

Strukturalna analiza deformacijskih struktura u zaleđu Biokova

Benceković, Mia

Undergraduate thesis / Završni rad

2024

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:217:246384>

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

Download date / Datum preuzimanja: **2025-04-01**



Repository / Repozitorij:

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



Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Mia Benceković

**STRUKTURNA ANALIZA DEFORMACIJSKIH
STRUKTURA U ZALEĐU BOKOVA**

Seminar III
Sveučilišni prijediplomski studij Geologija

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

Zagreb, 2024.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

Sveučilište u Zagrebu
Prirodoslovno-matematički fakultet
Geološki odsjek

Seminar III

STRUKTURNA ANALIZA DEFORMACIJSKIH STRUKTURA U ZALEĐU BIOKOVA

Mia Benceković

Rad je izrađen: Sveučilište u Zagrebu

Prirodoslovno-matematički fakultet, Geološki odsjek
Geološko paleontološki zavod
Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Sažetak: Cilj završnog rada bio je izvršiti strukturnu analizu deformacijskih struktura u neposrednom zaleđu Biokova na temelju prikupljenih terenskih podataka i postojećih geoloških podataka. Područje istraživanja je dominantno prekriveno karbonatnim i klastičnim slijedom mezozojskih i paleogenskih naslaga koje su formirani kao rezultat tektonske evolucije Jadranske mikroploče. Kako bi se dobio bolji uvid u geološke značajke područja, svi su geološki podaci organizirani u programu *QGIS*. Na temelju terenskih prikupljenih geoloških i strukturnih podataka o građi terena, kinematskim obilježjima te orijentacijama slojeva, folijacija, pukotina, klivaža i rasjeda proračunato je polje paleonaprezanja s orijentacijama glavnih osi paleonaprezanja te su određene orijentacije kogenetskih struktura (npr. osi bora). Podaci su prikazani odgovarajućim stereografskim prikazom pomoću programa *Stereonet* i *WinTensor*. Prikupljeni podaci slojevitosti i folijacije prikazani su u programu *Stereonet* te njihove orijentacije su sukladne dinaridskom pravcu pružanja struktura tj. SZ-JI dok su proračunate osi bora ukazivale na blago tonjenje struktura prema SZ koje su nastale u kompresijskom polju naprezanja s pružanjem najveće osi naprezanja SI-JZ. U sklopu proračuna polja paleonaprezanja rasjedi su podijeljeni u tri kinematske grupe. Prva kinematska grupa obuhvaća reversne rasjede koji su nastali u kompresijskom polju naprezanja (kompresija SI-JZ), Drugu kinematsku grupu obuhvaćaju normalni rasjedi nastali ekstenzijom po pravcu SI-JZ. Treću kinematsku grupu obuhvaćaju strike-slip rasjedi orijentacije SI-JZ a koji su nastali kao rezultat transpresije/transenzije po pravcu ISI – ZJZ.

Ključne riječi: zaleđe Biokova, Dinaridi, strukturna analiza, paleonaprezanje

Rad sadrži: 30+XVIII stranica, 22 slika, 4 tablice, 21 literaturnih navoda

Jezik izvornika: hrvatski

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

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

Ocjenjivači: dr. sc. Bojan Matoš, izvanredni profesor RGNF

dr. sc. Zorica Petrincec, docentica PMF

dr. sc. Borna Lužar-Oberiter, izvanredni profesor PMF

Datum završnog ispita: 12.09.2024

BASIC DOCUMENTATION CARD

University of Zagreb
Faculty of Science
Department of Geology

Seminar III

STRUCTURAL ANALYSIS OF DEFORMATIONAL STRUCTURES IN THE HINTERLAND OF THE Mt. BOKOVO

Mia Benceković

Thesis completed in: University of Zagreb

Faculty of Science, Department of Geology
Division of Geology and Paleontology
Horvatovac 102a, 10 000 Zagreb

Abstract: The aim of the BSc Thesis was to perform structural analysis of the deformation structures in the hinterland of Mt. Biokovo based on collected field data and existing geological data. The research area is dominantly covered by a carbonate and clastic sequence of Mesozoic and Paleogene deposits that formed as a result of the tectonic evolution of the Adria microplate. In order to get a better insight into the geological features of the area, all geological data are organized in *QGIS* software. Based on geological and structural field data collected along existing structures, including kinematic characteristics and orientations of bedding, foliations, fracture systems, cleavages and faults. The paleostress field was calculated with the orientations of principal axes of paleostress, and the orientations of cogenetic structures (e.g., the fold axes) were determined. The data are corroborated in a suitable stereographic projection using *Stereonet* and *WinTensor* software. The collected bedding and foliation data are presented in the *Stereonet* program and their orientations are consistent with the dinaric strike of the structures, i.e., NW-SE, while the calculated stress axes of the fold axes indicates a gentle dipping towards the NW, formed in the compressional stress field governed by principal stress axis oriented NE-SW. As part of the computation of the paleostress field, the faults are divided into three kinematic groups. The first kinematic group includes reverse faults that were formed in a compressional stress field (NE-SW compression), while the second kinematic group includes normal faults formed by extension in the NE-SW direction. The third kinematic group includes strike-slip faults of general strike NE-SW, which were formed as a result of transpression/transension along the direction ENE-SWS.

Keywords: Mt. Biokovo hinterland, Dinarides, structural analysis, paleostress

Seminar contains: 30+XVIII pages, 22 figures, 4 tables, 21 references

Original in: Croatian

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

Supervisor: Associate Professor Bojan Matoš, PhD

Reviewers: Assoc. Prof., Bojan Matoš, PhD

Assist. Prof., Zorica Petrinc, PhD

Assist. Prof., Borna Lužar-Oberiter, PhD

Date of the final exam: 12.09.2024.

Sadržaj

| | | |
|---------------|--|------|
| 1. | Uvod | 1 |
| 2. | Geografske značajke istraživanog područja..... | 2 |
| 3. | Geološke značajke istraživanog područja | 3 |
| 3.1. | Tektonski razvoj područja Jadranske mikroploče i Dinarida..... | 3 |
| 3.2. | Strukturni sklop Biokova i neposrednog zaleđa | 5 |
| 3.3. | Geološka građa istraživanog područja..... | 8 |
| 4. | Metode istraživanja..... | 11 |
| 4.1. | Terenski rad | 11 |
| 4.2. | Kabinetski rad..... | 12 |
| 4.2.1. | QGIS..... | 12 |
| 4.2.2. | Stereonet..... | 14 |
| 4.2.3. | WinTensor..... | 15 |
| 5. | Rezultati istraživanja | 16 |
| 5.1. | Rezultati strukturne analize | 16 |
| 5.1.1. | Slojevitost i folijacija | 17 |
| 5.1.2. | Pukotine..... | 19 |
| 5.1.3. | Rasjedi..... | 22 |
| 6. | Rasprava i zaključak..... | 27 |
| 7. | Literatura | 29 |
| Prilog 1..... | | VIII |
| Prilog 2..... | | XV |

Popis slika

| | |
|--|----|
| Slika 2-1 Prikaz istraživanog područja (plavi pravokutnik) pomoću <i>Google Earth</i> aplikacije | 2 |
| Slika 3-1. Prikaz razvoja Jadranske karbonatne platforme kroz glavne tektonske faze (Vlahović et al., 2005)..... | 3 |
| Slika 3-2 Distribucija karbonatnih naslaga nekadašnje Jadranske karbonatne platforme (Vlahović et al., 2005)..... | 4 |
| Slika 3-3 Pregledna tektonska karta lista Ploče sa naznačenim tektonskim jedinicama; A) Tektonska jedinica Biokovo, B) Tektonska jedinica Biokovska zgora. C) Tektonska jedinica Makarsko primorje i D) Tektonska jedinica Srednje-dalmatinski otoci (Magaš et al., 1979)..... | 6 |
| Slika 3-4. Prikaz geološke građe terena pomoću mozaika Osnovnih geoloških karata 1:100 000 listova OGK SFRJ Imotski (Raić i sur., 1977), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Omiš (Marinčić i sur., 1976) i Ploče (Marinčić i sur., 1978) | 9 |
| Slika 3-5. Legenda geoloških jedinica područja istraživanja obuhvaćeno listovima OGK, M 1:100 000 Ploče (Marinčić et al., 1978), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Imotski (Raić et al., 1977) i Omiš (Marinčić et al., 1976) | 9 |
| Slika 3-6. Isječci geoloških stupova sa listova OGK; lijevo OGK Omiš (Marinčić et al., 1976), desno OGK Ploče (Marinčić et al., 1978) | 10 |
| Slika 4-1 Prikaz položaja točaka mjerenja tijekom terenskog rada, modificirano u QGIS-u | 11 |
| Slika 4-2 Prikaz programa QGIS sa uključenim layer-om georeferenciranih OGK karata i atributnom tablicom..... | 13 |
| Slika 4-3 Atributna tablica točaka terenskih istraživanja sa opisom pojedinih terenskih točaka..... | 13 |
| Slika 4-4 Prikaz korisničkog sučelja programa <i>Stereonet</i> (v. 11 by Richard W. Allmendinger © 2020)..... | 14 |
| Slika 4-5 Prikaz korisničkog sučelja programa <i>Wintensor</i> (version: 5.8.8)..... | 15 |
| Slika 5-1 Slojevitost u tankopločastim vapnencima (slika sa terena u okolici Makarske; 43° 17' 38,06" N 17° 2' 31,26" E; preuzeto iz Kučko, 2023)..... | 17 |

| | |
|---|----|
| Slika 5-2 Orijehtacije slojevitosti na istraživanom području prikazane tragovima ravnina | 18 |
| Slika 5-3 Orijehtacije folijacije na istraživanom području prikazane tragovima ravnina ... | 18 |
| Slika 5-4 Pukotine (crvene linije) koje su paralelne rasjedima u čelu Navlake Visokog Krša (slika sa terena u blizini Baške Vode; preuzeto iz Kučko, 2023) | 19 |
| Slika 5-5 Konturni dijagram sa označenim dominantnim setovima pukotina na istraživanom području | 20 |
| Slika 5-6 Rozeta dijagram pukotina sa izdvojenim dominantnim setovima pružanja u istraživanom području | 21 |
| Slika 5-7 Slika reversnog desnog rasjeda (okolica Baške vode, $43^{\circ} 21' 41,39''$ N $16^{\circ} 58' 38,03''$ E; preuzeto iz Kučko, 2023)..... | 22 |
| Slika 5-8 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprežanja reversnih rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi <i>PBT</i> metodom, dok desna slika prikazuje proračun <i>R. Dihedron</i> metodom | 24 |
| Slika 5-9 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprežanja normalnih rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi <i>PBT</i> metodom, dok desna slika prikazuje proračun <i>R. Dihedron</i> metodom | 25 |
| Slika 5-10 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprežanja lijevih strike-slip rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi <i>PBT</i> metodom, dok desna slika prikazuje proračun <i>R. Dihedron</i> metodom | 26 |

Popis tablica

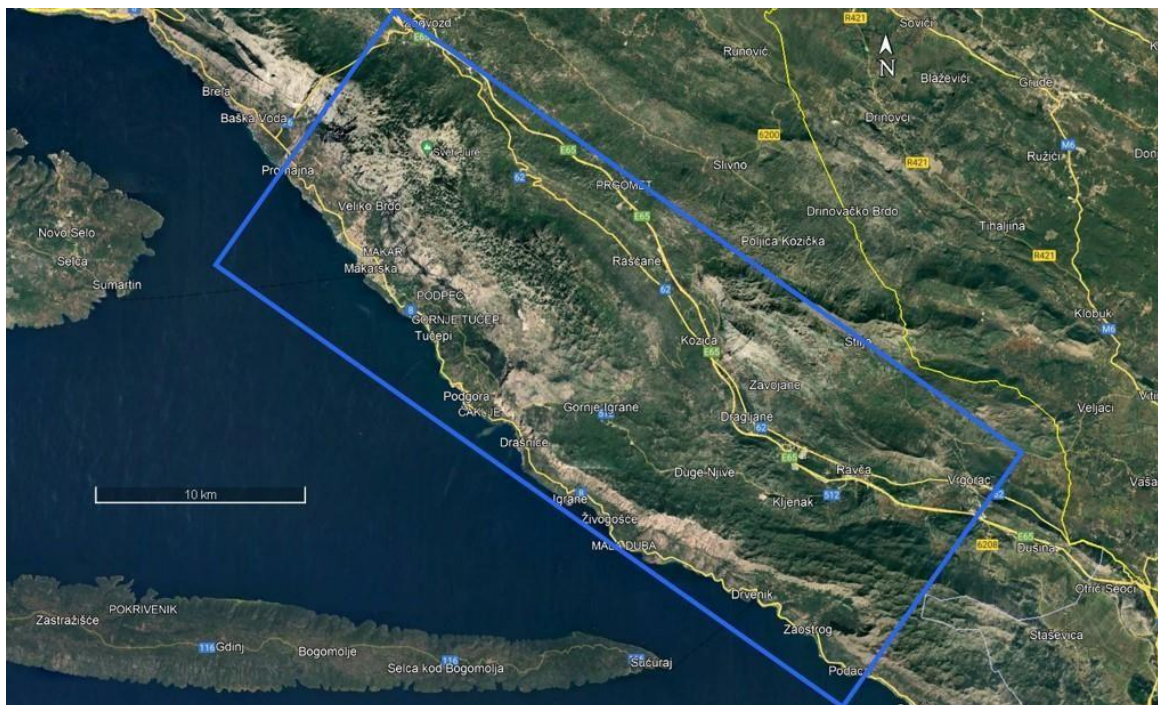
| | |
|---|----|
| Tablica 1 Sistematizirani podaci strukturno-geoloških mjerenja tijekom terenskog rada; opisan je tip rasjeda (N-normalni, R-reversni; L-lijevi, R-desni) te kvaliteta podataka KP. Isječak iz Priloga 2 | 16 |
| Tablica 2 Izdvojeni setovi pukotina istraživanog područja | 20 |
| Tablica 3 Izdvojeni setovi pružanja pukotina | 21 |
| Tablica 4. Rezultati mjerenja rasjednih ploha grupirani prema relativnom pomaku rasjednih krila u odnosu na pružanje rasjedne plohe-najsvjetlijom sivom bojom su označeni normalni, najtamnijom reversni, a svijetlo sivom strike-slip rasjedi. Naznačena je orijentacija (smjer i kut nagiba), tip rasjeda (N-normalni, R-reversni; L-lijevi, R-desni) te izmjerena lineacija strija (kut i smjer; N-sjever, S-jug, E-istok, W-zapad). | 23 |

1. Uvod

Biokovo, kao i njegovo neposredno zaleđe, predstavlja kompleksan strukturni sklop koji čini središnji dio Dalmacije, a dio je planinskog lanca Dinarida. S obzirom na strukturno-geološku složenost područja istraživanja, provedena terenska geološka istraživanja te strukturna analiza prikupljenih podataka za cilj je imala dati uvid u strukturna obilježja Biokovskog zaleđa. Istraživano područje je prikazano pomoću Google Earth-a zbog lakše predodžbe geografskog položaja (Slika 2-1), a geološki je isto područje prikazano u programu QGIS. Prikaz u QGIS-u je napravljen pomoću mozaika Osnovnih geoloških karata 1:100 000 listova OGK SFRJ Imotski (Raić i sur., 1977), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Omiš (Marinčić i sur., 1976) i Ploče (Marinčić i sur., 1978) dok je opis struktura i geološke građe uvelike temeljen na tumačima spomenutih listova. Prikupljeni strukturni podaci na terenu obrađeni su u programu *Stereonet* (v. 11 by Richard W. Allmendinger © 2020), te u programu *WinTensor* (version: 5.8.8).

