

Тектонске и литостратиграфске карактеристике ширег подручја Гривске (Западна Србија)

Nikola Otašević



Дигитални репозиторијум Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду

[ДР РГФ]

Тектонске и литостратиграфске карактеристике ширег подручја Гривске (Западна Србија) | Nikola Otašević | | 2024 | |

<http://dr.rgf.bg.ac.rs/s/repo/item/0008927>

UNIVERZITET U BEOGRADU
RUDARSKO-GEOLOŠKI FAKULTET



**TEKTONSKE I LITOSTRATIGRAFSKE KARAKTERISTIKE
ŠIREG PODRUČJA GRIVSKE (ZAPADNA SRBIJA)**

PROFESOR:

Dr Uroš Stojadinović

STUDENT:

Nikola Otašević

Mentor:

Prof. dr Uroš Stojadinović

Članovi komisije:

Prof. dr Marinko Toljić

Prof. dr Dejan Radivojević

Prof. dr Uroš Stojadinović

REZIME

U ovom radu predstavljene su osnovne geološke karakteristike šireg područja Grivske. U litostratigrafskom pogledu na ovom prostoru prisutne su paleozojske, mezozojske i kenozojske sedimentne, magmatske i metamorfne stene. Tvorevine karbona su predstavljene semimetamorfisanim tvorevinama. Tvorevine trijaskе starosti su predstavljene slojevitim i masivnim krečnjacima, dok su tvorevine jure predstavljeni produktima ofiolitskog melanža. Takođe, prisutne su i tvorevine senona koje su predstavljene masivnim krečnjacima. U neogenoj sukcesiji dominiraju klastiti miocena, dok su u kvartaru zastupljeni različiti tipovi fluvijalnih, deluvijalnih i deluvijalno-proluvijalnih tvorevina.

U tektonskom smislu ovo područje je bilo izloženo oblikovanjima tokom četiri deformacione faze. Razmatrana je jurska obdukcija i kasnija kolizija koje su ostavile svoje značajne implikacije na istraživani prostor, kao i SZ vergentna navlaka koja takođe predstavlja i pravac obdukcije. Poseban osvrt je dat miocenskoj ekstenziji i njenom uticaju na istraživano područje.

Ključne reči: Arilje, Grivska formacija, Drina-Ivanjica, tektonska evolucij

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	2
3. ISTORIJAT RANIJIH ISTRAŽIVANJA	3
4. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA	6
4.1 Litostratigrafske karakteristike istraživanog područja	6
4.2 Geotektonske karakteristike istraživanog područja	23
5. METODE	29
5.1 Metoda geološkog kartiranja	29
5.2 Petrografska analiza	30
5.3 Mikrotektonska analiza	31
5.4 Biostratigrafska metoda	32
6. REZULTATI I DISKUSIJA	33
6.1 Tektonski sklop istraživanog područja	33
6.1.1 Analiza strukturnih podataka	34
6.1.2 Mikrotektonska analiza	40
6.2 Regionalne implikacije	43
6.3 Poreklo krednih krečnjaka na istraživanom području	46
6.4 Uticaj miocenske ekstenzije na istraživano područje	49
7. LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA NA PODRUČJU GRIVSKE	56
8. ZAKLJUČAK	57
9. LITERATURA	59

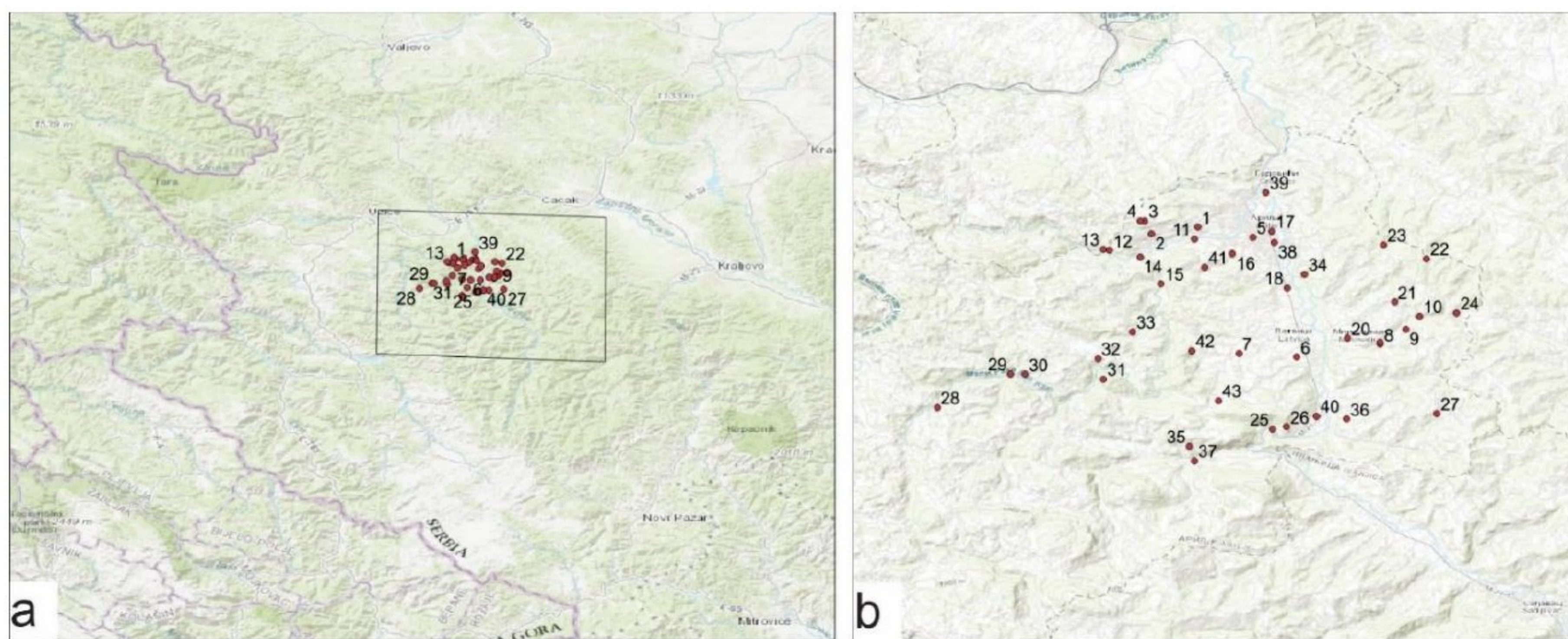
1. UVOD

Istraživanje šire okoline sela Grivska predstavljalo je izazov za veliki broj istraživača u prošlosti. Ovo selo je interesantno pre svega zato što predstavlja tipski lokalitet Grivske formacije. Međutim, pored Grivska formacije i ostale jedinice koje se manifestuju na istraživanom području, predstavljaju izazovan zadatak za brojne istraživače.

Ovo istraživanje izvedeno je sa ciljem što boljeg razumevanja osnovnih geoloških karakteristika i tektonskih odnosa jedinica u okolini sela Grivska. Ovaj master rad daje fundamentalni doprinos poznavanju geologije šireg područja. Takođe, predstavlja i nadogradnju već postojećih znanja. Akcenat ovog rada je na deformacionim događajima koji su pogodili tvorevine istraživanog područja sa posebnim osvrtom na miocensku ekstenziju i na to kako je ona uticala na različite geološke jedinice, kao i relativnu starost i poreklo krednih tvorevina na širem području.

2. GEOGRAFSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

Selo Grivska predstavlja naseljeno mesto koje se nalazi na istočnom delu opštine Arilje. Opština Arilje se nalazi u jugozapadnoj Srbiji. Zapadno od Čačka i severno od Ivanjice. Položaj Arilja je definisan koordinatama 43 stepena i 45 minuta severne geografske širine i 20 stepeni i 5 minuta istočne geografske dužine. Najviši vrh opštine je planina Kukutnica sa 1382 m nadmorske visine. Dok apsolutna je apsolutna visina područja oko 350 m. Površina opštine je 349 kilometra kvadratna. Od ukupne površine 96.8% zauzimaju oranice i šume a neproduktivna zemljišta 3.2%. Glavni vodotokovi su Moravica, Veliki i Mali Rzav. Mali Rzav se uliva u Veliki Rzav između Radobuđe i Arilja a Veliki Rzav u Moravicu 2 km nizvodno od Arilja. Pravac pružanja vodotokova je uglavnom severozapad-jugoistok. Manje reke su Panjica, Trešnjevačka reka, Grivska reka, Novitovića reka, Latvička reka, Biljevačka reka i Mirosaljačka reka. Od oko 40 izvora najobilniji su Velika i Mala banja u Klisuri.



Slika 1 - Fotografije istraživanog područja i svih tačaka osmatranja sa terena

3. ISTORIJAT RANIJIH ISTRAŽIVANJA

Interesantna i složena geološka građa šireg područja Arilja i Grivske privukla je pažnju mnogih istraživača. Većina radova ovih istraživača se odnosi na određenu geološku problematiku i istraživanje mineralnih sirovina.

Prve podatke o geologiji ovih terena nalazimo u radovima Žujovića (1889,1891,1893) koji je izdvojio paleozojsku seriju izgrađenu od argilošista.

