

Strukturalna istraživanja područja Trgovske gore

Marojević, Katarina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

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

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:217:408315>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2024-07-18**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Katarina Marojević

STRUKTURNA OBILJEŽJA TRGOVSKE GORE

Seminar III
Preddiplomski studij geologije

Mentor:
dr. sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor RGN fakulteta

Zagreb, 2022.

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

STRUKTURNA OBILJEŽJA TRGOVSKE GORE

Katarina Marojević

Rad je izrađen: 8. rujna 2022.

Sažetak:

Cilj završnog rada bio je izvršiti strukturnu analizu Trgovske gore na temelju terenskih podataka i postojećih geoloških podataka vezanih uz istraživano područje te izrada geološkog profila. Područje istraživanja obuhvaća naslage paleozojske i mezozojske starosti. Paleozojski sedimenti izgrađuju šire područje Trgovske gore, a čine ih naslage devona, karbona i permotrijasa. Mezozojske naslage tj. naslage donjeg i srednjeg trijasa periklinalno nalazimo na obroncima Trgovske gore na koje se transgresivno nastavljaju neogenske i pliokvartarne sedimentne stijene. Na temelju terenskih podataka o orijentacijama slojeva, pukotina, rasjeda, klivaža i folijacija, koji su prethodno organizirani u GIS bazu podataka, proračunate su orijentacije osi bora i glavnih osi paleonaprezanja. Podaci su prikazani stereografskim prikazom pomoću računalnih programa *Stereonet* i *Win_Tensor*. Dobivene vrijednosti za orijentaciju polja paleonaprezanja ukazuju na kompresijsko polje naprezanja s pružanjem glavne osi naprezanja S-J. Proračunata orijentacija polja paleonaprezanja generalno odgovara orijentaciji polja paleonaprezanja u kojem su nastale bore, čije osi tonu prema prema JI, SZ te Z. Geološki profil sugerira utjecaj kompresijskog režima naprezanja koji je uzrokovao formiranje reversnih rasjeda te genetski vezanih antiklinala i sinklinala pružanja SZ-JI pa se može zaključiti da se radi o „fault-bend-fold“ tipu boranja.

Ključne riječi: Trgovska gora, geološki profil, paleozojske naslage, „fault-bend-fold“ tip boranja, Panoski bazen

Rad sadrži: 36+ XVIII stranica, 33 slike, 2 tablice i 8 literaturnih navoda

Jezik izvornika: Hrvatski

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

Mentor: dr.sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor RGN fakulteta

Ocjenjivači: dr.sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor RGN fakulteta

dr.sc. Borna Lužar-Oberiter, docent Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

dr.sc. Zorica Petrincec, docentica Prirodoslovno-matematičkog fakulteta

Datum završnog ispita: 15. rujna 2022.

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

STRUCTURAL CHARACTERISTICS OF TRGOVSKA GORA

Katarina Marojević

Thesis completed in: September 8, 2022

Abstract:

The main goal of this work was to analyse structural characteristics of Trgovska gora based on the collected field data and available data, and construction of geological cross-section. The research area includes deposits of Paleozoic and Mesozoic age. Paleozoic sediments covers the widest portion of Trgovska gora. Mesozoic deposits, i.e., deposits of the Lower and Middle Triassic, can be periclinally found on the slopes of Trgovska Gora. Based on the collected structural data on the orientations of strata bedding, fractures, faults, cleavages, foliations, which were previously organized in a GIS database, the orientations of the fold axes and the principal paleostress axes were calculated. Collected data are shown using stereograms i.e., computer programs *Stereonet* and *Win_Tensor*. The obtained values of the orientation of the paleostress field indicate a compressional stresses with the principal σ_1 stress axis orientation N-S. The calculated orientation of the principal paleostress axis generally corresponds to the orientation of the paleostress field in which the folds were formed, i.e. with fold axis dipping towards the SE, NW, and W. The geological cross-section suggests that compressional stress field caused the formation of reverse faults and associated NW-SE oriented anticlines and synclines characterized by "fault-bend-fold" type of geometry.

Keywords: Trgovska gora, geological cross-section, Paleozoic deposits, "fault-bend-fold", Pannonian Basin

Seminar contains: 36+XVIII pages, 33 figures, 2 tables and 8 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: Assoc. Prof., Bojan Matoš, PhD

Reviewers: Assoc. Prof., Bojan Matoš, PhD

Assist. Prof., Borna Lužar-Oberiter, PhD

Assist. Prof., Zorica Petrincec, PhD

Date of the final exam: September 15, 2022

SADRŽAJ

1. UVOD.....	1
2. GEOGRAFSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....	2
3. GEOLOŠKA GRAĐA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA.....	3
3.2. Tektonski razvoj i strukturni odnosi istraživanog područja	3
3.2. Stratigrafske i sedimentološke karakteristike istraživanog područja.....	9
3.2.1. Karbon.....	11
3.2.2. Permotrijas	12
3.2.3. Trijas	13
3.2.4. Magmatsko – sedimentni (ofioltni) kompleks (J _{2,3} ; J, K?).....	15
3.2.5. Neogen	15
4. METODE ISTRAŽIVANJA	18
4.1. Terenska istraživanja	18
4.2. Kabinetski rad	19
4.2.1. Opis rada u <i>QGIS-u</i>	19
5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA.....	21
5.1. Rezultati strukturnih istraživanja	21
5.1.1. Slojevitost.....	21
5.1.2. Pukotine.....	28
5.1.3. Rasjedi.....	29
5.2. Geološki profil na području istraživanja.....	32
5.2.1. Geološki profil	32
6. ZAKLJUČAK	35
7. LITERATURA.....	36

POPIS SLIKA

Slika 2-1. Područje istraživanja Trgovske gore - plavi pravokutnik (preuzeto sa Google Earth-a; modificirano u programu Inkscape).....	2
Slika 3-1. Tektonska građa područja Alpa, Karpata i Dinarida preuzeto iz Schmid et al., 2008 Žutim kvadratićem naznačeno područje Trgovske gore.....	4
Slika 3-2. Pregledna tektonska karta lista Bosanski Novi: A. Tektonska jedinica Sansko-Unski pojas: Aa – strukturna jedinica Sansko-Unski paleozoik, Ab – spušten strukturni blok Rujevac-Dvor, Ac – strukturna jedinica Dobretin, Ad – strukturna jedinica Radašnica, Ae – spuštena struktura Bojna-Prosinja; B. Tektonska jedinica ofiolitni pojas Unutrašnjih Dinarida: Ba – strukturna jedinica ofiolitni kompleks Banije; C. Tektonska jedinica kredno-tercijarni pojas Unutrašnjih Dinarida: Cc – strukturna jedinica Zrinsko-Dvorska kotlina (Šikić, 1990b).	5
Slika 3-3. A) Recentna distribuciju naslaga Jadranske karbonatne platforme (AdCP); B) Današnji položaj naslaga karbonatne platforme u središnjem Sredozemlju (Vlahović et al., 2005).	6
Slika 3-4. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990) koji obuhvaća područje istraživanja ovog završnog rada sa pripadajućom legendom.	9
Slika 3-5. Isječak geološkog stupa sa OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990).	10
Slika 3-6. Šejlovi u izmjeni s pješčenjacima (točka istraživanja SD-1-3).	11
Slika 3-7. Mikrofotografija preparata uzorka s lokacije SD-1-32. U mikroskopskom preparatu dominantno vezivo je matriks (>15%), a zrna predstavljaju minerali kvarca, feldspati, muskovit, biotit te fragmenti starijih stijena. Stijena je determinirana kvarcna grauvaka. (lijevo - sa analizatorom, desno - bez analizatora).	12
Slika 3-8. Izmjena krupnijezrnatih i sitnozrnatih šejlova, crvenim linijama označena budinaž struktura. Točka istraživanja SD-1-11.	12
Slika 3-9. Srednjetrijaski dolomiti. Lokacija točka SD-2a-7.	14
Slika 3-10. Pietra verde. Lokacija točka SD-2b-7.	14
Slika 3-11. Alterirani bazalti koji čine dio melanža. Lokacija točka SD-3-3.	15
Slika 3-12. Sarmatski lapori. Lokacija točka SD-4-8.	17

Slika 4-1. Područje istraživanja s prikazanim terenskim točkama, zabilježenim 2021. i 2022. godine. Satelitska snimka Banije.	18
Slika 5-1. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) s rozeta dijagramima koji prikazuju orijentaciju pružanja slojnih ploha za svaki pojedini strukturni poligon.....	22
Slika 5-2. a) Slojevitost prikazana tragovima ravnina; b) Foliacija prikazana tragovima ravnina - čije presječnice (crveni kružići) sugeriraju pružanje osi bora. Plava kružnica – skup osi bora nagnutih prema SZ; Smeđa kružnica - skup osi bora nagnutih prema JI; Zelena kružnica – skup osi bora nagnutih prema Z.....	23
Slika 5-3. Parazitska bora (Z tip) i navlačni rasjed (tektonski transpor prema JZ: a) Fotografija izdanka; b) Lokacija točke SD-1-1 na karti, c) Skica izdanka.....	24
Slika 5-4. Općeniti položaj klivaža prema elementima bore. (izvor https://www.researchgate.net/).	24
Slika 5-5. a) Neutralna bora unutar klastita, lokacija točka SD-1-29; b) tragovi ravnina slojnih ploha bore i os bore (crvena točkica).....	25
Slika 5-6. a) Slojevitost mjerena u donjotrijaskim vapnencima, vidljivo blago boranje. Lokacija točka SD-2a-3; b) Slojevitost mjerena u silitima trijaske starosti. Lokacija točka SD-2a-1.	26
Slika 5-7. Stereogrami s tragovima ravnina slojnih ploha: a) poligon SD-2a; b) poligon SD-2b SI dio; c) poligon SD-2b sjeverni dio.	26
Slika 5-8. Stereogram s tragovima ravnina slojnih ploha poligona SD-4.....	27
Slika 5-9. Sarmatski brečokonglomerati koji sadrže fragmente pješčenjaka, lapora i dajkova, s orijentacijom slojevitosti 32/16. Lokacija točka SD-4-1.	28
Slika 5-10. Rozeta dijagram za 27 izmjerenih orijentacija pukotina na području istraživanja u karbonskim naslagama (za poligon SD-1).....	28
Slika 5-11. Područje istraživanja s prikazanim točkama na kojima su zabilježene pojave rasjednih ploha po poligonima.....	29
Slika 5-12. Stereogram proračuna vektora glavnih osi naprezanja za reversne rasjede na području istraživanja (pomoću programa Win_Tensor).	30
Slika 5-13. Rasjedna ploha na kojoj je određena lineacija strija te karakter pomaka. Lokacija točka SD-1-13.	31
Slika 5-14. Stereogram proračuna vektora glavnih osi naprezanja za normalan rasjed točke SD-1-13 (pomoću programa Win_Tensor).	31

Slika 5-15. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) s ucrtanom trasom profila A–B i grafičkim simbolima mjerenih strukturnih elemenata prikupljenih tijekom terenskih istraživanja.....	32
Slika 5-16. Teorijski prikaz „fault-bend-fold“ tipa boranja (Fossen, 2010).	33
Slika 5-17. Geološki profil A-B koji prikazuje raspored naslaga istraživanog područja u podzemlju, rekonstuiran na temelju OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), dopunjene podacima terenskih istraživanja.....	37

POPIS TABLICA

Tablica 1. Tablica izmjerenih i zabilježenih strukturnih podataka o rasjedima na području istraživanja..... 30

PRILOG 1 - Tablica 2. Strukturno-geološka mjerenja prikupljena tijekom terenskih istraživanja tijekom 2021. i 2022. godine (narančasta boja predstavlja točke poligona SD-1, zelena za poligon SD-2a, crvena za poligon SD-2b, žuta za SD-3 i plava za SD-4, ljubičasta boja označava orijentaciju pukotina, a smeđa orijentaciju rasjednih ploha)

1. UVOD

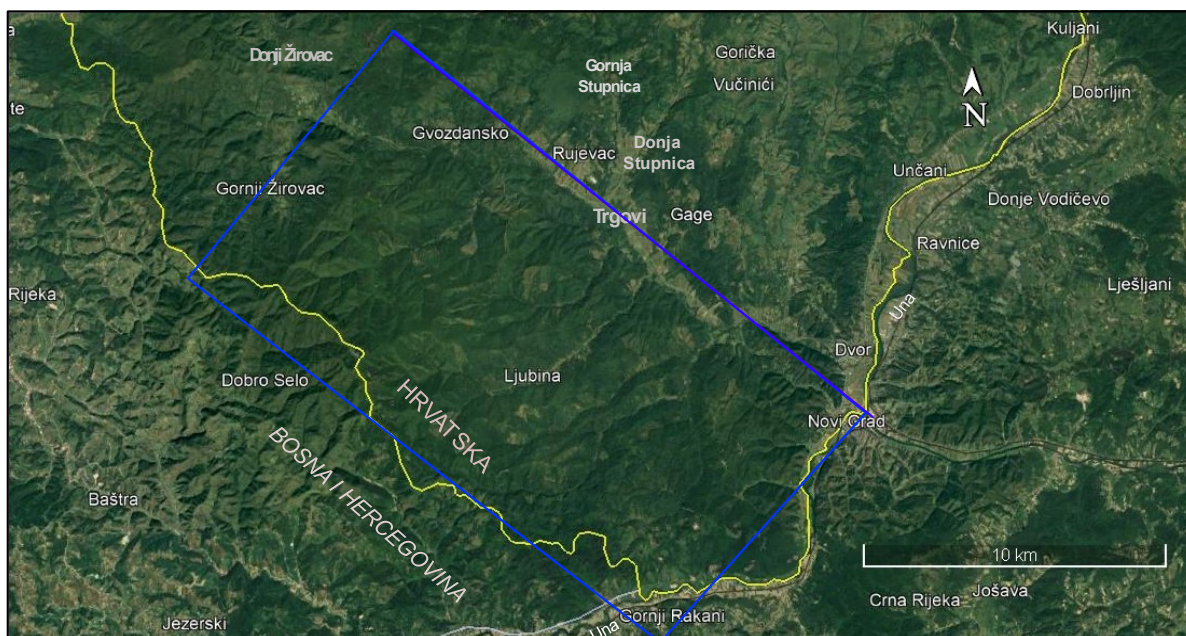
Završni rad predstavlja rezultate analize strukturnih značajki stijena koje su otkrivene na površini jugozapadnog dijela Trgovske gore, s ciljem prikupljanja podataka o orijentaciji slojeva, rasjeda, folijacija, pukotina te osnim ploham boranih struktura.

Podaci su prikupljeni terenskim istraživanjima provedenim u rujnu 2021. te u veljači i ožujku 2022. godine na sveukupno 104 lokacije koje su obuhvatile naslage karbona, trijasa, jure i miocena. Osim strukturnih značajki prikupljenih na terenu, u izradi ovog rada korišteni su podaci objavljeni na OGK 1:100 000 lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), tumaču tog lista (Šikić, 1990b) te ostala dostupna literatura vezana uz istraživano područje. Rezultati provedenih strukturnih mjerenja prikazani su u tabličnom obliku te odgovarajućim stereografskim prikazom i geološkim profilom. Prilikom izrade korišteni su programi: *Inkscape*, *QGIS*, *Stereonet*, *Win_Tensor*, *Avenza Maps*.

