. Uzorak se prvo stanji pomoću pile ili grubim brušenjem, a potom finim brušenjem stanji do debljine 0,02-0,03 milimetra. Radi lakšeg razlikovanja kalcita od dolomita te ferokalcita i ferodolomita i osobito radi lakšeg praćenja i opažanja međusobnih odnosa između kalcita i dolomita kod dolomizacije i dedolomitizacije u mikroskopskim uzorcima, razrađena je metoda brzog bojanja mikroskopskih izbruska (EVAMY i SHEARMAN, 1962). Da bi se obojio mikroskopski preparat potrebne su dvije otopine: K-fericijanid i alizarin crveni S. Uzorak se na kraju polira do visokog sjaja ili pokriva pokrovnim stakalcem. Iz uzorka se reže još jedna pločica debljine nekoliko milimetara kako bi se olakšala usporedba



mikroskopski i makroskopski vidljivih značajki. Ta pločica može poslužiti za dodatne mineraloške i petrografske analize.

Polarizacijskim mikroskopom tipa *Leica DM LSP* napravljena je mikropetrografska analiza, a pomoću digitalne kamere *Leica DM100* koja je pričvršćena za okular mikroskopa napravljene su mikrofotografije svih uzoraka.

Prilikom analize karbonatnih stijena potrebno je promotriti makroskopska obilježja mikroskopskog preparata (laminacija, graduiranje i sl.). Zatim je potrebno odrediti tipove čestica (alokema), njihovu veličinu, sortiranost, oblik zrna, pakiranje, mineralni sastav i vrstu cementa. Ako je prisutna dolomitizacija potrebno je odrediti strukturu dolomita te oblik, veličinu i zoniranost kristala. Također je potrebno utvrditi je li dolomit ranodijagenetski ili kasnodijagenetski te ima li znakova dedolomitizacije. Ukoliko je prisutna mehanička i/ili kemijska kompakcija, treba odrediti stupanj kompakcije. Na kraju, na temelju veličine čestica i strukture treba odrediti taložni okoliš. Ukoliko su u uzorku pronađeni fosili, potrebno je odrediti njihovu taksonomiju i provodnost. Opisana procedura je primjenjena u svim uzorcima.

Prilikom terenskog rada vapnenci su klasificirani prema DUNHAMU (1962), a tijekom mikropetrografske analize klasificirani su prema FOLKU (1959, 1962). Za dolomite je korištena klasifikacija prema SIBLEY i GREGGU (1987), koja se temelji na strukturi dolomita.

Facijes je sedimentno tijelo sa specifičnim značajkama, koje mogu biti definirane na temelju podataka dobivenih na izdancima stijena ili bušotinama, s obzirom na boju, slojevitost, sastav, teksturu, strukturu i sadržaj fosila (READING, 1978). Definiramo li facijes u užem smislu, tada ga možemo promatrati, s obzirom na kriterij promatranja jedinica, kao: biofacijes, mikrofacijes i litofacijes. Biofacijes je uže definirani facijes u kojem naglasak na razmatranju fosilne flore i faune. Litofacijes je facijes shvaćen u užem smislu, u kojem su bit i najvažniji kriterij izdvajanja temeljeni na litološkim, sedimentacijskim, fizikalnim i kemijskim značajkama stijena. Mikrofacijes je facijes definiran na osnovi svih paleontoloških i sedimentoloških kriterija koji se mogu dobiti istraživanjem stijena na mikroskopskim izbruscima, folijama i poliranim pločicama

(TIŠLJAR, 2001). U ovome radu izdvajani su litofacijesi prema litološkim, sedimentacijskim, fizikalnim i kemijskim značajkama stijena determiniranih na istraživanom području.

### 3.2.2. Izrada GIS baze podataka

Geografski informacijski sustav (engl. Geographic Information System) je sustav za upravljanje prostornim podacima i njima pridruženim osobinama. Sadrži prostorne informacije organizirane kao skup prostornih podataka, neprostornih atributa (opisnih podataka) i topoloških odrednica (odnos objekta prema okolini). Svi objekti smješteni u prostoru imaju pridružene zemaljske koordinate. Grafička baza podataka s poznatim koordinatama zove se geokodirana baza podataka (KRAKAR, 1994). GIS je sustav o cjelokupnom zemljinom prostoru, te obuhvaća litosferu, hidrosferu i biosferu.

Do 2010. godine u Hrvatskoj je u upotrebi bio Besselov elipsoid. Hrvatska je 2004. godine odlukom Vlade RH prešla na GRS80 (Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske, NN 110/2004). U 2. stavku 1. članka Odluke izričito stoji: “*Elipsoid GRS80 s veličinom velike poluosi  $a=6378137,00$  m i spljoštenošću  $\mu=1/298,257222101$  određuje se službenim matematičkim modelom za Zemljino tijelo u Republici Hrvatskoj*“ (PERKOVIĆ, 2010). Za prikaz površine koriste se različite zemljovidne projekcije. Kod nas je u upotrebi Gauss-Krügerova projekcija (engl. Transverse Mercator Projection). Zbog povećanja deformacija udaljavanjem od središnjeg meridijana, širina područja ovisi o točnosti preslikavanja. Širina jednog koordinatnog sustava (zone) iznosi  $3^\circ$  po geografskoj širini tj.  $1,5^\circ$  istočno i zapadno od središnjeg meridijana. U Hrvatskoj su dodirni meridijani (X-osi)  $\lambda=15^\circ$  i  $\lambda=18^\circ$ , a ekvator predstavlja Y-os. Ova dva meridijana predstavljaju dva koordinatna sustava, peti i šesti u odnosu na Greenwich (MACAROL, 1977).

Najbitniji su ulazni podaci, koji se mogu podijeliti na prostorne ili grafičke podatke i pripadajuće opisne ili negrafičke podatke.

Negrafički podaci su svi negeometrijski podaci: tekst, brojevi, nazivi ili svojstva. Oni se prikupljaju i unose u bazu podataka na uobičajene načine kao i kod drugih informacijskih sustava: neposredno preko tipkovnice, preko čitača za optičko prepoznavanje znakova, čitanjem datoteke spremljene u bilo kojem standardnom formatu te neposrednim prijenosom s drugog računala putem komunikacijske veze.

Grafički podaci se prikupljaju preuzimanjem koordinata (objekti s javnodostupnim koordinatama), terenskom izmjerom (GPS, geodetske stanice), fotogravimetrijskom izmjerom (terestrička i aerofotogravimetrija), satelitski snimci (fotografski i radarski sustavi, specijalni skeneri) te digitalizacija karata (vektorska i rasterska). Nakon unosa, podaci se podvrgavaju kontroli i uređivanju podataka zbog nastalih grešaka. Ažuriranje podataka je potrebno zbog izmjena koje nastaju na terenu ili prikupljanja novih podataka i izmjena postojećih. Najčešći oblik prikupljanja ulaznih podataka je digitalizacija. Postoje vektorska i rasterska digitalizacija. Kod vektorske digitalizacije dobiva se vektorski model podataka tako da se digitalizira točka po točka. Rasterska digitalizacija je skeniranje karte na posebnom rasterskom skeneru.

U ovom diplomskom radu korištene podloge su listovi Topografske karte RH (TK) mjerila 1:25 000, listovi Hrvatske osnovne karte (HOK) mjerila 1:5 000 i list Osnovne geološke karte (OGK) mjerila 1:100 000. Prvi korak kod izrade GIS projekta je georeferenciranje. Georeferenciranje je postupak prevođenja piksela iz koordinatnog sustava slike u koordinatni sustav Zemlje. Da bi se neka slika georeferencirala, potrebno je odrediti barem tri točke na slici i pridružiti im odgovarajuće koordinate. Digitalne karte se sastoje od dva dijela, a to je slikovni dio (podaci s kompjuterskom ekstenzijom: \*.jpeg, \*.tif) i dijela koji pozicionira slike u koordinatnom sustavu (\*.jfw, \*.tfw). Zatim je bilo potrebno podatke iz baze podataka (grafičke i negrafičke) prikazati na podlogama tj. na digitaliziranim kartama u GIS-u. Ova faza uključuje: povezivanje i unos podataka iz baze/tablice podataka u GIS, dodavanje grafičkih podloga (rasterskih i vektorskih karata) u GIS, kreiranje biblioteke simbola, pretraživanje podataka u GIS projektu i izvoz karata u druge aplikacije.

GIS kartu iz softvera *Arc Map* se može eksportirati kao nova rasterska ili vektorska karta. Rasterska karta se sastoji od piksela i ima pridruženu rezoluciju. Formati u kojima se može eksportirati su: BMP, TIFF, JPEG, GIF i PNG. Sadržaj vektorske karte je matematički opis objekta kao što su točke, linije, poligoni i tekst. Formati u kojima se može eksportirati vektorska slika su: EMF, EPS, PDF, AL i SVG.

Baza podataka u ovome radu je sinteza terenskih i kabinetskih rezultata istraživanja. Sadrži kartu točaka opažanja, terenski dnevnik, terenske fotografije, mikrofotografije, topografske podloge, OGK te ostale karte koje su bile potrebne za interpretaciju. Na kartama opažanja (Prilog 1.) se nalaze točke s terena koje su zabilježene GPS uređajem te je svakoj točki različitom bojom pridružen litofacijes. Karta litofacijesa (Prilog 2.) je dobivena grupiranjem točaka istog litofacijesa koje su spajane poligonom. Poligonu je pridodana određena boja. Uz kartu se nalazi legenda, odgovarajuće mjerilo te oznake sjevera.

## 4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

### 4.1. Kamenolom Podsusedsko Dolje

Kamenolom Podsusedsko Dolje (Slika 4-1.) je odnedavno napušteni kamenolom u kojem je eksplotiran tehničko-građevni kamen *dolomit* mlađe trijasko starosti. Ukupna debljina otkrivenih naslaga iznosi oko 200 metara, od čega su 94 metara kontinuirana i u normalnom slijedu, a ostatak je tektonski poremećen.