Živković (1925) je istraživao dijabaz-rožnačku formaciju, gde zaključuje da ona pripada verfenu i slojevima gutenštajna.

Milovanović (1934) je pored prikaza opšte geološke problematike Zlatiborskog masiva, dao niz vrlo značajnih podataka. Pored detaljnog opisa trijaskih sedimenata, dao je i značajan prilog stratigrafskom rešavanju sedimentno-vulkanogenih stena i upoznavanju njihovih paleogeografskih i tektonskih karakteristika.

Nešto kasnije Milovanović je u "Izveštaju o geološkom kartiranju na listu Užice 1:100 000". Autor je o sedimentima gornje krede dao detaljne litološke i stratigrafske podatke, dokumentovane brojnim odredbama fosila koji su posebno značajni za razviće senona. Pružio je i kraći prikaz dijabaz-rožnačke formacije sa osvrtom na magmatite, posebno na kuglasta lučenja u dijabazima.

Kober (1952) je sa svog putovanja kroz tadašnju Jugoslaviju, između Čačka i Užica, zabeležio da ga "crveni šareni konglomerati" podsećaju na gosavske konglomerate, koji kod Atine leže na rodofit seriji. Prema njegovom shvatanju u ovom delu Dinarida postoji navlaka šarijaskog tipa, čiji su koreni u dolini Zapadne Morave a čelo serpentinski masiv Zlatibora.

Vandel i Marić (1956), radeći na Čemernu, Radočelu i Goliji, zahvatili su i jedan deo lista Čačak. Posebno su pažnju posvetili dijabaz-rožnačkoj formaciji i došli do zaključka da je ona obrazovana u senonu.

Detaljnija istraživanja tercijarnih basena Požege i Dobrinja izveo je Škerlj (1960), posebno u srednjomiocenskim tvorevinama sa pojavom mrkog uglja.

Za poznavanje geologije tercijarnih basena značajno mesto zauzimaju radovi Milakovića (1960,1961,1962,1963,1967) u kojima je pored detaljne litostratigrafske obrade tercijarnih basena, posebna pažnja posvećena položaju i razviću ugljonosnih tvorevina.

Marković i Vujisić kartirali su list Čačak-2 i došli su do zaključka da se ne slažu sa ranijim zapažanjima, naročito kada je u pitanju stratigrafski položaj dijabaz-rožnačke formacije: ona je po njima trijaske starosti.

Pored paleozojskih i krednih tvorevina posebno Marković (1964) je obradio dijabaz-rožnačku formaciju, potvrđujući svoje ranije shvatanje o njenoj trijaskoj starosti. On takođe smatra da Ćirić u jursku dijabaz-rožnačku svrstao veći deo bazalne jedinice neogena. Ovu bazalnu seriju Marković je posebno opisao kao crvenu seriju.

Novković (1966-67) je proučavao nova nalazišta lignita u južnom delu Zapadnomoravskog basena i geološki sastav okolnih stena. Uzimajući u obzir ranija istraživanja, došao je do zaključka da su u ovom delu basena razvijeni sedimenti panonsko pontske starosti. On ih je detaljno opisao i u njima izdvojio podinski i povlatni horizont.

Marković (1968) je u svojoj doktorskoj disertaciji obratio niz pitanja vezanih za dijabaz-rožnačku formaciju u oblasti Zlatibora. Prikazao je razviće formacije i njenu problematiku u vezi sa litologijom, superpozicionim radom, stratigrafskim položajem, facijalnim karakteristikama i načinom pojavljivanja. Manji deo ovog terena pripada Ariljskom području.

Dimitrijević (1974) prvi put pominje formaciju Drina-Ivanjica pod tim imenom.

Najznačajniji prikaz geološke građe na području Arilja se nalaze u geološkoj karti i tumaču OGK SFRJ, razmere 1:100 000. To je list Čačak (Brković i dr. 1978).

Sudar (1981 i 1986) determiniše starost krečnjaka sa rožnacima na osnovu konodontske faune na karnijsku.

Dimitrijević (1991) prvi put pominje Grivsku formaciju kao takvu.

Dimitrijević (1997) opisuje Grivsku formaciju kao velike olistoplake koje se nalaze u ofiolitskom melanžu.

Batoćanin (2012) koreliše petrološke, geochemijske i geohronološke podatke stena metamorfnog đona sa Povlena, Fruške Gore, Stolova i Banjske sa istim ofiolitima Dinarskog ofiolitskog pojasa.

Toljić (2013) opisuje krečnjake sa rožnacima u blizini Ležimira na Fruškoj gori kao deo Grivske formacije.

Gawlick (2017) u svom radu zaključuje da su svi krečnjaci sa rožnacima na širem području gornjotrijaske starosti, da se ove tvorevine javljaju u vidu blokova u ofiolitskom melanžu, da su mirkofacije ovih tvorevina predstavljene radiolarijama i filamentima.

Bragin, Đerić i Gerzina Spajić (2019) su posebnim metodama odredili starost tvorevina Grivske formacije na području Arilja.

Porkolab (2019) u svom master radu je izdvojio 4 deformacione faze na području koje se nalazi nešto severnije od istraživanog područja. Uz to odredio je i starost različitih deformacionih događaja.

Đerić, Gawlick i Sudar (2024) na osnovu sedimentoloških karakteristika izdvajaju tri tipa ofiolitskog melanža na širem području Zlatibora.

4. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽIVANOG PODRUČJA

4.1 Litostratigrafske karakteristike istraživnog područja

Istraživano područje izgrađuju paleozojski metamorfiti, ultramafiti, stene mezozojskog kompleksa, sedimenti neogena i vulkaniti. Najstarije stene pripadaju paleozoiku, radi se o karbonskim semimetamorfitima i metamorfitima jedinice Drina-Ivanjica. Izgrađene su pretežno od sitnozrnih klastičnih sedimenata, niskog stepena metamorfizma sa izuzetkom škriljaca sa severnijih delova istraživnog područja koji su metamorfisani u faciji zelenih škriljaca. Većina metamorfisanih stena u karbonu Drina-Ivanjice je pretrpela regionalni metamorfizam.

U tumaču OGK za list Čačak (Brković et al., 1978) izdvojene su tri metamorfne zone po stepenu kristaliniteta i metamorfizma, istraživano područje pripada trećoj zoni Mirosaljci-Rasina koja je izgrađena od anhimetamornih sedimenata sa jasno očuvanom reliktnom strukturom. Terenskim radom je utvrđeno da na istraživanom području postoje i stene sa većim stepenom metamorfizma posebno na severnijim delovima terena, što je objašnjeno većim stepenom ekshumacije po gravitacionim rasedima. Treba napomenuti da značajan deo petrološkog opisa stena na istraživanom području se oslanja na tumač za OGK list Čačak (Dimitrijević et al., 1978).

Trijaske stene zauzimaju zapadni i jugozapadni deo terena. Manifestuju se u vidu blokova i olistostroma u ofiolitskom melanžu ili u tektonskom kontaktu sa karbonom Drina-Ivanjice. Najčešće su to krečnjaci masivni i slojeviti, sa rožnačkim interkalacijama ili bez njih. Svi rožnački krečnjaci su gornjotrijaske, karnijsko-retske starosti (Sudar i Gawlick 2018).

Karbon

Karbon predstavlja osnovu ili fundament na širem području Grivske. Predstavljen je subgrauvakama, alevrolitima i argilofilitima, kvarcnim pešćarima, kvarcnim konglomeratima i sericitskim škriljcima.

Paleontološkom analizom utvrđeno je prisustvo konodontske asocijacije sa predstavnicima karakterističnim za donji i srednji karbon. Najčešće se javljaju *Gnathodus bilineatus*, *G. delicatus*, *G. texanus*, *Hindeodella bretonensis*, *Polygnathodella* sp., *Ozarkodina* sp. i dr (Dimitrijević et al., 1978).

Sericitsko-hloritski škriljci (Slika 2a) su metamorfisani u faciji zelenih škriljaca. Pronađeni su na severnom delu istraživanog područja (stajna tačka 3), gde se nalaze uz seriju gravitacionih raseda što ukazuje na njihovu ekshumaciju iz nižih nivoa. Pretpostavka je da se u stubu nalaze ispod filita i subgrauvaka karbonske starosti. Stena je ubrane teksture sa vrlo čestim pojavama sekundarnih nabora (više o tome u poglavlju o tektonici). Nastali su od psamitskih a manjim delom i od pelitskih sedimenata. Primarna struktura se ne može zapaziti i stena je uglavnom potpuno iskristalisala, strukture je lepidoblastične. Izgrađene su od mozaičnog kvarca, hlorita i sericita, koji je pretežno koncentrisan u tanke proslojke i redovno praćen sagenitom i oksidima gvožđa. Često su prisutni relativno krupni kristali rutila, akcesorni turmalin, cirkon, apatit, ilmenit transformisan u leukoksen i romboedarski kristali sa limonitskim rubom.