2. GEOGRAFSKE ZNAČAJKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Trgovska gora je gorsko područje smješteno u JZ dijelu Sisačko-moslavačke županije (Slika 2-1), čiji je najviši vrh Radač visine 630 metara. Područje Trgovske gore slabo je naseljeno s najvećom općinom Dvor na Uni gdje, prema popisu stanovništva iz 2021. godine, živi 4303 stanovnika (Državni zavod za statistiku, 2021). Sjeverno od Trgovske gore nalazi se Zrinska gora, a jugoistočno uz samu granicu Hrvatske i BiH te uz rub Trgovske gore teče rijeka Una. U jugoistočnom dijelu Trgovske gore nalazimo vojni objekt Čerkezovac koji predstavlja potencijalno skladište za odlaganje radioaktivnog otpada s predviđenim početkom rada 2023. godine (Prijedlog nacionalnog programa provedbe strategije radioaktivnog otpada, iskorištenih izvora i istrošenog nuklearnog goriva, 2016).

..



Slika 2-1. Područje istraživanja Trgovske gore - plavi pravokutnik (preuzeto sa Google Earth-a; modificirano u programu *Inkscape*).

3. GEOLOŠKA GRAĐA ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

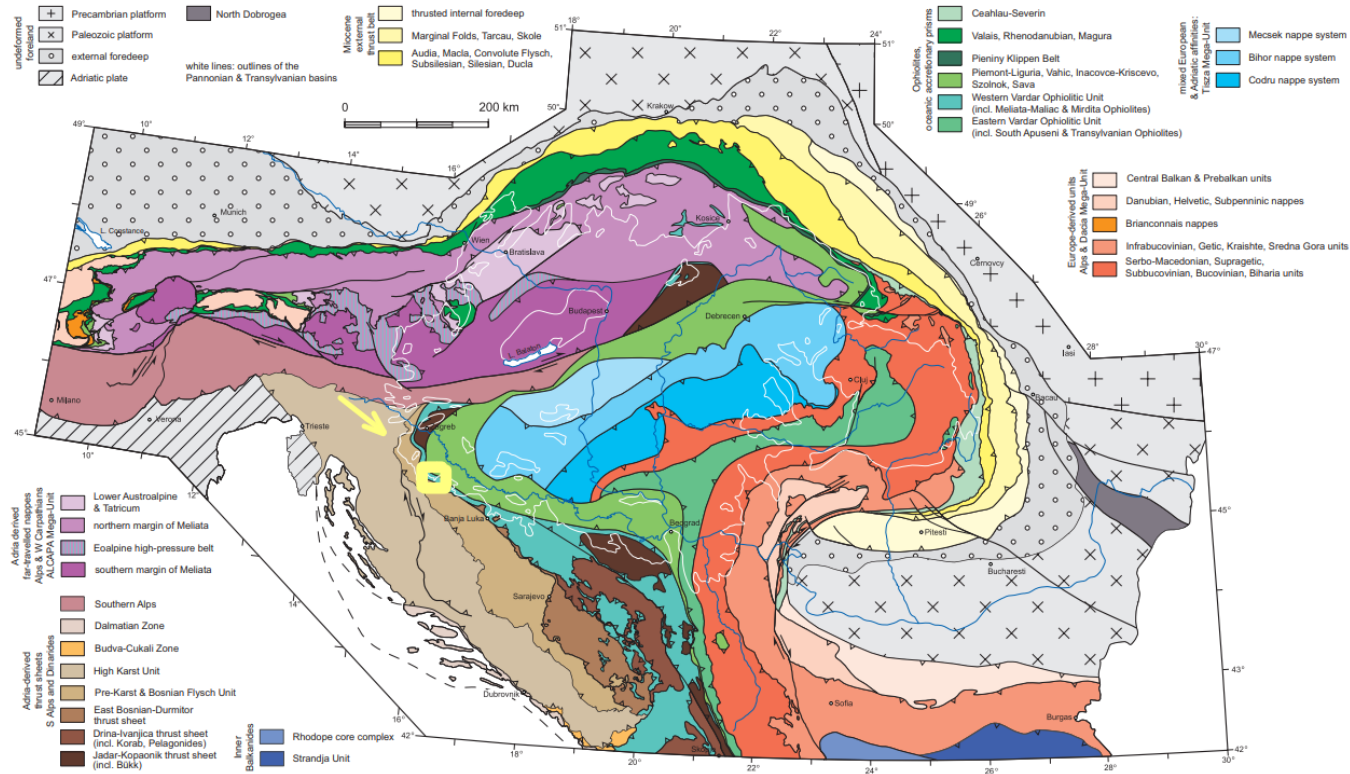
Prema Šikić (1990b) Trgovska gora predstavlja strukturno uzvišenje visine do 600 m koje se nalazi jugozapadno odnosu na Zrinsku goru te južno od Petrove gore. Jezgru Trgovske gore čine stijene paleozojske i mezozojske starosti. Paleozojski sedimenti izgrađuju šire područje Trgovske gore, a čine ih naslage devona, karbona i permotrijasa. Geografski, protežu se od Gornjeg Žirovca prema jugoistoku do rijeke Une, sve do granice s BiH, gdje zahvaćaju Sansko-Unske paleozojske jedinice. Naslage trijasa periklinalno nalazimo na obroncima Trgovske gore, a na koje transgresivno nalazimo neogenski i pliokvartarni slijed naslaga. Rasjedi su izraženi uz sjeverozapadne, zapadne i sjeveroistočne rubove gdje odvajaju paleozojsko-mezozojsku jezgru Trgovske gore od ofiolitnog kompleksa naslaga Centralne Dinarske Ofiolitne Zone te neogenskog-pliokvartarnog sedimentnog kompleksa.

3.2. Tektonski razvoj i strukturni odnosi istraživanog područja

Područje istraživanja koje je pokriveno listom osnovne geološke karte Bosanski Novi može se podijeliti na dva osnovna, strukturno i facijesno različita prostora Dinarida: Vanjske i Unutrašnje Dinaride (Slika 3-1; Šikić, 1990b). Općenito, Vanjske Dinaride nalazimo između Jadranskih otoka te Unutrašnjih Dinarida, a zajedno čine južnu granicu Panonskog bazenskog sustava (Slika 3-3; Vlahović et al., 2005). Između Vanjskih Dinarida i Panonskog bazena (koji u ovom dijelu PBS-a predstavlja Karlovačka subdepresija) nalazimo tektonsko stratigrafsku jedinicu Unutrašnjih Dinarida (Vlahović et al., 2005). Prema Šikić (1990b) na prostoru Unutrašnjih Dinarida, koji obuhvaća Petrovu, Trgovsku i Zrinsku goru, na površini se mogu naći sedimentne i niskometamorfozirane sedimentne stijene te sporadično i magmatske stijene, odnosno gabrovi, dijabazi, spiliti, tufovi, zatim karbonati, fliševi i klastiti koji su dio ofiolitnog melanža. Vanjski Dinaridi na listu Bosanski Novi predstavljeni su karbonatnim stijenama dominantno nastale na karbonatnoj platformi, zajedno sa manjim slijedom pelagičkih sedimenata jure i krede. Osim navedenih stijena, slijed naslaga koje nalazimo u području Unutrašnjih Dinarida objedinjuje i pelagički turbiditno-flišni slijed naslaga gornje krede i starijeg paleogena.

MAJOR TECTONIC UNITS OF THE ALPS, CARPATHIANS AND DINARIDES

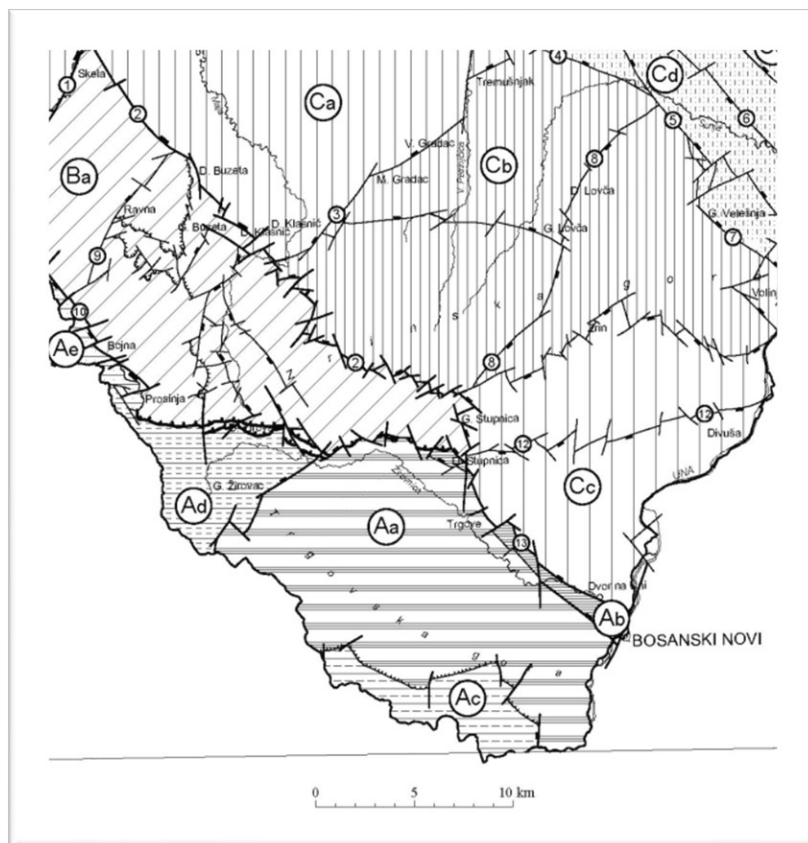
S.M. Schmid, D. Bernoulli, B. Fügenschuh, L. Matenco, S. Schefer, R. Schuster, M. Tischler and K. Ustaszewski



Slika 3-1. Tektonska građa područja Alpa, Karpata i Dinarida preuzeto iz Schmid et al., 2008. Žutim kvadratićem naznačeno područje Trgovske gore.

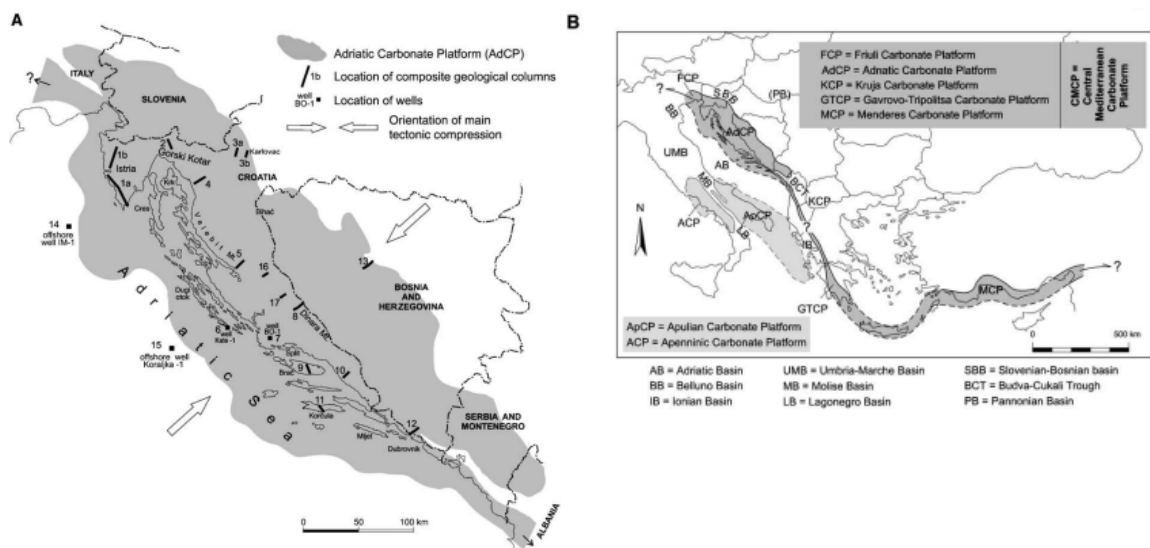
Tektonski, šire područje istraživanja može se podijeliti na 3 jedinice (Šikić, 1990b): tektonska jedinica **Sansko-Unskog pojasa**, tektonska jedinica **Ofolitnog pojasa Unutrašnjih Dinarida** i tektonska jedinica **kredno-paleogenskog pojasa Unutrašnjih Dinarida** (Slika 3-2).

Sjeveroistočni rub Trgovske gore u tektonskom je kontaktu sa strukturnim jedinicama tektonske jedinice **kredno-paleogenskog pojasa Unutrašnjih Dinarida**, između kojih se nalazi rasjedni niz Stupnica-Dvor, koji je oštro prekinuo i reducirao protezanje miocenskih sedimenata prema zapadu. SZ od ruba Trgovske gore gdje su prisutne naslage trijasa, proteže se tektonska jedinica **Ofolitni pojas Unutrašnjih Dinarida** koja gradi ofiolitni kompleks Banije zajedno sa naslagama jursko-kredne starosti (Šikić, 1990b).



Slika 3-2. Pregledna tektonska karta lista Bosanski Novi: A. Tektonska jedinica Sansko-Unski pojas: Aa – strukturna jedinica Sansko-Unski paleozoik, Ab – spušten strukturni blok Rujevac-Dvor, Ac – strukturna jedinica Dobretin, Ad – strukturna jedinica Radašnica, Ae – spuštena struktura Bojna-Prosinja; B. Tektonska jedinica ofiolitni pojas Unutrašnjih Dinarida: Ba – strukturna jedinica ofiolitni kompleks Banije; C. Tektonska jedinica kredno-tercijarni pojas Unutrašnjih Dinarida: Cc – strukturna jedinica Zrinsko-Dvorska kotlina (Šikić, 1990b).

Nastanak Dinarida posljedica je odvajanja Jadranske mikroploče od Gondwane u srednjem trijasu pri čemu nastaje izolirana karbonatna platforma unutar Neothetysa koja se krajem donje jure raspada na dvije manje platforme : AdCP - Jadranska karbonatna platforma (Slika 3-3) (“Adriatic Carbonate Platform“) te ApCP – Apulijska karbonatna platforma (“Apulian carbonate platform“) (Pamić et al., 1998). Tokom jure i početkom krede postupna subsidencija platforme omogućuje taloženje nekoliko kilometara debelog slijeda marinskih karbonata, uglavnom plitkomorskih da bi krajem krede došlo do kolizije Jadranske mikroploče sa Eurazijom te diferencijacije taložnih prostora. Kolizijski procesi ostvaruju vrhunac u oligocenu-miocenu kada dolazi do izdizanja planinskog pojasa Dinarida (Pamić et al., 1998), dok na kontaktnom prostoru Jadranske mikroploče i Europskog kopna počinje tektonska evolucija Panonskog bazenskog sustava koji ima obilježja zalučnog bazena (Saftić, 2003).



Slika 3-3. A) Recentna distribuciju naslaga Jadranske karbonatne platforme (AdCP); B) Današnji položaj naslaga karbonatne platforme u središnjem Sredozemlju (Vlahović et al., 2005).