Gornjetrijaski dolomiti kamenoloma Podsusedsko Dolje pripadaju navučenoj strukturnoj jedinici Vrhovčak-Zakičnica. U kamenolomu je dobro vidljiv dolomitni razvoj gornjega trijasa u ritmičkoj sedimentaciji s jasno izdvojenim ciklusima oplićavanja naviše. Neki ciklusi završavaju erozijskom plohom i peritajdalnim brečama. Ovaj ciklus se sastoji od tri glavna člana koji se ritmički ponavljaju. Donji član (član A) je subtajdalni kriptokrostalasti do mikrokrostalasti dolomit do dolomikrit. Srednji član (član B) je intertajdalni LLH stromatolit koji se sastoji od nepravilne izmjene tankih proslojaka dolomikrita, fenestralnih proslojaka dolomikrita i stromatolitnih lamina. U gornjim dijelovima raste udio fenestri uz pojavu vadoznih tvorevina. Gornji član (član C) je fenestralni dolomikrit s jasnom laminacijom i izmjenom nepravilnih, valovitih dolomikritnih i stromatolitnih lamina. Debljina pojedinih ritmova varira između 45 cm i 4,5 m.



**Slika 4-1.** *Kamenolom Podsusedsko Dolje*

## **4.2. Kamenolom Bizek**

Kamenolom Bizek (Slika 4-2.) je napušteni kamenolom u kojem je eksplotiran arhitektonsko-građevni kamen *litavac* badenske starosti. Glavni dio kamenoloma ima pružanje sjever-jug u dužini od 700 metara.

Značajni činitelj stvaranja badenskih sedimenata kamenoloma Bizek je paleoreljef podloge izgrađen od trijaskih dolomita te naglašeni prinos intrabazenskog biogenog i podređeno siliciklastičnog detritusa.

Glavninu sedimenata kamenoloma predstavljaju bioakumulirani, dijelom brečasti ili konglomeratični vapnenci. Ovisno o sastavu, vapnenci su determinirani kao biokalkareniti i litični biokalkareniti. Glavninu fosilnog detritusa obično čine ostaci koralinacejskih algi i školjkaša, a zastupljeni su i bodiljikaši, mahovnjaci te bentičke i vrlo rijetko planktonske foraminifere (ŠIKIĆ i dr., 1995). Na sjevernom dijelu kamenoloma su zastupljeni

pjeskoviti vapnenci i lapori, a u istočnom dijelu se zapažaju klinofornna tijela koja su nagnuta pod malim kutem.



**Slika 4-2.** *Kamenolom Bizek*

### **4.3. Kamenolom Ivanec Bistranski**

Kamenolom Ivanec Bistranski (Slika 4-3.) nalazi se na krajnjem jugozapadnom dijelu Medvednice, a sadrži gornjetrijaske i gornjebadenske stijene. Trijaski dolomiti čine najveći dio ležišta i predstavljaju sirovinu koja se koristi u proizvodnji agregata za beton.

Gornjetrijaske naslage predstavljene su izmjenama dolomita različite boje. Kao i u kamenolomu Podsusedsko Dolje, u kamenolomu Ivanec Bistranski je vidljiv dolomitni razvoj gornjega trijasa u ritmičkoj sedimentaciji s jasno izdvojenim ciklusima oplićavanja naviše. Pojedini ciklusi završavaju erozijskom plohom i peritajdalnim brečama. Donji član (član A) je subtajdalni kriptokristalasti do mikrokristalasti dolomit-dolomikrit, homogen s rijetkim crvolikim fenestrama, ili pojedinačnim kalupno-skeletnim šupljinama te nepravilnim pojavljivanjem mikrita. Srednji član (član B) predstavlja intertajdalne LLH

stromatolite, koji se sastoje od nepravilne izmjene tankih proslojaka dolomikrita, fenestralnih mikrita i stromatolitnih lamina. Gornji član (član C) je fenestralni dolmikrit s jasnom laminacijom i izmjenom nepravilnih valovitih dolomikritnih i stromatolitnih lamina s fenestrama.

Gornjebadenske naslage predstavljene su brečama i konglomeratima, biokalkarenitima i biokalkaruditima, te vapnencima. Breče i konglomerati leže diskordantno (nekomformno) na gornjetrijaskim dolomitima. U vršnom dijelu breča zapaža se postupno povećanje biogenog detritusa u kojem prevladavaju fragmenti alga, a karakteristična je i pojava oštriga, koje mjestimice tvore i manja ostrižišta (VLAHEK, 2014). Na brečama i konglomeratima leže biokalkareniti i biokalkruditi, koji sadržavaju brojne skeletne i neskeletne karbonatne čestice. Na vrhu slijeda se nalaze pjeskovito-laporoviti sedimenti koji sadržavaju bogatu zajednicu makrofosila.



**Slika 4-3.** *Kamenolom Ivanec Bistranski*



#### **4.4. Litofacijesi istraživanog područja**

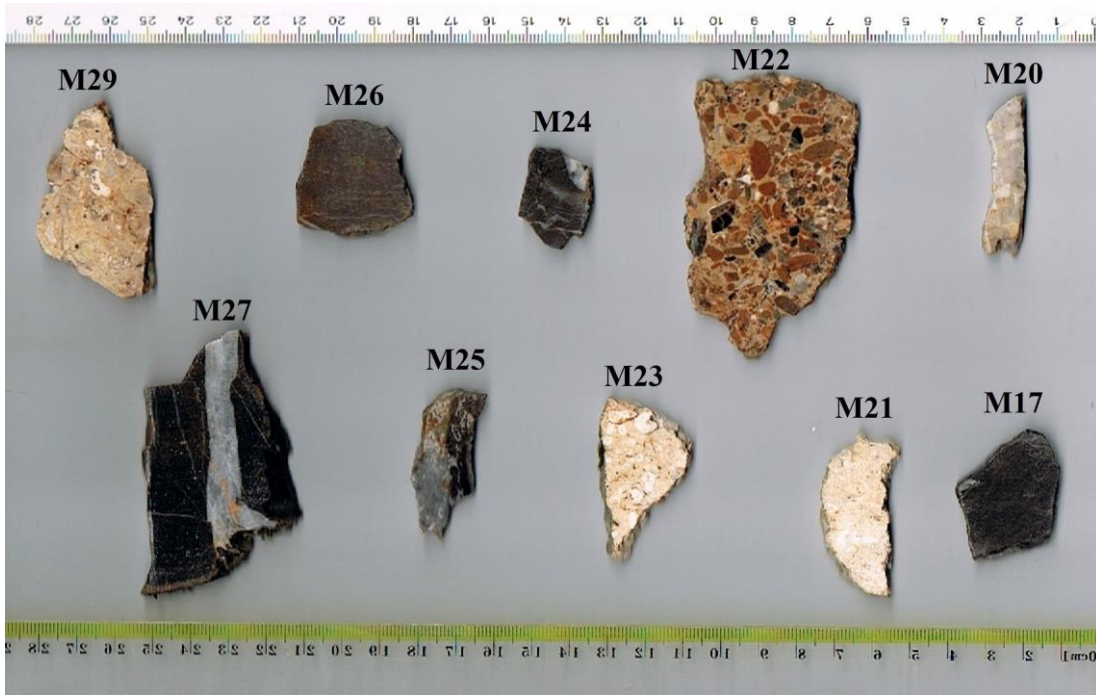
Nakon terenskog rada, od svakog uzorka je odrezana pločica zbog detaljnije makroskopske analize. Nazivi uzoraka i pripadajućih mikropetrografskih preparata (Slika 4-4.; Slika 4-5.; Slika 4-6.; Slika 4-7.; Slika 4-8.; Slika 4-9.) odgovaraju nazivima točaka opažanja. Od ukupno 89 točaka odabrane su 34 karakteristične točke i njima pripadajući uzorci stijena na kojima je napravljena mikropetrografska analiza.

Na temelju opisa izdanaka i makroskopskih uzoraka te mikropetrografske analize definirano je ukupno 7 litofacijesa:

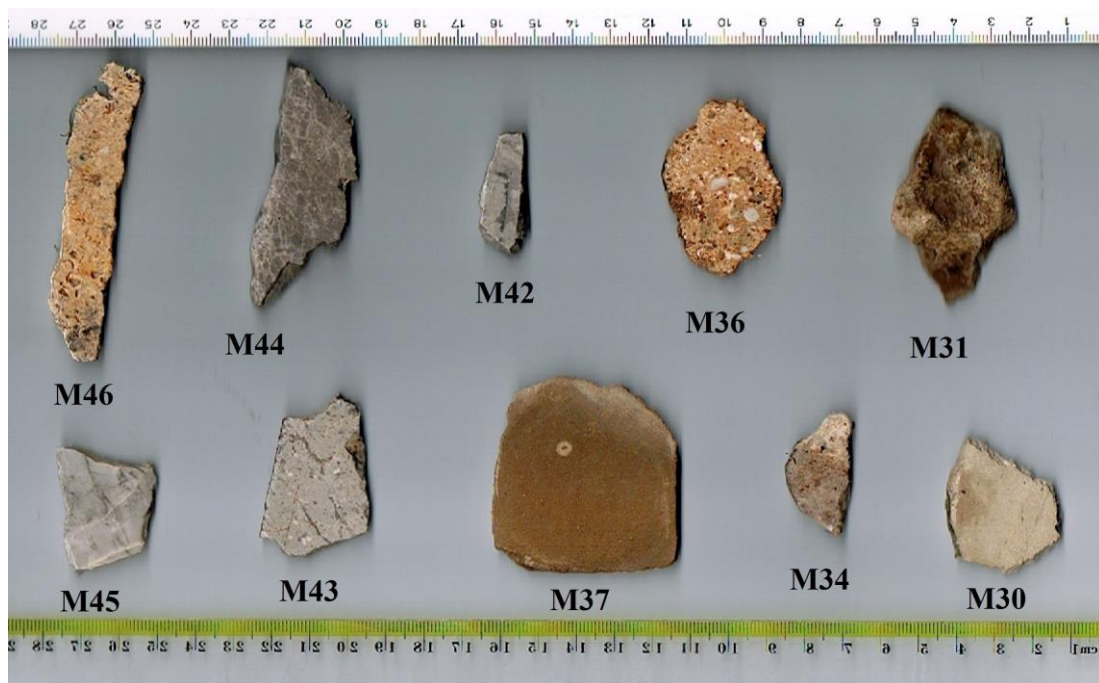
- (L1) Litofacijes dolomita
- (L2) Litofacijes dolomitnih breča
- (L3) Litofacijes karbonatnih klastita
- (L4) Litofacijes baznih konglomerata
- (L5) Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca)
- (L6) Litofacijes litotamnijskih vapnenaca
- (L7) Litofacijes glinovitih biokalkarenita