2. Geografske značajke istraživanog područja

Istraživano područje nalazi se u neposrednom zaleđu planine Biokovo koja je smještena u središnjoj Dalmaciji, a pripada planinskom lancu Dinarida. Ovaj masiv proteže se kroz područja općina Baška voda, Brela, Makarska, Tučepi, Podgora, Šestanovac, Zagvozd i Zadvarje, dok se u njegovom podnožju nalaze gradovi Makarska i Vrgorac (Slika 2-1). Pružanje planine Biokovo paralelno je pružanju obale, odnosno karakterističnog dinaridskog pravca pružanja SZ-JI. Hrbat Biokova dijeli priobalje od unutrašnjosti, Dalmatinske zagore, te se pruža od linije Vrulja-Šestanovac sjeverozapadno do rijeke Neretve na jugoistok. Najviši vrh ovog planinskog masiva je Sveti Jure (1762 m) do kojeg vodi Biokovska cesta, odnosno državna cesta Makarska-Vrgorac. Vrh Sveti Jure je treći najviši vrh u Hrvatskoj, a najviši vrh u sklopu parka prirode Biokovo (<https://pp-biokovo.hr/hr>). Park prirode Biokovo je proglašen 1981. godine (<https://pp-biokovo.hr/hr>) i jedan je od jedanaest parkova prirode u Hrvatskoj. Svojom površinom od 195,5 km pokriva razne geomorfološke krške oblike kao što su kamenice, škrape, ponikve, špilje i jame. Najveća špilja je špilja Krjava, a jama Njemica (-934 m) koja je po dubini na petom mjestu u Hrvatskoj. Mnoštvo fosilnih ostataka je pronađeno u špiljama i jamama, na primjer ostatci jelena, špiljskog medvjeda i vuka, a 24 fosilnih nalaza vezano za dinosaure (<https://pp-biokovo.hr/hr>).

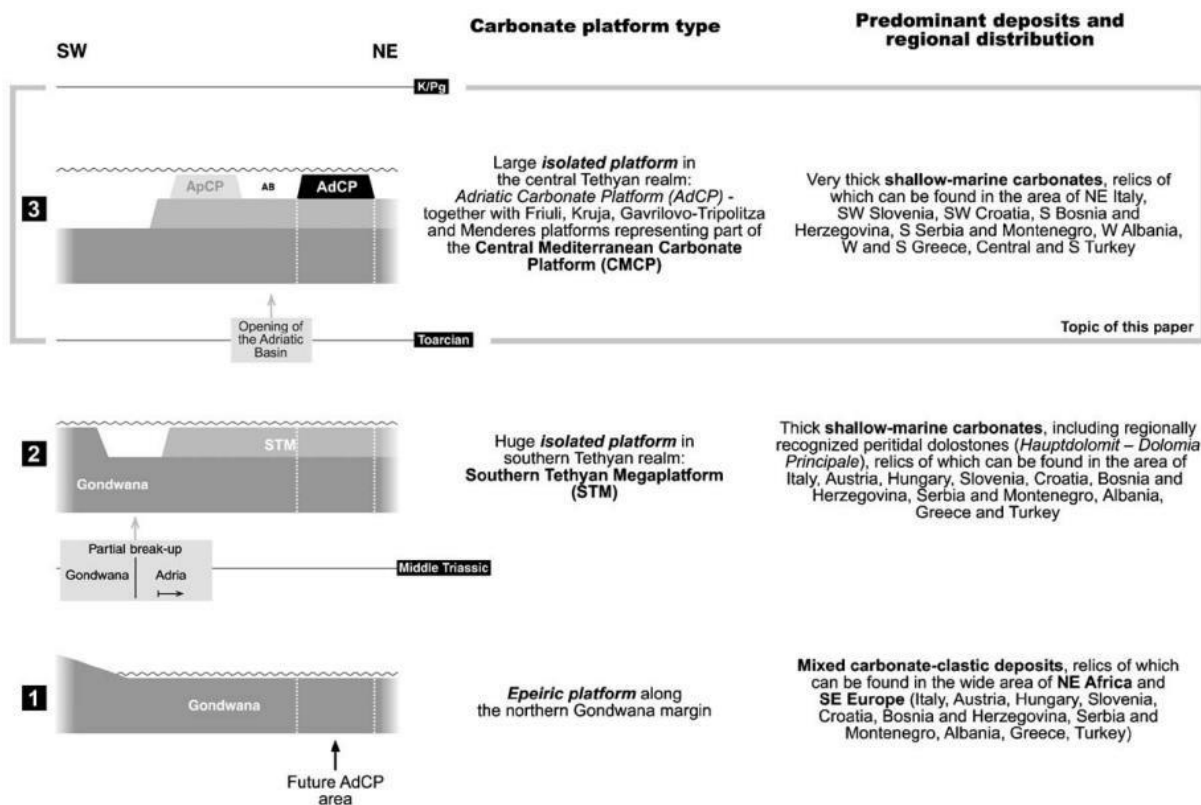


Slika 2-1 Prikaz istraživanog područja (plavi pravokutnik) pomoću *Google Earth* aplikacije .

3. Geološke značajke istraživanog područja

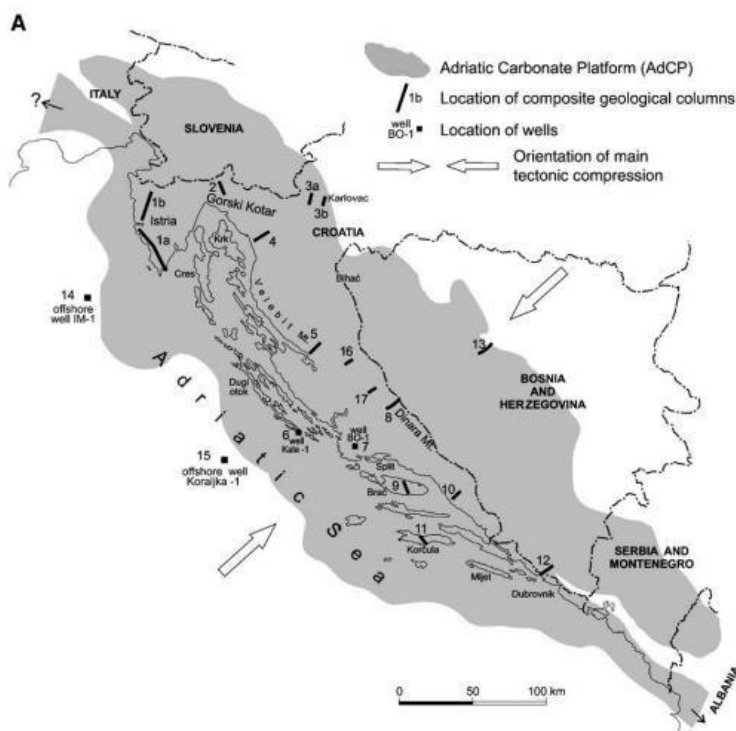
3.1. Tektonski razvoj područja Jadranske mikroploče i Dinarida

Jadranska karbonatna platforma (AdCP) jedna je od najvećih mezozojskih karbonatnih platformi perimediteranske regije, a njezine naslage nalazimo u Italiji, Sloveniji, Hrvatskoj, Bosni i Hercegovini, Srbiji i Crnoj Gori te Albaniji (Vlahović et al., 2005). AdCP je nastala procesima riftovanja i odvajanja Adria mikroploče od Gondvane tijekom srednjeg trijasa. Riftovanjem je došlo do odvajanja fragmenata šelfa od Gondvane i nastala je izolirana karbonatna platforma; Južnotetijska megaplatforma na kojoj su se taložili dominantno karbonati (Slika 3-1). Tijekom mlađe donje jure, dogodila se dezintegracija Južnotetijske megaplatforme te su nastale tri izolirane karbonatne platforme koje su odvojene dubokomorskim jarcima: Jadranska (AdCP), Apeninska (ApCP) i Apulijska (ACP). Jadransku karbonatnu platformu karakteriziraju pretežito plitkomorske naslage, no jačanjem sinsedimentacijske tektonike debljina plitkomorskih naslaga karbonata dosežu debljine između 3500 i 5000 metara (Vlahović et al., 2005).



Slika 3-1. Prikaz razvoja Jadranske karbonatne platforme kroz glavne tektonske faze (Vlahović et al., 2005).

Kolizija Jadranske mikroploče s Euroazijom započela je krajem krede te se nastavila kroz paleogen što je rezultiralo sužavanjem nekadašnjeg prostora Neotetisa i izdizanjem Dinaridskog planinskog lanca (Vlahović et al., 2005). Posljedično tome, nastali su dubljevodni okoliši u području Dinaridskih predgorskih bazena uz manja područja plitkovodnih okoliša u priobalnim bazenima. Dubljevodne okoliše karakterizira taloženje sinorogenih flišnih naslaga dok se na rubovima bazena odvijalo taloženje foraminiferskih vapnenaca. Konačno izdizanje Dinarida kao planinskog lanca dogodilo se tijekom oligocena i miocena kao posljedica kontinuirane kompresije po pravcu S-J koja zbog rotacije Jadranske mikroploče poprima orijentaciju SI-JZ, čime nastaju strukture dinaridskog pravca pružanja. Tijekom kompresijske i postkompresijske faze reaktivirale su se brojne postojeće strukture, orijentirane dominantno okomito na pravac naprezanja, u obliku navlačnih ili ekstenzijskih struktura s relativno strmim rasjednim plohama. Kraj miocena obilježen je dominantno izraženom ekstenzijom i transtenzijom kao posljedica promjene polja paleonaprezanja. Završne promjene u polju naprezanja su započele u vrijeme pliocena, a koje traje i danas. Obilježje današnjeg polja naprezanja je uspostava kontinuiranog kompresijskog režima naprezanja (SI-JI) koji utječe na nasljeđeni strukturni sklop obilježen brojnim boranim i navlačnim strukturama.

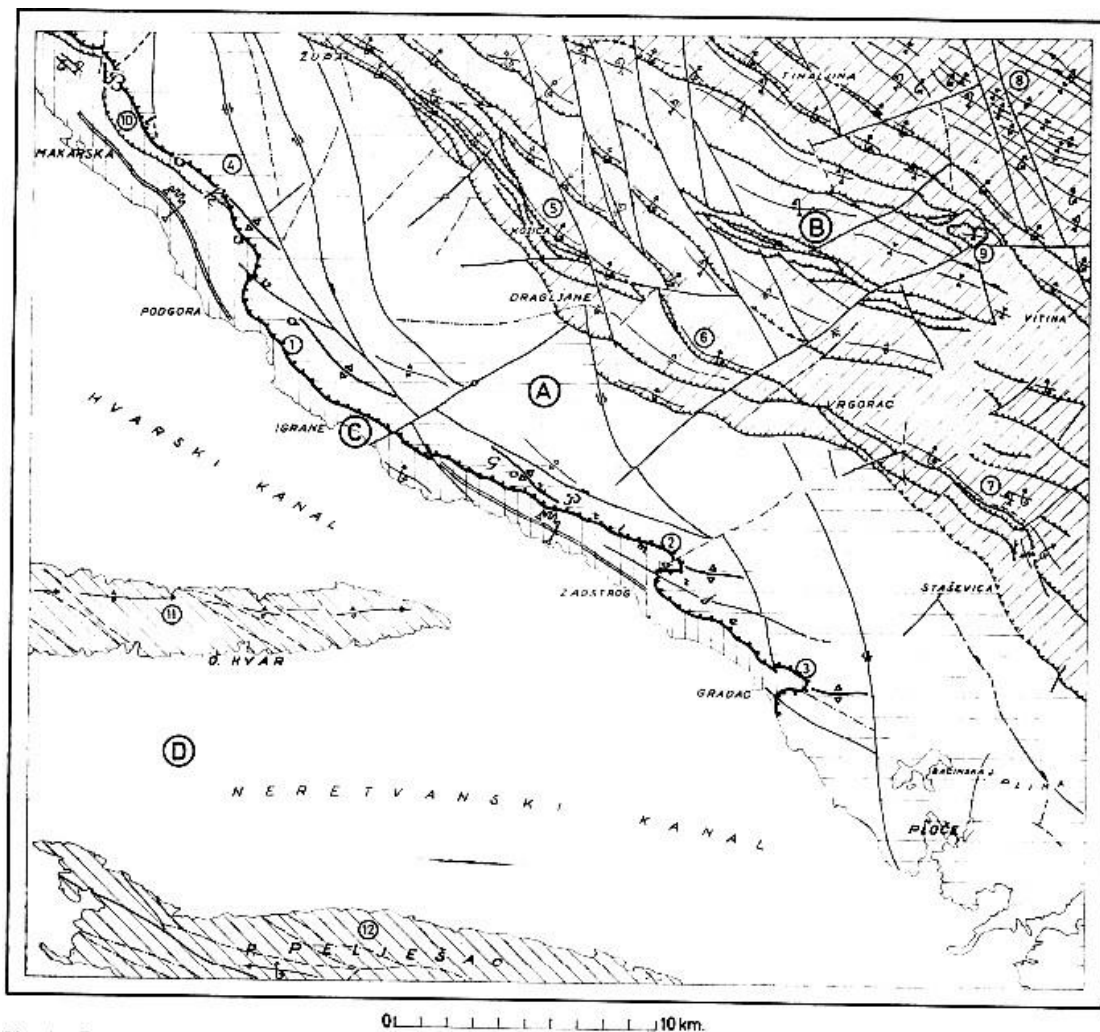


Slika 3-2 Distribucija karbonatnih naslaga nekadašnje Jadranske karbonatne platforme (Vlahović et al., 2005).