S obzirom da područje Trgovske gore predstavlja područje kontakta Unutrašnjih Dinarida i Panonskog bazena, tektonski razvoj Panonskog bazena ima veliki utjecaj na formiranje Trgovske gore. Prema Prelogović et al. (1998), razlikuju se tri glavne faze strukturnog razvoja jugozapadnog dijela Panonskog bazena koje su posljedica kontinuirane konvergencije Dinarida, Alpa te Jadranske ploče, odnosno subdukcije Jadranske ploče pod Dinaride i Alpe:

1. Početak ekstenzije između oligocena i ranog miocena,
2. Glavni ekstenzijski procesi u ranom i srednjem miocenu
3. Kompresija i transpresija u pliocenu i kvartaru.

Prema Šikić (1990b) u jugozapadnom bazenskom području sedimentacija prestaje nakon taloženja bazalnih naslaga luteta. Nakon ovih tektonskih pokreta, koji su doveli do izdizanja na širim prostorima u gornjem eocenu, manje vjerojatno u oligocenu, formiran je izdužen plitkovodni bazen, unutar složenog strukturnog prostora ofiolitnog pojasa. U početku se talože slatkovodne, uglavnom glinovito-ugljevite, jezersko-barske naslage, a zatim uz postupno spuštanje dna bazena, taložene su deblje naslage krupnozrnatih klastita molasnog tipa koji danas u ovim predjelima nisu nađeni i vjerojatno nisu više sačuvani na površini.

Početkom badena uz nove tektonske promjene na širem prostoru Paratethysa (Mesoparatethys) širi se marinska transgresija s maksimalnim rasprostranjenjem sedimentacije u gornjem badenu. Jugozapadno rubno područje bazena imalo je vjerojatno približan ocrtao kao i danas i to na potezu Glina-Buzeta-Klasnić G.-Stupnica-Dvor (Slika 3-2) s time da je zapadni dio Zrinske gore bio u sastavu kopna, odnosno poluotok.

Početak dezintegracije na prostoru Paratethysa uz oslađivanje početkom sarmata te izolacija početkom panona i pravi početak egzistencije Panonskog bazena u užem smislu, odrazili su se u istraživanom području. U sarmatu dolazi do pada saliniteta u bazenu i sedimenti se talože u brakičnom okolišu, a tektonski nemir je izražen ingresijom u Glinskom zaljevu kao i djelomičnom okopnjavanju istočno od Une.

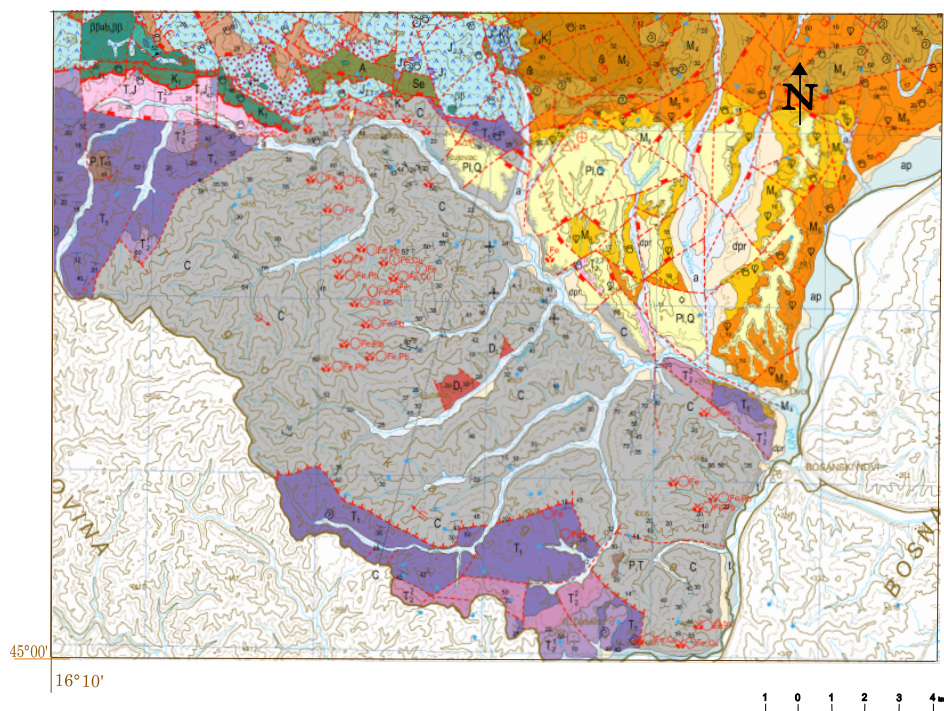
Krajem pontica (M₇) spomenutim tektonskim pokretima, snažno obnovljenim početkom romana (postdacij), nastaje reljef sa znatnim visinskim razlikama i s maksimalnim izdizanjem u Sansko-Unskom pojasu. Klastiti paleozoika i trijasa u područjima Ljubije, Trgovske i Petrove gore postaju jedna od glavnih izvorišta spiranja terigenog materijala. Donešeni materijal taloži se u nizinskim predjelima i pokriva velike površine kao proluvijalni, riječni i jezerski sedimenti

molasno-predgorskog tipa. Za stvaranje ovih naslaga značajni faktor su bili klimatski uvjeti i erozija. Tijekom gornjeg miocena, pliocena i kvartara dolazi do tektonske inverzije Panonskog bazena pri čemu dolazi do izdizanja otočnih gora duž naslijeđenih te novo formiranih reversnih, *strike-slip* rasjeda (Prelogović et al., 1998; Tomljenović i Csontos, 2001).

Na prijelazu u pleistocen počinje konačno oblikovanje recentnog strukturnog sklopa, posebno odnosa među strukturnim jedinicama ofiolitnog i kredno-paleogenskog tektonskog pojasa. Cijeli teren se izdiže i podređen je erozijskim procesima i postupno nastaju recentne reljefne forme.

3.2. Stratigrafske i sedimentološke karakteristike istraživanog područja

U ovom poglavlju detaljnije će se opisati stratigrafske jedinice i osnovne geološke karakteristike stratigrafskih jedinica koje su obuhvaćene provedenim istraživanjem u okviru završnog rada. Stratigrafska i geološka obilježja jedinica, idući od strukturno najstarijih prema mlađima, biti će opisana pomoću OGK 1:100.000 lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), Tumača lista Bosanski Novi (Šikić, 1990b) te terenskih opažanja litoloških i teksturnih značajki stijena (Slika 3-4).



LEGENDA KARTIRANIH JEDINICA

PI, Q	Šljunci, pijesci, gline, limonizirani sedimenti	T ₂ ²	Vapnenici, uskriljeni šejlovi i lapori, rožnjaci, tufovi, rjeđe pješčenjaci, pojave mangana
M ₆	Vapnenici, laporoviti vapnenici, lapori, pijesci, podređeno šljunci i pješčenjaci (panon)	T ₁ ¹	Izmjena uslojenih i bankovitih dolomita i vapnenaca
M ₅	Raznovrsni lapori i vapnenici, pijesci, pješčenjaci, šljunci i konglomerati (sarmat)	T ₁	Obojeni pješčenjaci i siltiti, šejlovi i lapori, vapnenici, šupljikavi i brečasti vapnenici, gips
M ₄	Konglomerati, šljunci, pijesci, pješčenjaci, lapori, vapnenici, biogeni i bioklastični vapnenici, pojave piroklastita (baden)	P, T	Obojeni pješčenjaci i siltiti, kvarcni konglomerati, šejlovi, šupljikavi brečasti vapnenici, gips
M ₂	Poluvezani konglomerati, šljunci, pijesci, gline, lapori i vapnenici s kongerijama, pojave ugljena i piroklastita (otnang)	C	Uskriljeni šejlovi i pješčenjaci, ulošci konglomerata, vapnenaca, dolomitnih vapnenaca i dolomita
J _{2,3}	Pješčenjaci, siltiti, šejlovi, lapori, silinozrnati vapnenici (kalpionele), rožnjaci, spiliti, dijabazi	D ₁	Uskriljeni šejlovi i pješčenjaci s proslojcima i ulošcima vapnenaca
J ₁	Pješčenjaci, siltiti, šejlovi, vapnenici s radiolarijama, rožnjaci, spiliti, dijabazi, keratofiri i vulkanske breče		
J _{2,3}	Tinjčevi škriljci i gnajpevi, podređeno kvarciti, kvarcni i tinjčasto - kvarcni škriljci (sredni stupanj metamorfizma)		
J _{2,3}	Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, silinozrnati vapnenici, silificirani sedimenti, spiliti, dijabazi, rijetko keratofiri (a-prevladavaju sedimenti, b-prevladavaju magmatiti)		

Slika 3-4. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990) koji obuhvaća područje istraživanja ovog završnog rada sa pripadajućom legendom.

GEOLOŠKI STUP

STAROST		GRAFIČKI PRIKAZ	Debljina u m	TEKSTUALNI PRIKAZ
NEOGEN	Pliocen		100 80	Šljunci, pijesci, gline (limonizacija) Gline, šljunci, pijesci
	Miocen	M ₆	do 150	Laporoviti vapnenci, lapori, pijesci, podređeno pješčenjaci i šljunci; <i>Radix, Limnaea, Melanopsis, Congeria, Limnocardium</i> i dr.
		M ₅	≈ 100	Konglomerati, pješčenjaci, šljunci, pijesci, vapnenci, lapori; marinsko - brakični fosili
		M ₄	≈ 250	Konglomerati, šljunci i pijesci, pješčenjaci, lapori, vapnenci, biolititi, pojave piroklastita, marinski mekušci, alge, koralji, foraminifere i dr.
		M ₂	≈ 250	Šljunci, pijesci, gline, lapori i vapnenci s kongerijama, piroklastiti, ugljen, <i>Congeria zoisii</i> , melanije, melanopsisi, ostrakodi i dr.
	JURAJA	Srednja - Gornja	J _{3-K³}	≈ 100
J _{2,3}			> 500	Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, sitnozrnati vapnenci s radiolarijama; spiliti, dijabazi, keratofiri
J ₁				Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, sitnozrnati vapnenci s pelagičkim školjkašima (<i>Bositra</i>) i ostacima amonita
				Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, glinoviti lapor
				Pješčenjaci, šejlovi, rožnjaci, piroklastiti, mangan
TRIJAS	Srednji	T ₂ ²	≈ 250	Vapnenci, dolomiti, pješčenjaci, rožnjaci, tufovi; <i>Daonella lommeli, Posidonia wengensis</i> i dr.
		T ₂ ¹	≈ 250	Izmjena dolomita, vapnenaca i dolomitičnih vapnenaca; <i>Glomospira densa, Meandrospira dinarica</i> i dr.
	Donji	T ₁	≈ 1600	Obojeni pješčenjaci, šejlovi, lapori, vapnenci i dolomitični vapnenci
	PERM	P, T	150	Obojeni pješčenjaci, kvarcni konglomerati, šejlovi, brečasti vapnenci, gips
DEVON	KARBON	Donji - Srednji - Gornji	≈ 800	Pješčenjaci, šejlovi, podređeno konglomerati, vapnenci i dolomiti; Foraminifere, koralji, mekušci, brahiopodi, konodonti, bilje, spore i dr.
		Donji	D ₁	?

Slika 3-5. Isječak geološkog stupa sa OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990).

3.2.1. Karbon

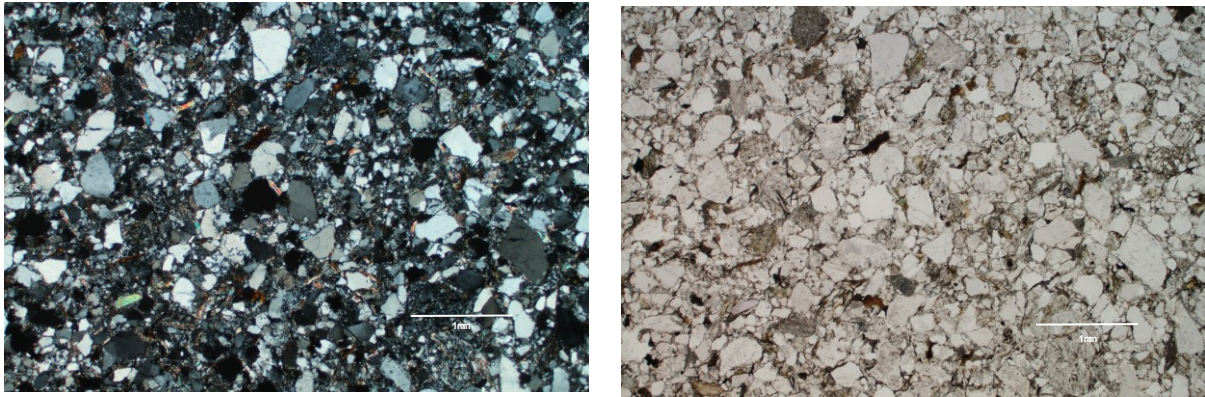
Prema Šikić (1990b), naslage karbona još uvijek nisu formalno podijeljene prema katovima zbog sličnosti sedimenata, nedostatka facijesnih razlika te malog broja fosilnih nalazišta. Karbonske stijene rasprostranjene su od doline Une na istoku, preko doline Ljubina do Bućina te Naokova brda na zapadu i sjeverno od doline Žirovice gdje su u kontaktu s trijaskim naslagama i jurskim ofiolitnim kompleksom (Slika 3-4). Prisutne su klastične stijene te rijeđe karbonatne stijene koje se ritmično izmjenjuju. Od klastita se javljaju šejlovi, siltiti, pješčenjaci i vrlo rijetko brečokonglomerati. Šejlovi, siltiti i šejl-siltiti su laminirani i često sadrže određenu količinu ugljevitve tvari (Slika 3-6). Prevladavaju u starijim dijelovima karbonskih naslaga, a izmjenjuju se sa slojevima i proslojcima sitnozrnijih pješčenjaka. Tanko su uslojeni, milimetarskih do centimetarskih debljina, a boja im varira od crne, plavkasto i zelenkasto sive, do smeđe (limonitizacija).



Slika 3-6. Šejlovi u izmjeni s pješčenjacima (točka istraživanja SD-1-3).

Pješčenjaci su sitnozrnasti do krupnozrnasti, a sastavom i strukturom pripadaju tipu grauvaka (feldspatsko-litoidne grauvake), subgrauvaka te podređeno kvarc-grauvaka i protokvarcita (Slika 3-7). Slojevitosti je dobro izražena, debljine do maksimalno 50 cm. Također su zapažene pojave početka metamorfoze, što je posljedica porasta P-T uvjeta, a vidljiva je po planarnom rasporedu lističavih minerala, promjeni sastava matriksa, teksture i strukture, uslijed čega su često lističavi, tankouslojeni pa i uškrljeni. Rijede prisutni, vapnenački sedimenti karakterizirani su dolomitiziranim ankeritiziranim vapnencima u obliku proslojaka ili uložaka.

Tijekom terenskog istraživanja u karbonskim naslagama zabilježene su pojave budinaža (Slika 3-8) te neutralnih i prebačenih bora. Pretpostavljena debljina karbonskih naslaga je 600-1000 m.



Slika 3-7. Mikrofotografija preparata uzorka s lokacije SD-1-32. U mikroskopskom preparatu dominantno vezivo je matriks (>15%), a zrna predstavljaju minerali kvarca, feldspati, muskovit, biotit te fragmenti starijih stijena. Stijena je determinirana kvarcna grauvaka. (lijevo - sa analizatorom, desno - bez analizatora).



Slika 3-8. Izmjena krupnijeznatih i sitnoznatijih šejlova, crvenim linijama označena budinaž struktura. Točka istraživanja SD-1-11.