**Slika 4-4.** Makroskopski uzorci (Bizek, M1, M2, M5, M6, M7, M10, M12, M14, M16)



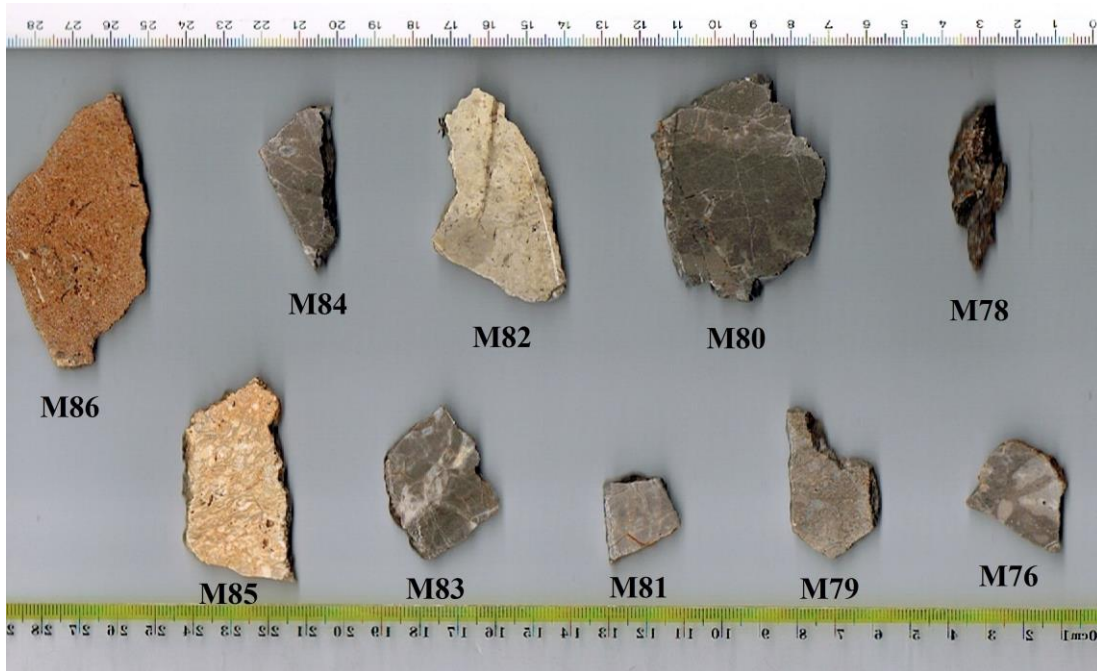
**Slika 4-5.** Makroskopski uzorci (M17, M20, M21, M22, M23, M24, M25, M26, M27, M26, M29)



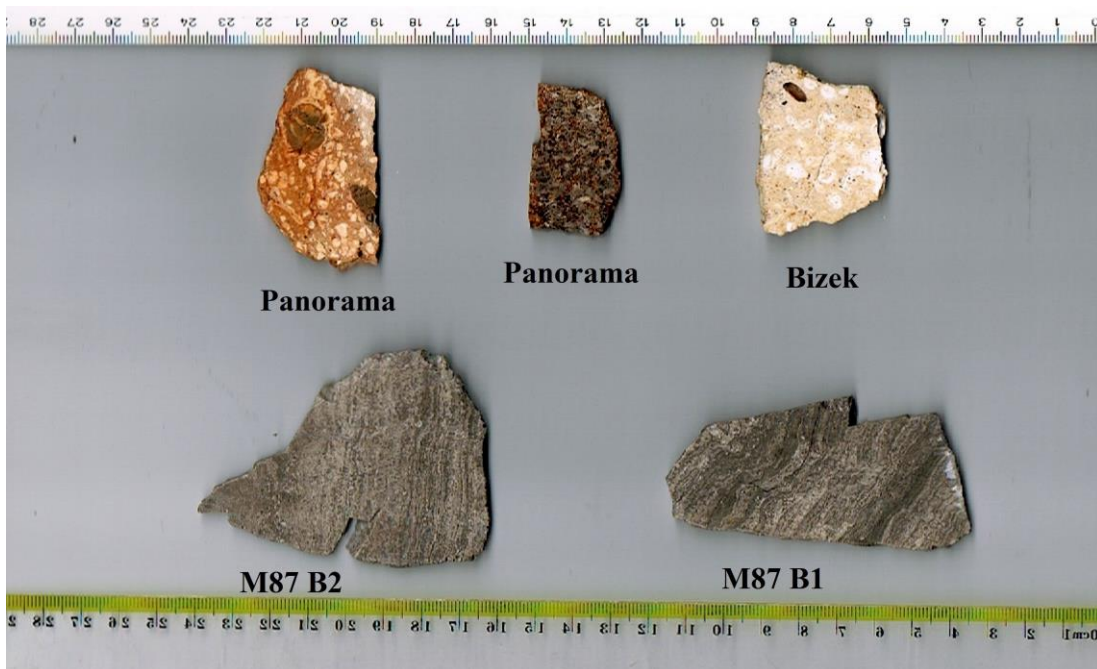
**Slika 4-6.** Makroskopski uzorci (M30, M31, M34, M36, M37, M42, M43, M44, M45, M46)



**Slika 4-7.** Makroskopski uzorci (M60, M61, M62, M65, M67, M68, M68IZ, M69, M74, M75)



**Slika 4-8.** Makroskopski uzorci (M76, M78, M79, M80, M81, M82, M83, M84, M85, M86)

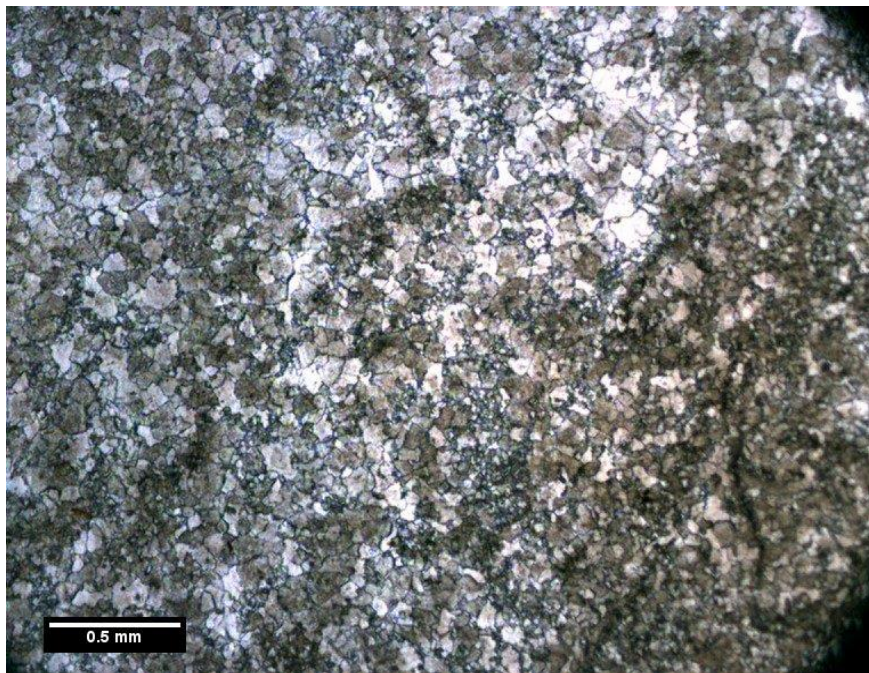


**Slika 4-9.** Makroskopski uzorci (Panorama, Bizek, M87B2, M87B1)

#### 4.4.1. Litofacijes dolomita (L1)

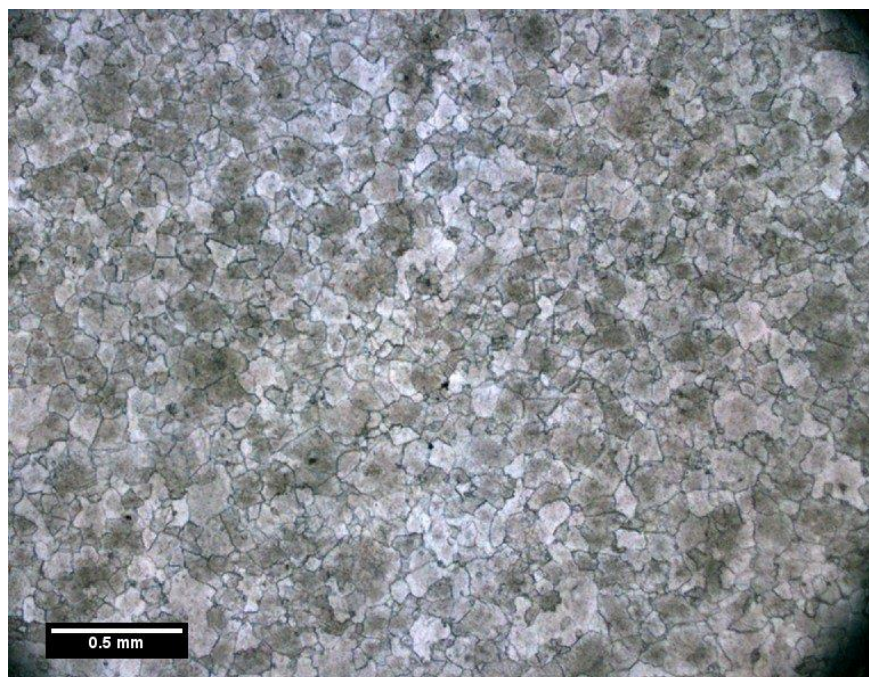
Na terenu su determinirana tri litotipa trijaskih dolomita, koji se makroskopski razlikuju po boji i strukturi. Prvi litotip je terenski definiran kao tamnosivi dolomit. Izdanci ovoga litotipa su masivni, a često su ispresijecani kalcitnim žilama. Drugi litotip je terenski definiran kao svijetlosivi „šećerasti“ dolomit, dok je treći litotip terenski definiran kao svijetlosivi „laminirani“ dolomit.

U mikroskopskim preparatima tamnosivih dolomita reprezentiranih uzorkom M5 (Slika 4-10.) uočava se njihova makrokristalasta hipidiotipna do ksenotipna dolomitna struktura. Ovaj dolomit je nastao potiskivanjem kalcita u već očvrslulim vapnencima. Pri potiskivanju kalcita u vapnencu izgubljene su sve primarne teksturno-strukturne značajke vapnenca jer su uništeni svi organski i anorganski primarni strukturni sastojci. Ovaj litotip je mikropetrografski deterniran kao kasnodijagenetski tamnosivi dolomit.