3.2. Strukturni sklop Biokova i neposrednog zaleđa

Današnji strukturni sklop Biokova karakterizira visoki stupanj tektonske poremećenosti, što je rezultat kompleksnih geoloških događanja od kraja mezozoika do danas (Marinčić et al., 1977). Mezozojski tektonski pokreti i rezultatne strukturne deformacije u velikom su dijelu zaslužne za nastanak strukturnih sklopova Biokova koji i danas akomodiraju tektonske pokrete. Prvi su značajniji tektonski pokreti izazvali paleografske promjene koji su doveli anizičke naslage u dulju fazu emerzije tijekom ladinika te se zbog toga mogu pripisati pfalačkoj fazi odnosno početku alpskog orogenetskog ciklusa (Marinčić et al., 1977). Pojačanim epirogenetskim pokretima, u donjem lijasu, počinje relativno mirna sedimentacija jurskih karbonata koja je trajala sve do kraja malma kada dolazi do obnavljanja tektonskih pokreta - novokimerijska faza (Marinčić et al., 1977). Spomenuta tektonska faza nije uzrokovala značajnije regionalne promjene što se može zaključiti iz taložnog slijeda koji ne ukazuju na prekid sedimentacije, za razliku od krednih pokreta koji su bili regionalnog značaja. Tijekom kredne faze, ponovljeni su pokreti koji su uzrokovali boranje i rasjedanje mezozojskog sedimentacijskog prostora. Laramijsko boranje karakteriziraju tektonski pokreti tijekom gornje krede i paleogena, a koji su doveli do završnog nastanka borano-navlačne strukture Biokova. Struktura Biokova je u to vrijeme doživjela najveće izdizanje i završno formiranje. Posljednja tektonska faza snažnih regionalnih pokreta je bila pirenejska faza tijekom gornjeg eocena i donjeg oligocena. Za to vrijeme nastaju završne ljuste i navlake (Marinčić et al., 1977). Oligocenski i neogenski pokreti nisu bitnije utjecali na strukturni sklop područja, već su utjecali na formiranje pripadajuće orografije.

Recentni tektonski sklop šireg regionalnog područja posljedica je opisane strukturne evolucije te se temeljem deformacijskih struktura i oblika može podijeliti u četiri osnovne tektonske jedinice: Biokovo, Biokovska zagora, Makarsko primorje i Srednjodalmatinski otoci (slika 3-3).



Slika 3-3 Pregledna tektonska karta lista Ploče sa naznačenim tektonskim jedinicama; A) Tektonska jedinica Biokovo, B) Tektonska jedinica Biokovska zgora. C) Tektonska jedinica Makarsko primorje i D) Tektonska jedinica Srednje-dalmatinski otoci (Magaš et al., 1979).

U okviru ovog rada opisane su u nastavku tektonske jedinice:

- Biokovo
- Biokovska zagorje
- Makarsko primorje

Tektonska jedinica Biokovo

Ovoj tektonskoj jedinici pripada ortografski istaknuto područje Biokova, od njegovog SI podnožja sve do čela biokovske navlake koje se nalazi na JZ padinama planine (Magaš et

al., 1979). Formirana je krajem mezozoika, no pod utjecajem dugotrajnih procesa se formirala kao niz strukturnih ljosaka koje su na kraju objedinjuju u jedinstvenu navlaku Biokova. Spomenuta struktura je djelomično navučena na srednjoeocenski fliš tektonske jedinice Makarskog primorja. Morfološki, navlaku Biokova karakterizira tektonsko poluokna Zaostrog i Gradac. Sjeverozapadni dio Biokova je ostao u stadiju ljoske te se zbog tog stupnja strukturne evolucije ova struktura ne može smatrati pravom navlakom (Magaš et al., 1979).

Tektonska jedinica Biokovska zagora

Područje koje se prostire SI od podnožja Biokova pripada ovoj tektonskoj jedinici koja je formirana mezozojskim i paleogenskim tektonskim pokretima. Tijekom Laramijske faze u zaleđu Biokova je formirano široko područje s nizom ešaloniranih manjih bora koje su tangencijalnim pokretima preobražene u prebačene bore i ljoske. Ljoske su uglavnom zadržale osnovni oblik prebačenih antiklinala nižeg i višeg reda te su dominantno građene od krednih naslaga koje su navučene na mlađi slijed srednjoeocenskog fliša te podinskih foraminiferskih vapnenaca (Marinčić et al., 1977). Idući od JZ prema SI, intenzitet boranja te rasjedanja djelomično opada pa je time strukturna poremećenost nešto manja u smjeru sjeveroistoka. Također, karakteristično za ovu jedinicu je pojava „tektonskih navlačaka“ koji su zapravo prividni navlačaci. Porastom nadmorske visine, mjesta gdje isklinjavaju tanke ljoske često bivaju selektivno erodirane te se time prividno stvaraju „navlačci“ u odnosu na baznu površinu. Razmatrajući tektonski odvojene zone fliša, vidljivo je da zapravo pripadaju zasebnim strukturnim domenama odnosno navlačnim ljuskama (Magaš et al., 1979).

Tektonska jedinica Makarsko primorje

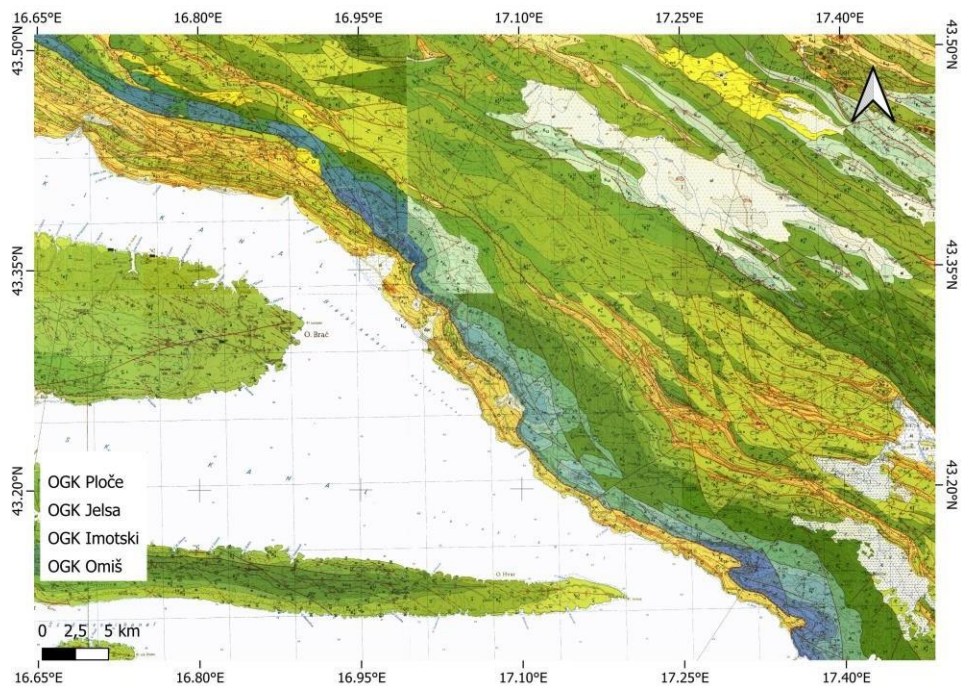
Ova jedinica obuhvaća usko obalno područje od Makarske do Gradca, a koje završava sa SI strane čelom Biokovske navlake dok se pretpostavlja da je veći JZ dio prekriven morem i seže do otoka Hvara (Magaš et al., 1979). Predstavlja autohtoni sinklinorij i dio je eocenskog fliškog korita koje je bilo taložno područje za vrijeme Pirenejske tektonske faze. Posljedično tome, ova tektonska jedinica izgrađena je od izduženih prebačenih bora u flišnim naslagama pružanja SZ-JI.

3.3. Geološka građa istraživanog područja

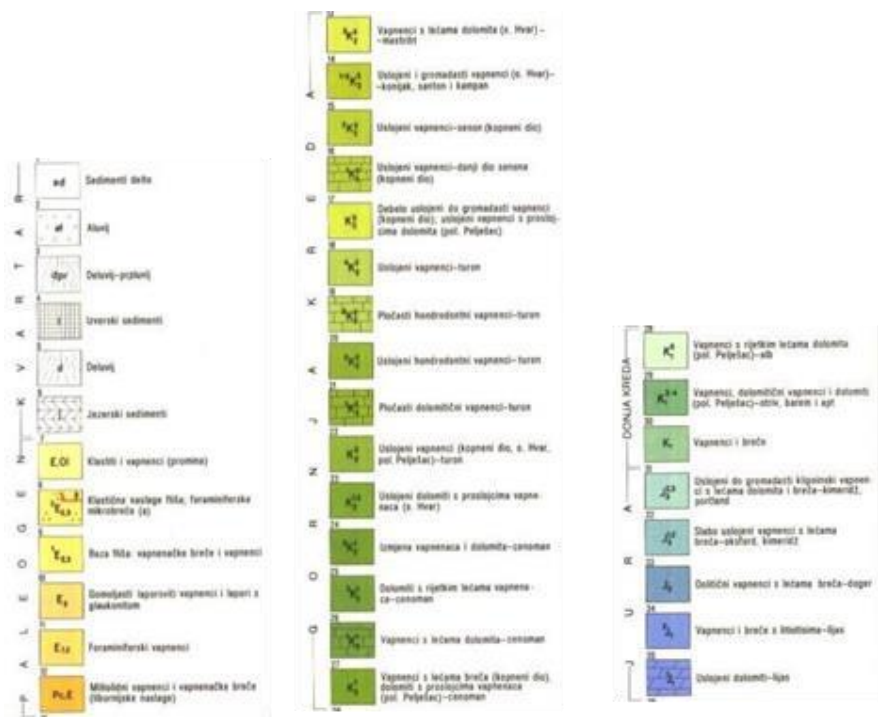
Istraživano područje obuhvaća uglavnom naslage karbonatnih i klastičnih stijena mezozojske starosti (Slika 3-4, 3-5, 3-6). S obzirom na stratigrafsko-strukturalna obilježja stijena na području Biokova, mogu se razlikovati tri osnovne gradbene jedinice: priobalni pojas, centralni gorski hrbat Biokova te Biokovska zagora (<https://pp-biokovo.hr/hr>).

Područje priobalnog pojasa obuhvaća naslage gornje krede, uglavnom senona, od kojih su najrasprostranjeniji rudistni vapnenci sa proslojcima dolomita (Slika 3-4). Jedan dio alokemijskih vapnenaca pripada najnižem razvoju senona sa proslojcima i lećama pločastih vapnenaca te se na te naslage talože neuslojeni senonski vapnenci u kojima također nalazimo leće dolomita i vapnenaca. Takve se naslage nalaze na području iznad čela ljuske od Dubaca do Basta te iznad Promajne. Ipak, može se reći da u ovom pojasu dominiraju paleogenske naslage foraminiferskih vapnenaca i eocenske klastične naslage (fliš i vapnenačke breče). Na opisane kredne naslage talože se transgresivne breče i vapnenci paleogena u kojima se nalazi mnoštvo provodnih fosila kao što su foraminifere *Alveolina*, *Discocyclina* karakteristične za to razdoblje (Slika 3-6). Područje od Krvavice, preko Makarske do Gornjih Tučepa obuhvaća ove šire rasprostranjene naslage (<https://pp-biokovo.hr/hr>). Prijelaz u fliš označava prekid sedimentacije što u širem smislu znači da serija fliša počinje transgresijom breča izgrađenih od gornjokrednog i foraminiferskog vapnenca. Izgrađen je od pješčenjaka i detritičnih vapnenaca u izmjeni sa laporima u ritmičkoj sedimentaciji na koju ukazuju ciklična izmjena stijena i graduirani raspored čestica unutar slojeva (Marinčić et al., 1977). Razvijene na padinama, breče heterogenog sastava i slabe sortiranosti krupnih fragmenata nalazimo duž cijelog priobalnog pojasa. Ovisno o podlozi i donosu materijala ove kvartarne naslage sastoje se od jezerskih i barskih sedimenata, aluvijalnih, deluvijalnih i proluvijalnih naslaga (Marinčić et al., 1977). Daljnim djelovanjem valova i morskih struja koji su utjecali na breče u smislu erozije, transporta i taloženja, nastaju šljunčane plaže koje su karakteristične za Makarsko primorje.

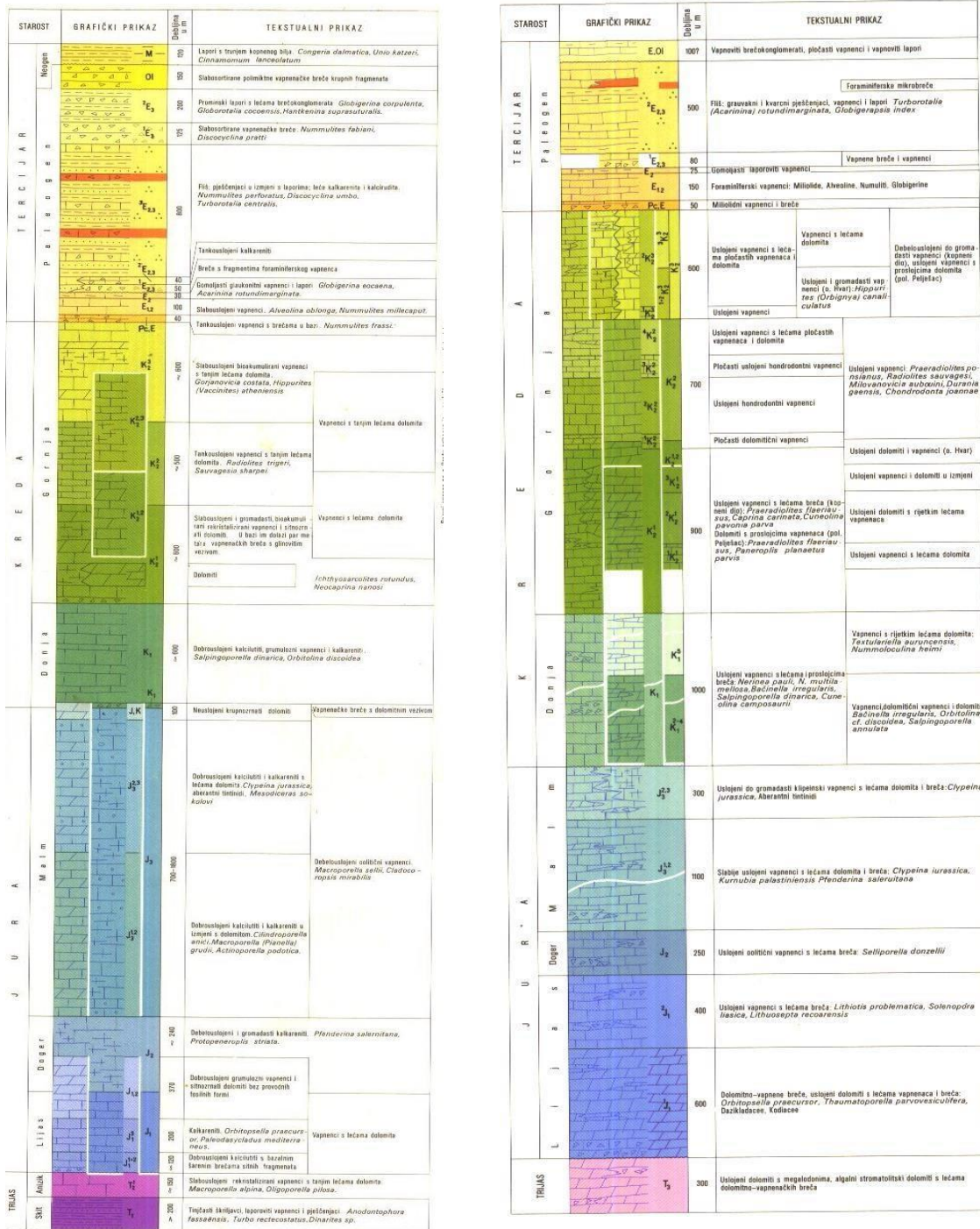
Biokovska zagora oblikovana je u stijenskim kompleksima krede i paleogena koje čine vapnenci s klastičnim naslagama fliša. Sediment fliša, većih debljina, izmjenjuje se s krupnijim i sitnijim slojevima breče, pješčenjaka i lapora (Slika 3-6).