Kvarcni konglomerati (Slika 2c) se vrlo često postepeno razvijaju iz krupnozrnih i konglomeratičnih kvarcnih pešćara. Izgrađeni su od kvarca, kvarcita, niskometamorfnih škriljaca i lidita. U peskovitoj frakciji sporadično su zapaženi relikti muskovita i albita, zatim akcesorni turmalin, cirkon i apatit. Česti su i kristali limonitisanog pirita.

Kvarciti imaju određeno rasprostranjenje na širem području Grivske, oni se najčešće manifestuju u kontaktu sa većim magmatskim telima, kao što su dijabazi. Nastali su kontaktnim metamorizmom. Predstavljaju vrlo sitnozrne stene, sa preko 80% kvarca,

koji grade mozaične agregate i sa retkim liskicama sekundarnog hlorita, pretežno koncentrisanog u prslinama ili pukotinama. Često se manifestuju i kristali pirita.

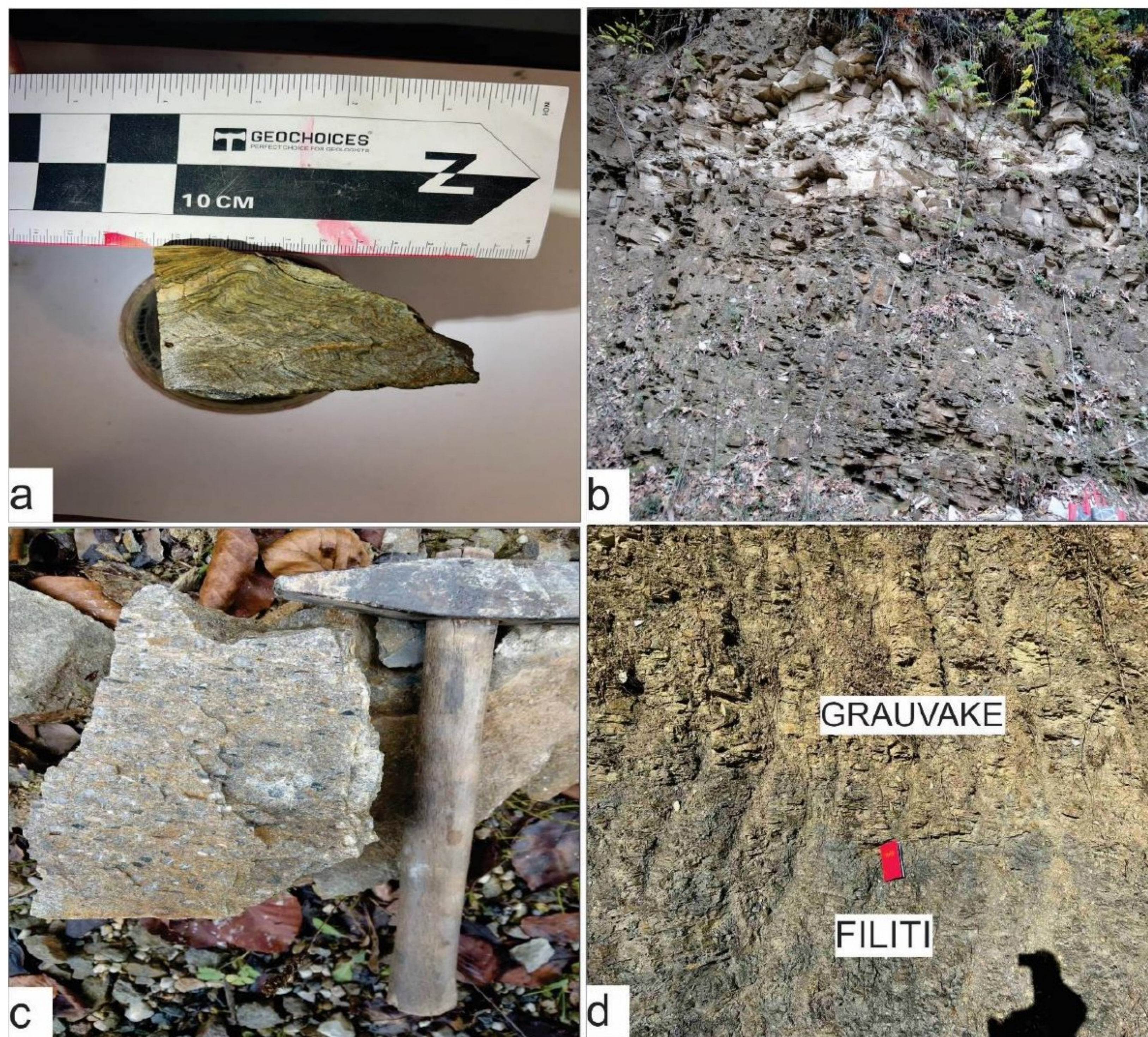
Filiti (Slika 2d) su najviše rasprostranjeni na severnijim delovima istraživanog područja, gde se često smenjuju sa subgrauvakama, karakteristične su crne boje. Strukture su škriljave i retko lepidoblastične, izgrađeni su od paralelno orijentisanih liskica sericita, muskovita, malo hlorita, sitnozrnog mozaičnog kvarca sagenita i grafita čiji je sadržaj mestimično jako povećan, tako da odgovaraju grafitским filitima. Često su prisutni porfiroblasti intezivno limonitisanog pirita i sitni porfiroblasti rutila. Filiti su nastali metamorfizmom glinovito-alevritskih sedimenata.

Alevroliti i filiti imaju veliko rasprostranjenje i često se nalaze superpoziciono ispod subgrauvaka.

Alevroliti se karakterišu prisustvom orijentisane alevrolitske komponente u matriksu od glinovite materije delimično prekrystalisale u kriptokristalasti agregat hlorita, sericita, kvarca i malo sagenita. Sitnozrnu klastičnu komponentu sačinjavaju muskovit, hlorit, kvarc, ređe albit, kvarcit, prekrystalisali rožnac, biotit, zatim akcesorni turmalin, rutil, apatit i cirkon.

Subgrauvake (Slika 2b) imaju veliko rasprostranjenje na istraživanom području, pre svega na jugu. To su dobro sortirane sitnozrne stene kod kojih veličina zrna varira od 0.12 do 0.25 mm. Procenat učešća rastvorljivih nesilicijskih komponenti redovno prelazi 5%. Izgrađene su od poluzaobljenih, po obodu rekristalisalih klastičnih zrna minerala i stena uložениh u sitnozrnu osnovu, čiji sadržaj uglavnom prelazi 10% ukupnog sastava stene. Cement je rekristalisao u osnovu od sitnozrnog mozaičnog kvarca, sericita, limonita, hlorita, albита a retko i epidota. Klastične mineralne komponente su kvarc, muskovit, ređe biotit, hlorit, albit, akcesorni turmalin, rutil, cirkon i apatit. Od odlomaka stena preovlađuje kvarc i filit, a rekristalisali rožnac i sericitski škriljac su retki. Subgrauvake su reliktno psamitske strukture sa tendencijom ka lepidoblastičnoj. Za ove stene je karakteristično redovno prisustvo kristala limonitisanog pirita i romboedarskih

kristalića kalcita. Ova stena predstavlja najmlađu tvorevinu u okviru Drinsko-Ivanjičkog paleozoika.



Slika 2 - a) Uzorak sericitskog škriljca sa razvijenim sekundarnim naborima. b) Izdanak metapeščara c) Uzorak kvarcnog konglomerata d) Izdanak koji predstavlja postepen kontakt grauvaka (gore) i filita (dole).

Trijas

Trijaske tvorevine na širem području Grivske imaju veliko rasprostranjenje. Selo Grivska predstavlja tipski lokalitet za Grivska formaciju gde se trijaske tvorevine najčešće manifestuju u vidu olistolita i olistostroma u ofiolitskom melanžu. Veličina olistolita i olistostroma je metarskih do dekametarskih dimenzija a nekada je ona i više stotina metara. Starost karbonata Grivska formacije je determinisana na osnovu konodontske faune i ona je karnijsko-retska (Sudar i Gawlick 2018). Pored konodonata, isti autori u radu iz 2018-te godine su determinisali starost stena Grivske formacije i na osnovu radiolarija i bivalvija (filamenata). Često, trijaski krečnjaci su u direktnom kontaktu sa karbonskim tvorevinama.

Kalkšisti (Slika 3a) su pronađeni na severnom delu istraživanog područja. Od krečnjaka trijaske starosti su odvojeni desnim gravitacionim rasedom. Stena je jako tektonizirana i sastoji se od orijentisanih klasti karbonata i hloritskog matriksa. Gde karbonatne klasti čine više od 50% sadržaja stene. Pretpostavka je da su ove stene pripadaju zoni smicanja koja je više puta reaktivirana. Zbog nedostatka fosilnog zapisa teško je proceniti kom odeljku trijasa pripadaju ove tvorevine.

Postepeno produbljivanje morskog dna, započeto krajem sajskog potkata, nastavljeno je i u srednjem trijasu. Sedimenti ovog odeljka zahvataju nove površine terena i transgresiraju preko starijih sedimenata. Utvrđeni su zapadno od Arilja (istočno podnožje Zlatibora) i severno od Požege (Loret). Predstavljani su isključivo karbonatnim stenama u čiji sastav najčešće ulaze masivni mikriti, biomikriti i intransparuditi. Bankovite i slojevite stene znatno su ređe, a vezane su za niže delove jedinice. Srednjotrijaski sedimenti su siromašni fosilima, koji su konstatovani samo u nekoliko lokalnosti. Paleontološki je dokumentovano potpuno razviće i anizijskog i ladinskog kata.