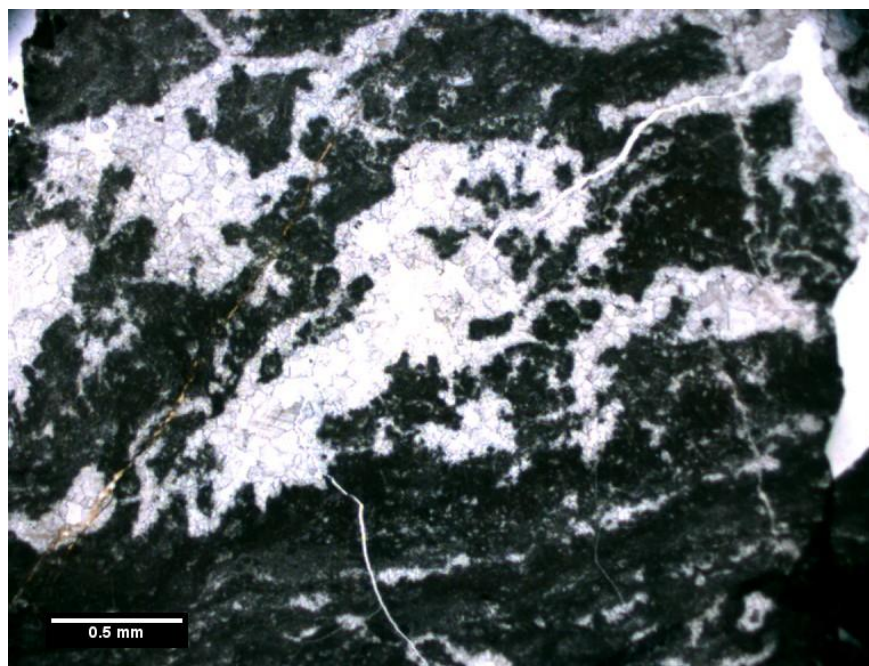
**Slika 4-10.** Mikrofotografija uzorka M5 - struktura kasnodijagenetskog tamnosivog dolomita

U mikroskopskim preparatima svijetlosivih dolomita reprezentiranih uzorkom M6 (Slika 4-11.) uočava se hipidiotipna do ksenotipna makrokristalasta dolomitna struktura. Pri kasnodijagenetskoj dolomitizaciji, bez obzira kakva je primarna struktura vapnenca, iz njega nastaju mikrokristalasti ili makrokristalasti („šećerasti“) dolomiti. Ovaj litotip mikropetrografski je determiniran kao kasnodijagenetski svijetlosivi dolomit.



**Slika 4.11.** *Mikrofotografija uzorka M6 - struktura kasnodijagenetskog svijetlosivog dolomita*

U mikroskopskim preparatima sivih dolomita reprezentiranih uzorkom M87C (Slika 4-12.) vidljive su fenestre, koje su ispunjene dolomitnim cementom i neotopljenim ostacima primarnog vapnenca. Nepravilne fenestre se nalaze unutar dolomikritnih proslojaka ili između mikrobijalnih dolomikritnih lamina. Ovaj litotip mikropetrografski je determiniran kao stromatolitni ranodijagenetski dolomit.



**Slika 4-12.** *Mikrofotografija uzorka M87C - nepravilne fenestre, unutar stromatolitnog ranodijagenetskog dolomita*

#### 4.4.2. Litofacijes dolomitnih breča (L2)

Izdanci dolomitnih breča reprezentiranih izdankom M86 (Slika 4-13.) su masivni ili se često nalaze kao siparišta pjeskovito trošenih dolomita. Makroskopski su svijetlosive boje i razlomljeni su zbog utjecaja tektonike te brečiranja prilikom procesa dolomitizacije i dedolomitizacije.

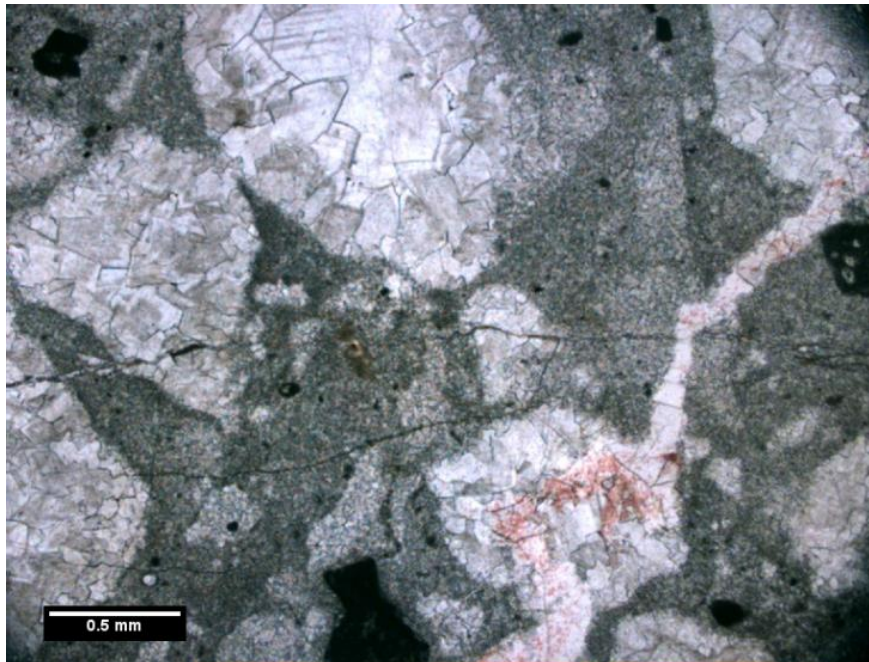


**Slika 4-13.** *Izdanak M68 - dolomitna breča*

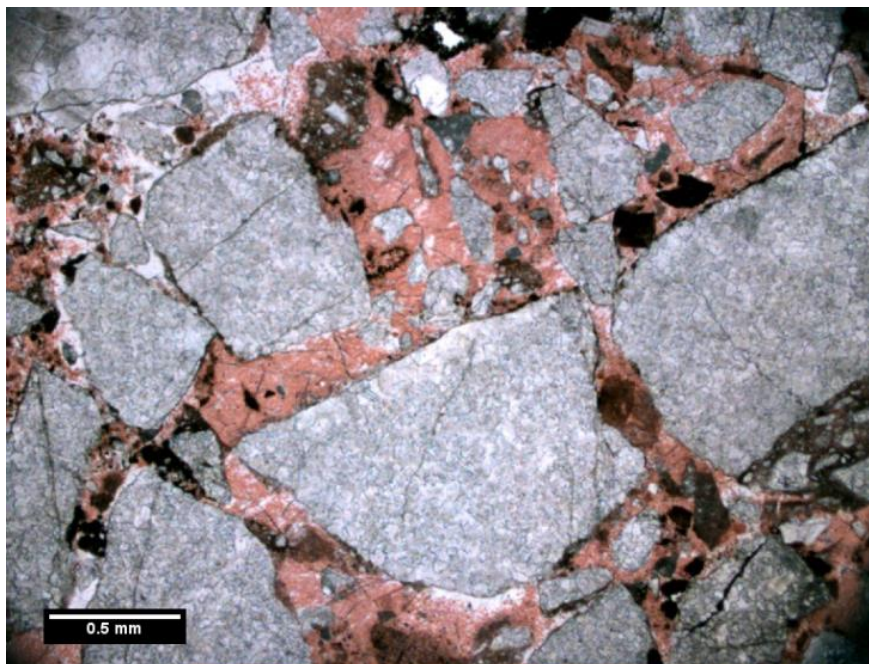
U mikroskopskim preparatima uzoraka M43 i M51 uočeno je da su breče slabo sortirane. Uglavnom sadrže fragmente kasnodijagenetskog dolomita hipidiotipne mozaične dolomitne strukture, koje je vezano u dolomitnu breču. U brečama nalazimo dva različita veziva: kriptokristalastu dolomitnu masu (Slika 4-14.) i kalcitni cement (Slika 4-15.).

Ovaj litofacijes mikropetrografski je determiniran kao dolomitna breča.





**Slika 4-14.** *Mikrofotografija uzorka M43 - fragmenti dolomita u dolomitnom matriksu*



**Slika 4-15.** *Mikrofotografija uzorka M51 - fragmenti dolomita u kalcitnom cementu*

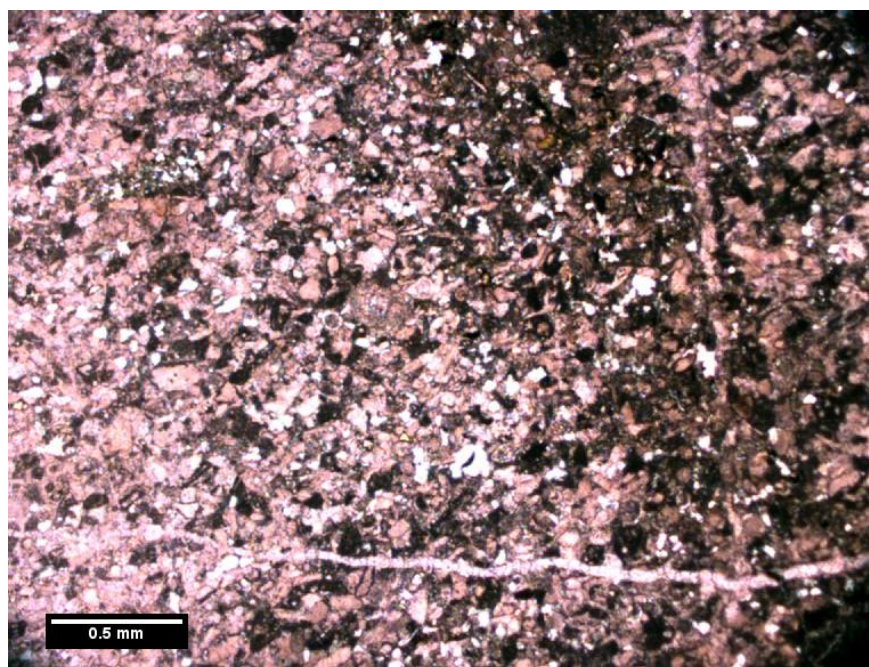
### 4.4.3. Litofacijes karbonatnih klastita (L3)

Izdanci karbonatnih klastita reprezentiranih izdankom M40 (Slika 4-16.) su sivo-smeđe boje, te se lako mrve. Položaj slojeva ovoga litofacijesa na terenu nije bilo moguće izmjeriti. Makroskopski su ove stijene definirane kao crvenkasti karbonatni klastiti.