Slika 3-4. Prikaz geološke građe terena pomoću mozaika Osnovnih geoloških karata 1:100 000 listova OGK SFRJ Imotski (Raić i sur., 1977), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Omiš (Marinčić i sur., 1976) i Ploče (Marinčić i sur., 1978).



Slika 3-5. Legenda geoloških jedinica područja istraživanja obuhvaćeno listovima OGK, M 1:100 000 Ploče (Marinčić et al., 1978), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Imotski (Raić et al., 1977) i Omiš (Marinčić et al., 1976)



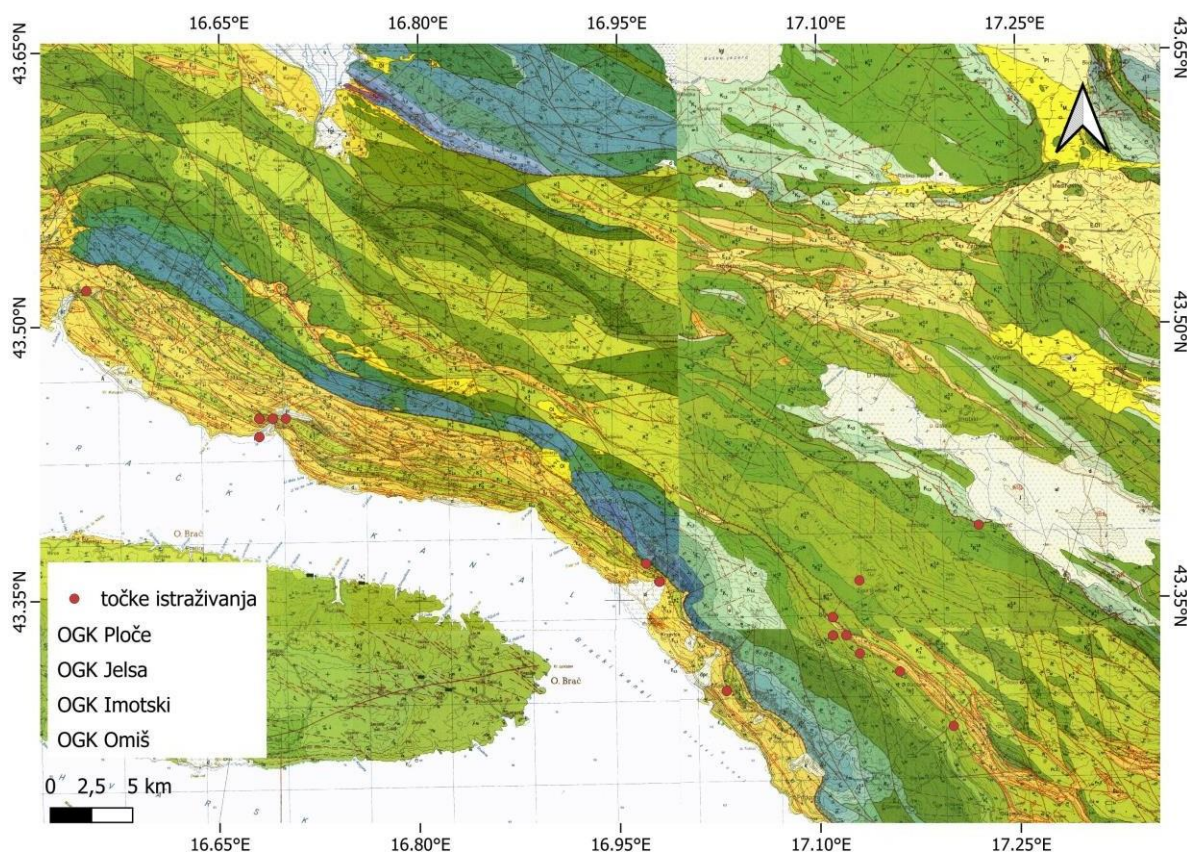
Slika 3-6. Isječci geoloških stupova sa listova OGK; lijevo OGK Omiš (Marinčić et al., 1976), desno OGK Ploče (Marinčić et al., 1978)

4. Metode istraživanja

U sklopu izrade ovog završnog rada provedena je strukturna analiza na temelju prethodno prikupljenih terenskih podataka u zaleđu Biokova tijekom 2023. godine. U provedbi strukturne analize uz terenski i kabinetski rad prethodio je i pregled dostupne literature tj. znanstvenih i stručnih radova.

4.1. Terenski rad

Podaci potrebni za izradu analize podataka prikupljeni su na terenu kamenolom Bast i neposrednom zaleđu Biokova u periodu od 26.04.-27.04. te 09.08-12.08.2023. g.. Ukupno je provedeno terensko istraživanje na 42 točke opažanja pri čemu su se uz osnovne geološke podatke, stratigrafiju i litološka obilježja, sustavno prikupljali i strukturni podaci koji se odnose na geometrijska obilježja deformacijskih struktura kao što su slojevi, pukotine, bore i rasjedi (Slika 4-1, Prilog 1).



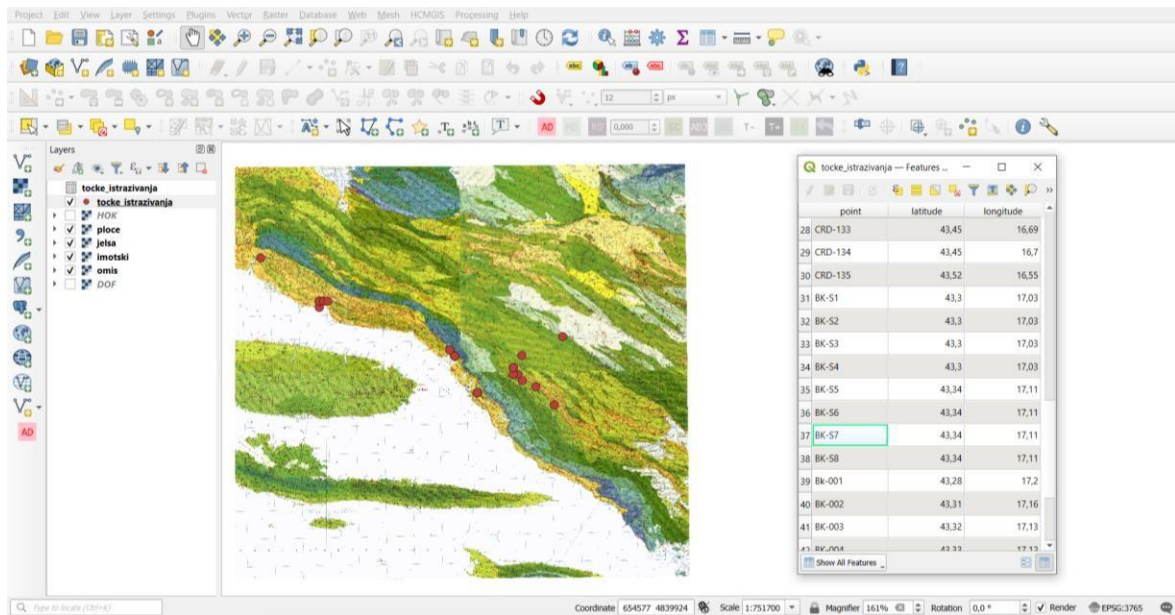
Slika 4-1 Prikaz položaja točaka mjerenja tijekom terenskog rada, modificirano u QGIS-u

4.2. Kabinetski rad

Kabinetski rad je uključivao sistematizaciju i organizaciju prikupljenih podataka pomoću *MS Excel* tablice. Zajednička tablica podataka (Prilog 1) napravljena je kako bi se dobio uvid u sve prikupljene podatke s tog područja. Napravljena je sistematizacija podataka prema izdvojenim terenskim lokacijama kao i mjerenim strukturnim elementima. Također, uključivao je i prikazivanje istraživnog područja u *QGIS* programu radi lakše interpretacije geološke građe terena. Analize strukturnih podataka folijacija, pukotina, slojevitosti i rasjeda napravljene su u programima *Stereonet* i *WinTensor* za potrebe odredbe geometrijskih karakteristika deformacijskih struktura, ali i shvaćanja polja paleonaprezanja i strukturno-geološkog razvoja područja Biokova.

4.2.1. QGIS

U svrhu vizualizacije terena izrađena je karta istraživnog područja u programu *QGIS* (Slika 4-2). Digitalni ortofoto Republike Hrvatske sa *wms servera* Državne geodetske uprave (<https://dgu.gov.hr/vijesti/mrezne-usluge-prostornihpodataka-drzavne-geodetske-uprave/5015>) unesen je kao podloga rada. Zatim su georeferencirane karte OGK SFRJ listovi Imotski (Raić i sur., 1977), Jelsa (Marinčić i Majcen, 1976), Omiš (Marinčić i sur., 1976) i Ploče (Marinčić i sur., 1978) kako bi se što lakše mogao vizualizirati geološki prikaz terena (Slika 4-2). Nadalje, izrađen je *.shp* file u koji su uneseni podatci o prikupljenim litološkim informacijama i strukturnim mjerenjima tijekom terenskog rada u obliku atributne tablice (Slika 4-3).



Slika 4-2 Prikaz programa QGIS sa uključenim layer-om georeferenciranih OGK karata i atributnom tablicom

tocke_istrazivanja — Features Total: 47, Filtered: 47, Selected: 1

| point | latitude | longitude | opis |
|-------------|----------|-----------|--|
| 1 BK2-15 | 43,36 | 16,98 | Bijeli rekrist vap vise nisam toliko siguran da nije kotsina, vecinom je bijeli mikrit ali mjestimice ima znatih pekstona sa krsjem rud i u nekim uzorcima |
| 2 BK-S2 | 43,3 | 17,03 | folijacija 110/65, 220/50 ; sp1 90/270; zona cca 200 m kanjona ispunjena siparima, vjerojatno poprecni rasjed |
| 3 BK-16 | 43,37 | 16,97 | Fv diskociklinski s malo numulita.. ps pada kao litica ps=64/66 sp1=143/61 sp2=234/36.. ima i tankolaminirani proslojak |
| 4 BK-S7 | 43,34 | 17,11 | FV s alveolnama i numulitima R--204/70, ls 55SE- normalni lijevi, reversni desni R2--80/72, ls 40S, normalni desni R3--280/70, ls 20S, lijevi |
| 5 BK-S1 | 43,3 | 17,03 | Gornjokredni bioklastični vapnenci, slojevitost nije mjerljiva. Situacija je kako je na karti deginirana, prema jugu je flis. Dvije folijacije--340/28, 248/60 |
| 6 BK-S4 | 43,3 | 17,03 | Ispod nas je flis, a tu je kreda. Vidljiva rasjedna zona u kojoj postoje sustavi strike slip rasjeda nagnutih prema SZ. |
| 7 Placem... | 43,36 | 16,98 | Isti vapnenci imaju vece pojave cisto crnog--- sp1= 143/41 ls1= 44 normalni desni kp2--- sp2=38/40 (iz ruke) ploha jako povija u svim smjerovima, uc |
| 8 CRD-130 | 43,45 | 16,68 | Ji podnozje druge ljsuke izd bijelih vap sa milio i nekim sitnim mrezicama i izd bijelog sa svj smedjim valut, kts. Ima i roznjaka na pov izd |
| 9 BK-S5 | 43,34 | 17,11 | Konglomeratno tijelo s klastima gornje krede koja ima u sebi crne fragmenta - roznjake --vjerojatno paleogenska baza Folijacija-- 132/53, 134/60 |
| 10 BK-009 | 43,39 | 17,22 | Kontakt je prekriven |
| 11 BK2-5 | 43,36 | 16,98 | Na ovoj t sp=131/63 ls subvertikaln pomak ima indikacija i za revers i za normal kp3. Sp2=214/60--- ova ploha se prema gore rascvjetava na vise pl |
| 12 BK-7 | 43,36 | 16,98 | Na ovoj tocki izrazena zagladjena ploho rp=45/30 (iz ruke) u podini su bijeli mikritni vap, rekristalizirani, u krovini za nijansu tamniji smedjkasto sivi re |
| 13 BK2-9 | 43,36 | 16,98 | Na ovoj tocki je cijela fronta u smedjem fv, vj krovina plohe sa bk2-7.. u fv je set sp1=14/25 (pada u frontu) Sp2=264/70 (strma poprecni set) sp3=22 |
| 14 BK-4 | 43,36 | 16,98 | Na ovoj tocki je zdrobljena zona sirine oko 1m i ide visoko u fronte kamenoloma, vjerojatno rasjed. U njeno podini sp1=51/66 ls1=21 od sz--- orjenta |
| 15 BK2-6 | 43,36 | 16,98 | Na ovoj tocki nekoliko sp. Sp1=297/79 Sp2=266/81 Sp3=199/56 sp4=250/62.. az f=35 |
| 16 CRD-134 | 43,45 | 16,7 | Na si kraju prve ljsuke je kts, bijeli sa klastima svj smedjeg, ne nalazimo valucasti fv. |
| 17 CRD-133 | 43,45 | 16,69 | Nakon tunela prema zadvarju na pocetku druge ljsuke gdje je penjaliste prvi dio litice je kts, vecinom dosta bijela ali ima dijelova sa klastima. Na fron |
| 41 BK-003 | 43,32 | 17,13 | |

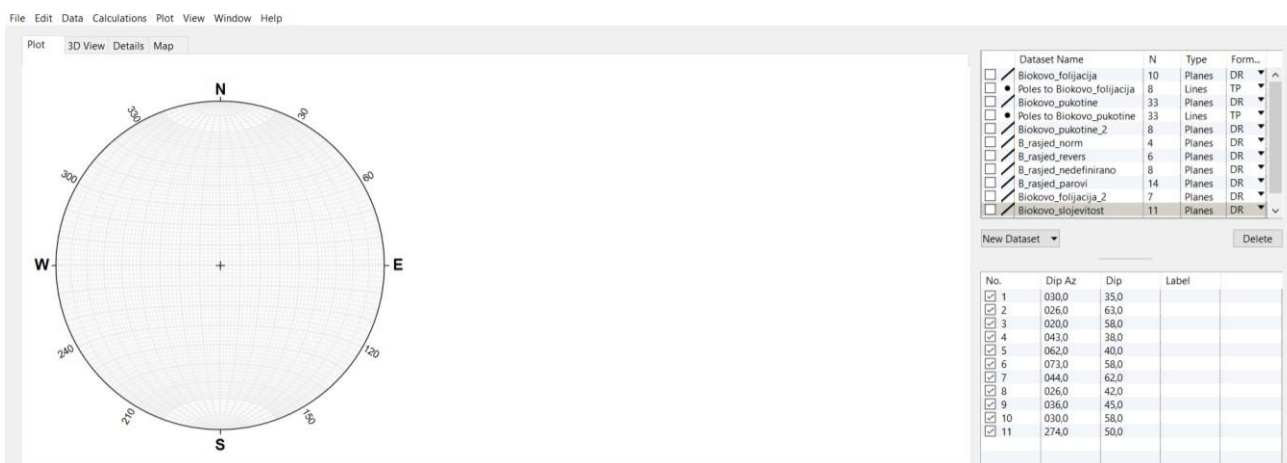
Slika 4-3 Atributna tablica točaka terenskih istraživanja sa opisom pojedinih terenskih točaka

4.2.2. Stereonet

Stereografska projekcija je jedna od najčešće korištenih grafičkih metoda u strukturnoj geologiji pomoću koje se može odrediti:

- orijentacija struktura i strukturnih elemenata,
- prikazati veliki broj orijentacija izmjerenih podataka,
- provoditi statistička obrada tih podataka,
- rekonstruirati orijentacija glavnih osi naprezanja,
- rekonstruirati prvotna orijentacija struktura.