Slojeviti i bankoviti krečnjaci (slika 3c) utvrđeni su u nižim delovima srednjeg trijasa. Neposredno preko kampilskih intrabiosparita leže crni kvrgavi biomikriti sa kalcijskim

žicama, koji bi najverovatnije odgovarali gutenštajnskim slojevima Alpa, ali u njima osim radiolarija nije nađena druga fauna.

Masivni nestratifikovani krečnjaci leže preko prethodnih sedimenata u lokalnostima Karaule, Vranje, Grivska i južno od Turskog Groblja. To su slabo dolomitični intrabiospariti i ruditi izgrađeni od mnogobrojnih odlomaka različitih krečnjaka, najčešće mikrita. U ovim stenama pored mikrofaune sa karakterističnim foraminiferom *Meandrospyra dinarica* i algom. *Macroporella alpina*, nađena je i makrofauna (*Spiriferina* sp., *Terebratula* sp. i druga). Ovakva asocijacija faune ukazuje na anizijsku starost.

Mlađi delovi jedinice srednjotrijaskih krečnjaka, koji odgovaraju ladinskom katu, paleontološki su dokumentovani na nekoliko profila južno od Malog Krša (k. 846). Na ovim profilima utvrđeno je da niže horizonte izgrađuju jedri, rekristalisali bankoviti krečnjaci sa *Daonella pichleri* i *D. cf. indica*, poznatom iz vengenskih slojeva Alpa. Viši horizonti se sastoje od masivnih dolomitičnih intrabiosparita i rudita sa intraklastima građenim od mikrita i dolomitičnih sparita. U njima su česti preseki gastropoda od kojih je značajan *Omphaloptycha* sp. poznat iz ezinskih krečnjaka Alpa. Pored ove nađena je i slabo očuvana sprudna fauna briozoa, koralala i algi (*Dasycladaceae*), koja se nije mogla iskoristiti za detaljnija stratigrafska raščlanjavanja.

Karbonatni kompleks srednjeg trijasa je znatne debljine i u području Malog Krša, gde dostiže nekoliko stotina metara. Postoji mogućnost da je u najvišim delovima zastupljen i gornji trijas, ali zbog odsustva faune nije utvrđen. Različiti varijeteti krečnjaka u ovom kompleksu uslovljeni su plitkovodnom sedimentacijom u kojoj su se uslovi smenjivali i lateralno i vertikalno.

Slojeviti krečnjaci sa rožnacima (Slika 4d) su se smatrali najstarijom tvorevinom u okviru trijasa. Međutim, Gawlick i Sudar (2018) na osnovu datiranja pomoću mikro i makrofacijalnih karakteristika stena zaključuju da svi rožnački krečnjaci pripadaju gornjem trijasu odnosno karnijsko-retskom vremenskom rasponu. Izdvojeni su u nekoliko manjih partija zapadno od Velikog Ostreša (k. 973). To su tankoslojeviti sa

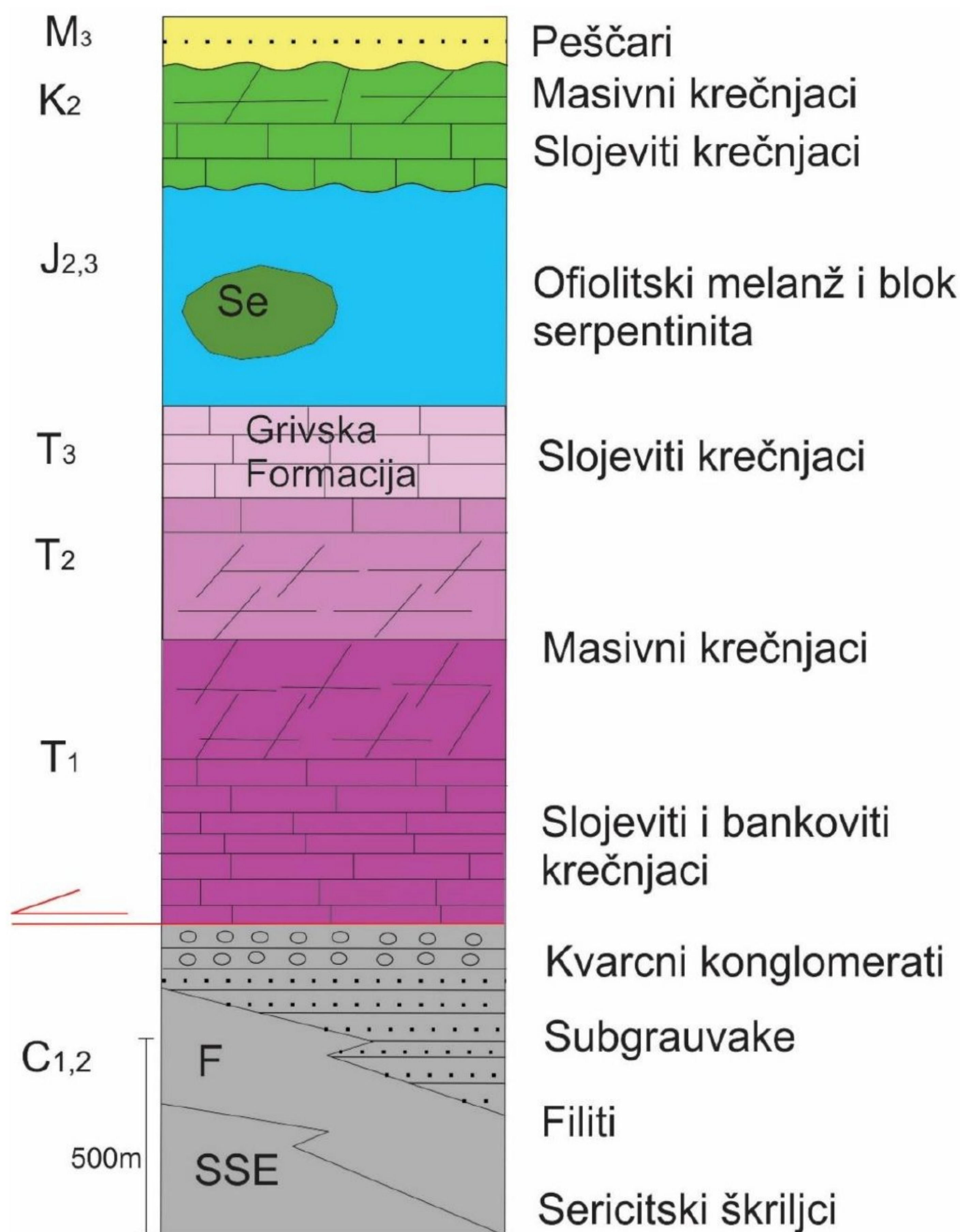
manjih slojevima i sočivima homogenih kriptokristalastih rožnaca i sasvim retko, proslojcima tufogenih peščara. Leže neposredno iznad škriljavih peščara sajskog potkata. U njima je nađen detritus koji je veoma sličan detritusu vefenskih peščara. U višim delovima jedinice učešće rožnaca se postepeno smanjuje, slojevi krečnjaka postaju sve deblji a manifestuju se i debelobankoviti karakteristični za niže delove srednjeg trijasa. Zapadno od Velikog Ostreša nađene su retke ljuštore radiolarija velikog vertikalnog rasprostranjenja. Pomenute tvorevine pripadaju Grivskoj formaciji.

Grivska formacija

Prema Dimitrijeviću na području Arilja se nalazi tipski lokalitet Grivske formacije (Mali Ostreš). Grivska formacija (Slika 4c) predstavlja najmarkantniju jedinicu na istraživanom području ime je dobila po selu Grivska jugozapadno od Arilja. Litološki ovde su zastupljeni blokovi mikritskih krečnjaka i rožnaca uz finozrne turbiditne karbonate i slojeve laporca koji se javljaju samo lokalno. Rožnaci se ovde manifestuju u vidu nodula, slojeva i konkrecija. U tvorevinama Grivske formacije česte su i tenzione pukotine zapunjene kalcitom. U okolini sela Grivska blokovi karnijske i retske starosti pokazuju manje ili više iste litološke karakteristike uz to i manifestuju se slične mikrofacije. Missioni (2012) ograničava ime Grivska formacija za sve trijaske hemipelaške sekvence i dodaje im termin Grivska grupa, što obuhvata različite srednje i gornjo trijaske hemipelaške slojevite krečnjake sa rožnacima. Kasnije, Gawlick i Sudar (2018) revizuju Grivsku formaciju koristeći nove biostratigrafske i mikrofacijalne podatke. Ovde se Grivska formacija manifestuje u vidu blokova u ofiolitskom melanžu.