**Slika 4-16.** *Izdanak M40 - karbonatni klastit*

U mikroskopskom preparatu uzorka M26 (Slika 4-17.) je utvrđeno da u mineralnom sastavu dominiraju dobro sortirana i gusto pakirana karbonatna zrna (uglavnom bioklasti) veličine pijeska i silta, s podređenim udjelom prisutna su sitna siliciklastična kvarcna zrna. Zrna su povezana kalcitnim vezivom. U mikroskopskim preparatima su uočeni fragmenti planktonskih foraminifera (globigerina i globotrunkana). U sitnozrnastijim litotipovima (kalksiltitima) bolje se uočava laminacija. Ovaj litofacijes mikroskopski je determiniran kao litofacijes srednjezrnastih karbonatnih pješčenjaka (kalkarenita) do sitnozrnastih karbonatnih siltita (kalksiltita), s manjim udjelom siliciklastičnih zrna. Ovi litotipovi mjestimice su proslojeni s tankim proslojcima rožnjaka.



**Slika 4-17.** *Mikrofotografija uzorka M26 - karbonatni klastit (kalkarenit)*

#### 4.4.4. Litofacijes baznih konglomerata (L4)

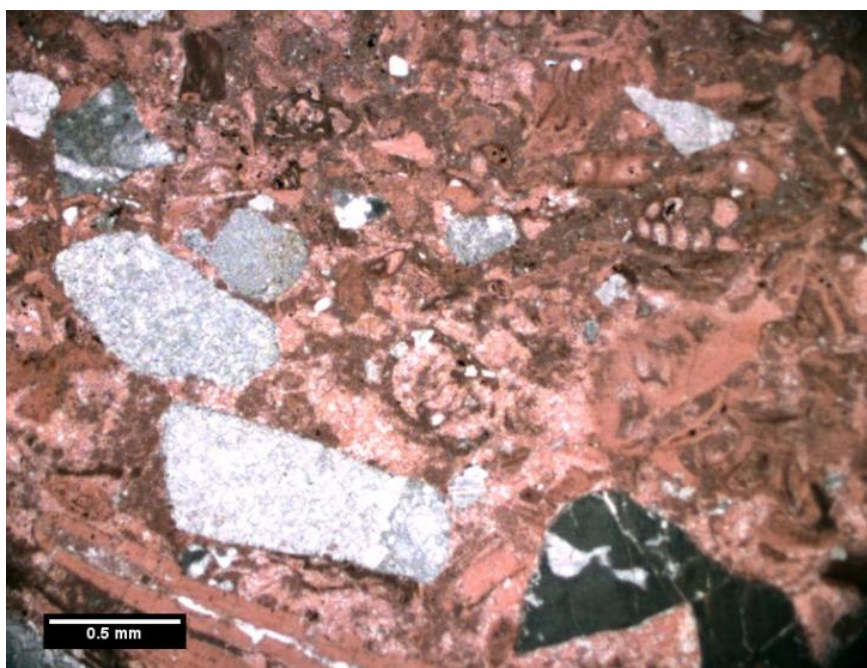
Na izdancima (Slika 4-18.) je utvrđeno da se radi o crvenkasto-smeđim konglomeratima. Ti konglomerati su dijelom šupljikavi, te sadrže uglavnom dolomitne valutice.



**Slika 4-18.** *Izdanak M66 - karbonatni konglomerat*

U mikroskopskom preparatu uzorka M48 (Slika 4-19.) je utvrđeno da se radi o karbonatnim konglomeratima u kojima prevladavaju valutice različitih litotipova trijaskih dolomita. Valutice su dobro zaobljene i slabo sortirane uglavnom bez međusobnih kontakata i uklopljene su u vapnenački matriks, zajedno sa skeletima badenskih fosila, najčešće algi i foraminifera.

Ovaj litofacijes je mikropetrografski definiran kao karbonatni konglomerat, s valuticama trijaskih dolomita i badenskim fosilima u karbonatnom vezivu.



**Slika 4-19.** *Mikrofotografija uzorka M48 - valutice trijaskih dolomita i badenski fosili u karbonatnom vezivu*

#### **4.4.5. Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5)**

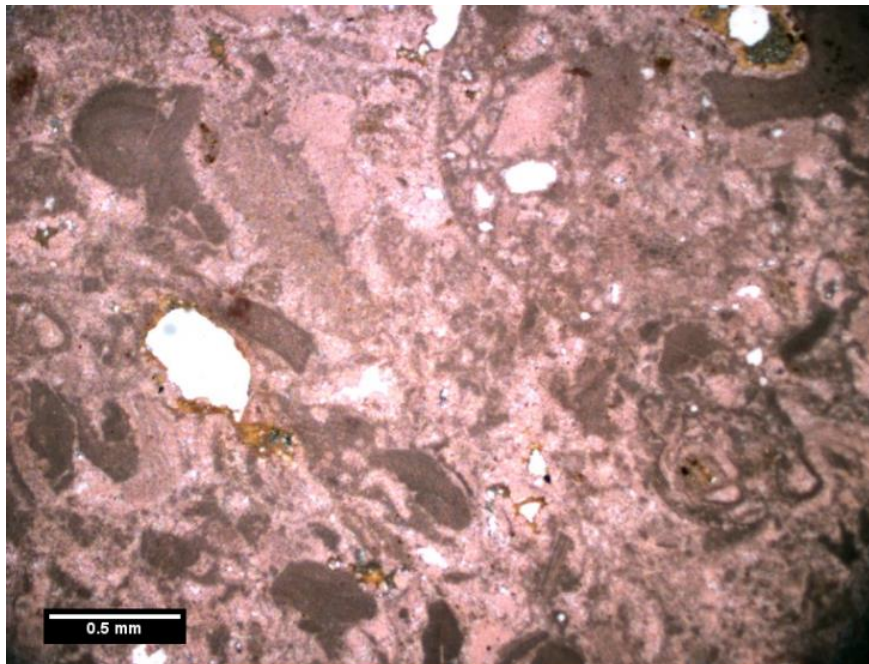
Izdanci šupljikavih vapnenaca (litavaca) (Slika 4-20.) su veliki, metarskih dimenzija s izraženim šupljinama nastalih otapanjem dolomitnih valutica. Svijetlosive su boje, a na svježem prijelomu žućkasti. Makroskopski su vidljivi različiti skeleti fosila. Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) često na terenu predstavlja bočni prijelaz iz litofacijesa baznih konglomerata (L4).



**Slika 4-20.** *Izdanak M46 - litavac*

U mikroskopskom preparatu uzorka M46 (Slika 4-21.) je utvrđeno da se radi o vapnencima koji su determinirani kao biokalkareniti i litični biokalkareniti. U vezivu je nađeno puno skeleta fosila, od kojih prevladavaju ostaci koralinaceja i školjkaši. Od fosila su još zastupljeni bodljikaši i mahovnjaci, te bentičke i planktonske foraminifere. Siliciklastični detritus sačinjavaju zrna kvarca te različiti litični fragmenti (škriljavci, karbonati i rožnjaci). Detritus je vezan kalcitnim cementom, a šupljine oblikom ukazuju na izlužene litične fragmente, koji su najčešće fragmenti i valutice dolomita.

Ovaj litofacijes mikropetrografski je determiniran kao šupljikavi vapnenac, komercijalno poznat kao arhitektonsko-građevni kamen *litavac*.



**Slika 4-21.** Mikrofotografija uzorka M46 - litavac

#### **4.4.6. Litofacies litotamnijskih vapnenaca (L6)**

Izdanci litotamnijskih vapnenca (Slika 4-22.) su metarskih dimenzija. Makroskopski je ovaj facijes determiniran kao svijetli bioklastični vapnenac, s brojnim vidljivim fosilima.



**Slika 4-22.** *Izdanak M21 - litotamnijski vapnenac*



U mikroskopskom preparatu uzorka M21 (Slika 4-23.) su vidljivi brojni fosili, od kojih su nazastupljenije litotamnijske alge i bentičke foraminifere, a podređeno su zastupljeni mahovnjaci, ježinci i ostali organizmi karakteristični za grebensko-prigrebenski okoliš. Fosili se uglavnom nalaze uklopljeni u mikritni matriks. Prema FOLKU (1959, 1962), ovaj vapnenac je determiniran kao biomikrit.

Ovaj litofacijes je determiniran kao litofacijes litotamnijskih vapnenaca (litavaca).



**Slika 4-23.** Mikrofotografija uzorka M21 - litotamnijski vapnenac

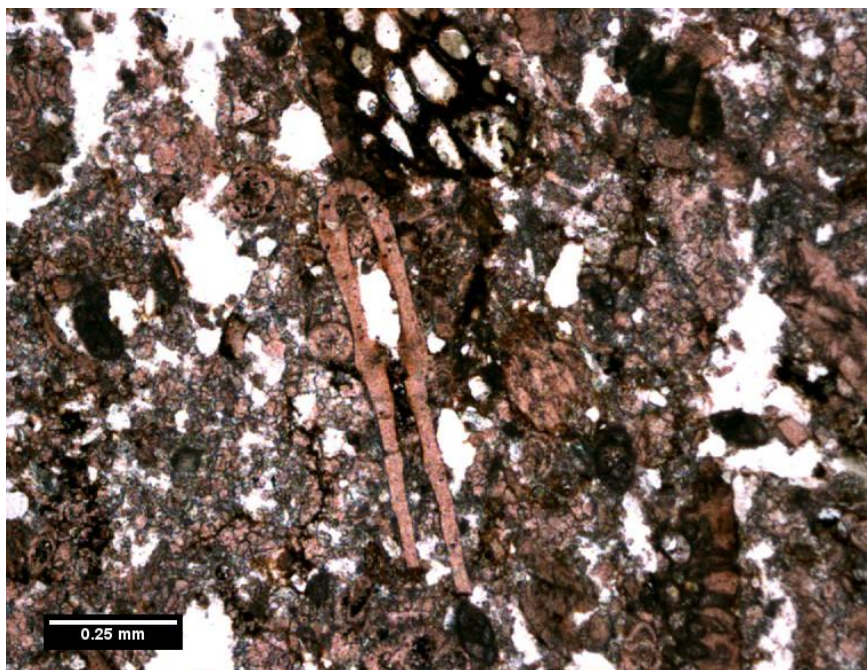
#### **4.4.7. Litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7)**

Izdanci glinovitih biokalkarenita (Slika 4-24.) su smeđe boje, a njihova slojevitost nije uočena na terenu. Makroskopski su žućkasto-smeđe boje te se lako mrve.