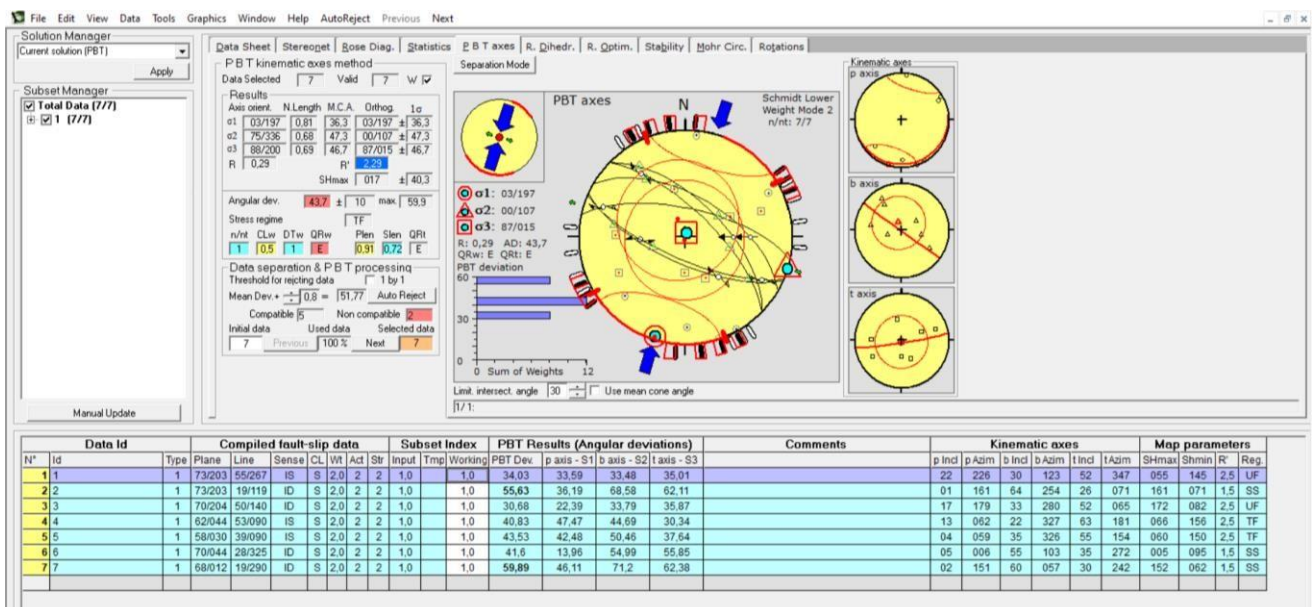
Za ovu analizu se koristila ekvatorijalna (Schmidtova) mreža koju čine projekcije meridijana i paralela, odnosno projekcije velikih i malih kružnica. Tragovi velikih kružnica završavaju na azimutima sjevera i juga i služe za projiciranje tragova ravnina. Tragovi malih kružnica završavaju na perifernoj kružnici, gdje označavaju parne azimute 0 -360°. Mreža također sadrži dva međusobno okomita pravca, jedan sa pružanjem sjever-jug i drugi pružanja istok-zapad po kojima se očitavaju kutevi nagiba. Pomoću prikaza i obrade podataka slojevitosti te pukotina zabilježenih na području zaleđa Biokova, u *Stereonet*-u (Slika 4-4) mogu se geometrijski opisati glavne deformacijske strukture koje su nastale u pripadajućim poljima naprezanja.



Slika 4-4 Prikaz korisničkog sučelja programa *Stereonet* (v. 11 by Richard W. Allmendinger © 2020).

4.2.3. WinTensor

U okviru strukturnih analiza, prikupljeni podatci o rasjedima su obrađeni u programu *WinTensor*, a koji je omogućio proračun glavnih osi napreznja i njihove značajke (Slika 4-5). Prije kinematske strukturne analize prikupljeni podaci o rasjedima organizirani su na osnovni njihovog relativnog pomaka rasjednih krila u odnosu na pružanje rasjedne plohe. Uz geometrijske značajke rasjeda (npr. smjer nagiba, pravac pružanja, kut nagiba) u strukturnoj analizi rasjeda bitne su se informacije odnosile na prikupljene podatke o karakteru pomaka duž rasjedne plohe, veličini pomaka kao i kinematskim indikatorima koji su ukazivali na vrstu pomaka te čestu polifaznost tektonske aktivnosti. Dinamička strukturna analiza obuhvatila je prikaz mjerenih rasjednih ploha pomoću stereograma kao i proračun glavnih osi napreznja (PBT osi; P – σ_1 , B- σ_2 , T – σ_3) te odredbu polja paleonapreznja pomoću sintetskih žarišnih mehanizama (Slika 4-5).



Slika 4-5 Prikaz korisničkog sučelja programa *Wintensor* (version: 5.8.8).

5. Rezultati istraživanja

5.1. Rezultati strukturne analize

Rezultati ovog istraživanja temelje se na prikupljenim podacima tijekom terenskog rada, gdje su zabilježena 73 strukturna mjerenja na ukupno 42 lokacije. U navedena mjerenja ubrajamo 10 orijentacija folijacija, 11 orijentacija slojevitosti, 33 orijentacije pukotina, 16 orijentacija rasjednih ploha te jednu orijentaciju klivaža (vidi Tablica 1 te Prilog 2). Pomoću spomenutih podataka napravljena je strukturna analiza kojom bi se objasnile orijentacije struktura u području istraživanja, orijentacija glavnih osi naprezanja te kako bi se odredilo polje paleonaprezanja u istraživanom području.

Tablica 1 Sistematizirani podaci strukturno-geoloških mjerenja tijekom terenskog rada; opisan je tip rasjeda (N-normalni, R-reversni; L-lijevi, R-desni) te kvaliteta podataka KP. Isječak iz Priloga 2.

| TERENSKA OZNAKA | SLOJEVITOST | FOLIJACIJA | PUKOTINE | KLIVAŽ | RASJEDI | LINEACIJA STRIJA | TIP | KP |
|-----------------|-------------|------------|----------------------------|--------|---------------------------|------------------|---------------|-------------|
| BK-4 | | | 51/66 | | 12/68 | 21NW | x | 2 |
| BK-7 | | | 45/30 | | 45/30 | | | 2 |
| BK-13 | | | 183/55 311/84 203/69 | 194/88 | | 46SW 84SE | R NL RD | 2 1 2 |
| BK-16 | | | 143/61 234/46 | | | | | 2 2 |
| BK2-1 | | | 226/54 45/55 119/13 | | | | | |
| BK2-2 | | | | | 203/73 203/73 65/81 | 85 20SE 87 | R RD | 1 |

5.1.1. Slojevitost i folijacija

Slojevitost je planarno strukturno svojstvo taložnih tijela ujednačenog litološkog sastava, koja su odvojena od slojeva u krovini i podini slojnom plohom (Slika 5-1). Slojevitost je najvažnije strukturno obilježje u sedimentnim stijenama te se svrstava u „primarne strukture“ koje nastaju u stijenama u najranijoj fazi njihova postanka.

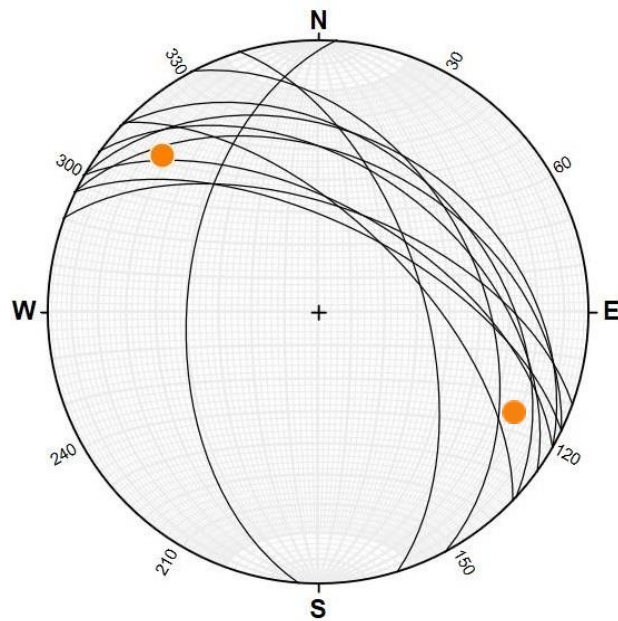


Slika 5-1 Slojevitost u tankopločastim vapnencima (slika sa terena u okolici Makarske; 43° 17' 38,06" N 17° 2' 31,26" E; preuzeto iz Kučko, 2023)

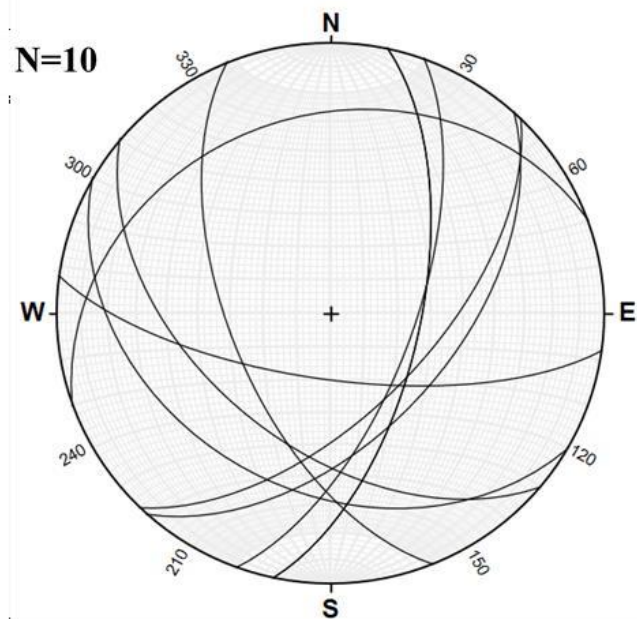
Folijacija, s druge strane, predstavlja penetrativno strukturno obilježje u stijenama koje nastaje pravilnim, ravnomjernim i paralelnim rasporedom planarnih strukturnih elemenata (npr. pukotina, ploha slojevitosti). Iz izrađenih stereograma koji prikazuju slojevitost (Slika 5-2) i folijaciju (Slika 5-3) vidljive su različite orijentacije koje ukazuju na boranost struktura u području istraživanja. Bore su deformacijske strukture koje nastaju djelomično plastičnom deformacijom planarnih strukturnih elemenata u stijenama. Plastična deformacija stijena je u direktnoj svezi s vrstom stijena koja se deformira, prisustvom fluida u stijenama te povećanim geotermalnim gradijentom. Tijekom terenskog rada izmjereno je ukupno 11 slojevitosti i 10 mjerenja folijacije. Iz stereograma je vidljivo da je prosječna proračunata os bore približne orijentacije 315/20 što govori o strukturi koja blago tone prema sjeverozapadu, odnosno 120/20 koja tone prema jugoistoku.

N=11

● -os bore



Slika 5-2 Orijentacije slojevitosti na istraživanom području prikazane tragovima ravnina



Slika 5-3 Orijentacije folijacije na istraživanom području prikazane tragovima ravnina

5.1.2. Pukotine

Pukotine su deformacijske strukture koje u stijenama nastaju kao posljedica krtog loma, čime se smanjuje kohezija stijene. Strukturna analiza pukotina u pravilu obuhvaća:

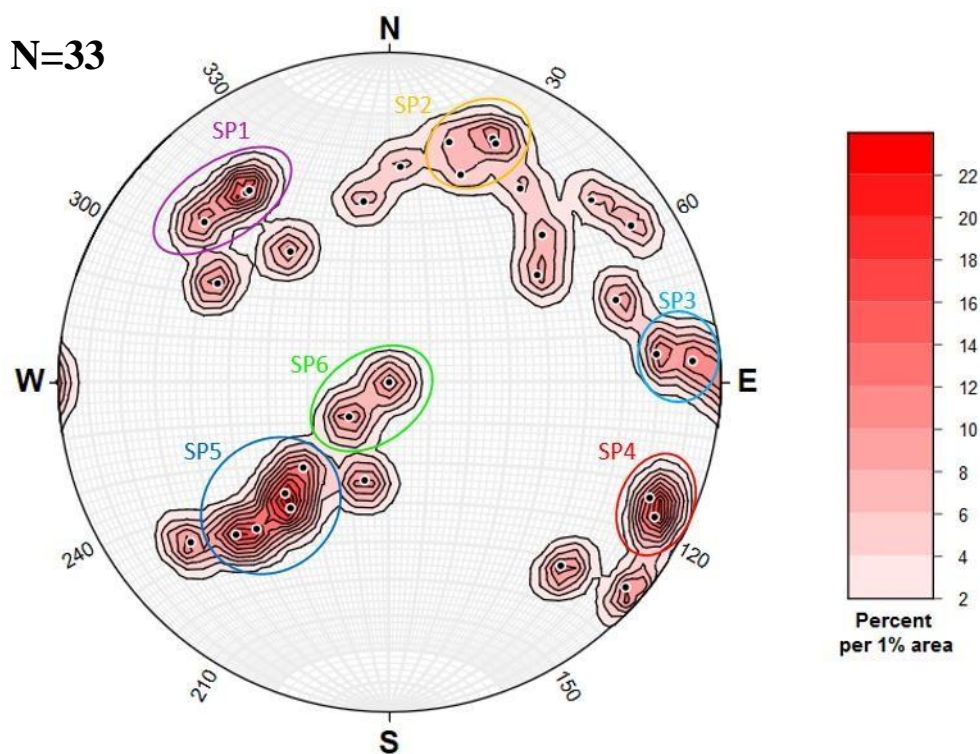
- analizu rasporeda, orijentacija i učestalosti pukotina, odnosno definiranje setova pukotina,
- analizu morfoloških značajki na stjenkama pukotina i njihovu genetsku klasifikaciju
- određivanje relativne starosti među pukotinama,
- definiranje odnosa rasporeda i orijentacije pukotina prema kogenetskim strukturama kao što su rasjedi i bore.