Starost je utvrđena na osnovu mikrofosila konodonata i radiolarija prisutni su i fragmenti bivalvija (filamenti) ali retko, karakteristično je i odsustvo makrofaune. Pronađeni su sledeći konodonti: *Gladigondolella tethydis* (Huckreide) i *Gladigondolella*-ME Kozur i Mostler; starost (anizijska do) rano karnijska: *Ancyrogondolella triangularis* Bodurov; starost (norička), srednje Norički *Epigondolella* sp.: *Epigondolella bidentata* Mosher; starost: gornje Norička do donjo Retska: gornjo karnijski-donjo norički *Paragondolella* sp. i *Epigondolella* sp.: Norički *Epigondolella* sp. Uz navedene manifestuju se i:

Epigondolella abneptis (Huckreide), *Ancyrogondolella triangularis* Bodurov i *Epigondolella abneptis* (Huckreide) (Gawlick, 2019).

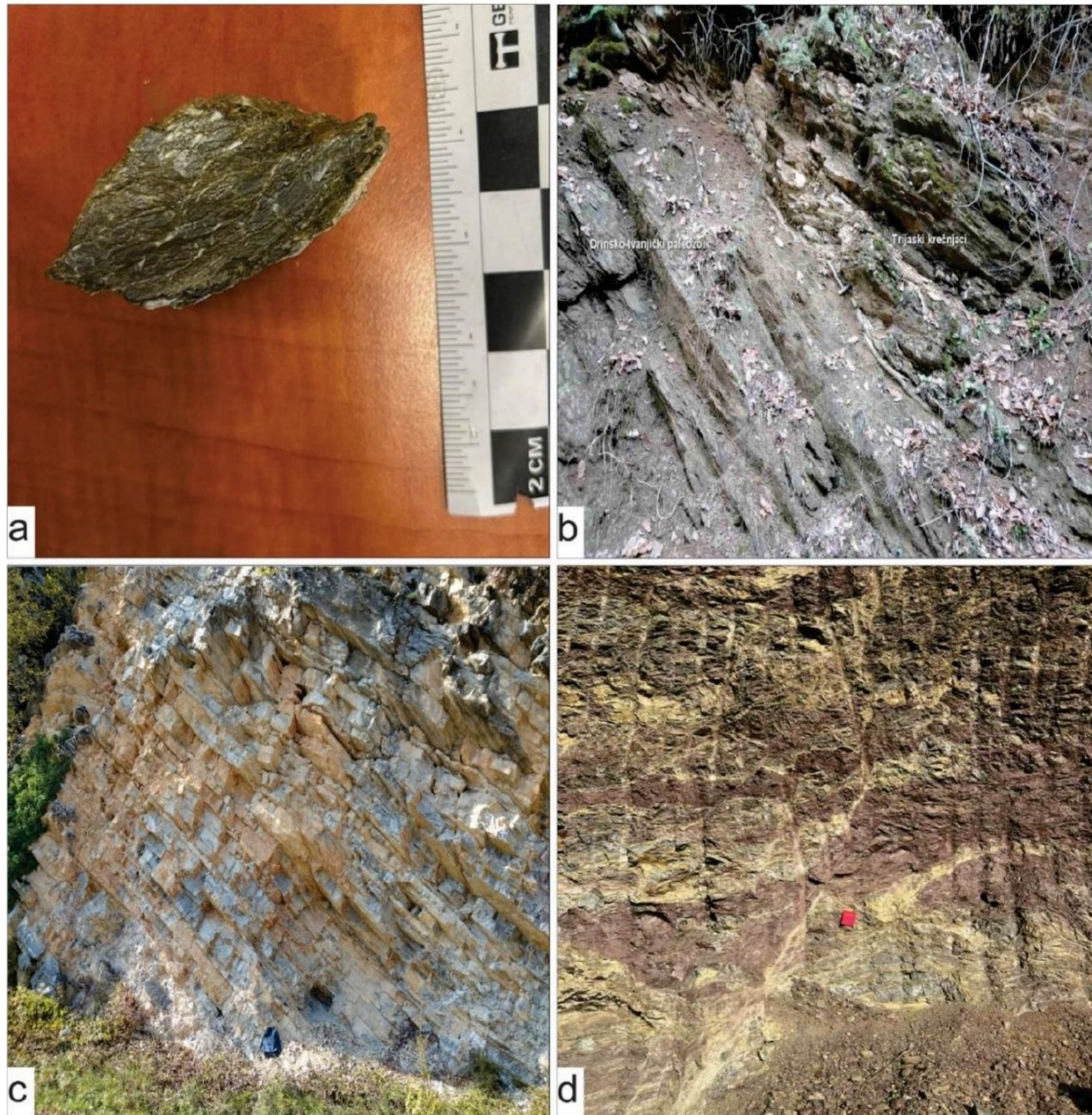


Slika 3 – Uprošćeni stratigrafski stub na kome su predstavljene sve geološke jedinice koje se manifestuju na širem području sela Grivska

Teško je rekonstruisati primarne stratigrafske odnose ovih deponata bez detaljnih biostratigrafskih podataka. Poreklo ove formacije je spoljašnji šelf i kontinentalna padina

nekadašnje pasivne kontinentalne margine na prelazu ka Neotetisu. Debljina jedinice je aproksimativno oko 300 m ali ne može biti tačno izmerena zato što je Grivska formacija otkrivena samo kao izolovani blokovi u ofiolitskom melanžu gde svaki blok ima samo ograničen stratigrafski raspon starosti u raskomadanoj sukcesiji (Gawlick, 2017). Regionalne korelacije upućuju da su tvorevine ove formacije otkrivene i na južnim padinama Fruške Gore, u rejonu Ležimira (Toljić et al. 2013). Ova formacija pokazuje široku tranziciju u vremenu i prostoru od tvorevina spoljašnjeg šelfa, kontinentalne padine i tvorevina bazalnih karbonatnih turbidita (Toljić et al. 2013). Navedene tvorevine su kasnije, u jurskom periodu bile obdukovane u vidu blokova na područje današnjeg Arilja. Treba napomenuti da se slični rožnaci sa krečnjacima široko rasprostranjeni u Unutrašnjim Dinaridima ne samo u Ofiolitskom melanžu Dinarskog ofiolitskog pojasa. Međutim, oni pokazuju izvesne razlike u njihovim litofacijalnim i mikrofacijalnim karakteristikama (Gawlick, 2017).

Na osnovu već postojećih znanja o širem području Grivske kao i terenskim opservacija priređen je uprošćeni litostratigrafski stub (Slika 3), na stubu je označena i pozicija Grivska formacije.



Slika 4 - Kolaž fotografija trijaskih izdanaka i uzoraka pronađenih tokom terenskog rada. a.) Uzorak kalkšista sa razvijenim CS sklopom pronađen u zoni smicanja na stajnoj tački broj 1 b.) Kontakt drinsko-ivanjičkog paleozoika (levo) i slojevitih krečnjaka srednjeg trijasa (desno) c.) Izdanak slojevitih krečnjaka Grivska formacije u ataru sela Grivska. d.) Slojeviti krečnjaci sa rožnacima Grivska formacije i gravitacioni rased koji se manifestuje u njima.

Trijaski vulkanizam

Porfiriti predstavljaju trijaski vulkanizam koji je na ovim terenima malo rasprostranjen. Utvrđeni su samo na nekoliko mesta južno i jugozapadno od sela Vranja, kao male mase na kontaktu sa dijabaz-rožnačkom formacijom i krečnjacima srednjeg trijasa.

Za utvrđivanje vremenskog odnosa porfiritskog vulkanizma i dijabaz-rožnačke formacije od važnosti je podatak da su u peščarima dijabaz-rožnačke formacije konstatovani odlomci porfirita sa hijalopilitskom osnovnom masom. Ovo ukazuje da je porfiritski vulkanizam obavljen pre stvaranja pomenute formacije. Porfiritski vulkanizam predstavljen je najviše porfiritima, piroklastitima i malo kvarcporfiritima. Izdvajanja na karti nisu bila moguća te su sve ove stene prikazane kao porfiriti. Porfiritske stene su zastupljene piroksenskim varijetetom hipokristalasto porfirske strukture. Plagioklasi su zonalne građe i često su sakupljeni u glomeroblaste. Potpuno su albitisani, sa uklopljenim sekundarnim hloritom koji potiče od alterisanih bojernih sastojaka. Osnovna masa je staklasta sa tragovima tečenja ili je hijalopilitske strukture. Efuzije porfirita bile su burne, sa eksplozivnim karakterom, našta ukazuje prisustvo piroklastita u svim područjima porfiritskog vulkanizma. Piroklastiti su izgrađeni od fragmenata jako alterisanih minerala i stena, uloženi u tufozan i delom lavičan cement, intenzivno hloritisan, silifikovan i transformisan u minerale gline.

Jura

Jurske tvorevine zauzimaju značajno rasprostranjenje na istraživanom području, najzastupljenije su na zapadnom i jugozapadnom delu terena. Predstavljene su serpentinitima, ofiolitskim melanžom i dijabaz-rožnačkom formacijom.