**Slika 4-24.** *Izdanak M86 - glinoviti biokalkarenit*

U mikroskopskom preparatu uzorka M86 (Slika 4-25.) utvrđeno je da se radi o fosiliferanim zrnastim vapnencima (biokalkarenitima), koji mjestimice sadrže i manje ili veće količine gline. Fosilni sadržaj varira od obilnih sitnih bioklasta do većih fosilnih fragmenata. Povezani su uglavnom kalcitnim cementom, koji pokazuje i karakteristike željezovitog kalcita (ljubičasto obojenje). U pojedinim dijelovima sadrži i povišeni udio matriksa. Ovaj litofacijes je determiniran kao litofacijes glinovitih biokalkarenita.



**Slika 4-25.** *Mikrofotografija uzorka M86 - bioklasti unutar biokalkarenita povezani kalcitnim cementom*

## 5. RASPRAVA REZULTATA

Na istraživanom području terenskim radom i mikropetrografskom analizom je izdvojeno sedam litofacijesa: litofacijes dolomita (L1), litofacijes dolomitnih breča (L2), litofacijes karbonatnih klastita (L3), litofacijes baznih konglomerata (L4), litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6) i litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7). Litofacijesi predstavljaju naslage taložene tijekom srednjeg i mlađega trijasa (litofacijesi L1 do L2), krede (litofacijes L3) i badena (litofacijesi L4 do L7).

Naslage trijasa (litofacijesi L1 i L2) i krede (litofacijes L3) pripadaju Žumberačkoj-medvedničkoj navlaci. Prema ŠIKIĆ i BASCH (1975) i ŠIKIĆ i dr. (1978, 1979) Žumberačko-medvednička navlaka je tijekom savske orogenetske faze (krajem oligocena na prijelazu u miocen ili tijekom donjeg miocena - ŠIKIĆ, 1995) navučena u smjeru jugozapada preko različitih tektonostratigrafskih jedinica. U jugozapadnom dijelu Medvednice navučena je preko niskometamorfne i ofiolitnog kompleksa te njegovog primarno trangresivnog gornjekrednog-paleocenskog pokrova (TOMLJENIĆ, 2002). Unutar primarno cjelovite navlake razlikujemo četiri strukturne jedinice: Zakičnica, Vrhovčak, Cirkovci i Japetić. Istraživano područje pripada strukturnoj jedinici Zakičnica. Pretpostavljeno je da su strukturne jedinice tijekom navlačenja međusobno odvojene i translahirane na različite udaljenosti. Prema PAMIĆ (1993) i PAMIĆ i dr. (1998), paleozojske i trijaskе naslage zajedno čine dio regionalne navlake (Savska navlaka, prema MIOČ, 1981) koja je u strukturnom položaju iznad ofiolitnog i niskometamorfne kompleksa, bazenskih naslaga jure i krede te gornjekrednih do paleocenskih naslaga. Prema HERAK (1999), paleozojske i trijaskе naslage u istraživanom području čine integralni dio najviše navlake. Ova navlaka je u strukturnom položaju iznad jedinice tzv. Superdinarika, koju čine naslage stvarane u regionalnom bazenu "eudinamskih" ili oceanskih obilježja od lijasa do turona, te također i iznad jedinice tzv. Epiadriatika, koju čine pelagičke bazenske naslage, stvarane od gornjeg trijasa do gornje krede, u kojima nisu zabilježene ultrabazične i bazične stijene (TOMLJENIĆ, 2002).

U geološkoj građi Medvednice neogenske naslage izgrađuju njezine rubne dijelove. Na istraživanom području neogenske naslage (definirani badenski litofacijesi L4 do L7) naliježu transgresivno na sedimente trijasa i krede.

Litofacijes dolomita (L1) je najrasprostranjeniji litofacijes na istraživanom terenu, a obuhvaća dolomite srednjega i gornjega trijasa. Na terenu su determinirana tri litotipa dolomita, koji se makroskopski razlikuju po boji, a mikroskopski po strukturi, odnosno po veličini kristala dolomita: kasnodijagenetski tamnosivi dolomit (Slika 4-10.), kasnodijagenetski svijetlosivi dolomit (Slika 4-11.) i ranodijagenetski stromatolitni dolomit (Slika 4-12.). Tamnosive dolomite nalazimo na sjevernom i sjeverozapadnom dijelu terena, ispod vrha Zatinice brijeg (584 m). Svijetlosive dolomite nalazimo na središnjem dijelu terena, gdje se protežu u zoni širine od oko 500 metara, od Podsusedskog Dolja na jugu prema vrhu Srednjak (400 m) na sjeveru. Litofacijes baznih konglomerata (L4) i litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) nalaze se u tektonsko-erozijskom kontaktu s litofacijesom dolomita (L1), a na istočnom dijelu terena litofacijes dolomita (L1) se nalazi u nedefiniranom kontaktu s litofacijesom karbonatnih klastita (L3). U vrijeme trijasa karbonatna sedimentacija se na području Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski odvijala u plitkim priobalnim okolišima (plitkom subtajdalu, intertajdalu i supratajdalu), u uvjetima tropske ili subtropske klime. Dolomiti stromatolitnog litotipa su ranodijagenetski dolomiti, koji su nastali dolomitizacijom nelitificiranih karbonatnih taloga u području intertajdala i supratajdala suprotno preostalim litotipovima koji su definirani kao kasnodijagenetski tamnosivi i svijetlosivi dolomit. Kasnodijagenetski litotipovi dolomita nastali su dolomitizacijom prethodno litificiranih vapnenaca.

Litofacijes dolomitnih breča (L2) na zapadnim rubovima i u središnjem dijelu istraživanog terena, odnosno u središnjem dijelu navlake. Izdanci dolomita (Slika 4-13.) su masivni, a česte su i pojave siparišta pjeskovito trošenih dolomita. Dolomitne breče (Slika 4-14.; Slika 4-15.) se sastoje od fragmenata dolomita povezanih dolomitnim matriksom i/ili kalcitnim cementom. Njihov postanak interpretiran je subaerskim mehaničkim trošenjem dolomitne podloge te odlaganjem kršja dolomita u udubinama reljefa (VLAHEK, 2014). Na području istraživanja opisanom u ovome radu (područje Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski) utvrđene su dolomitne breče s

karakteristikama koje ukazuju na sedimentacijske i dijagenetske procese koji su utjecali na njihov postanak. No, na pojedinim izdancima uočene su i breče s karakteristikama utjecaja tektonike na njihovo formiranje. Zato se za litotip L2, prema rezultatima prikazanim u ovome radu, može jedino zaključiti da je djelomice nastao pod utjecajem sedimentacijsko-dijagenetskih procesa (npr. brečiranje uslijed isušivanja; dolomitizacija-dedolomitizacija), a djelomice pod utjecajem tektonike (npr. brečiranje prilikom boranja i navlačenja).

Litofacijes karbonatnih klastita (L3) na istraživanom terenu nalazimo jugoistočno od vrha Srednjak (400 m). Na terenu su izdanci karbonatnih klastita (Slika 4-16.) sivo-smeđe boje i lako se mrve. Ovaj litofacijes nalazi se u transgresivnom kontaktu s litofacijesom šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), a u tektonskom kontaktu s litofacijesom dolomita (L1). U mineralnom sastavu (Slika 4-17.) dominantna su dobro sortirana i gusto pakirana sitna karbonatna zrna (bioklasti), a podređeno su zastupljena i sitna siliciklastična kvarcna zrna, koja su zajedno povezana kalcitnim cementom. Opisana struktura i mineralni sastav litofacijesa L3 ukazuje na transport karbonatnog detritusa iz plitkomorskog područja s karbonatnom sedimentacijom i siliciklastičnih zrna s obližnjeg kopna. Zrna su transportirana najvjerojatnije turbiditnim tokovima u dubokovodni marinski okoliš, gdje su taložena. Uočeni fragmenti planktonskih foraminifera (globigerina i globotrunkana) ukazuju na dubokovodni marinski okoliš starosti mlađe krede, jer je poznato da globotrunkane krajem krede izumiru. Proslojci rožnjaka unutar karbonatnih klastita ukazuju na intervale s povećanom biogenom produkcijom organizama sa silicijskim skeletima. To su najvjerojatnije bile radiolarije, na što upućuju slabije rekristalizirani ostaci kuglastih silicijskih formi, koji su uočeni u mikroskopskim preparatima. Silicijski skeleti radiolarija su taloženi u marinskom okolišu, a zatim su u fazi dijageneze rekristalizirani i tvore proslojke rožnjaka unutar karbonatnih klastita.

Litofacijes baznih konglomerata (L4) na istraživanom terenu nalazimo na zapadnom dijelu terena, južno od kamenoloma Ivanec Bistranski, te na istočnom dijelu terena u području kamenoloma Bizek. Bazni konglomerati predstavljaju dugotrajni prekid sedimentacije između trijasa i badena. Oni su prva badenska litološka jedinica i zbog toga ih i nazivamo „baznim“ konglomeratima. Na terenu su izdanci baznih konglomerata (Slika 4-18.) crvenkasto-smeđe boje. Mikropetrografskom analizom (Slika 4-19.) je utvrđeno da

se radi o konglomeratima u kojima prevladavaju valutice trijaskih dolomita povezanih karbonatnim vezivom. U vezivu nalazimo i brojne skelete badenskih fosila, najčešće algi i foraminifera. Prisutnost brojnih foraminifera je pokazatelj transgresije i širenja veza s otvorenim morem (Paratethysom). Badenska transgresija omogućila je eroziju trijaskih dolomita. Pojava baznih konglomerata koji naliježu direktno na dolomitnu trijasku podlogu, te njihov petrografski sastav, ukazuje na eroziju i pretaloživanje materijala podloge te na sedimentaciju unutar plitkovodnog morskog okoliša (HEĆEJ, 2014).

Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) nalazimo na istočnom dijelu i sjeveroistočnom dijelu terena, oko kamenoloma Bizek. Litofacijes L5 često na terenu predstavlja bočni prijelaz iz litofacijesa baznih konglomerata (L4). Izdanci (Slika 4-20.) su sive boje, s izraženim dobro zaobljenim šupljinama, koje su nastale otapanjem valutica dolomita iz litofacijesa L4. Mikroskopski (Slika 4-21.) je određeno da se radi o vapnencima koje sadrže brojne fosile i šupljine. Nastanak šupljina, odnosno otapanje valutica dolomita i fragmenata izvršile su otopine koje su bile nezasićene dolomitom, a zasićene kalcitnom tvari (ZEBEC, 1975). Litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) nalazimo na terenu u transgresivnom ili u rasjednom kontaktu s litofacijesom dolomita (L1), litofacijesom dolomitnih breča (L2) i litofacijesom baznih konglomerata (L3).

Litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6) na istraživanom terenu nalazimo na istočnom dijelu, ispod vrha Majdan (362 m). Mikroskopski (Slika 4-23.) je utvrđeno da se radi o vapnencima, u kojima se nalaze brojni fosili. Obilje skeletnog materijala i rijetki siliciklastični detritus upućuje na bogatu organsku produkciju u priobalnoj zoni u kojoj su vladali uvjeti pogodni za stvaranje brizojsko-alginih grebena. Naslage sadržavaju brojnu grebensko-prigrebensku zajednicu organizama: koralinacejske alge (*Lithothamnium sp.*), više tipova brizoa, školjkaše (*Lucinoma borealis* (LINNÉ), *Ostrea sp.*, *Pecten sp.* i dr.), ježince, koralje i bentičke foraminifere (*Cibicides lobatulus* (WALKER & JAKOB), *C. Pseudoungerianus* (CUSHMAN), *Elphidium fischtellianum* (d' ORBIGNY) i dr.), pomoću kojih je i definirana gornjebadenska starost ovog litofacijesa (ŠIKIĆ i dr., 1995).

Litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7) nalazimo na jugoistočnom dijelu terena, sjeverno od kamenoloma Podsusedsko Dolje i kamenoloma Bizek. Mikroskopski (Slika 4-

25.) je utvrđeno da se radi o fosilifernim zrnastim vapnencima, s manjim udjelom gline. Obilan fosilni detritus nastao je razaranjem grebenskih koralinacejsko-briozojskih vapnenaca litofacijesa L6. Glinoviti biokalkareniti su se taložili kao bočni ili nešto mlađi ekvivalenti plitkovodnih naslaga litofacijesa L5 i litofacijesa L6, s postupnim prijelazima u relativno dublje sredine.

Istraživano područje na sjeveru graniči s područjima Ponikvi i Kamenitih svata, na kojima su litofacijese definirali ČORAK (2013) i KALAJŽIĆ (2013). U nastavku rasprave biti će prikazana kratka usporedba litofacijesa područja Ponikvi i Kamenitih svata s litofacijesima područja istraživanog i opisanog u ovome radu. Pritom će, radi preglednosti i lakše usporedbe, litofacijesi područja Ponikvi i Kamenitih svata biti navedeni u *kurzivu*.

Na širem području Ponikvi izdvojeno je sedam litofacijesa (litofacijesi L1 do L7), trijasko, kredno i badensko starosti (KALAJŽIĆ, 2013). Od trijaskih naslaga su u navedenom radu izdvojena dva litofacijesa: *L1-litofacijes tamnosivih dolomita* i *L2-litofacijes svijetlih kristalastih dolomita i dolomitnih breča*. Litofacijes L2 (KALAJŽIĆ, 2013) može se usporediti s krupnozrnastim svijetlosivim kasnodijagenetskim dolomitom litofacijesa dolomita (L1) na području Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski. Od krednih naslaga, na području Ponikvi izdvojen je *L3-litofacijes sivo-smeđih sitnozrnastih klastita*, koji je, prema svojim mikropetrografskim karakteristikama, sličan litofacijesu karbonatnih klastita (L3) opisanom u ovome radu. U mineralnom sastavu uzoraka s područja Ponikvi dominiraju siliciklastična kvarcna zrna, a podređeno su zastupljeni tinjci i karbonatna zrna, dok u mineralnom sastavu karbonatnih klastita područja između Bizeka i Podsusedskog Dolja dominiraju karbonatna zrna, s podređenim udjelom sitnih siliciklastičnih kvarcnih zrna i s rijetkim listićima tinjaca. Na oba područja determinirani su skeleti planktonskih foraminifera (globigerina i globotrunkana), što ukazuje na krednu starost ovih naslaga. Na području Ponikvi također su izdvojena i četiri badenska litofacijesa, od kojih se tri litofacijesa (*L4-litofacijes bazalnih konglomerata*, *L5-litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca)* i *L6-litofacijes gomoljastih bioklastičnih vapnenaca*) mogu usporediti s pojedinim litofacijesima definiranim na području Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski (s litofacijesom bazalnih konglomerata (L4), litofacijesom šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) i litofacijesom litotamnijskih vapnenaca (L6)).



Na širem području Kamenitih Svata izdvojeno je osam litofacijesa trijaske i badenske starosti (ČORAK, 2013). *Litofacijes L4 (L4-litofacijes svijetlosivih dolomita i dolomitnih breča)* područja Kamenitih svata može se usporediti s krupnozrnastim svijetlosivim kasnodijagenetskim dolomitom litofacijesa dolomita (L1) te s litofacijesom dolomitnih breča (L2) na području Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski. Na području Kamenitih svata ČORAK (2013) također opisuje i tri badenska litofacijesa (*L5-litofacijes bazalnih konglomerata, L6-litofacijes šupljikavih vapnenaca i L7-litofacijes pjeskovitih biokalkarenita i biokalkrudita*), koji se prema svojim karakteristikama, u potpunosti ili djelomice, mogu usporediti s nekim litofacijesima na području Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski (s litofacijesom baznih konglomerata (L4), s litofacijesom šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), s litofacijesom litotamnijskih vapnenaca (L6) te s litofacijesom glinovitih biokalkarenita (L7)).

## 6. ZAKLJUČAK

Na području jugozapadne Medvednice između triju kamenoloma (Podsusedsko Dolje, Bizek i Ivanec Bistranski) terenskim istraživanjem i mikropetrografskom kabinetskom analizom uzoraka stijena izdvojeno je ukupno sedam litofacijesa: litofacijes dolomita (L1), litofacijes dolomitnih breča (L2), litofacijes karbonatnih klastita (L3), litofacijes baznih konglomerata (L4), litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6) i litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7).

Trijaske naslage na istraživanom terenu predstavljene su litofacijesom dolomita (L1) i litofacijesom dolomitnih breča (L2). Litofacijes dolomita (L1) je najrasprostranjeniji litofacijes i nalazi se u transgresivnom kontaktu s litofacijesom baznih konglomerata (L4) i litofacijesom šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5). Kontakt litofacijesa L1 s litofacijesom karbonatnih klastita (L3) nije definiran na terenu. Litofacijes dolomitnih breča (L2) nalazimo u tektonski zdrobljenim zonama unutar litofacijesa dolomita (L1) te kao sedimentacijsko-dijagenetske litotipove breča izvan tih zona.

Litofacijes karbonatnih klastita (L3) je kredne starosti, a nalazi se u nedefiniranom kontaktu s litofacijesom dolomita (L1) i litofacijesom šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5) na području zapadno od Bizeka.

Gornjebadenske naslage su razvijene u četiri litofacijesa: litofacijesu baznih konglomerata (L4), litofacijesu šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5), litofacijesu litotamnijskih vapnenaca (L6) i litofacijesu glinovitih biokalkarenita (L7). Litofacijes baznih konglomerata (L4) predstavlja transgresivni prijelaz trijaskih naslaga u badenske naslage, a na području zapadno od Bizeka taj litofacijes bočno prelazi u litofacijes šupljikavih vapnenaca (litavaca) (L5). Litofacijes litotamnijskih vapnenaca (L6) formiran je unutar grebensko-prigrebenskog okoliša, a litofacijes glinovitih biokalkarenita (L7) nastao je razaranjem litofacijesa L6 te transportom i akumulacijom bioklasta u nešto dubljem marinskom okolišu.

Litofacijesi područja Podsusedsko Dolje-Bizek-Ivanec Bistranski mogu se dobro korelirati s litofacijesima susjednih područja Ponikvi i Kamenitih svata.

## 7. LITERATURA

Bahun, S., 1993. *Geološko kartiranje*, Zagreb: Školska knjiga, str. 111.

Basch, O., 1980. „Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000“, *Tumač za list Ivanić-Grad* L 33 – 81, Zagreb: Inst. geol. istraž., Beograd: Savezni geol. zavod.

Basch, O., 1983. „Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000“, *Tumač za list Ivanić-Grad* L 33 – 81. Zagreb: Geološki zavod, Beograd: Savezni geološki zavod.

Basch, O., 1995. „Geološka karta Medvednice“, u: Šikić, K. (ur.) *Geološki vodič Medvednice*, Zagreb: Inst. geol. istr. Zagreb i INA – Industrija nafte d.d. Zagreb, str. 199.

Benden, G. J., 1879. *Sur unevvoid'ossements de cetaceesfossiles de Croatie*, Bruxelles: Bull. Acad. royal Belgique, br. 2.

Benden, G.J., 1882. *Une baleine fossile de Croatie appartenant an genre mesocete*, Bruxelles: Mem. Acad. royal Belgique, vol. 45, br. 2.

Crnjaković, M., 1979. „Sedimentacija transgresivnog senona na južnim padinama Medvednice“, *Geol. Vjesnik*, vol. 32, Zagreb.

Crnjaković, M., 1989. „Plitkomorski sedimenti donje krede planine Medvednice“, *Prir. Istraž.*, vol. 59, br. 2. Zagreb: Acta geol. JAZU, 19/2.

Čorak, N., 2013. *Litofacijesi područja Kamenitih svata na Medvednici i njihov utjecaj na vodonosnik*, Diplomski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str.52.

Diener, C., 1902. „Die Stellung der kroatisch-slavonischen Inselgebirge zu den Alpen und den dinarischen Gebirgssystemen“, *Mitt. Geogr. Ges.*, vol. 45, br. 9-10.