3.2.2. Permotrijas

Prema Šikić (1990b) permotrijaski sedimenti su malog površinskog rasprostranjenja. Izdvojeni su kod Gornjeg Žirovca i Dobretina gdje su u kontaktu s karbonskim sedimentima (Slika 3-4). Sačuvani su kao tektonsko-erozijski ostaci. Permotrijaski sedimenti predstavljeni su uglavnom klastitima, a uz granicu s donjim trijasom su zastupljeni šupljikavi vapnenci i gips. Klastiti se

pretežno sastoje od pješčenjaka te podređeno kvarcnih konglomerata i šejlova. Pješčenjaci su uglavnom kvarcni, sitnozrnog do krupnozrnog sastava i svijetlosive do crvene boje, a od donjotrijaskih klastita razlikuje ih to što sadrže više kvarca i znatno manje tinjaca. Pretpostavljena debljina permotrijaskih sedimenata iznosi od 120 do 160 m.

3.2.3. Trijas

- **Donji trijas – Verfen (T₁)**

Naslage donjeg trijasa na prostoru Trgovske gore nalaze se u području gornjih tokova Čemernice i Javnice, sjeverno na prostoru Gornjeg Žirovca i Rujevca (Slika 3-4). Sastavljene su od klastita terigenog porijekla sa zapaženim povećanjem karbonatne komponente u mlađem dijelu. Od sedimenata razlikujemo pješčenjake, siltite, šejlove, lapore, vapnence te rjeđe dolomitizirane vapnence i dolomite, a naslage su manje ili više škriljave. Škriljavi tinjčevi pješčenjaci i siltiti često su horizontalno laminarne teksture te zelenkastosive, crvenkastosmeđe ili crvenkastoljubičaste boje. Uškriljeni šejlovi i lapori s prijelazima u siltite pretežno su ružičasto sivih i zelenkastosivih nijansi te je nerijetko izražena paralelna laminacija. Vapnenci ružičastosive boje izmjenjuju se sa klastitima te prevladavaju u mlađem dijelu naslaga. Pretpostavljena debljina donjotrijaskih naslaga iznosi oko 400 m.

- **Srednji trijas (T₂) - Anizik (T₂¹)**

Anizičke naslage nalaze se na brdu Šakića brdu južno od Dvora, kod zaseoka Dobretin i kod Žirovca (Slika 3-4). Anizik je uglavnom zastupljen vertikalnom i lateralnom izmjenom uslojenih dolomita (Slika 3-9), dolomitiziranih vapnenaca i vapnenaca. U najmlađem dijelu unutar dolomita i vapnenaca pojavljuju se leće rožnjaka i proslojci terigenih klastita koji su prethodnica novih sedimentacijskih uvjeta za ladinik, praćenih submarinskim vulkanizmom. Dolomiti su uglavnom dolomikriti, a među vapnecima najčešće su zastupljeni razni tipovi mikrita. Starost naslaga potvrđena je nalazima mikrofosila: *Pilammia densa*, *Meandrospira dinarica*, *Glomospira sp.*, *Glomospirella*, *Vidalina sp.*, *Macroporella alpina* i dr. Debljina anizičkih naslaga je 200 – 300 metara.



Slika 3-9. Srednjetrijaski dolomiti. Lokacija točka SD-2a-7.

- **Srednji trijas (T₂) - Ladinik (T₂²)**

Naslage ladinika izdvojene su u području Kordić brijega sjeverno od Zakope te između naselja Dobretin i gornjeg toka Gračanice (Slika 3-4). Prisutne su naslage karbonatno-klastičnog razvoja s izmjenom različitih vrsta stijena. Najzastupljeniji su vapnenci, dolomitizirani vapnenci, zatim uškrljeni lapori i šejlovi, raznobojni rožnjaci, piroklastiti i nešto rjeđe pješčenjaci. Naslage sadrže pojave odnosno leće manganskih oksida. Žučkasto zeleni do tamnozeleni piroklastiti, često nazivani "pietra verde" (Slika 3-9), određeni su kao izmijenjeni kristaloklastični i kristalovitroklastični tufovi, tufni peliti i vapnoviti tufovi. Postanak ovih stijena je vezan za submarinski eksplozivni vulkanizam. Starost ladinčkih naslaga je potvrđena nalazima školjkaša: *Daonella lommeli*, *D. tyrolensis* i *Posidonia wengensis*. Procjena debljine naslaga je oko 200 metara.



Slika 3-10. Pietra verde. Lokacija točka SD-2b-7.

3.2.4. Magmatsko – sedimentni (ofiolti) kompleks (J_{2,3}; J, K?)

Prema Šikić (1990b), magmatsko – sedimentni (ofiolti) kompleks čine sedimentne, magmatske (Slika 3-10) i ultrabazične stijene, rasprostranjene u području Banije, a predstavlja krajnji sjeverozapadni dio tektonogenetski uvjetovanog, jursko-donjokrednog ofiolitnog pojasa Unutrašnjih Dinarida. Na širem području istraživanja, nalazimo ih u kontaktu s trijaskim i karbonskim naslagama sjevernog dijela Trgovske gore (Slika 3-3). Metamorfizam, tektonizacija jednog dijela bazičnih magmi ocnaske kore i istaloženih utonulih sedimenata vremenski i tektonogenetski su povezani što je osnovna karakteristika ovoga magmatsko-sedimentnog kompleksa. Većim dijelom ova zbivanja odvijala su se od srednje jure do donjeg titona, a može se smatrati da je to razdoblje, razdoblje formiranja ofiolitnog kompleksa u užem smislu.



Slika 3-11. Alterirani bazalti koji čine dio melanža. Lokacija točka SD-3-3.

3.2.5. Neogen

Na listu Bosanski Novi od neogenskih naslaga prisutni su sedimenti otnanga, badena, sarmata, panona, ponta, pliocena i pleistocena (Šikić, 1990a), a istraživano područje obuhvatilo je naslage badena i sarmata.

- **Baden (M4)**

Transgresivne naslage badena leže diskordantno na starijim stijenama paleogena i otnanga. Sedimenti badena su rasprostranjeni duž ruba Glinske kotline te sjeveroistočnog oboda Zrinske gore (Slika 3-3). U transgresivnom dijelu naslaga taloženi su grublji klastiti čiji sastav i debljina ovise o izgledu i građi paleoreljefa. Sastoje se od izmjene konglomerata, šljunaka, pijeska, pješčenjaka, pjeskovitih glina i lapora. Najstariji dijelovi badena u rubnim predjelima lokalno egzistiraju kao izolirani plićaci u kojima su vrlo kratkotrajno vladali lagunski uvjeti pa mjestimično nalazimo tragove stvaranja evaporita (gline s gipsom), zatim tanke slojeve ugljvite gline s tankim milimetarskim do centimetarskim proslojcima ugljena

Karbonatni sedimenti javljaju se u baznim slojevima donjeg badena, a količina im se povećava u mlađim slojevima koji čine više od 95 % naslaga gornjeg badena, a kroz cijeli baden u plitkovodnim i priobalnim okolišima kao i na tektonski izdignutim intrabazenskim uzvišenjima stvarani su grebensko-prigrebenske naslage.

Debljina naslaga je različita, a maksimalno iznosi do 250 metara (Slika 3-5).

- **Sarmat (M4)**

Sarmatske naslage konkordantno prate badenske sedimente, ali na prostoru Glinske kotline i Zrinsko-Dvorske kotline transgresivno naliježu na stariju podlogu, dok su u široj dolini Une pokrivena kvartarom (Slika 3-4). Raznolikost i bočna izmjena facijesa, posebno u rubnim dijelovima bazena, onemogućuju detaljnu podjelu unutar sarmatskih naslaga. U baznom dijelu i mjestimice mlađem dijelu naslaga većinom su zastupljeni krupnozrnati do sitnozrnati terigeni klastiti kao posljedica utjecaja nemirnih, priobalnih i plitkovodnih uvjeta. Zbog velikog utjecaja kopnenog zaleđa, u učestaloj izmjeni se talože polimiktni konglomerati, konglomeratični pješčenjaci, šljunci, šljunkoviti pješčenjaci, pijesci, pjeskovite gline i lapori (Slika 3-11). Konglomerati i pješčenjaci su znatnije prisutni u području Dvora. Sarmat je dokazan brojnim nalazima ostataka fosila: marinsko-brakičnih i brakičnih mekušaca, foraminifera i ostrakoda. Debljina sedimenata iznosi od 30 do 40 metara u priobalnom okolišu, a u relativno dubljim područjima s mirnijom sedimenatacijom iznosi i do 100 metara.



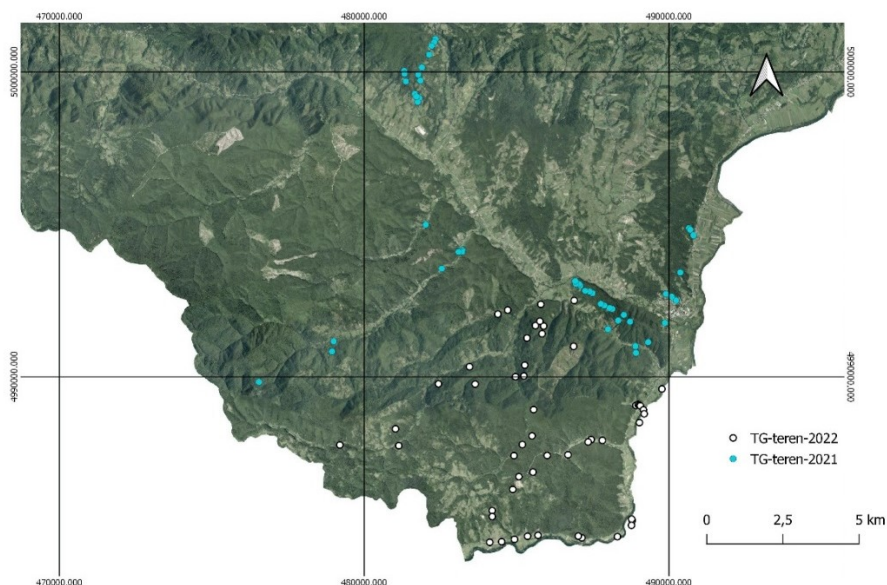
Slika 3-12. Sarmatski lapori. Lokacija točka SD-4-8.

4. METODE ISTRAŽIVANJA

Izrada ovog završnog rada obuhvatila je terenska istraživanja kojima su mjereni i prikupljeni strukturni i geološki podaci na području Trgovske gore, dok je kabinetski rad uz pregled literature obuhvatio i izradu GIS projekta u programu *QGIS*, zbog lakše vizualizacije, razvrstavanje i analizu podataka prikupljenih tijekom terenskog rada, analizu prikupljenih strukturnih podataka koristeći programe *Stereonet* i *Win_Tensor* te izradu geološkog profila pružanja SZ-JI, poprečnog na strukture Trgovske gore.

4.1. Terenska istraživanja

Terenska istraživanja temeljena su na postojećim geološkim podacima, odnosno na Osnovnoj geološkoj karti SFRJ 1:100.000 lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) i pripadajućeg tumača (Šikić, 1990b). Terenska istraživanja izvedena su pomoću osnovne geološke opreme (npr. geološki čekić, geološki kompas, terenska lupa, metar, terenski dnevnik), a za lakšu orijentaciju u prostoru, bilježenje podataka o izmjenjenim strukturnim elementima, za opis struktura i fotografiranje izdanaka na terenskim točkama korištena je mobilna aplikacija *Avenza PDF Maps*. Tijekom terenskih istraživanja zabilježene su 104 točke, a njihovi položaji prikazani su na Slici 4-1.



Slika 4-1. Područje istraživanja s prikazanim terenskim točkama, zabilježenim 2021. i 2022. godine. Satelitska snimka Banije.

4.2. Kabinetski rad

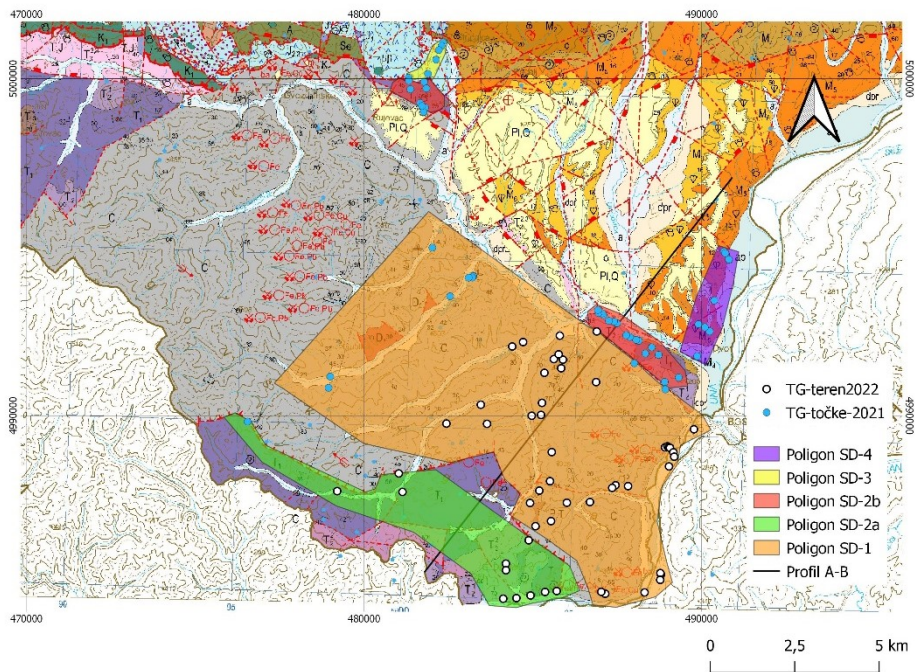
Kabinetski rad obuhvatio je pregled prikupljenih podataka sa terena, njihovu analizu uz izradu odgovarajućih stereograma. Konstituiran je i geološki profil pružanja 35-215° te duljine 12 000 m, koji prolazi kroz istraživano područje, kako bi se definirali strukturni odnosi naslaga prisutnih na tom prostoru u 2D prikazu.

4.2.1. Opis rada u QGIS-u

Za potrebe prostorne organizacije podataka korišten je program QGIS. Najprije je sa wms servera Državne geodetske uprave unesen DOF Republike Hrvatske, zatim je georeferencirana karta OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 2019a). U .shp formatu pridodane su terenske točke sa atributnom tablicom u kojoj su zabilježeni podaci o nazivu točke, vremenu kada su zabilježene, lokacije sa x i y koordinatama te njihov opis (Slika 4-4). U programu Excel je uređena Tablica 2 (Prilog 1) koja opisuje svaku od tih točaka na način da prikazuje oznaku točke, koordinate, geološku starost, izmjerene orijentacije struktura (slojevitost, folijacije, pukotine i rasjed, klivaž) i sažeti opis (Slika 4-2). Trasa geološkog profila A-B uvezena je u linijskom obliku, a za prikaz izdvojenih strukturnih skupina u okviru kojih su analizirani prikupljeni podaci izdvojeno je pet strukturnih poligona (Slika 4-3). Također, u programu QGIS kreirane su gotovo sve karte pomoću opcije *New Print Layout* pri čemu je svakoj karti pridodana oznaka sjevera, mjerilo i koordinate.