Iako je nastanak pukotina vezan uz prevladavajući tip polja naprezanja, morfološka i kvantitativna obilježja pukotina, npr. gustoća pukotina, ovisi o litološkom sastavu tj. mehaničkim svojstvima stijene. Dobro razvijene pukotine nalazimo u stijenama, dok su manje učestale ili izostale u nekompetentnim stijenama (Slika 5-4).



Slika 5-4 Pukotine (crvene linije) koje su paralelne rasjedima u čelu Navlake Visokog Krša (slika sa terena u blizini Baške Vode; preuzeto iz Kučko, 2023)

Konture na Schmidtovoj mreži (Slika 5-5) predstavljaju gustoću orijentacija pukotina na istraživanom području i pomoću njih se mogu odrediti prevladavajuće orijentacije setova pukotina koje su dio struktura nižeg reda.



Slika 5-5 Konturni dijagram sa označenim dominantnim setovima pukotina na istraživanom području.

Tablica 2 Izdvojeni setovi pukotina istraživanog područja

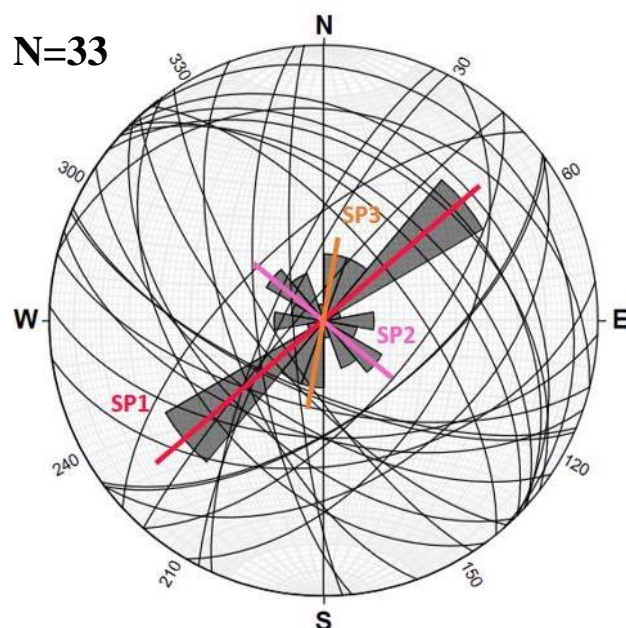
| SETOVI PUKOTINA | |
|-----------------|--------|
| 1 | 323/29 |
| 2 | 19/34 |
| 3 | 84/20 |
| 4 | 114/15 |
| 5 | 223/52 |
| 6 | 229/90 |

Središnji dijelovi konturnog dijagrama predstavljaju najgušću frekvenciju tj. najveći broj pukotina. Ukupno je izmjereno 33 pukotine, a tablica uz konturni dijagram prikazuje šest izdvojenih setova pukotina s njihovim prosječnim orijentacijama - smjerom i kutom

nagiba. Najgušće (najtamnije obojano) područje na prikazanoj mreži odgovara setovima pukotina 1, 4, 5 i 6, dok je na području setova 2 i 3 vidno manja učestalost pukotina odnosno prikazano svjetlijom bojom. Prosječne orijentacije uočenih pukotina prethodno spomenutih setova su **323/29** (set 1), **19/34** (set 2), **84/20** (set 3), **114/15** (set 4), **223/52** (set 5) i **229/90** (set 6) prikazani u Tablici 2.

Rozeta dijagramom (Slika 5-6) u istraživanom području mogu se izdvojiti tri dominantna seta pružanja pukotina:

- Set 1 (**50-230**) - u ovom setu se pukotine pružaju u smjeru sjeveroistok-jugozapad
- Set 2 (**135-315**) - pukotine se u ovom setu pružaju u smjeru sjeverozapad-jugoistok
- Set 3 (**20-200**) - u zadnjem setu se pukotine pružaju približno smjerom sjever-jug



Slika 5-6 Rozeta dijagram pukotina sa izdvojenim dominantnim setovima pružanja u istraživanom području.

Tablica 3 Izdvojeni setovi pružanja pukotina

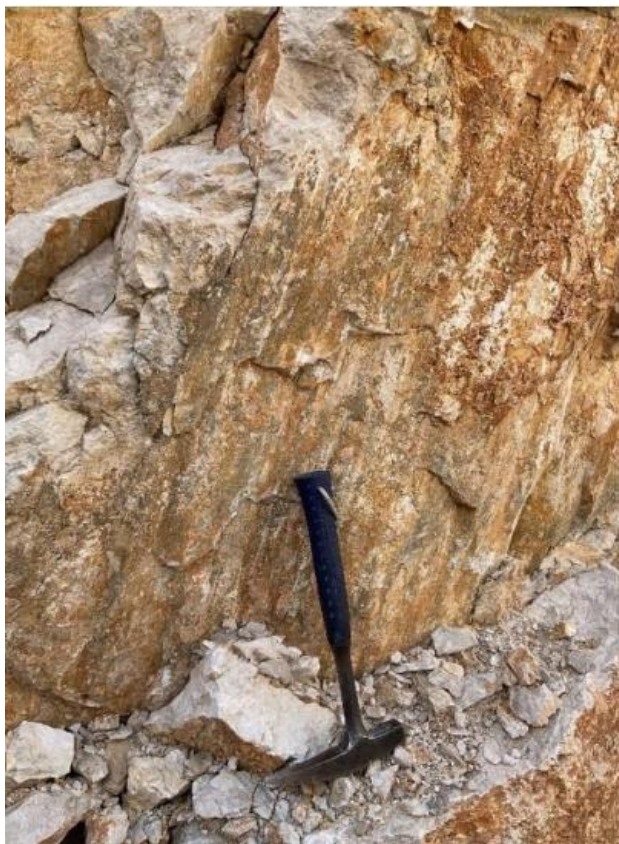
| SETOVI-PRUŽANJA | |
|-----------------|---------|
| 1 | 50-230 |
| 2 | 135-315 |
| 3 | 20-200 |

5.1.3. Rasjedi

Rasjedi su posmične pukotine duž kojih su stijene ili stijenska tijela pomaknuta s jedne u odnosu na drugu stranu pukotine u iznosu većem od nekoliko centimetara (Slika 5-7). Nastaju kao posljedica diferencijalnog naprezanja u Zemljinoj kori kad posmično naprezanje premaši posmičnu čvrstoću stijene (Tomljenović B. (2023): Predavanja iz kolegija Strukturna geologija i tektonika).

Prema relativnom pomaku rasjednih krila u odnosu na pružanje rasjedne plohe razlikuju se:

- rasjedi s pomakom po pružanju (engl. *strike-slip*),
- rasjedi s pomakom okomito na pružanje (normalni i reversni),
- rasjedi s pomakom dijagonalno na pružanje (normalni lijevi/desni i reversni lijevi/desni).



Slika 5-7 Slika reversnog desnog rasjeda (okolica Baške vode, 43° 21' 41,39" N 16° 58' 38,03" E; preuzeto iz Kučko, 2023)

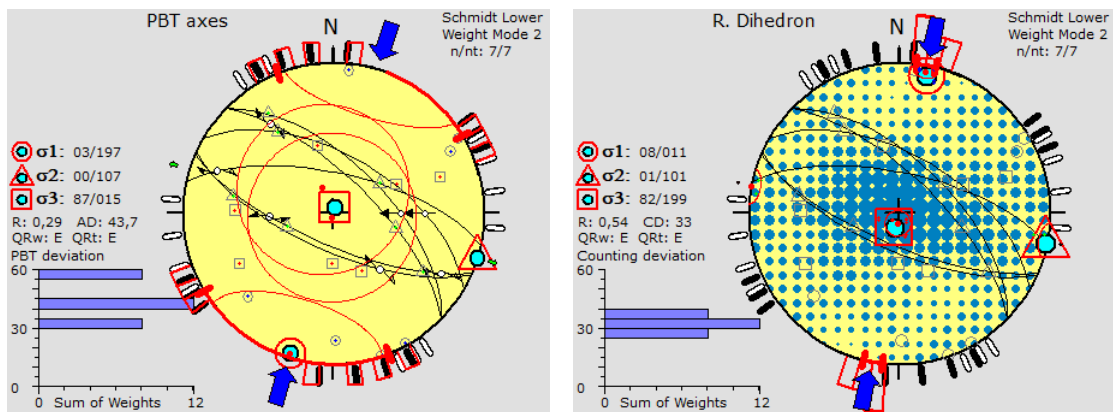
U Tablici 4 prikazani su izmjereni rasjedi, ukupno 16 mjerenih podataka te su razvrstani prema odgovarajućem karakteru i prikazani sljedećim analizama izrađenim u *WinTensor*-u.

Tablica 4. Rezultati mjerenja rasjednih ploha grupirani prema relativnom pomaku rasjednih krila u odnosu na pružanje rasjedne plohe-najsvjetlijom sivom bojom su označeni normalni, najtamnijom reversni, a svijetlo sivom strike-slip rasjedi. Naznačena je orijentacija (smjer i kut nagiba), tip rasjeda (N-normalni, R-reversni; L-lijevi, R-desni) te izmjerena lineacija strija (kut i smjer; N-sjever, S-jug, E-istok, W-zapad).

| RASJEDI | | | |
|-----------------------|------------------|-------------|------------------|
| Oznaka terenske točke | Orijentacija | Tip rasjeda | Lineacija strija |
| BK-S7 | 204/70 80/72 | NL ND | 55SE 40S |
| BK-S8 | 230/70 115/58 | N L | 90 0 |
| BK-007 | 174/58 | NL | 48S |
| BK2-2 | 203/73 203/73 | R RD | 87 20SE |
| BK2-14 | 245/42 | R | x |
| BK-S7 | 204/70 | RD | 55SE |
| BK-006 | 44/62 30/58 | R R | 90 90 |
| BK-007 | 44/70 | RD | 30N |
| BK-4 | 12/68 | x | 21NW |
| BK-004 | 290/85 320/72 | L L | x 30W |
| BK-S7 | 280/70 | L | 20S |

Reversni rasjedi

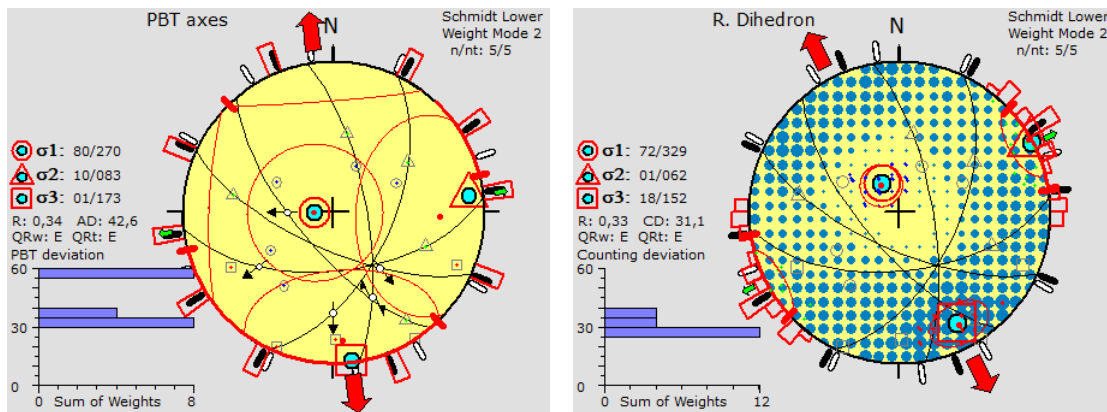
Ukupno je zabilježeno osam mjerenja ploha reversnih rasjeda generalnog pružanja SZ-JI te otklona lineacije strija većeg od 20° (Slika 5-10). Utvrđene osi naprezanja *PBT* metodom ukazuju na to da je najveća os naprezanja σ_1 orijentacije **197/3**, srednja os σ_2 orijentacije **107/0** te najmanja os naprezanja σ_3 orijentacije **15/87**. Iz podataka proračunati sintetski žarišni mehanizam *R. Dihedron* metodom ukazuje na kompresijske strukture koje generalno imaju pružanja SZ-JI, gdje je najveća os naprezanja približno okomita na strukture, odnosno orijentacije je SI-JZ. Grupa reversnih rasjeda odgovara setu pukotina SP2 (Tablica 2).



Slika 5-8 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprezanja reversnih rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi *PBT* metodom, dok desna slika prikazuje proračun *R. Dihedron* metodom.

Normalni rasjedi

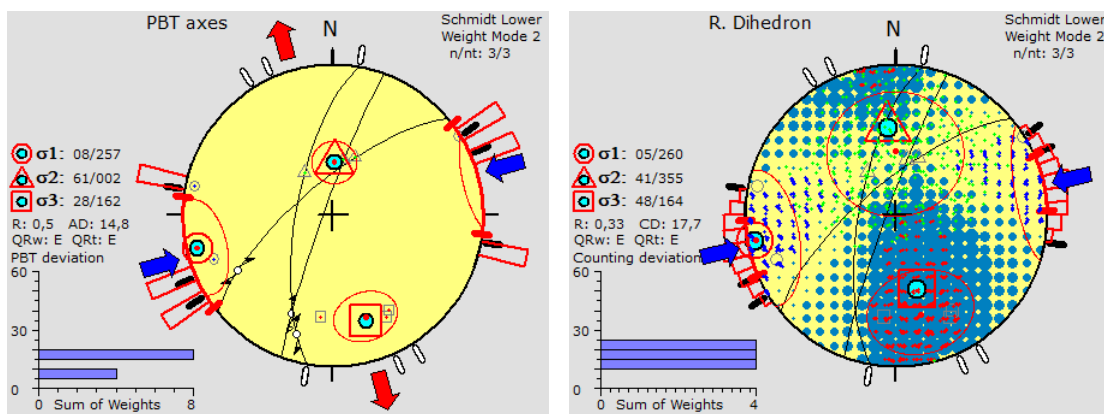
Unutar grupe normalnih rasjeda ubrajamo pet izmjerenih rasjednih ploha sa generalnim pravcem pružanja SZ-JI, a kojima je izmjerena lineacija strija kuteva većih od 40° (Slika 5-9). *PBT* metodom je utvrđeno da je najveća os naprezanja σ_1 orijentacije **270/80**, srednja os σ_2 orijentacije **83/10**, a najmanja os naprezanja σ_3 **173/1**. Pomoću *R. Dihedron* metode, dobiveni sintetskim žarišni mehanizam ovih rasjeda ukazuje na ekstenzijsko polje naprezanja po pravcu SSZ-JJI.



Slika 5-9 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprezanja normalnih rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi *PBT* metodom, dok desna slika prikazuje proračun *R. Dihedron* metodom.