Serpentiniti se manifestuju na krajnjem jugu istraživanog područja (tačka broj 25) u vidu olistostroma u okviru ofiolitskog melanža. Stena je jako tektonizirana. U ovoj steni se kao bitan sastojak manifestuje olivin, ortopiroksen i ređe klinopiroksen. Stepentimentacije je u opsegu od 30-70%. Na izdanku je uočljiv klivaž, posebno na podinskom bloku ispod gravitacionog raseda.

Dijabaz-rožnačka formacija (Slika 5c) se manifestuje na južnom i jugozapadnom delu istraživanog područja. Magmatiti koji čine ovu formaciju su predstavljeni stenama

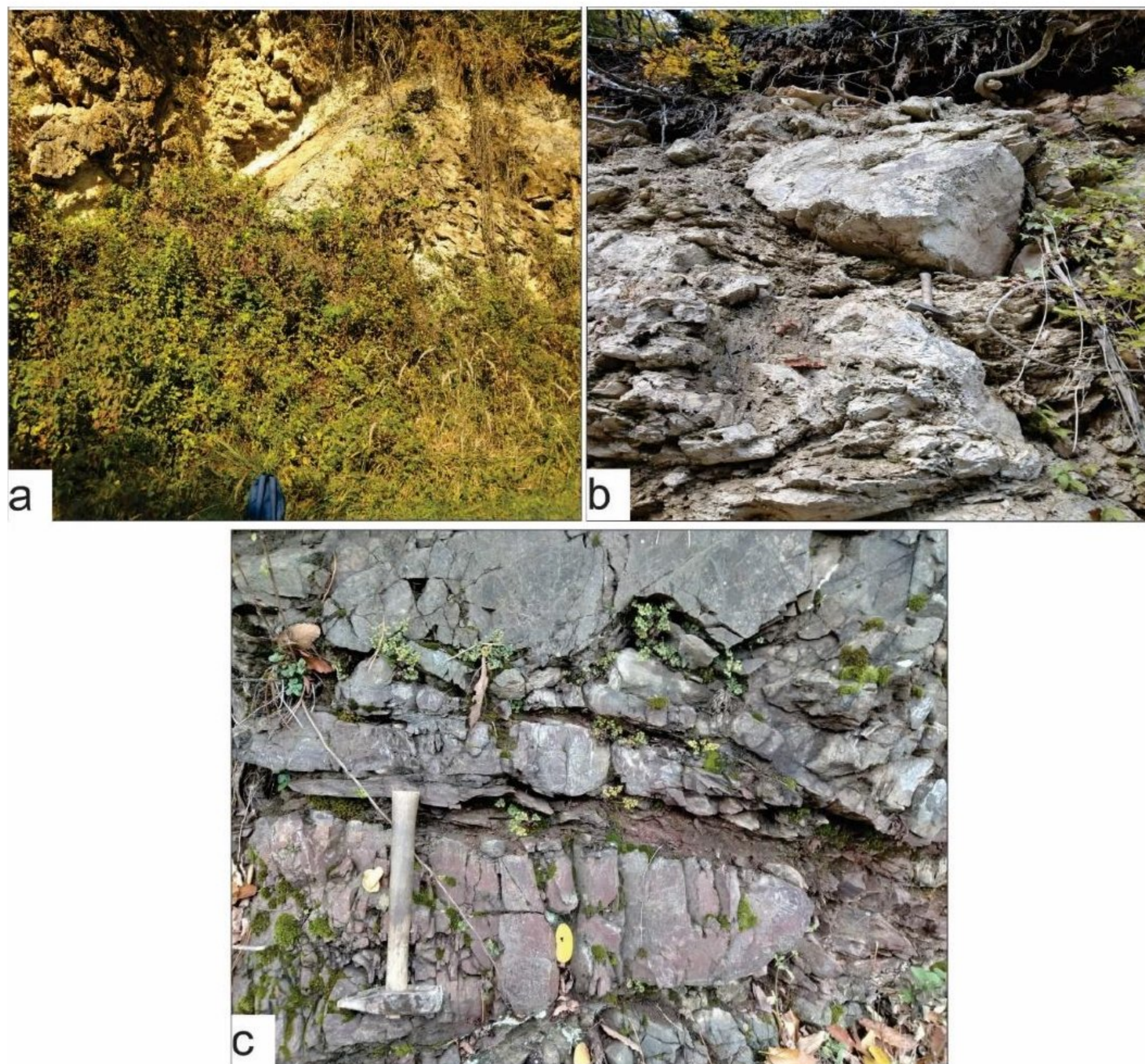
dijabaz-spilitske asocijacije, koje su intenzivno izmenjene spilitskom alteracijom. Sedimentni članovi formacije su predstavljeni peščarima, tufitima, rožnacima, karbonatnim stenama i brečama dijabaza. Na istraživanom području sedimentni član koji se najčešće manifestuje jeste rožnac. Formacija ima izražen olistostromski karakter.

Dijabazi predstavljaju sitnozrne stene, veličine zrna do 0.5 mm. Najčešće su to albitisani dijabazi ofitske strukture, a samo mestimično su zapaženi veoma retki i sitni fenokristali koji steni daju porfirski habitus. Izgrađeni su od sitnih izduženih kristala plagioklasa sa hloritom u međuprostoru što im daje zelenu boju. Plagioklasi su potpuno albitisani, a delimično i prenitisani i zamućeni. Na reliktima je utvrđeno da odgovaraju labradoru sa oko 56% An. U pojedinim delovima mase dijabazi su obogaćeni silicijom tako da odgovaraju kvarc-dijabazima. Mestimično su u dijabazima zapažene strukturne razlike izazvane spilitskom reakcijom kojom su obrazovane sitnozrne kompaktne stene sa karakteristikama lavičnih stena. Strukture su porfirske sa retkim i sitnim mikrofenokristalima i spilitskom, pilotaksitnom do interseralnom osnovnom masom. Spiliti su izgrađeni od gustih sitnostubastih mikrolita albitisanog plagioklasa, mikrolita uralita i rekristalisale staklaste mezostaze. Debljina dijabaz-rožnačke formacije je različita, u proseku je od 100 do 200 m.

Ofiolitski melanž (Slika 5a i 5b) na istraživanom području ima značajno rasprostranjenje, pogotovo na zapadnim i jugozapadnim delovima terena. Srednjojurski ofiolitski melanž se sastoji od

- (1) Finozrnog siliciklastičnog matriksa akumuliranog u dubokom basenu i obuhvata blokove različitih dimenzija i litologije.
- (2) Materijala sastruganog sa povlatnog bloka ofiolitske navlake (Porkolab et al. 2019).

Ofiolitski melanž u sebi sadrži olistolite, olistostrome i klasti različitih litologija i starosti.



Slika 5 - a) Oštar kontakt jako tektoniziranih masivnih trijaskih krečnjaka (levo) i ofiolitskog melanža (desno) b) Blok trijaskog krečnjaka u ofiolitskom melanžu c) Sloj rožnaca u okviru Dijabaz-rožnačke formacije.

Kreda

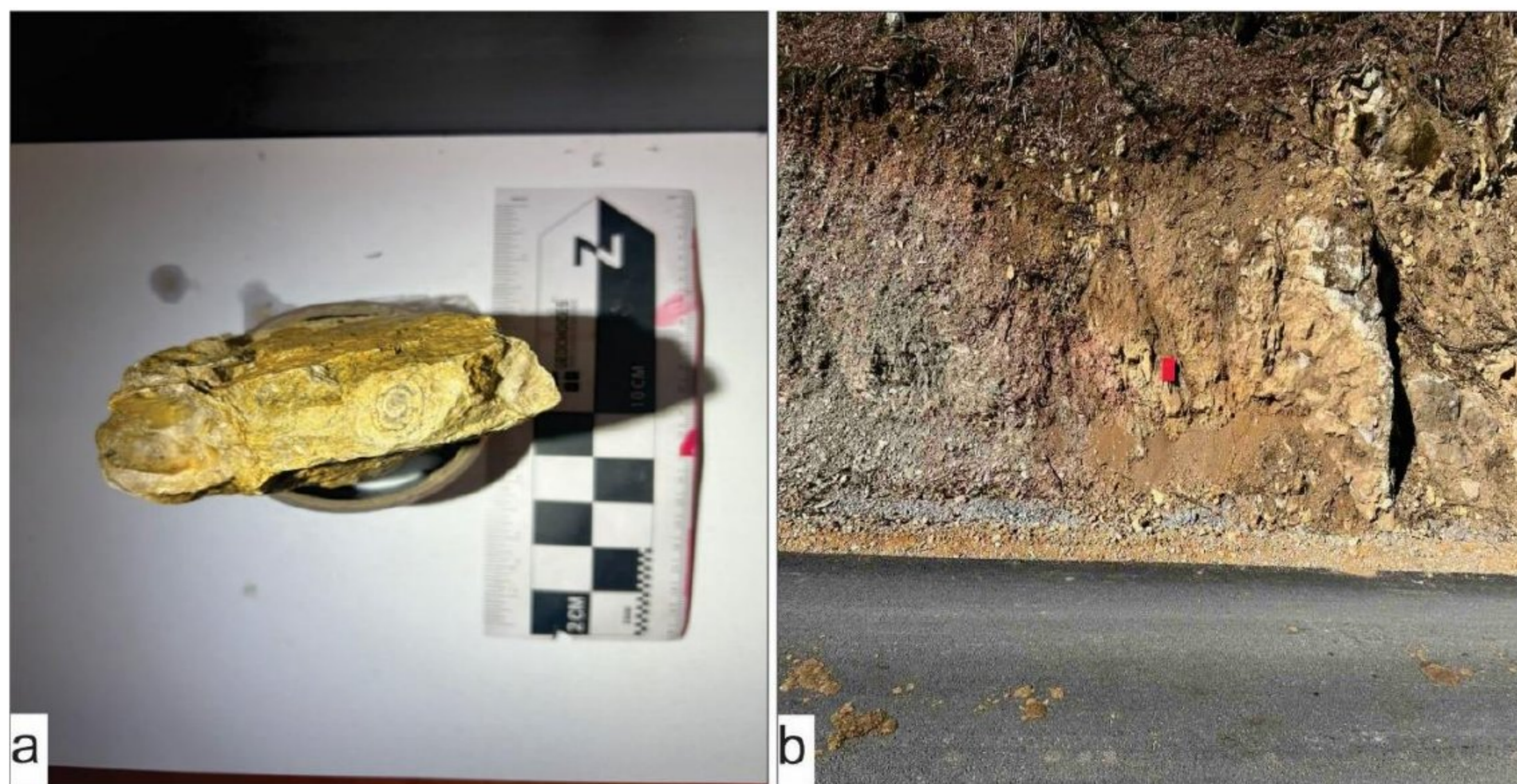
Kredne tvorevine se nalaze na istočnom delu istraživaniog područja. Obično se nalaze u tektonskom kontaktu sa paleozoikom Drina-Ivanjice (Slika 6b)