TERENSKA OZNAKA	TOČKA	KOORDINATE (X;Y)	GEOLO. STAROST	SLOJEVITOST	FOLIACIJA	PUKOTINE I RASJEDI	KLIVAŽ	SKRAĆENI OPSI
ZG-2022-1	SD-1-1	5603970,47468293; 4992716,3285415	karbon	10/80 48/40	15/75 332/70 280/50 295/55 320/60		214/85	Izmjena šejlova i pješčenjaka
ZG-2022-2	SD-1-2	5601668,31606223; 4990624,48541164	karbon	250/5 260/10 30/10		320/60 25/40		Uslojene naslage slejta
ZG-2022-3	SD-1-3	5600659,20762988; 4990045,57897198	karbon	215/25 220/25 190/53		150/85 330/80		Šejlovi u izmjeni s pješčenjacima
ZG-2022-6	SD-1-4	5599275,17925557; 4988540,19731132	karbon	128/5				Izmjena pješčenjaka i glinovitih proslojaka
ZG-2022-7	SD-1-5	5602886,07400454; 4992506,87350783	karbon	175/50	36/60			Šejlovi žučkastosmeđe boje s gustom folijacijom

Slika 4-2. Isječak Tablice 1. Strukturno-geološka mjerenja prikupljena tijekom terenskih istraživanja tijekom 2021. i 2022. godine.



Slika 4-3. Prikaz strukturalnih poligona na području istraživanja.

5. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

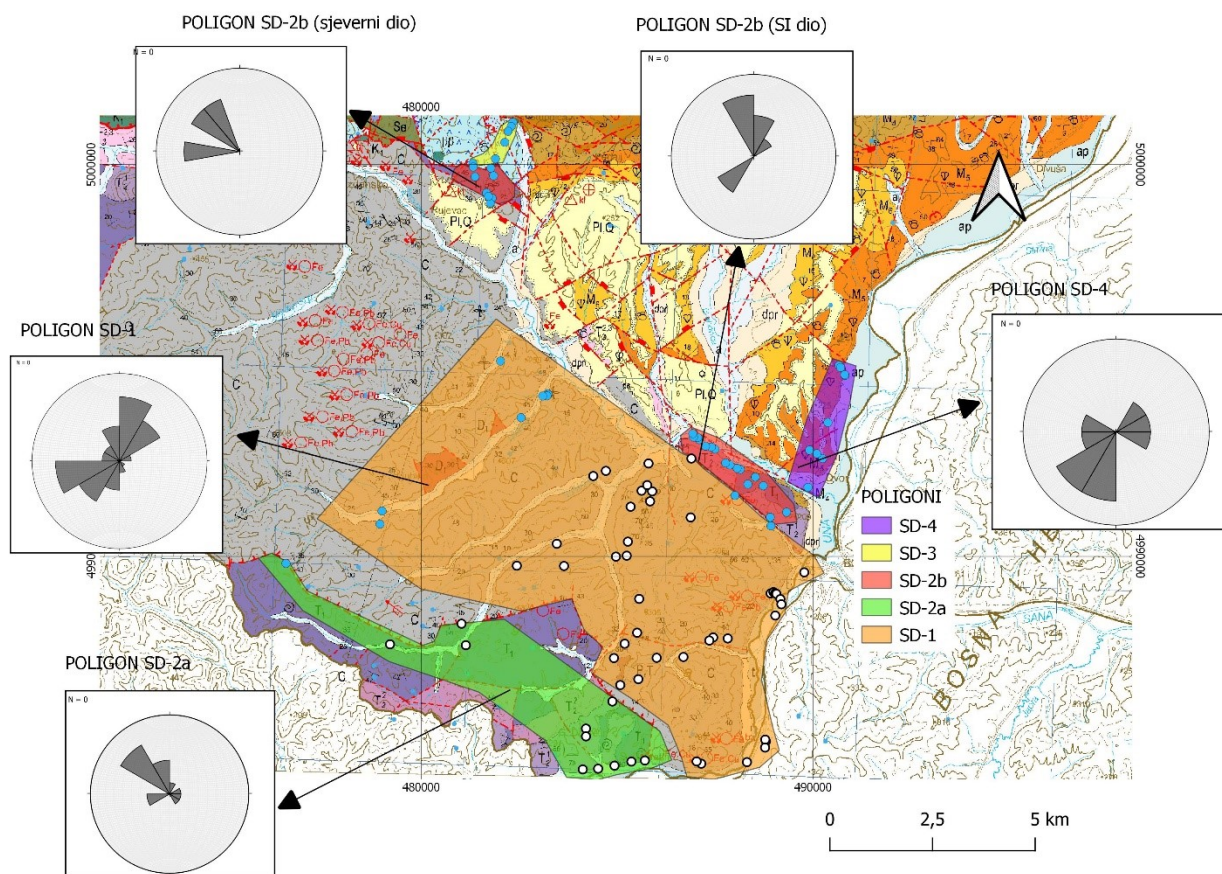
Rezultati istraživanja temeljeni su na podacima prikazanim na Osnovnoj geološkoj karti lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) i podacima prikupljenim na terenu 21. i 23. rujna 2021., 22. i 23. veljače te 24. ožujka 2022. godine. Na temelju njih napravljena je podjela na pet strukturnih poligona (Slika 4-3), a za svaki strukturni poligon prikupljeni podaci su obrađeni koristeći programe *Stereonet*, *WinTensor* te *Inkscape* kako bi se zornije prikazala i objasnila strukturna građa istraživanog područja.

5.1. Rezultati strukturnih istraživanja

Rezultati strukturnih istraživanja predstavljeni su terenskim mjerenjem položaja i orijentacije slojeva, pukotina, klivaža i rasjeda koji su izmjereni u naslagama paleozojske, trijaske, jursko-kredne i miocenske starosti. Ukupno je na terenu zabilježeno 93 mjerenja orijentacije slojevitosti, 58 mjerenja orijentacije foliacije, 28 mjerenja orijentacije pukotina, devet mjerenja orijentacije rasjeda, jedno mjerenje orijentacije osi bore te šest orijentacija klivaža koji su prikazani u Tablici 2 (Prilog 1).

5.1.1. Slojevitost

Slojevitost je strukturno-stratigrafsko obilježje taložnog tijela koje je posljedica naglog prekida taloženja ili promjene veličine zrna te ponekad i promjene vrste minerala, a predstavlja jedno od osnovnih obilježja sedimentnih stijena. Na temelju izmjerenih orijentacija na području Trgovske gore uočeno je da su strukture često borane s osnim plohama približno slične orijentacije. Orijetacije slojnih ploha prikazane su rozeta dijagramima zasebno za svaki strukturni poligon kako bi se mogle prikazati generalne orijentacije slojeva, ali i strukturni položaj stratigrafskih jedinica unutar izdvojenih strukturnih poligona (Slika 5-1).

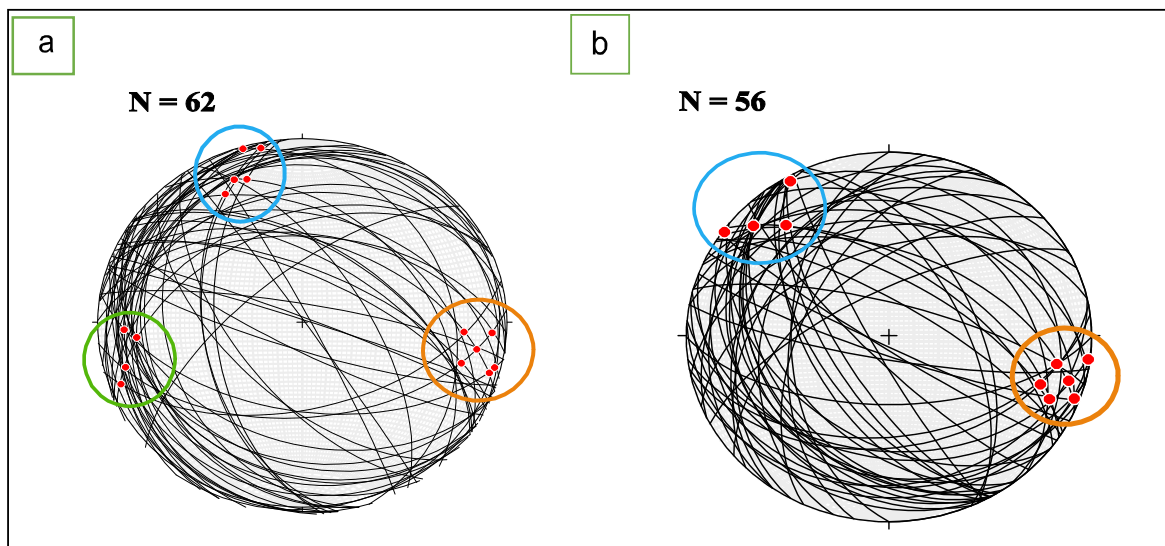


Slika 5-1. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) s rozeta dijagramima koji prikazuju orijentaciju pružanja slojnih ploha za svaki pojedini strukturalni poligon.

5.1.1.1. Slojevitost naslaga po strukturalnim poligonima

- **Strukturalni poligon SD-1**

Slojevitost je u karbonskim naslagama dobro izražena, a najbolje se uočava u pješčenjacima. Orijevitacija slojnih ploha izmjerena je na ukupno 26 terenskih točaka pri čemu je dobiveno 62 mjerenja za kut i nagib slojeva karbonskih naslaga. (Tablica 2).



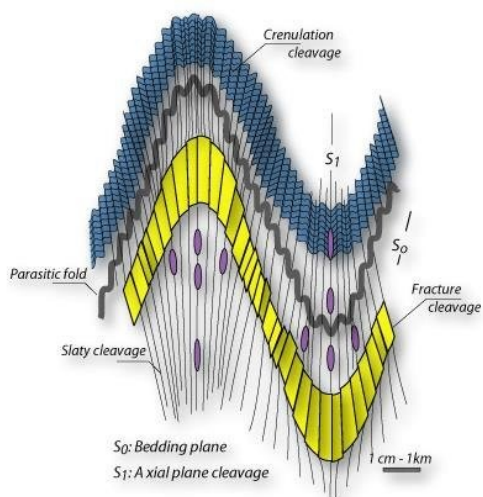
Slika 5-2. a) Slojevitost prikazana tragovima ravnina; b) Foliacija prikazana tragovima ravnina - čije presječne (crveni kružići) sugeriraju pružanje osi bora. Plava kružnica – skup osi bora nagnutih prema SZ; Smeđa kružnica - skup osi bora nagnutih prema JI; Zelena kružnica – skup osi bora nagnutih prema Z.

Na području istraživanja karbonskih naslaga obuhvaćenih strukturnim poligonom SD-1 na temelju stereograma orijentacije slojevitosti prikazane tragovima ravnina, može se zaključiti da su slojevi nagnuti većinom prema JZ i SI, uz prosječne kutove nagiba od oko 30 stupnjeva (Slika 5-2). Osim slojevitosti, tragovima ravnina prikazana je i orijentacija foliacija izmjenjenih u karbonskim stijenama na ukupno 26 lokacija, pri čemu je dobiveno 56 mjerenja. Na Slici 5-2 može se primijetiti da se orijentacije foliacija podudaraju sa orijentacijama slojevitosti, a različite orijentacije slojevitosti lokalno na istraživanom području ukazuju na boranje područja koje je posljedica reversnog rasjedanja u kompresijskom polju naprezanja. Pomoću presječnica tragova ravnina slojevitosti i foliacija određeno je da su osi bora proječno nagnute prema JI, SZ te Z.

Na točki SD-1-1, koja se nalazi na SI rubu strukturnog poligona SD-1, zabilježene su i parazitske bore Z-tipa (Slika 5-3). Parazitske bore su bore nižeg reda koje se formiraju unutar bora prvog reda, a nastaju uslijed različite distribucije naprezanja te različitog smicanja na granicama slojeva (Slika 5-3: c). Bore Z i S tipa nalazimo u u krilima bora prvog reda, stoga SI rub poligona SD-1 predstavlja krilo bore, odnosno antiklinale. Da je riječ o antiklinali upućuje položaj klivaža osne plohe u odnosu na parazitsku boru (Slika 5-4).

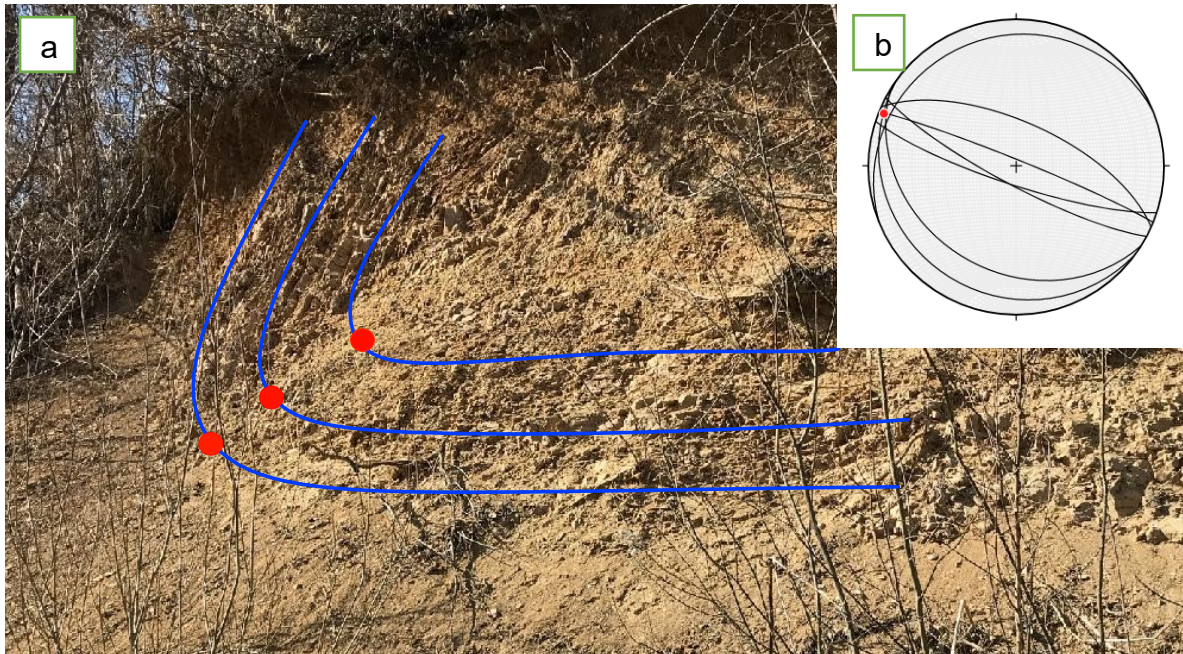


Slika 5-3. Parazitska bora (Z tip) i navlačni rasjed (tektonski transpor prema JZ: a) Fotografija izdanka; b) Lokacija točke SD-1-1 na karti, c) Skica izdanka.



Slika 5-4. Općeniti položaj klivaža prema elementima bore. (izvor <https://www.researchgate.net/>).

Na temelju presjeka tragova ravnina slojnih ploha neutralne bore koja je zabilježena unutar poligona SD-1 na točki SD-1-29 također je proračunata os bore. Os bore tone prema SZ-Z (Slika 5-5).



Slika 5-5. a) Neutralna bora unutar klastita, lokacija točka SD-1-29; b) tragovi ravnina slojnih ploha bore i os bore (crvena točkica).