Strike-slip rasjedi

Tijekom terenskog rada izmjerene su tri rasjedne plohe lijevog pomaka po pružanju sa otklonom lineacije strija pretežito 30° (Slika 5-8). Ovi rasjedi generalnog su pružanja SI-JZ te odgovaraju pružanju seta pukotina **SP1** i **SP3**. U ovom slučaju, *PBT* metodom su određene glavne osi naprezanja pri čemu je najveća os σ_1 naprezanja orijentacije **257/8**, srednja os σ_2 orijentacije **2/61** i najmanja os naprezanja σ_3 orijentacije **162/28**. Obradom podataka *R. Dihedron* metodom dobiven je sintetski žarišni mehanizam koji ukazuje na lokalno transtenzijsko/transpresijsko polje naprezanja čija je najveća os naprezanja pružanja ISI – ZJZ .



Slika 5-10 Prikaz proračunatih vektora glavnih osi naprezanja lijevih strike-slip rasjeda. Lijeva slika prikazuje stereogram s proračunom glavnih osi *PBT* metodom, dok desna slika prikazuje proračun *R. Dihedron* metodom.

Dihedron metodom.

6. Rasprava i zaključak

Na temelju prikupljenih terenskih podataka provedena je strukturna analiza istih na istraživanom području zaleđa Biokova. Orijehtacije slojevitosti i folijacije koje su izmjerene na terenu te analizirane pomoću stereograma ukazuju na pružanje struktura dinaridskog karaktera tj. pravca pružanja SZ-JI, uz prosječni kuta nagiba od 50°. Bore su definirane presječnicama tragova ravnina slojevitosti i folijacije, vidljivo je da se one pružaju istim pravcem te da su nastale u kompresijskom polju naprežanja s orijentacijom glavne osi smjera SI-JZ. Njihove su osi nagnute prema SZ odnosno JI, što ukazuje na naprežanje čija je glavna os naprežanja orijentacije SI-JZ. Takva su naprežanja, pravcem SI-JZ, nastala tijekom Laramijske tektonske faze (krajem krede i paleogena), ali i prilikom konačnog izdizanja Dinarida tijekom Pirenejske tektonske faze (sredinom paleogena) (Marinčić et al, 1977).

Strukturnom analizom pukotina mogu se odrediti prevladavajuće orijentacije setova pukotina koje su dio struktura nižeg reda te su ovdje izdvojena tri dominantna seta pružanja: SP1 pružanja **SI-JZ**, SP2 pružanja **SZ-JI**, te SP3 približnog pružanja **S-J**. Pružanja setova pukotina mogu se usporediti sa pružanjima rasjednih ploha gdje se setovi SP1 i SP3 pružaju paralelno strike–slip rasjedima dok set SP2 ima paralelno pružanje skupini reversnih rasjeda.

Pomoću kinematske analize rasjednih ploha određena su polja paleonaprežanja rasjeda čiji su podatci organizirani u tri skupine. Analizirani reversni rasjedi generalnog su pružanja SZ-JI koje ukazuje na nastanak kompresijskih struktura koje generalno imaju pružanja SZ-JI te je najveća os naprežanja približno okomita na te strukture, odnosno orijentacije je SI-JZ. Normalni rasjedi sa generalnim smjerom pružanja SZ-JI ukazuju na ekstenzijsko polje naprežanja po pravcu SSZ-JJI. *Strike-slip* rasjedi generalnog su pružanja SI-JZ, a ukazuju na lokalno transtenzijsko/transpresijsko polje naprežanja čija je najveća os naprežanja pružanja ISI – ZJZ .

Opisani rezultati i deformacijske strukture u skladu su s regionalnim strukturnim sklopom koji prevladava u istraživanom području. Kao i bore, reversni rasjedi nastali su tijekom kredno-paleogenske kompresijske faze koja dovodi do konačnog izdizanja Dinarida kao planinskog lanca, odnosno nastaju strukture dinaridskog pravca pružanja SZ-JI (Vlahović et al., 2005; Schmid et al., 2008). Pretpostavlja se da je do promjene smjera u polju naprežanja došlo krajem miocena, kada je dominirala ekstenzija i transtenzija (Schmid et

al., 2008; van Unen et al., 2019), te se za normalne rasjede može reći da su vjerojatno tada i nastali. Krajem miocena dolazi do završne promjene u polju naprezanja, koja traje i danas, pri čemu uz ponovnu uspostavu kompresijskog naprezanja (S-J) prevladava kontrakcija i transpresija, odnosno navlačenje i boranje (Schmid et al., 2008; van Unen et al., 2019). *Strike-slip* rasjedi, odnosno transtenzijske/transpresijske strukture nastale su tijekom pliocena i kvartara prilikom naknadno rotiranih i/ili reaktiviranih postojećih struktura što dovodi do ustrmljavanja regionalnih reversnih rasjednih ploha koje su reaktivirane kao desni rasjedi.

7. Literatura

HERAK, M., ORLIĆ, M., KUNOVEC-VARGA, M. (2001): Did the Makarska earthquake of 1962 generate a tsunami in the central Adriatic archipelago? *Journal of Geodynamics*, 31, 71-86.

KUČKO B. (2023): Strukturna istraživanja na području Biokova, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet (Geološki odsjek), Seminar III, 51 str.

MAGAŠ, N., MARINČIĆ, S. & BENČEK, Đ. (1979): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Ploče L33–35. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1972); Savezni geološki institut, Beograd, 48 str.

MARINČIĆ, S. & MAJCEN, Ž. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Jelsa L33–34. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1967–1968); Savezni geološki institut, Beograd (1975).

MARINČIĆ, S., KOROLIJA, B. & MAJCEN, Ž. (1976): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Omiš L33–22. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1968–1969); Savezni geološki institut, Beograd.

MARINČIĆ, S., KOROLIJA, B., MAMUŽIĆ, P., MAGAŠ, N., MAJCEN, Ž., BRKIĆ, M. & BENČEK, Đ. (1977): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Omiš L33–22. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb (1969); Savezni geološki institut, Beograd, 45 str.

MARINČIĆ, S., MAGAŠ, N. & BENČEK, Đ. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Ploče L33–35. – Institut za geološka istraživanja, Zagreb, (1967–1971); Savezni geološki institut, Beograd (1977).

RAIĆ V. & PAPEŠ J. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, Tumač za list Imotski L33–23. – Institut za geološka istraživanja, Sarajevo, (1968); Savezni geološki institut, Beograd, 45 str.

RAIĆ V., AHAC A. & PAPEŠ J. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100.000, List Imotski L33–23. – Institut za geološka istraživanja, Sarajevo, (1968); Savezni geološki institut, Beograd.

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 Journal of Geosciences*, doi: 10.1007/s00015-008-1247-3, 48 str.

SCHMID S. M., FÜGENSCHUH B., KOUNOV A., MATENCO L., NIEVERGELT P., OBERHANSLI R., PLEUGER J., SCHEFER S., SCHUSTER R., TOMLJENOVÍČ B., USTASZEWSKI K., VAN HINSBERGEN D. J.J. (2019): Tectonic units of the alpine collision zone between Eastern Alps and western Turkey, *Gondwana Research* 78, <https://doi.org/10.1016/j.gr.2019.07.005>, 198 str.

TOMLJENOVÍČ B. (2023): Predavanja iz kolegija Strukturna geologija i tektonika (dostupno putem portala sustava Merlin, Sveučilište u Zagrebu).

USTASZEWSKI K., SCHMID M. S., FUGENSCHUH B., TISCHLER M., KISSLING E. & SPAKMAN W. (2008): A map-view restoration of the Alpine-Carpathian-Dinaridic system for the Early Miocene, *Swiss Journal of Geosciences*. 101, supplement 1, s273–s294, doi: 10.1007/s00015-008-1288-7.

USTASZEWSKI K., KOUNOV A., SCHMID S. M., SCHALTEGGER U., KRENN E., FRANK W., BERNHARD FÜGENSCHUH B. (2010): Evolution of the Adria-Europe plate boundary in the northern Dinarides: From continent-continent collision to back-arc extension, *Tectonics*, vol. 29, TC6017, 34 str., doi:10.1029/2010TC002668, 2010.

VAN UNEN, M., MANTECO, L., NADER, F. H., DARNAULT, R., MANDIC, O., & DEMIR, V. (2019): Kinematics of Foreland-Vergent Crustal Accretion: Inferences from the Dinarides evolution. *Tectonics*, American Geophysical Union (AGU), 2019, 38 (1), 48-76.

VLAHOVIĆ, I., TIŠLJAR, J., VELIĆ, I., MATIČEC, D., (2005): Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Paleogeography, main events and depositional dynamics. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 220, 333-360.

Web izvori:

LINK 1: <https://pp-biokovo.hr/hr> (15.06.2024.)

Prilog 1.

Prikaz terenskih podataka izmjerenih na području kamenoloma Bast i neposrednog zaleđa Biokova sa odgovarajućim terenskim oznakama, datumima mjerenja, geografskom širinom i dužinom te opisom stijenske jedinice.

| TERENSKA OZNAKA | DATUM MJERENJA | GEOGRAFSKA ŠIRINA | GEOGRAFSKA DUŽINA | OPIS |
|-----------------|-------------------------------|-------------------|-------------------|--|
| BK-4 | 2023-04-26 T12:45:06+02:00 | 43.36 | 16.98 | Na ovoj tocki je zdrobljena zona sirine oko 1m i ide visoko u fronte kamenoloma, vjerojatno rasjed. U njeno podini sp1=51/66 ls1=21 od sz--- orjentacija rp=12/68. Azimut f2=0---. U podini plohe je izrazen klivaaz od 10 do 50 cm debljine u zoni od oko 5 do 10 m i zaustavlja se na setu pukotina slican kao sp4 sa zt. |
| BK-7 | 2023-04-26 T13:59:01+02:00 | 43.36 | 16.98 | Na ovoj tocki izrazena zagladjena ploho rp=45/30 (iz ruke) u podini su bijeli mikritni vap, rekristalizirani, u krovini za nijansu tamniji smedjkasto sivi rekrist mikriti. Nije fv i nije kotisina. Az f=96 |
| Bk-13 | 2023-04-26 T16:24:43+02:00 | 43.36 | 16.98 | Tocka na visljoj etazi--- ovdje imamo manji izdanak flisa kojemu je izrazen subvert klivaz ok=194/88.. na njemu je vjerojatno u rasjednom kont numulitni fv. Cini se kao da se kontakt fv i fl pruza dalje na zapad i ide pod liticu s kotisinom prije 2 tocke formirajuci zonu za klizanje ljuske. Mjerimo plohe u fv sp1=183/55 nema strija ali po stepenicama izgleda kao revers. Sp2=311/84 ls=46 od jz kp1 normalni ljevi---. Malo dalje prema iducoj t sp3=203/69 ls=84 od ji reversni desni kp2 |
| BK-16 | 2023-04-26 T18:38:26+02:00 | 43.37 | 16.97 | Fv diskociklinski s malo numulita.. ps pada kao litica ps=64/66 sp1=143/61 sp2=234/36.. ima i tankolaminirani proslojak |

| | | | | |
|-------|-------------------------------|-------|-------|--|
| | | | | |
| BK2-1 | 2023-04-26 T11:28:03+02:00 | 43.36 | 16.98 | Sivkasto bijeli kredni vapnenci, mikritni, sa crnim tockicama za koje ne znamo jesu li dijagenetske promjene ili klastici velicine do 3mm, rekristalizirani--- sp1=226/54 sp2=45/55 sp3=119/12--- azimut f2=280 |
| BK2-2 | 2023-04-26 T11:55:34+02:00 | 43.36 | 16.98 | Rasjedna ploha u kred vap kao na zt--- rp1=203/73 Ls1=subvertikalni pomak reversni kp1 (kp1 jako dobar podatak kp3 ne toliko pouzdan)--- ls1.2= 20 od nj reversni desni kp1--- nekih 5 m iznad rp1 je jos jedna izrazena ploha iste orijentacije--- rp1 je na svojoj istocnoj strani prekinut sa gotovo vertikalnom smrvljenom zonom uz koju ima i speleotema orijentacija te zone je rp2= 65/81 (iz ruke)--- na mjestima u ovim vap ima ogranicenog pojavljivanja breciranja, bijeli klasti u sivom mtX, i klast crvenog vap. |
| BK2-5 | 2023-04-26 T13:05:52+02:00 | 43.36 | 16.98 | Na ovoj t sp=131/63 ls subvertikalni pomak ima indikacija i za revers i za normal kp3. Sp2=214/60--- ova ploha se prema gore rascvjetava na vise ploha f2 |
| BK2-6 | 2023-04-26 T13:16:14+02:00 | 43.36 | 16.98 | Na ovoj tocki nekoliko sp. Sp1=297/79 Sp2=266/81 Sp3=199/56 sp4=250/62.. az f=35 |
| BK2-8 | 2023-04-26 T14:15:36+02:00 | 43.36 | 16.98 | Ovdje malo vislje na fronti je smedji fv sa sitnim num u prosjeku velicine 2mm. Mislim da je i u krovini polohe sa zt smedji fv jer je ovo odmah bocno, samo tamo je uz rasjed rekrist i neprepoznatljivo.. u siparu uz frontu dosta je lapora iz flisa |
| Bk2-9 | 2023-04-26 T14:28:02+02:00 | 43.36 | 16.98 | Na ovoj tocki je cijela fronta u smedjem fv, vj krovina plohe sa bk2-7.. u fv je set sp1=14/25 (pada u frontu) Sp2=264/70 (strma poprecni set) sp3=228/71 ls1=subvert reversni kp2 (f1 gore na fronti pada od fronte) ploha mjerena 19ak m bocno gdje je otvorena uz pod. Az |

| | | | | |
|--------|-------------------------------|-------|-------|---|
| | | | | f1=130 |
| BK2-10 | 2023-04-26 T14:51:22+02:00 | 43.36 | 16.98 | Ps u fv ps=41/21.. ps ustanovljen na raslojavanju, orijentaciji vecih foramin u sloju i na sadržaju fosila i ostalih taloznih tekst duz sloja |
| BK2-11 | 2023-04-26 T15:11:20+02:00 | 43.36 | 16.98 | Ovdje malo van kamenoloma, prvi izdanci iznad zone sipara i drveca (vj flis) je bijela kreda. Secerasta i rekristalizirana, nema fosila i ne izgleda kao kotisina, a niti kao kreda koju smo imali na prvim tockama kamenoloma prvenstveno jer nema crnih tockica i internog breciranja sa sivim mtx |
| BK2-12 | 2023-04-26 T15:37:41+02:00 | 43.36 | 16.98 | Ovdje je izdanak kotisine. Vj je kotisina i na zt ali je nismo prepoznali. U ovom vap ima valutica starijih vap, zrnata je ima sitnog krsja rud i cini mi se orbitoida sli nisam sig staklasti 2mm kao riza |
| BK2-14 | 2023-04-26 T17:03:48+02:00 | 43.36 | 16.98 | Ovdje je neravana kotakt fv i krednog vapnenca sa dosta crnih klastica od kojih su neki velicine do 3-4 cm, ima i krsja rudista, matriks tog vapnenca je rekristalizirani svijetlo bijeli ili sivi mikrit. Kreda je na jugozapadu. Par m od kontakta u krednom vap je lamina koja odredjuje ps=26/46.. pratimo tu laminu gore po fronti i ona je isprekidana setovima reversnih rasjeda koji ju pomicu, orijentaciha tih rasjedica je rp= 245/42.. vapnenci u krovini te lamine bogatiji su crnim klastima i generalno su za nijansu tamniji od podinskih. Mjestimice podjecaju na kotisinu ali su previse mikritni. .. dodatak Kontakt fv u krovini i kred u podini je 345/34, ploha je zagladjena. I prema visljem djelu fronte ustrmljava Krsje plitkovodnih rudista |