Dunham, J.B., 1962. „Classification of carbonate rocks according to depositional texture“, u: Ham, W. E. (ur.) *Classification of Carbonate Rocks*, AAPG Memoir, str. 108 – 121.

- Evamy, H.P., Shearman, D. J., 1962. „The application of chemical staining techniques to the study of diagenesis in limestones“, *Proc. Geol. Soc. London*, br. 1599, str. 102 – 103.
- Folk, R. L., 1959. „Practical petrographic classification on limestones“, *AAPG Bull.*, br. 43, str. 1 – 38.
- Folk, R.L., 1962. „Spectral subdivison of limestone types“, u: Ham, W. E. (ur.) *Classification of Carbonate Rocks: AAPG Memoir*, br. 1, str. 62 – 84.
- Gorjanović-Kramberger, D., 1908. *Geologijska prijedlogna karta kraljevine Hrvatske i Slavonije*, Zona 22, col. XIV, 1:75000, Zagreb: Izd. Geol. Povj.
- Halamić, J., 1998. *Litostratigrafska karakterizacija jurskih i krednih sedimenata s ofiolitima Medvednice, Kalnika i Ivanšćice*, Doktorska disertacija, Prirodosl.-matemat. fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Zagreb, str. 188.
- Hećej, N., 2014. *Strukturalna analiza diskontinuiteta u trijarskim karbonatnim stijenama u kamenolomu tvrtke Viadukt u Ivancu Bistranskom*, Završni rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 25.
- Herak, M., 1999. „Tectonic Interrelation of the Dinarides and the Southern Alps.“, *Geol. Croat.*, vol. 52, br. 1, str. 83 – 98.
- Kalajžić, J., 2013. *Litofacijesi područja Ponikvi na Medvednici i njihov utjecaj na vodonosnik*, Diplomski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 52.
- Kner, R., 1863. „Über einige fossile Fische aus den Kreide und Tertiärschichten Von comen und Podsused“, *Sitzungsber, Akad. Wiss* 48, Wien.
- Kochansky-Devidé, V., 1944. „Fauna marinskog miocena južnog pobočja Medvednice (Zagrebačke gore)“, *Vjestnik Hrv. drž. geol. zavoda i Hrv. drž. geol. muzeja*, br. 2-3, Zagreb.

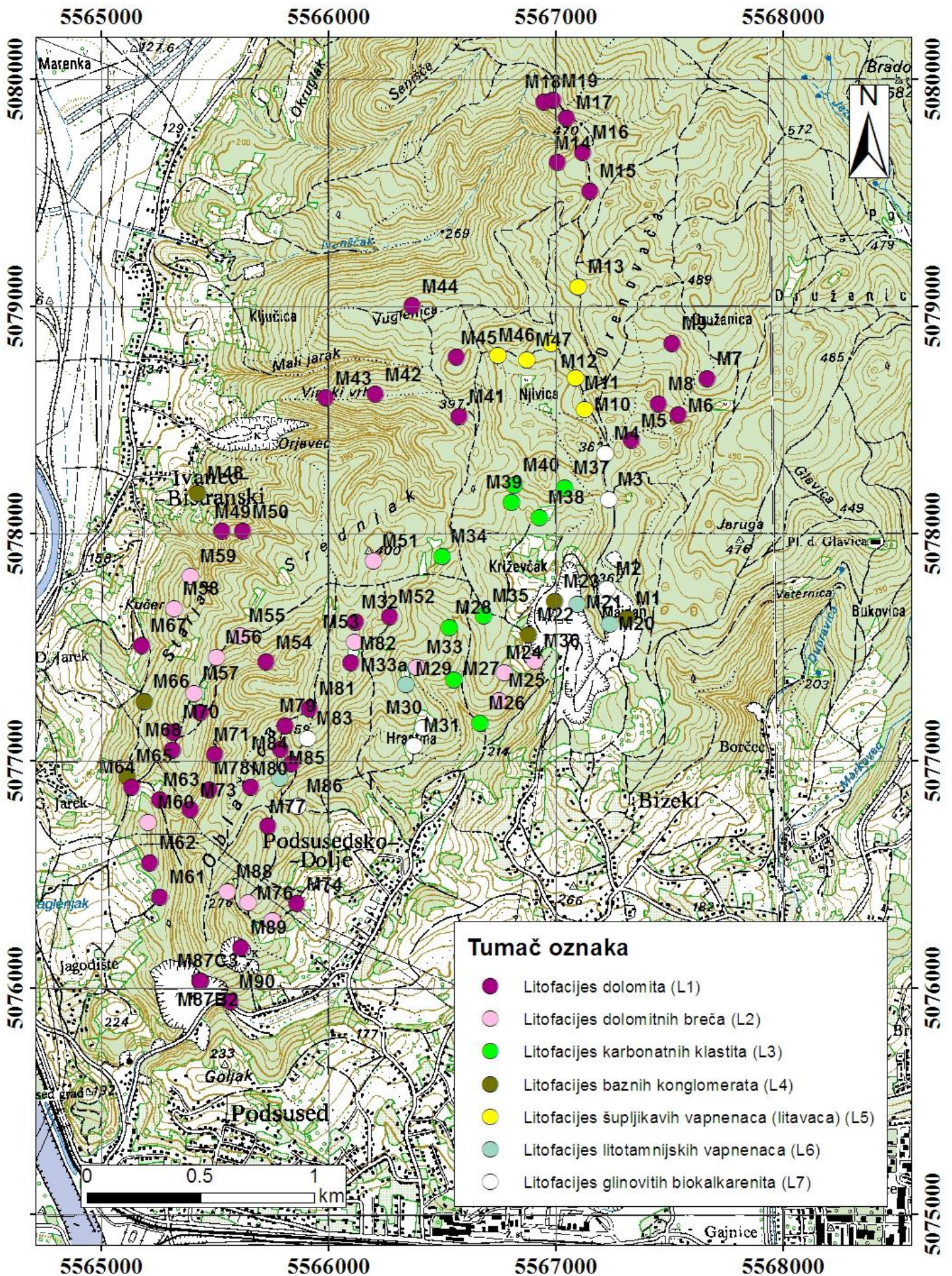
- Kochansky-Devidé, V., 1956. „O fauni marinskog miocena i o tortonskom „šliru“ Medvednice“, *Geol. Vjesnik*, br. 10, Zagreb.
- Krakar, Z., 1994. *Informacijski sustavi gospodarenja okolišem*, Ministarstvo graditeljstva i zaštite okoliša, Zagreb.
- Kranjec, V., 1964. „O geologiji okolice Podsuseda s osobitim obzirom na Sutinska vrela“, *Geol. vjesnik*, br. 17, Zagreb.
- Macarol, S., 1977. *Praktična geodezija*, Zagreb: Tehnička knjiga, str. 723.
- Mioč, P., 1981. „Tektonski odnosi savske navlake prema susjednim jedinicama u Sloveniji te njena veza sa širim jugoslavenskim područjem“, *Nafta*, vol. 32, br. 11, str. 543 – 548.
- Narodne novine, 2004. „Odluka o utvrđivanju službenih geodetskih datuma i ravninskih kartografskih projekcija Republike Hrvatske“, Službeni list Republike Hrvatske, br. 110, Zagreb.
- Pamić, J., 1993. „Eoalpine to Neoalpine magmatic and metamorphic processes in the northwestern Vardar Zone, the eastern most Periadriatic Zone and the southwestern Pannonian Basin“, *Tectonophysics*, 226, str. 503 – 518.
- Pamić, J., 1998. „North Dinaridic Late Cretaceous-Paleogene Subduction-related Tectonostratigraphic units of Southern Tisia“, *Croatia- Geol. Carpathica*, vol. 49, br. 5, str. 341 – 350.
- Perković, D., 1998. *Hidrogeološki katastar kao dio geografskog informacijskog sustava*, Magistarski rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Perković, D., 2010. *Osnove GIS-a*, interna predavanja, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb.
- Pilar, Đ., 1881. *Grundzüge der abyssodinamik*, Zagreb.

- Reading, H. G., 1978. *Sedimentary Environments: Processes, Facies and Stratigraphy*, Cambridge: MA: Blackwell Science.
- Sibley, D. F., Gregg, J. M., 1987. „Classification of dolomite rock texture“, *Jour. Sed. Petr.*, br. 57, str. 967 – 975.
- Šikić, D., 1964. „Horizontalna kretanja u Dinaridima“, *Zbornik radova 25. god. Rud. odjela 1939-1964*, Zagreb.
- Šikić, K., Basch, O., 1975. „Geološka zbivanja od paleozoika do kvartara u zapadnom dijelu zagrebačke regije“, *2 godišnji znan. skup Sekcije za primjenjenu geol., geofiz. i geokem.*, Zagreb: Znan. savjeta za naftu JAZU, str. 68 – 86.
- Šikić, K., Basch, O., Šimunić, A., 1978. „Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000“, *Tumač za list Zagreb L 33-80*, Zagreb: Inst. geol. istraž., Beograd: Savezni geol.Zavod.
- Šikić, K., Basch, O., Šimunić, A., 1979. „Osnovna geološka karta SFRJ 1:100000“, *Tumač za list Zagreb L 33-80*, Zagreb: Inst. geol. istraž., Beograd: Savezni geol.Zavod str. 75.
- Tišljar, J., 2001. *Sedimentologija karbonata i evaporita*, Zagreb: Inst. geol. istr., str. 375.
- Tomljenović, B., 2002. *Strukturne značajke Medvednice i Samoborskog gorja*, Doktorska disertacija, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 208.
- Tucker, M. E., 2001. *Sedimentary Petrology*, London: Blackwell, str. 262.
- Vlahek, I., 2014. *Geološka granica trijas/neogen u kamenolomu kod Ivanca Bistranskom na Medvednici*, Završni rad, Rudarsko-geološko-naftni fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Zagreb, str. 23.
- Zebeć, V., 1975. „Kalcit i dolomit iz okolice sela Bizek i Dolje kod Podsuseda u Medvednici (Zagrebačka gora)“, *Acta Geologica*, vol. 8, Zagreb: Prir. Istr.

Geoportal Državne geodetske uprave <http://geoportal.dgu.hr/> (07.02. 2016., 15:43)



# Prilog 1. Karta točaka opažanja



# Prilog 2. Karta litofacijesa