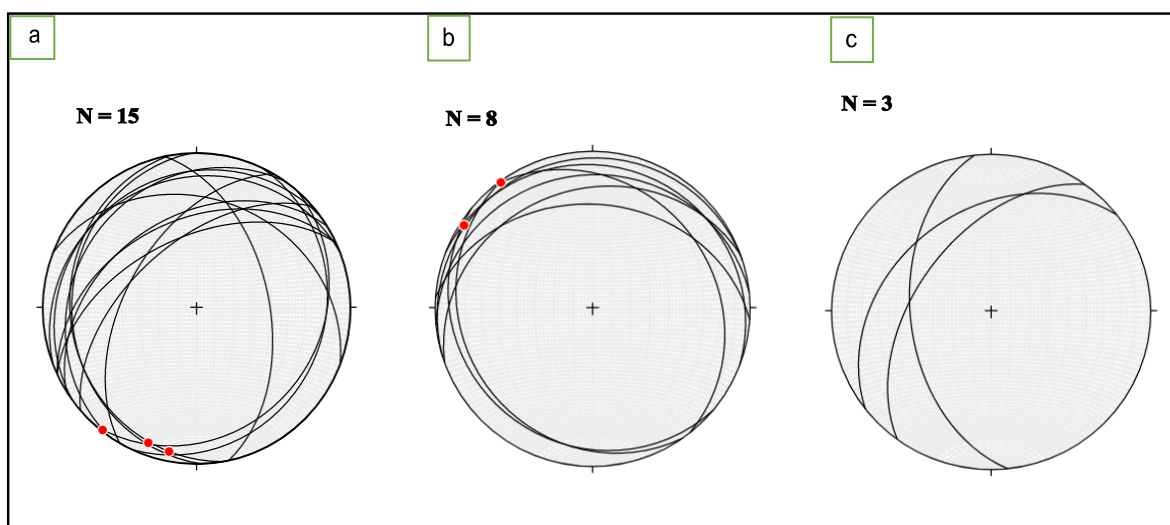
- **Strukturni poligoni SD-2a i SD-2b**

Naslage gornjeg i srednjeg trijasa većinom su karbonatnog sastava, pa su i mjerenja za slojevitost većinom uzeta sa slojnih ploha dolomita i vapnenaca. Na sveukupno 14 terenskih točaka zabilježena je slojevitost od kojih je dobiveno 25 mjerenja (Slika 5-7), ali s obzirom da trijaskе naslage izdanjuju na tri različita mjesta u istraživanom području napravljena su tri zasebna stereograma, jedan za poligon SD-2a te dva za poligon SD-2b, za sjeverni i sjevernozapadni dio (Slika 5-1).



Slika 5-6. a) Slojevitost mjerena u donjotrijaskim vapnencima, vidljivo blago boranje. Lokacija točka SD-2a-3; b) Slojevitost mjerena u siltitima trijasko starosti. Lokacija točka SD-2a-1.

Poligon SD-2a sadrži ukupno 15 podataka orijentacije slojevitosti koji ukazuju na generalni nagib prema sjeverozapadu i jugoistoku. Kod SI dijela poligona SD-2b, koji sadrži 8 mjerenja, slojevi su većinom nagnuti prema sjeveru te rijeđe prema jugoistoku uz uglavnom male kutove nagiba od 15-ak stupnjeva, a sjeverni dio poligona SD-2b sa samo tri mjerenja ima nagib uglavnom prema sjeverozapadu (slika 5-7). Osi bore s obzirom na presjek tragova ravnina slojnih ploha moguće je odrediti na strukturnom poligonu SD-2a i SI dijelu strukturnog poligona SD-2b. Osi bore poligona SD-2a prosječno su nagnute prema JZ, a za sjeveroistočni dio poligona SD-2b osi bore tonu prema SZ.



Slika 5-7. Stereogrami s tragovima ravnina slojnih ploha: a) poligon SD-2a; b) poligon SD-2b SI dio; c) poligon SD-2b sjeverni dio.

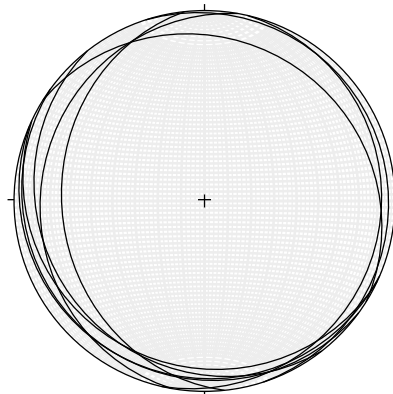
- **Strukturni poligon SD-3**

Podatak o slojevitosti u jursko-krednim naslagama nije zabilježen niti na jednoj terenskoj točki, što zbog male površine samo poligona, ali i karakteristika stijena koje izgrađuju to područje, prisutne su sve tri vrste stijena, sedimentne, magmatske te metamorfne koje zajedno koegzistiraju. Za sedimente ofiolitnog kompleksa Banije karakteristična je kaotičnost strukturne građe kao posljedica singenetskih prodora, smještanja magmatita i ultrabazita kao i snažne tektonizacije vezane za jurske i postjurske tektonske pokrete (Slika 5-1).

- **Strukturni poligon SD-4**

Samo devet terenskih točaka je zabilježeno u miocenskim naslagama istraživanog područja (Slika 5-1), od kojih je na sedam bilo moguće izmjeriti orijentaciju slojnih ploha te je dobiveno devet podataka za orijentaciju slojevitosti. Iz stereograma se može zaključiti da su slojevi nagnuti prema SI-I te JZ s vrlo malim kutom nagiba zbog čega su slojevi gotovo horizontalni (Slika 5-8).

N = 9



Slika 5-8. Stereogram s tragovima ravnina slojnih ploha poligona SD-4.



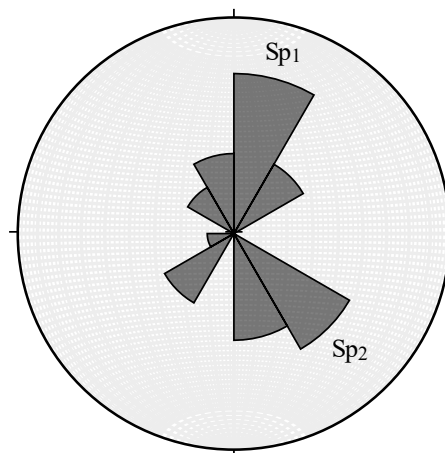
Slika 5-9. Sarmatski brečokonglomerati koji sadrže fragmente pješčenjaka, lapora i dajkova, s orijentacijom slojevitosti 32/16. Lokacija točka SD-4-1.

5.1.2. Pukotine

Pukotina je ploha diskontinuiteta po kojoj nije došlo do pomaka u stijenskoj masi, za razliku od rasjedne plohe. Sve pukotine iste orijentacije i geneze tvore istovjetni pukotinski set. U ovisnosti o fizičko-mehaničkim svojstvima stijena, stijenska masa je rijetko kompaktna, u njoj se najčešće nalazi i po nekoliko setova pukotina (Fossen, 2012)..

Na istraživanom području setovi sistematičnih pukotina, koje karakterizira planarna geometrija, subparalelna do paralelna orijentacija i pravilan prostorni raspored u promatranom stijenskom tijelu, zabilježeni su samo na točkama poligona SD-1.

N = 27



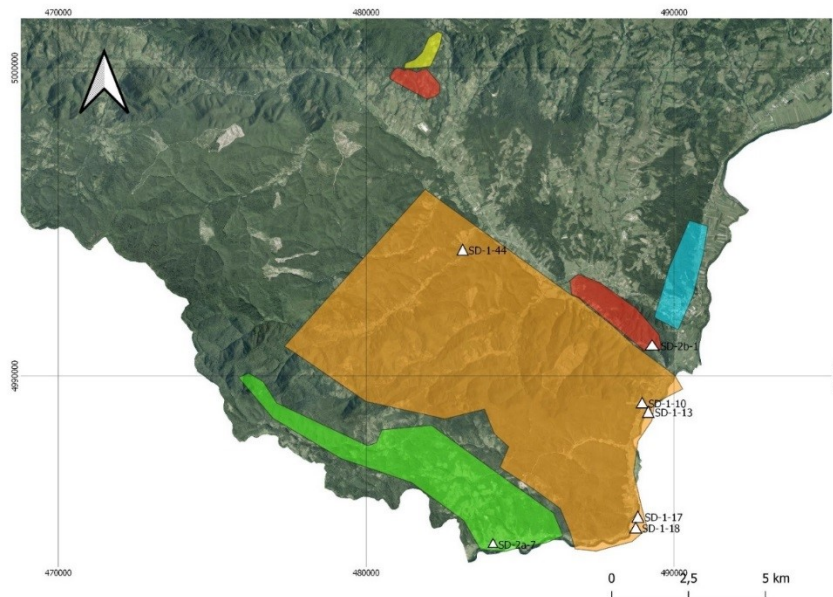
Slika 5-10. Rozeta dijagram za 27 izmjerenih orijentacija pukotina na području istraživanja u karbonskim naslagama (za poligon SD-1).

Ukupno 27 orijentacija pukotina zabilježeno je na 14 lokacija u naslagama karbonske starosti. Prevladavaju dva primarna seta sistematičnih pukotina Sp_1 i Sp_2 (Slika 5-10). Set Sp_1 ima pružanje SI-JZ, a set Sp_2 SZ-JI. Pukotinski set Sp_2 jest kogenetska struktura približno paralelna osnim plohama bora.

5.1.3. Rasjedi

Rasjedi su deformacijske strukture u stijenskoj masi kada se zbog smicanja zbiva relativno kretanje jednog bloka u odnosu na drugi, a posljedica je nastanak diskontinuiteta kao posljedica mehaničkog sloma stijene. Rasjedna ploha ili zona po kojoj dolazi do pokreta naziva se paraklaza, a pokrenuti blokovi su krila rasjeda. S obzirom na relativni smjer kretanja, duž smjera nagiba, osnovni su tipovi rasjeda: normalni i reversni. Normalni rasjedi posljedica su ekstenzije i/ili gravitacije, dok su reversni posljedica kompresijskog naprezanja.

Na istraživanom području zabilježeno je samo sedam mjerenih rasjeda (Slika 5-11) te od njih sedam samo je na jednom bilo moguće odrediti lineaciju strija, a na četiri lokacije određen je tip rasjeda (Tablica 1). Neuspješnost određivanja navedenih karakteristika posljedica je nepreglednih i malih izdanaka koji ne otkrivaju mogućnost razlikovanja podine i krovine, i same površine smičnih ploha.



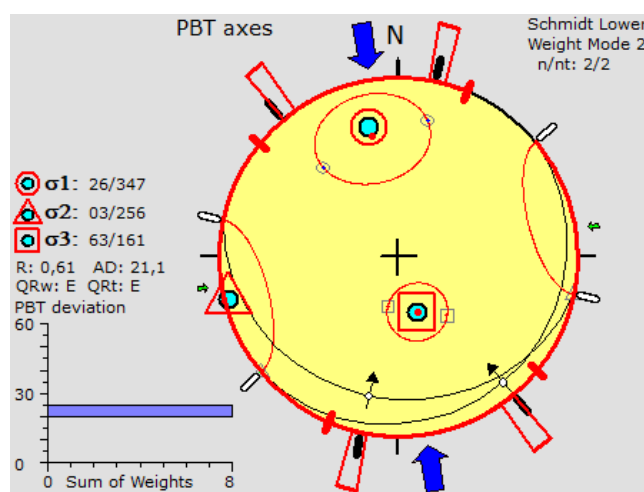
Slika 5-11. Područje istraživanja s prikazanim točkama na kojima su zabilježene pojave rasjednih ploha po poligonima.

Tablica 2. Tablica izmjerenih i zabilježenih strukturnih podataka o rasjedima na području istraživanja.

TOČKA	SMIJER I KUT NAGIBA	POMAK RASJEDA	LINEACIJA STRIJA
SD-1-10	259/72	X	X
SD-1-13	225/60	NORMALNI LIJEVI	65 od JI
SD-1-17	140/10	REVERSNI	X
SD-1-18	325/40	X	X
SD-1-44	192/22	REVERSNI	X
SD-2b-1	110/55 i 235/45	KONJUGIRANI PAR	X
SD-2a-7	312/30	REVERSNI	X

S obzirom da reversnim rasjedima nije bilo moguće izmjeriti lineaciju strija, uzimajući u obzir geometriju rasjednih ploha proračunato je polje paleonapreznja s pretpostavkom orijentacije strija čiji je kut otklona 90° .

Na Slici 5-12 prikazana je proračunata orijentacija P-, B- i T- osi za tri reversna rasjeda zabilježenih na točkama SD-1-17, SD-1-44 i SD-2a-7: P-os = 347/26, B-os = 256/3 i T-os = 161/63. Dobivene vrijednosti ukazuju na kompresijsko polje napreznja, s pružanjem glavne osi napreznja S-J (Slika 5-12). Proračunata orijentacija polja paleonapreznja odgovara generalno orijentaciji polja paleonapreznja u kojem su nastale bore, čije su osi pružanja SZ-JI.

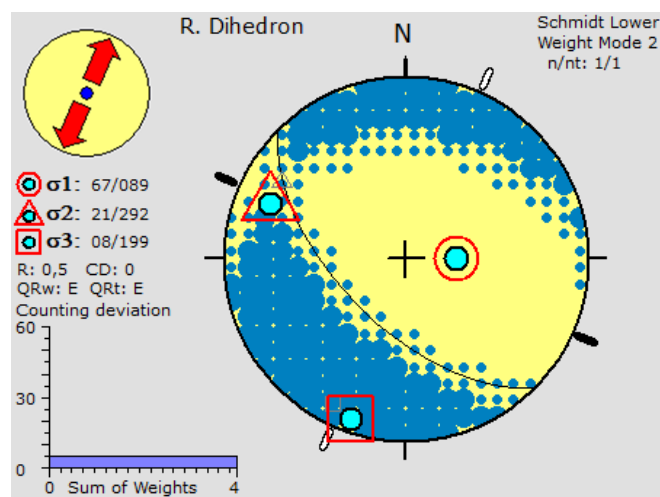


Slika 5-12. Stereogram proračuna vektora glavnih osi napreznja za reversne rasjede na području istraživanja (pomoću programa *Win_Tensor*).



Slika 5-13. Rasjedna ploha na kojoj je određena lineacija strija te karakter pomaka. Lokacija točka SD-1-13.

Na točki opažanja SD-1-13 koja se nalazi jugozapadno od Novi Grada u BIH te južno od Dvora (Slika 5-11) zabilježena je rasjedna ploha normalnog karaktera pomaka (Slika 5-13). Rasjedna ploha je vjerojatno i slojna ploha, a nastanak rasjeda posljedica je fleksurnog smicanja. Fleksurno smicanje je posljedica klizanja slojeva po slojnim plohami. Rasjedna ploha je nagnuta pod kutom od 60° prema JZ. Proračunate orijentacije glavnih osi paleonaprezanja iznose: P-os = 89/67, B-os = 292/21 i T-os = 199/8, a njihove vrijednosti ukazuju na ekstenzijsko polje naprezanja orijentacije SI-JZ (Slika 5-14) koje je paralelno pukotinskom setu Sp_1 (Slika 5-10).