| | | | | |
|----------------|-------------------------------|-------|-------|--|
| BK2-15 | 2023-04-26 T17:42:30+02:00 | 43.36 | 16.98 | Bijeli rekrist vap vise nisam toliko siguran da nije kotisina, vecinom je bijeli mikrit ali mjestimice ima zrnatih pekstona sa krsjem rud i u nekim uzorcima mali do 2mm smeđji staklasti izduzeni rombici koji podjecaju na orbitoide, sp1=144/61.. sp2=194/64 |
| BK2-17 | 2023-04-26 T19:26:33+02:00 | 43.37 | 16.97 | U podnozju litice, od zt je prekriveno siparom u kojem smo nali klast sa jezincem i komade pjescenjaka iz flisa. Ovdje je bijeli vapnenac, ali putem je bilo glondji tipicne svijetle kotisine sa raznim krednim klastima. na Sp1 (fronta litice)=143-323 sp2=294/75 |
| Placemark 3 | 2023-04-26 T12:27:16+02:00 | 43.36 | 16.98 | Isti vapnenci imaju vece pojave cisto crnog--- sp1= 143/41 ls1= 44 normalni desni kp2--- sp2=38/40 (iz ruke) ploha jako povija u svim smjerovima, udubljena je i zagladjena-- - sp3=204/68--- sp4 (slicna kao sp2) =42/50 zagladjena sa nedovoljno jasnim strijama |
| CRD-123 | 2023-04-27 T12:12:01+02:00 | 43.44 | 16.68 | Prvi izdanci nakon flisa.. bijeli kredni vapnenac, neki uzorci su potpuno bijeli rekristalizirani, jedan uzorak je bijeli vecinom ali ima par drugacijih klasta, klast svjetlozutog mikrita i crvenkasti mikrit. Foto |
| CRD-124 | 2023-04-27 T12:29:02+02:00 | 43.44 | 16.68 | U podnozju litice ne skroz u dnu nego nekih 30m od nje, sekundarci ocite kotisine, breckonglomerat sa zuckastim mikritnim klastima u bijelom zrnatim rekrist mtX |
| CRD-125 | 2023-04-27 T12:39:05+02:00 | 43.45 | 16.68 | Putem uz podnozje penjalista vecinom bijeli vap, uzorci koje nalazimo imaju bar nesto valutica unutar bijelog mtX, ovo su odlike kotisine ovdje isto bijeli sa svj smeđjom val |
| CRD-126 | 2023-04-27 T12:51:00+02:00 | 43.45 | 16.68 | S druge strane litice na planinarskom putu. Izd bijelog zrnatog vap sa roznjacima na površini, jos jedna odlika kts. |

| | | | | |
|---------|-------------------------------|-------|-------|---|
| CRD-127 | 2023-04-27 T13:05:41+02:00 | 43.45 | 16.68 | U podnozju druge ljuste ispod litice, bijeli vap sa valuticama, nema foraminifera! Po ogk bi tu ili po sredini jarka trebao biti valuticasti fv. Mislim da je ovo isto kts, forpito uzoraka.. sp=317/65 ls=25 od si reversni ljevi kp2 |
| CRD-128 | 2023-04-27 T13:29:26+02:00 | 43.45 | 16.68 | Po sredini jarka ima nekih glondi, vecinom bijeli vap kts, jedan komad sam nasao valuticasti fv, sekundarac |
| CRD-129 | 2023-04-27 T13:55:20+02:00 | 43.45 | 16.68 | U si podnozju prve ljuste, ostra ploha sa lokalnim breciranjem koja je kontakt kts na jz i valuticastog fv na si. Ploha subvertikalna. Fv ima malo fv, udio mtz je po procjeni 70 posto, klasti pretežno max do 4mm. Fv su alveo i milio, sto znaci da je dosta nizak fv. Uz plohu mislim da je definitivno bilo pomaka ali mozda je predistponirana oslabljenim kontaktom na trans granici. Gore iznad u ovoj litice izgledalo je da ps pada strmo oko 70 prema si niz liticu, ovdje je mozda u vertikali. Jos jedan argument da je tg je to da malo dalje nize prema cesti imam siguran izd kts na mjestu gdje bi po pruzanju te plohe trebao biti fv, znaci da granica mozda je neravna, paleoreljef. Ploha orijent sp=237/76 ploha blago povija i gore i bocno, generalno suvert. Na njoj uz breciranje ima i crvenih obojenja (mozda bx tragovi) |
| CRD-130 | 2023-04-27 T14:14:32+02:00 | 43.45 | 16.68 | Ji podnozje druge ljuste izd bijelih vap sa milio i nekim sitnim mrezicama i izd bijelog sa svj smedjim valut, kts. Ima i roznjaka na pov izd |
| CRD-131 | 2023-04-27 T14:35:43+02:00 | 43.45 | 16.68 | Pozt sipar sa pretežno bijelom kts. Ovdje dio izd zrnat uniforman pvekston pek, svj zuto smedji. Nije tipicna kts ali ispod njega u blizini kts. Uzorak |
| CRD-132 | 2023-04-27 T14:45:04+02:00 | 43.45 | 16.69 | Veliki blok odlomljen ispod litice reprezentativnog kts brecokong |

| | | | | |
|---------|-------------------------------|-------|-------|---|
| CRD-133 | 2023-04-27 T15:56:11+02:00 | 43.45 | 16.69 | Nakon tunela prema zadvarju na pocetku druge ljsuke gdje je penjaliste prvi dio litice je kts, vecinom dosta bijela ali ima dijelova sa klastima. Na fronti penjalista ima velikih roznjaka |
| CRD-134 | 2023-04-27 T16:03:17+02:00 | 43.45 | 16.70 | Na si kraju prve ljsuke je kts, bijeli sa klastima svj smedjeg, ne nalazimo valucicasti fv. |
| CRD-135 | 2023-04-27 T16:49:57+02:00 | 43.52 | 16.55 | U usjeku ceste izd fv sa valuticama. Prema jz pocinju kts bijeli sa klastima. Uzorak fv sa val |
| BK-S1 | 2023-08-09 T15:33:28+02:00 | 43.30 | 17.03 | Gornjokredni bioklasticni vapnenci, slojevitost nije mjerljiva. Situacija je kako je na karti deginirana, prema jugu je flis. Dvije folijacije--340/28, 248/60 (vjerojatnije S0), 76/30 |
| BK-S2 | 2023-08-09 T15:48:00+02:00 | 43.30 | 17.03 | folijacija 110/65, 220/50 ; sp1 90/270; zona cca 200 m kanjona ispunjena siparima, vjerojatno poprecni rasjed |
| BK-S3 | 2023-08-09 T15:58:35+02:00 | 43.30 | 17.03 | Slojevitost nije mjerljiva kao ni ostali indikatori.. |
| BK-S4 | 2023-08-09 T16:07:34+02:00 | 43.30 | 17.03 | Ispod nas je flis, a tu je kreda. Vidljiva rasjedna zona u kojoj postoje sustavi strike slip rasjeda nagnutih prema SZ. |
| BK-S5 | 2023-08-09 T17:18:42+02:00 | 43.34 | 17.11 | Konglomeratno tijelo s klastima gornje krede koja ima u sebi crne fragmenta - roznjake --vjerojatno paleogenska baza Folijacija--132/53, 134/60 |
| BK-S6 | 2023-08-09 T17:27:13+02:00 | 43.34 | 17.11 | Preko puta konglomeratnog tijela, imamo kredu u pravom smislu rijeci, svijetlosmede, mikritne bojeS0--30/55, 26/63 Folijacija-210/35 Sp1-120/50, 172/46 |
| BK-S7 | 2023-08-09 T17:38:53+02:00 | 43.34 | 17.11 | FV s alveolinama i numulitima R--204/70, Is 55SE-normalni lijevi, reversni desni R2--80/72, Is 40S, normalni desni R3--280/70, Is 20S, lijevi |
| BK-S8 | 2023-08-09 T18:06:46+02:00 | 43.34 | 17.10 | Rasjedna ploha dekametarskih dimenzija u Fv-- 115/58, Is je 0 lijevi pomak.., 240/60, pomak x Folijacija (moguće slojevitost)-102/63 ukljestena leca ili prijelaznih naslaga |

| | | | | |
|--------|-------------------------------|-------|-------|--|
| | | | | povrh fv (kao mala sinklinala), ostri kontakt Rp u fv-188/70, ls nije mjerljiv, pomak x Rp-230/70, ls 90, normalni |
| Bk-001 | 2023-08-12 T09:55:51+02:00 | 43.28 | 17.20 | Pretpostavljeni vertikalni rasjed koji se u terenu ne nadzire. vjerojatno fotogeoloski definiran. pogled prema sv. mihovilu. |
| BK-002 | 2023-08-12 T10:08:33+02:00 | 43.31 | 17.16 | Navlacni kontakt.. |
| BK-003 | 2023-08-12 T10:18:27+02:00 | 43.32 | 17.13 | Navlacni kontakt. s mogućom ljuskicom unutar sebe. |
| BK-004 | 2023-08-12 T11:07:41+02:00 | 43.33 | 17.12 | S0-20/58, fv R/S0-43/38, i dalje fv S0-62/40 R-320/72, ls 30W, lijevi R-290/85, najvjerojatnije strike slip jer dovodi kredni blok u kontaklu s fv, lijevi karakter pomaka |
| BK-005 | 2023-08-12 T11:35:58+02:00 | 43.33 | 17.11 | S0-73/58, rudistni vapnenci |
| BK-006 | 2023-08-12 T11:41:23+02:00 | 43.33 | 17.11 | S0/R-44/62, ls 90, reversni pomak S0-26/42, 36/45 R/S0-30/58, ls 90, reversni pomak |
| BK-007 | 2023-08-12 T11:59:28+02:00 | 43.34 | 17.11 | Reversni rasjed iznad tunela. Rasjed je unutar FV-a. R-44/70, ls 30N, RD Dekametarska rasjedna ploha 200 m od tunela orijentacije 174/58, ls 48S, NL (kreda) S0 u kredi - 274/50 |
| BK-008 | 2023-08-12 T12:32:45+02:00 | 43.36 | 17.13 | Niski izdanci, slojevitost nije mjerljiva. |
| BK-009 | 2023-08-12 T13:25:43+02:00 | 43.39 | 17.22 | Kontakt je prekriven |

Prilog 2

Tablica 1. Rezultati mjerenja rasjednih ploha grupirani prema relativnom pomaku rasjednih krila u odnosu na pružanje rasjedne plohe. Naznačena je orijentacija (smjer i kut nagiba), tip rasjeda (N-normalni, R-reversni; L-lijevi, R-desni) te izmjerena lineacija strija (kut i smjer; N-sjever, S-jug, E-istok, W-zapad); redovi tablice označeni narančastom bojom označavaju terenske točke na kojima nisu izmjereni strukturalni podatci.

| TERENSKA OZNAKA | SLOJEVITOST | FOLIJACIJA | PUKOTINE | KLIVAŽ | RASJEDI | LS | TIP | KP |
|-----------------|-------------|------------|----------------------------|--------|---------------------------|------------------|---------------|-------------|
| BK-4 | | | 51/66 | | 12/68 | 21NW | x | 2 |
| BK-7 | | | 45/30 | | 45/30 | | | 2 |
| BK-13 | | | 183/55 311/84 203/69 | 194/88 | | 46SW 84SE | R NL RD | 2 1 2 |
| BK-16 | | | 143/61 234/46 | | | | | 2 2 |
| BK2-1 | | | 226/54 45/55 119/13 | | | | | |
| BK2-2 | | | | | 203/73 203/73 65/81 | 85 20SE 87 | R RD | 1 |
| BK2-5 | | | 131/63 214/60 | | | | R ILI N? | 3 |

| | | | | | | | | |
|-------------|--|--|--------------------------------------|--|--------|------|----|---|
| BK2-6 | | | 297/79 266/81 199/56 250/62 | | | | | |
| BK2-8 | | | | | | | | |
| BK2-9 | | | 14/25 264/70 228/71 | | | | R | 2 |
| BK2-10 | | | | | | | | |
| BK2-11 | | | | | | | | |
| BK2-12 | | | | | | | | |
| BK2-14 | | | | | 245/42 | | R | |
| BK2-15 | | | 144/61 194/64 | | | | | |
| BK2-17 | | | 143-323 294/75 | | | | | |
| PLACEMARK 3 | | | 143/41 38/40 204/68 42/50 | | | 44? | ND | 2 |
| CRD-123 | | | | | | | | |
| CRD-124 | | | | | | | | |
| CRD-125 | | | | | | | | |
| CRD-126 | | | | | | | | |
| CRD-127 | | | 317/65 | | | 25NE | RL | 2 |
| CRD-128 | | | | | | | | |
| CRD-129 | | | 237/76 | | | | | |
| CRD-130 | | | | | | | | |
| CRD-131 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|---------|-------------------------|----------------------------|------------------|--|-------------------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| CRD-132 | | | | | | | | |
| CRD-133 | | | | | | | | |
| CRD-134 | | | | | | | | |
| CRD-135 | | | | | | | | |
| BK-S1 | | 340/28 248/60 | | | | | | |
| BK-S2 | | 110/65 220/50 | 90/270 | | | | | |
| BK-S3 | | | | | | | | |
| BK-S4 | | | | | | | | |
| BK-S5 | | 132/53 134/60 | | | | | | |
| BK-S6 | 30/35 26/63 | 210/35 | 120/50 172/46 | | | | | |
| BK-S7 | | | | | 204/70 204/70 80/72 280/70 | 55SE 55SE 40S 20S | RD NL ND L | |
| BK-S8 | | 240/60 188/70 102/63 | | | 115/58 230/70 | 0 90 | L N | |
| BK-001 | | | | | | | | |
| BK-002 | | | | | | | | |
| BK-003 | | | | | | | | |
| BK-004 | 20/58 43/38 62/40 | | 43/38 | | 320/72 290/85 | 30W | L SS (L) | |
| BK-005 | 73/58 | | | | | | | |

| | | | | | | | | |
|--------|----------------------------------|--|--|--|-----------------|------------|----------|--|
| BK-006 | 44/62 26/42 36/45 30/58 | | | | 44/62 30/58 | 90 90 | R R | |
| BK-007 | 274/50 | | | | 44/70 174/58 | 30N 48S | RD NL | |
| BK-008 | | | | | | | | |
| BK-009 | | | | | | | | |