Predstavljene su masivnim krečnjacima. Nastali su u plitkovodnom, sprudnom režimu sedimentacije sa povremenim prinosom većih količina peska koji se taložio između sprudova i sačuvao u vidu džepova. Na većim udaljenostima od obale manje se oseća uticaj prinosa sa kopna (Brković et al. 1978). Isti autori predlažu dva izdiferencirana pojasa masivnih krečnjaka: kravarički i bjelički.

Masivni krečnjaci kravaričkog pojasa (Slika 6a) leže preko paleozoika Drina-Ivanjice. U donjim delovima se manifestuju retki fragmenti kvarca ili su krečnjaci peskoviti. Ovaj deo jedinice se završava se krečnjacima sa brojnim koralinaceama i orbitoidima. Sledeći paket je paket bankovitih krečnjaka sa brojnim rudistima (*Hipurites cornocopiae*, *H.lapeirousei*, *Pironea polystyla slavonica*, *Bournonia bournoni* i drugi). Najviši paket predstavljaju peskovito-laporoviti krečnjaci sa sitnim rudistima (*Bournonia excavata*, *Biradiolites royanus*), ostreama, pektenima, i drugim oblicima (Brković et al. 1978). Terenskim radom je utvrđeno i prisustvo gastropoda.

Krečnjaci ovog pojasa su dolomitični a predstavljeni su dolosparitima i mikrodolosparitima. Građeni su uglavnom od karbonatnih intraklasta, a cement je od sitnokristalastog kalcita i dolomita. Među intraklastima nalaze se fragmenti mikrita i sparita kao i odlomci makro i mikrofaune. Dolomitična komponenta se nalazi u cementu, a izdvajaju je verovatno u dijagenetskom ili postdijagenetskom stadijumu. Šupljine u ovim stenama ispunjene su dolomitskim brašnom (Brković et al., 1978).

Debljina masivnih krečnjaka je različita, u kravaričkom pojasu dostiže oko 470 m.



Slika 6 - Fotografije izdanaka i uzoraka sa terena. a) Sprudni krečnjak sa rudistima b) kontakt Drinsko-Ivanjičkog paleozoika i masivnih krečnjaka kredne starosti.

Miocen

Miocenske tvorevine se manifestuju na centralnom delu istraživanog područja. Manifestuju se donji i gornji miocen.

Ove tvorevine pripadaju požeškom basenu. Slatkovodne (jezerske) donjomiocenske tvorevine leže diskordantno preko starijih formacija. Starost im je određena na osnovu flore, određeni su: *Carpolithes* sp., *Carya bilnica*, *Greviella harinqiana*, *Cinnamomum polymorphum*, *Leguminosites* sp. i drugi oblici (Brković et al. 1978).

Krečnjaci, peščari i laporci su jedini njegovi članovi, leže diskordantno preko starije podloge. Najviše su zastupljeni krečnjaci. Manifestuju se u slojevima debljine od 10-20 cm. Zapaženo je više varijeteta koji se međusobno smenjuju. Ostale stene grade retke i tanke proslojke i sočiva.

Gornjomiocenske odnosno panonske tvorevine su konstatovane na centralnim delovima terena. Starost im je dokumentovana nalascima retke faune kongerija, planorbisa i prostosenija. U ugljenim slojevima je konstatovana bogata asocijacija polena. Analizom ovih paleontoloških podataka utvrđeno je da ovi sedimenti predstavljaju slatkovodne ekvivalente panona.

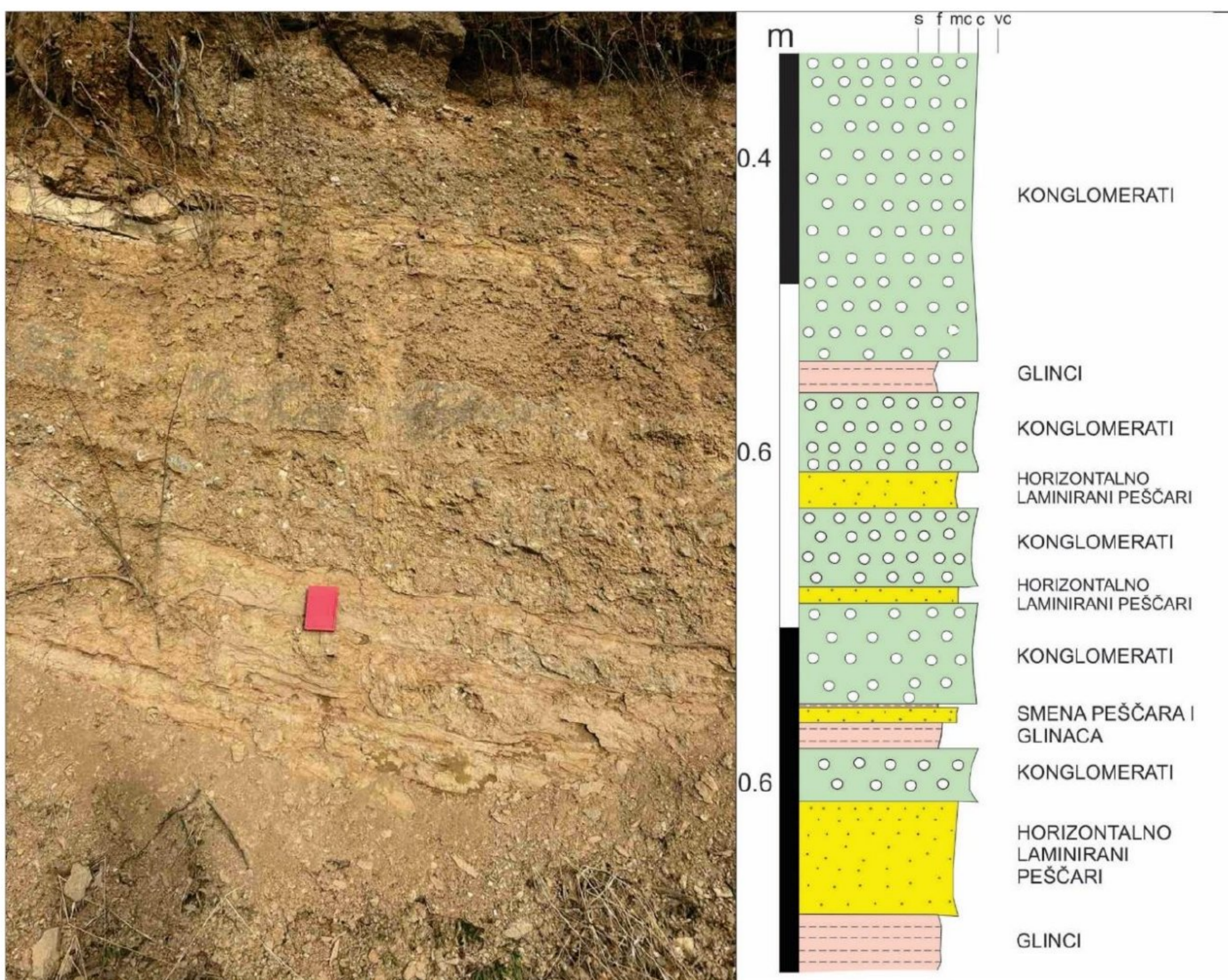
Izgrađeni su od peskovitih laporaca, glina, peskova, peskovitih glina i konglomerata. Fauna je retka, fragmenti kongerija, planorbisa, prostosenija i melanopsia nađeni su u predelu Latvice-Medljen. Od makroflore određeni su: *Glyptostrobus europeus*, *Acacia sotzkiana*, *Myrica* sp., *Acer* sp. (plod). Donji delovi jedinice su od konglomerata i peščara različite krupnoće zrna. Gline su znatno ređe. U predelu Grivske u višim delovima jedinice preko klastita leže biotitski tufovi u smeni sa ugljenonosnim glinama. Najviši horizonti su predstavljeni peščarima.