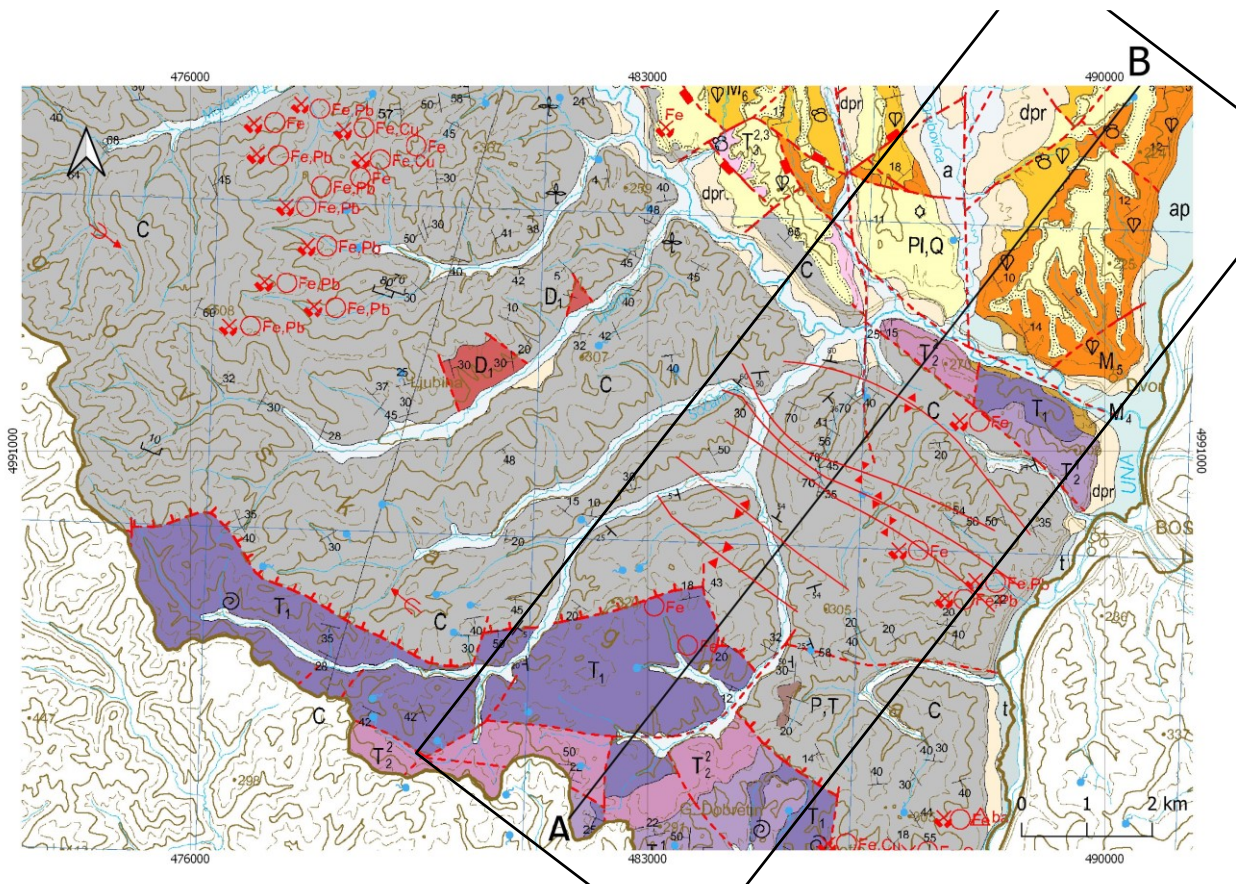


Slika 5-14. Stereogram proračuna vektora glavnih osi naprezanja za normalan rasjed točke SD-1-13 (pomoću programa *Win_Tensor*).

5.2. Geološki profil na području istraživanja

Na podlogu OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) radi interpretacije strukturne građe područja istraživanja uneseni su novi podaci o orijentaciji slojeva i tragova bora koji su prikupljeni terenskim istraživanjem (Slika 5-15).

5.2.1. Geološki profil



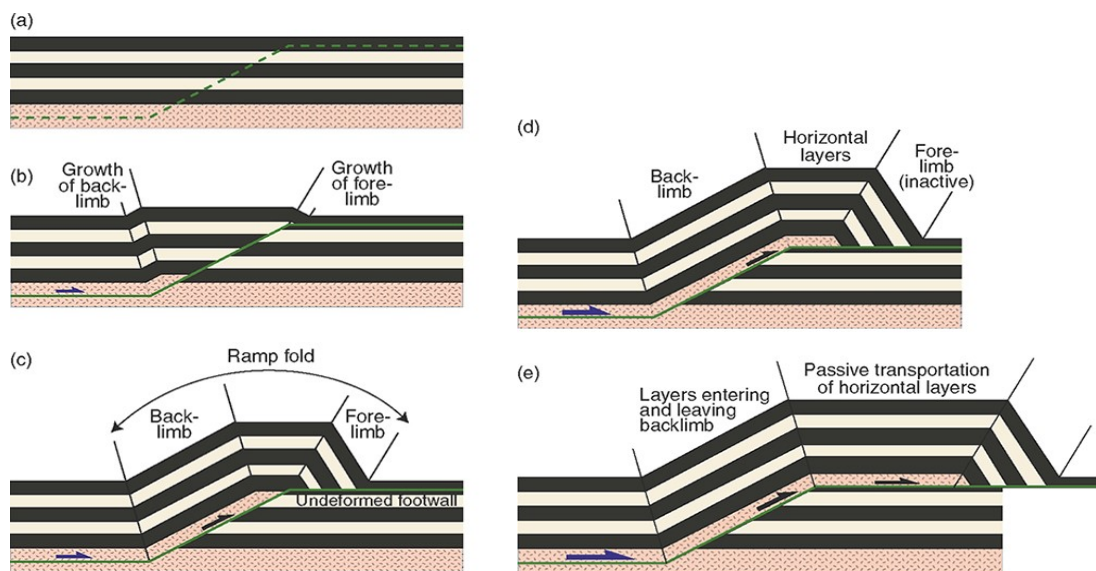
Slika 5-15. Isječak OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a) s ucrtanom trasom profila A–B i grafičkim simbolima mjerenih strukturnih elemenata prikupljenih tijekom terenskih istraživanja.

Na temelju OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), dopunjene podacima terenskih istraživanja u okviru ovog rada načinjen je geološki profil prikazan na Slici 5-10, dužine 12 000 metara. Dodane su oznake orijentacije slojevitosti te je na temelju njih ucrtano pružanje antiklinala i sinklinala. Pružanje ovog profila je $35\text{--}215^\circ$ tako da je približno poprečan na kontakte između stratigrafskih jedinica, boranje te pružanje rasjeda. Profil presjeca sveukupno četiri reversna rasjeda i šest tragova bora.

Za razliku od profila OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), gdje je kontakt između donjeg trijasa i karbona interpretiran kao reversni rasjed, na ovom je profilu prikazan kao transgresivni kontakt između stratigrafskih jedinica koji je pod nagibom od oko 20°, a zajedno sa ostalim mlađim naslagama čini antiklinalu na tom području čije je protezanje prema sjeveroistoku diskontinuirano rasjedom koji pripada rasjednom nizu Stupnica-Dvor, odnosno prisutan je niz antiklinala i sinklinala uzrokovanih kompresijskim režimom naprezanja u naslagama karbona pri čemu je najveća os naprezanja pružanja SI-JZ. Uočene bore genetski su vezane za reversne rasjede, što znači da se radi o tzv. „*fault-bend-fold*“ tipu boranja (Slika 5-16).

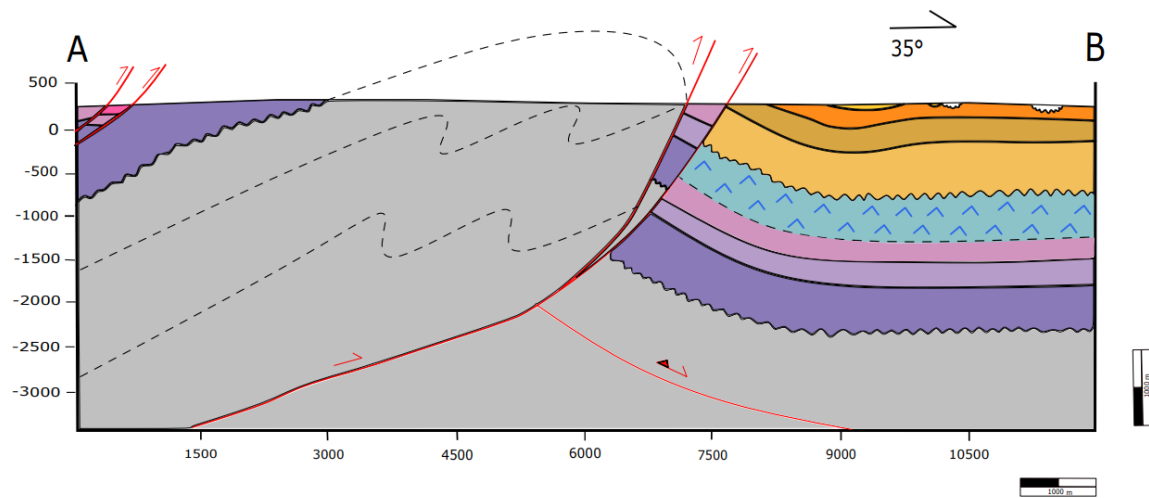
Ovaj borani sustav najvjerojatnije predstavlja strukturnu reaktivaciju starijih, naslijeđenih struktura koje su tektonski bile aktivne u vrijeme inicijalnog nastanka Panonskog bazenskog sustava.

Trijaske naslage koje izgrađuju lijevo krilo antiklinala izrasjedane su reversnim plitkim rasjedima na dubinama manjim od 500 m, što je također posljedica kompresije na tom području.



Slika 5-16. Teorijski prikaz „*fault-bend-fold*“ tipa boranja (Fossen, 2010).

PROFIL A-B



LEGENDA

Q	Les, aluvijalne naslage		Reversni rasjed
M_e	Vapnenci, laporoviti vapnenci, lapori, pijesci, šljunci i pješčenjaci		Strukturno reaktivirani normalni rasjed
M_s	Raznovrsni lapori i vapnenci, pijesci, pješčenjaci, šljunci i konglomerati		Normalna granica
M_k	Konglomerati, šljunci, pijesci, pješčenjaci, bioklastični vapnenci, pojave piroklastita		Pretpostavljena granica
Pg	Fliš, biogeni i bioklastični vapnenci, konglomerati, breče, pješčenjaci, gline, lapori i ugljeni		
J-K-K'	Magmatsko-sedimentni (ofiolitni) kompleks		
T₂²	Vapnenački i klastičnih sedimentni te stijene magmatsko sedimentnog (ofiolitnog) kompleksa		
T₂¹	Izmjena uslojenih dolomita i vapnenaca		
T₁	Pješčenjaci, siltiti, šejlovi, lapori, vapnenci, gips		
C	Uškriljeni šejlovi i pješčenjaci, ulošci konglomerata, vapnenaca, dolomitičnih vapnenaca i dolomita		

Slika 5-17. Geološki profil A-B koji prikazuje raspored naslaga istraživanog područja u podzemlju, rekonstruiran na temelju OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), dopunjene podacima terenskih istraživanja.

6. ZAKLJUČAK

Na temelju obavljenih terenskih istraživanja na području Trgovske gore zabilježeni su novi strukturno-geološki podaci koji su korišteni za reinterpetaciju strukturne građe ovog područja.

Sveukupno je izmjereno 96 položaja slojeva iz kojih se može zaključiti pružanje paleozojskih naslaga uglavnom prema SI i JZ dok su naslage trijasa većim dijelom nagnute prema SZ. Presječnicom tragova ravnina slojevitosti i foliacija određeno je pružanje osi bora za paleozojske naslage prema JI, SZ te Z, a za naslage trijasa prema JZ i SZ. Za naslage paleozoika također je i određena orijentacija pukotina na temelju 27 mjerenja. Izdvojena su dva primarna seta sistematičnih pukotina. Prvi set Sp_1 ima pružanje SI-JZ te je okomit na prvi set Sp_2 . Drugi set Sp_2 ima pružanje SZ-JI te je približno paralelan orijentaciji osi bora izmjerenih unutar karbonskih naslaga.

Orijentacija polja paleonaprezanja određena je na temelju tri reversna rasjeda i jedan rasjed s normalnim karakterom pomaka koji je posljedica felksurnog smicanja. Dobivene vrijednosti za reversne rasjede ukazuju na kompresijsko polje naprezanja s pružanjem glavne osi naprezanja S-J. Proračunata orijentacija polja paleonaprezanja generalno odgovara orijentaciji polja paleonaprezanja u kojem su nastale bore, čije su osi pružanja SZ-JI.

Konstruirani poprečni geološki profil ukazuje na utjecaj kompresijskog režima naprezanja koji je uzrokovao formiranje reversnih rasjeda te genetski vezanih antiklinala i sinklinala pružanja SZ-JI iz čega se može zaključiti da se radi o „fault-bend-fold“ tipu boranja koji je najvjerojatnije posljedica tektonske inverzije Panonskog bazena tijekom gornjeg miocena, pliocena i kvartara kada dolazi do izdizanja otočnih gora duž naslijeđenih te novo formiranih reversnih, *strike-slip* rasjeda te strukturne reaktivacije starijih, naslijeđenih struktura koje su tektonski bile aktivne u vrijeme inicijalnog nastanka Panonskog bazenskog sustava.

Za razliku od profila OGK lista Bosanski Novi (Šikić, 1990a), gdje je kontakt između donjeg trijasa i karbona interpretiran kao reversni rasjed, uspostavilo se da se zapravo radi o transgresivnom kontaktu stratigrafskih jedinica koji je pod nagibom od oko 20°, a zajedno sa ostalim mlađim naslagama čine antiklinalu na tom području čije je protezanje prema sjeveroistoku prekinuto reversnim rasjedom koji pripada rasjednom nizu Stupnica-Dvor.

7. LITERATURA

- PRELOGOVIĆ, E., SAFTIĆ, B., KUK, V., VELIĆ, J., DRAGAŠ, M., LUČIĆ, D. (1998): Tectonic activity in the Croatian part of the Pannonian basin - *Tectonophysics* 297; 283–293.
- PAMIĆ, J., GUŠIĆ, I., JELASKA, V., 1997. Geodynamic evolution of the Central Dinarides. *Tectonophysics*, 297.
- SAFTIĆ, B., VELIĆ, J., (2003) Tertiary Subsurface Facies, Source Rocks and Hydrocarbon Reservoirs in the SW Part of the Pannonian Basin (Northern Croatia and SouthWestern Hungary). *Geologia Croatica* · January 2010.
- SCHMID, S. M., BERNOULLI, D., FÜGENSCHUH, B., MATENCO, L., SCHEFER, S., SCHUSTER, R., TISCHLER, M., USTASZEWSKI, K., (2008):. The Alpine–Carpathian–Dinaridic orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss J. Geosci.*, 101., 23-25.
- ŠIKIĆ, K. (1990a): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske, list Bosanski Novi 1:100.000, L 33-105. Hrvatski geološki institut Zagreb, 2014.
- ŠIKIĆ, K. (1990b): Osnovna geološka karta Republike Hrvatske 1:100.000. Tumač za list Bosanski Novi 1:100.000, L 33-70. Hrvatski geološki institut Zagreb (2014), 14-45, 53-56.
- TOMLJENOVIĆ, B., & CSONTOS, L. (2001): Neogene–Quaternary structures in the border zone between Alps, Dinarides and Pannonian Basin (Hrvatsko zagorje and Karlovac basins, Croatia). *International Journal of Earth Sciences*, 90(3).
- VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEĆ, D., 2005. Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220(3), 334-339.

Prilog 1.

Tablica 3. Strukturno-geološka mjerenja prikupljena tijekom terenskih istraživanja tijekom 2021. i 2022. godine (narančasta boja predstavlja točke poligona SD-1, zelena za poligon SD-2a, crvena za poligon SD-2b, žuta za SD-3 i plava za SD-4, ljubičasta boja označava orijentaciju pukotina, a smeđa orijentaciju rasjednih ploha). Zabilježene koordinate su definirane u MGI Balkans 5 koordinatnom sustavu.

TOČKA	KOORDINATE (X;Y)	GEOL. STAROST	SLOJEVITOST	FOLIACIJA	PUKOTINE I RASJEDI	KLIVAŽ	SKRAĆENI OPSI
SD-1-1	5603970,47; 4992716,33	karbon	10/80 48/40	15/75 332/70 280/50 295/55 320/60		214/85	Izmjena šejlova i pješčenjaka.
SD-1-2	5601668,32; 4990624,48	karbon	250/5 260/10 30/10		320/60 25/40		Uslojene naslage slejta.
SD-1-3	5600659,21; 4990045,58	karbon	215/25 220/25 190/53		150/85 330/80		Šejlovi u izmjeni s pješčenjacima.
SD-1-4	5599275,18; 4988540,19	karbon	128/5				Izmjena pješčenjaka i glinovitih proslojaka.
SD-1-5	5602886,07; 4992506,87	karbon	175/50	36/60			Šejlovi žučkastosmeđe boje s gustom foliacijom.
SD-1-6	5602566,00; 54072494,00;	karbon	32/60 34/55 34/40 16/40				Pješčenjaci i šejlovi.

SD-1-7	5603534,51; 4991604,42	karbon					Nema izdanaka.
SD-1-8	5607995,52; 4990012,31	karbon		64/60 66/54 31/65 47/35 23/52 32/75			Pješčenjaci s tinjcima žučkastosmeđe bojes tinjcima u izmjeni s laporima, prisutna duplex struktura.
SD-1-9	5607147,96; 4989459,20	karbon		214/85 184/14			Izmjena tamnih i crnih šejlova sa pješčenicima koji su također tamni.
SD-1-10	5607218,66; 4989492,81	karbon		231/32	177/17 259/72		Tektonizirani crni šejlovi (Fe i Pb- indikacija na karti).
SD-1-11	5607262,72; 4989466,96	karbon		217/30 237/39 200/26	122/65		Izmjena krupnijeznatih i sitnoznatih šejlova, prisutna budinaž struktura.
SD-1-12	5607295,67; 4989448,18	karbon		192/20 240/35 240/15 246/25			Crni šejlovi.
SD-1-13	5607399,52; 4989317,72	karbon	225/60		225/60		Rasjedna ploha koja je vjerojatno i slojna ploha-felksuno smicanje. Rasjed identificiran kao normalni lijevi, sa lineacijom strija 65° od SE.
SD-1-14	5607426,52; 4989187,14	karbon		338/41	170/34 48/70		Folijacija u sitnoznatim pješčenicima.
SD-1-15	5607276,50; 4988896,81	karbon		185/38 240/70 242/57	127/34 48/70		Izmjena pješčenjaka i šejlova.

SD-1-16	5607097,92; 4985682,75	karbon		326/30 299/30	120/25		Izmjena pješčenjaka i šejlova, lijepi primjer budinaža. Vidljive tlačne ešalonirane pukotine, transport prema SW.
SD-1-17	5607079,49; 4985726,51	karbon		315/40 270/50 334/23 348/40	140/10 354/30		Izmjena pješčenjaka i šejlova, duplex struktura sa rotacijom sigmoidalnih struktura između dvije rasjedne plohe. Rasjed identificiran kao REVERSNI-tektonski transport prema NW.
SD-1-18	5607078,75; 4985523,83	karbon		305/30	325/40		Terasa Une. Izmjena pješčenjaka i šejlova.
SD-1-19	5606623,04; 4985143,25	karbon		286/38	310/22 262/56 28/75		Izdanak pješčenjaka.
SD-1-20	5605457,90; 4985082,31	karbon					Zdrobljeni pješčenjaci i šejlovi. Vjerojatno se radi o rasjednoj zoni. Ne može se ništa mjeriti.
SD-1-21	5605338,13; 4985138,50	karbon	330/10				Izdanak pješčenjaka.
SD-1-22	5603806,32; 4992016,69	karbon		194/35 239/25 173/45	227/47 210/59 49/60	225/75 200/65	
SD-1-23	5605071,09; 4991359,15	karbon					Kršje žućastih klastita, nema mjerljivih izdanaka.
SD-1-24	5604028,92; 4991750,76	karbon		207/86			Sitnoznati pješčenjaci.
SD-1-25	5604076,59; 4992005,29	karbon		190/80 232/46			Izmjena žućkastih šejlova i tankopločastih pješčenjaka.
SD-1-26	5603947,42; 4992162,42	karbon		180/60	143/36		

SD-1-27	5603480,07; 4990711,91	karbon		305/15			Pješčenjaci.
SD-1-28	5603457,63; 4990353,02	karbon		218/45 226/80 242/32	130/80		Izmjena sitno i krupnozrnatih pješčenjaka.
SD-1-29	5603179,73; 4987735,68	donji trijas	212/30 216/14 338/12 24/65 22/86 208/80 198/80				Donjotrijaski klastiti žućkaste boje. Prisutna neutralna bora.
SD-1-30	5603448,09; 4988106,22	karbon	260/50 262/50 264/55		154/80		Izdanak tankopločastih sitnozrnatih pješčenjaka.
SD-1-31	5603760,31; 4988392,79	karbon	254/25 254/23		344/53 4/64 2/65 24/66		Izmjena takno i debelo uslojenih pješčenjaka.
SD-1-32	5603795,58; 4989257,59	karbon	166/54			334/64	Izmjena takno i debelo uslojenih pješčenjaka.
SD-1-48	5603182,56; 4990324,61	karbon	35/54 54/64				Izdanak šejlova i pješčenjaka.
SD-1-33	5601862,96; 4990060,55	karbon	35/54 59/64				Kršje pješčenjaka gdje slojevitost nije mjerljiva.

SD-1-34	5606074,22; 4988289,70	karbon	337/28 8/6 337/40 260/18	24/36 18/28			Pješčenjaci deblje ili tanje uslojeni, slojevi filita/šejla.
SD-1-35	5605702,79; 4988308,66	karbon	8/15 260/11 300/18				Izmjena pješčenjaka i šejlova.
SD-1-36	5605605,77; 4988228,24	karbon	294/12 308/17 286/21 294/20				Izmjena pješčenjaka i šejlova sa proslojcima gline.
SD-1-37	4988228,24; 4987795,75	karbon	211/20 220/30				Izdanak šejlova uz potok. Slojevi povijaju, teško mjerljivi.
SD-1-38	5603812,20; 4987208,76		335/46 320/67				Krupni pješčenjak izrazito žute boje, trošan, runi se u pijesak. Pojava crnih proslojaka. 20 metara dalje crvene boje (granica).
SD-1-39	5603354,37291605; 4987050,64442729	karbon	20/52 71/27 235/22 266/14				Veliki izdanak žutog pješčenjaka.
SD-1-40	4991163,45; 5607047,80	karbon	254/34	238/60 240/65 242/83			Crni sitnozrnati pješčenjaci, na lokaciji do izmjena tamnih vapnenaca sa šejlovima.
SD-1-41	4994435,01; 5601291,12	karbon		33/56			Tankopločasti šejlovi u izmjeni sa pješčenjacima.

SD-1-42	4994412,55; 5601299,11	karbon	56/88 63/86 203/39 26/68				Djelomično borani i prebačeni slojevi.
SD-1-43	4994376,42; 5601272,73	karbon	19/87	101/38			Šejlovi.
SD-1-44	4994370,96; 5601161,74	karbon		200/82	192/22		Subvertikalni šejlovi, vlačne pukotine ukazuju na reversni rasjed i transport prema sjeveru.
SD-1-42	4993808,46; 5600620,93	karbon	8/49 2/50			40/66 40/76	Tankopločasti šejlovi u izmjeni sa pješčenjacima.
SD-1-45	4991359,82; 5597120,33	karbon	348/30	53/21			Izmjena šejlova i pješčenjaka.
SD-A-46	4991025,48; 5597073,74	karbon					Neprohodno.
SD-1-47	4995242,36; 5600071,18	karbon	234/63				Tankopločasti šejlovi.
SD-1-48	5605061,85; 4992862,63	karbon		168/21 17040			Izmjena šejlova i pješčenjaka.
SD-2a-1	5599395,40; 4987993,67	donji trijas	268/20 260/19				Slojevitost mjerena u siltitima trijaskе starosti.
SD-2a-2	5597460,46; 4987980,85	donji trijas					Nema izdanaka, područje blizu miniranog.
SD-2a-3	5604018,22; 4985137,52	donji trijas	324/15 305/20 21/30 339/17				Mjereno u donjotrijaskim vapnencima. Vidljivo blago boranje na lokalitetu.
SD-2a-4	5603673,42; 4985102,48	donji trijas					Dolomiti.

SD-2a-5	5603245,94; 4984991,19	donji trijas	319/55				Kamenolom dolomita, sve je kataklazirano.
SD-2a-6	5602828,29; 4984905,52	donji trijas	328/40				Dolomiti.
SD-2a-7	5602437,19; 4984880,37	anizik	335/42 335/42 300/52				Dolomiti, ešaloni rasjeda koji su vjerojatno reversni.
SD-2a-8	5603160,18; 4986628,12	anizik	131/21 115/18 78/51				Pješčenjaci, čija slojevitost postrmljuje.
SD-2a-9	5602498,53; 4985922,54	anizik					Karbonatni izdanak, masivan bez vidljive slojevitosti.
SD-2a-10	5602502,89; 4985725,04	anizik					Kamenolom karbonata. Masivni, jedin vidljivi 50-230° vertikalni slojevi.
SD-2b-1	4991521,82; 5607440,36	anizik	340/25 342/5 354/16		110/55 235/45		Dolomiti, konjugirani par rasjeda.
SD-2b-2	4991385,57; 5607026,01	anizik	235/18 220/15	190/55			Tamni mikritni vapnenci.
SD-2b-3	4992216,60; 5606439,00	donji trijas	21/10 4/34				Izmjena pjeskovitih i siltoznih klastita sa crnim dolomitima.
SD-2b-4	4992183,68; 5606832,17	donji trijas					Krupnozrnati pješčenjaci žučkaste boje, nema izdanaka, pojava rožnjaka.
SD-2b-5	4992404,05; 5606625,23	donji trijas					Nema izdanaka
SD-2b-6	4992591,82; 5606238,94	donji trijas					Izdanak trošne karbonatne stijene. Kršje klastita, pješčenjaka, rožnjaka.

SD-2b-7	4992617,54; 5606157,85	ladinik					Klastiti, pietra verde.
SD-2b-8	4992699,70; 5605974,06	ladinik					Pietra verde
SD-2b-9	4992749,68; 5605860,62	ladinik					Pojava kršja dolomita, nagim prema N (gornji dio trijasa vjerojatno samo obrubljuje klastite srednjeg trijasa).
SD-2b-10	4993097,47; 5605582,30	ladinik					Fragmenti klastita.
SD-2b-11	4993147,06; 5605489,76	ladinik					Fragmenti karbonata.
SD-2b-12	4993167,19; 5605340,79	ladinik					Fragmenti rošnjaka (nema karbonata).
SD-2b-13	4993333,62; 5605177,17	ladinik					Fragmenti crnih vapnenaca.
SD-2b-14	4993386,61; 5605136,62	ladinik					Sekundarni blok karbonata sa rošnjacima...20 metara dalje su blokovi vapnenaca i dolomita.
SD-2b-15	4993393,48; 5605030,68	ladinik					Fragmenti vapnenaca u dolomitu.
SD-2b-16	4993482,49; 5605010,25	ladinik	52/23				Izdanci crnih dolomita-hauptdolomita.
SD-2b-17	5000158,38; 5599733,61	donji trijas					Kontakt jurskokrednog melanža sa trijasom.
SD-2b-18	4999963,9; 5599806,49	donji trijas					Pojava žučkastosmeđih klastita izuzetno trošnih.
SD-2b-19	4999393,22; 5599777,55	donji trijas					Nema izdanaka. Fragmenti crvenih klastita.
SD-2b-20	5000179,79; 5599281,28	donji trijas	322/36				Laporoviti siltit.

SD-2b-21	4999526,45; 5599632,43	donji trijas	264/48				Pješčenjaci ljubičaste boje u izmjeni sa siltitima i laporima (nema karbonata).
SD-2b-22	4999437,44; 5599685,11	donji trijas	306/51				Tamni, crni, karbonski pješčenjaci u izmjeni sa šejlovima.
SD-3-1	5001336,01; 5600273,54	gornja jura/donja kreda					Tamni do zelenkasti pješčenjaci u blokovima, nema izdanaka.
SD-3-2	5001232,25; 5600231,73	gornja jura/donja kreda					Tamni šejlovi s mineralizacijama željeza i blokovi alteriranih crvenkastih magmatskih stijena.
SD-3-3	5001106,87; 5600153,55	gornja jura/donja kreda					Alterirani bazalti-dio melanža.
SD-3-4	5000821,86; 5600077,26	gornja jura/donja kreda					Pješčenjaci u ofiolitnom melanžu.
SD-3-5	5000398,35; 5599845,86	gornja jura/donja kreda					Kršje klastita i vapnenaca u melanžu.
SD-3-6	5000271,15; 5599272,17	gornja jura/donja kreda					vulkaniti koji leže u matriksu od pješčenjaka i šejlova. U matriksu crveni klastiti-vjerojatno donjotrijaske starosti.
SD-4-1	4992908,33; 5608331,15	Sarmat	32/16				Brečokonglomerati koji sadrže fragmente pješčenjaka, lapora i dajkova.
SD-4-2	4993029,17; 5608184,54	Sarmat	232/15				Debelo uslojeni lapori koji su u izmjeni s tankim proslojcima pijeska.

SD-4-3	4993114,99; 5607995,06	Baden					Nema izdanaka, a u potoku prevladavaju valutice pješčenjaka koji vjerojatno izgrađuju konglomerate u bazi, tj. badenske konglomerate.
SD-4-4	4993829,59; 5608451,29						Nema izdanaka, u blizini groblja.
SD-4-5	4995038,77; 5608867,20	Sarmat	203/8 216/8				Lapori.
SD-4-6	4995288,99; 5608709,98	Sarmat	72/4 103/8				Kalcitni lapori.
SD-4-7	4995237,85; 5608749,60	Sarmat	205/14				Lapori.
SD-4-8	4995055,89; 5608859,27	Sarmat	264/26				Lapori.
SD-4-9	4992165,36; 5607974,32	Baden	280/15				Izdanak kalkrudita/kalkarenita sa fragmentima litotamnija.