Instruktivan izdanak sa stajne tačke 7. je predstavljen smenom konglomerata, peščara i glinaca. Na osnovu ovog izdanka priređen je geološki stub (Slika 7) .

Uzeti su uzorci sa svih litoloških celina u okviru ovog izdanka, zatim tretirani metodom prosejavanja koja je pokazala da su ove stene fosilno sterilne.

Na osnovu litostratigrafskog stuba može se zaključiti da se na pomenutom izdanku manifestovalo više faza produbljivanja i oplićavanja. Horizontalna laminacija ukazuje na mirnu sredinu sedimentacije.

Pretpostavka je da je ovaj izdanak predstavlja deo većeg intradinarskog basena. Takođe, ove stene predstavljaju deo jezerskog sistema. Imajući u vidu više faza produbljivanja i oplićavanja, tokom gornjeg miocena odnosno panona ova sekcija se nalazila verovatno na marginama jednog jezerskog sistema



Slika 7 - Izdanak gornjomiocenskih tvorevina (levo) i interpretirani lokalni geološki stub (desno). Na lokalnom geološkom stubu predstavljena je interpretacija izdanka sa leve fotografije u taknoj sekciji. Debljina sekcija u stubu je predstavljena na osnovu veličine zrna stena koje se manifestuju na pomenutom izdanku. (Stajna tačka 7).

Kvartar

Kvartarne tvorevine na širem području Grivske su predstavljene deluvijalnim, aluvijalnim i proluvijalnim tvorevinama. Ove tvorevine imaju relativno malu debljinu 10-15m.

Deluvijalne tvorevine su konstatovane na više mesta, nemaju veliko rasprostranjenje i na području Arilja su izgrađene od nezaobljenih trijaskih krečnjaka i metamorfita. Pretežno su formirane u podnožju strmih padina.

Aluvijalne tvorevine se nalaze uz Moravicu koja je izgradila relativno široku aluvijalnu ravan. Predstavljene su zaobljenim šljunkovima, peskovima i glinama.

Proluvijalni talozi izgrađuju prostrane plavinske konuse u Moravici, Rzavu i nekim njihovim pritokama. Konusi su izgrađeni od šljunkova, supeskova i suglina uz potpuno odsustvo pravilnosti u taloženju. Sastav šljunkova zavisi od sastava sliva reke koja izgrađuje konus, međutim uglavnom su to odlomci trijaskih krečnjaka, karbonskih tvorevina i ofiolitskog melanža koji su pretrpeli određeni transport.



Slika 8 - Karbonski filiti (levo) i proluvijalne tvorevine nastale od krečnjačkih valutaka (desno)

4.2 Geotektonske karakteristike istraživanog područja

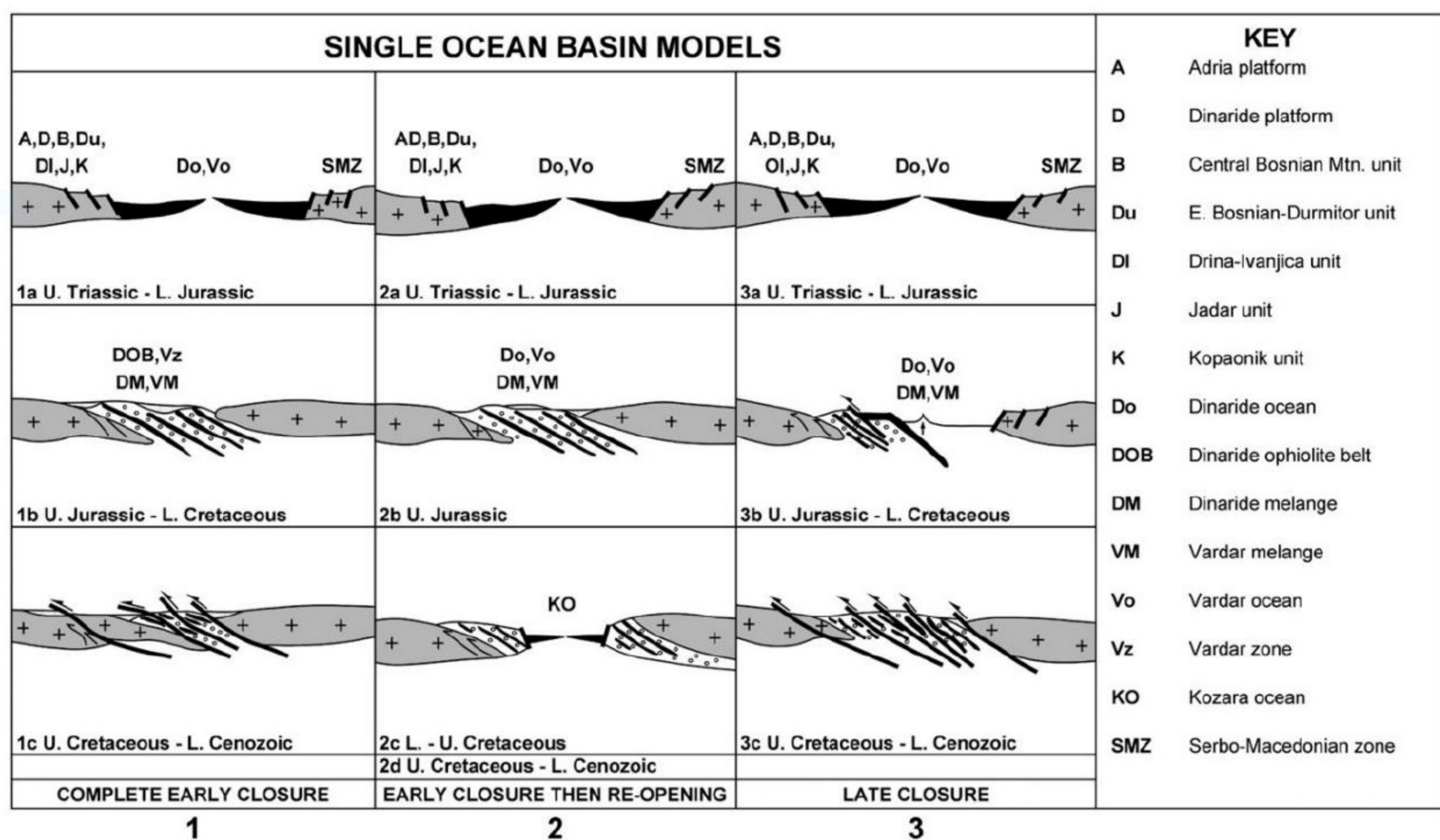
Na teritoriji Srbije izdvojena su tri glavne geotektonske celine: Dinaridi, Karpatobalkanidi i Srpsko-Makednoska masa. Ovakva rejonizacija je posledica geodinamičke evolucije terena kroz istoriju. Područje koje je predmet istraživanja ovog rada pripada Dinaridima. Na osnovu ranijih radova može se zaključiti da su Dinaridi orogeni pojas koji je nastao kolizijom Evropske i Adrijske mikroploče. Dinaridski pojas je izgrađen u dugom vremenskom periodu od oko 200 miliona godina i u tom periodu prošao kroz različite faze geološke evolucije, uključujući: riftovanje, obdukciju, subdukciju i fazu kontinentalne kolizije (Chiari et al. 2011). Današnji zapadnovergentni naborno-navlačni sistem koji je dominantan u Dinaridima predstavlja zatvranje jedne grane Neotetisa (Bernoulli and Laubscher 1972; Schmid et al. 2008; Bortolotti et al. 2013) ili alternativno, više okeanskih domena (Dimitrijević 1982; Karamata 2006). Za vreme srednjeg trijasa riftovanje je dovelo do otvaranja Neotetisa, zatim, konvergencija je počela u donjoj juri, intra-okeanskom subdukcijom formira se akreciona prizma (Chiari et al 2011). Konzumacijom okeanske kore dolazi do kontinentalne kolizije koja je počela u gornjoj kredi.

Jedinice koje su predmet istraživanja u ovom radu su pre svega delovi sledećih jedinica: Drina-Ivanjica, ofioliti i ofiolitski melanž. Pomenute jedinice su delovi internih Dinarida, zauzimaju istočni i jugoistočni deo Dinaridskog orogena.

Drina-Ivanjica jedinica predstavlja najstariju jedinicu na istraživanom području. Jedinica se nalazi između Vardarske zone na istoku i Istočno Bosansko-Durmitorske jedinice na zapadu (Robertson i Karamata, 2009). Drina-Ivanjica predstavlja jedinicu adrijskog afiniteta preko koje je kasnije izvršena obdukcija (Schmid et al., 2008), zatim je došlo i do intrudovanja post-orogenih miocenskih magmatskih stena (Cvetković et al., 2016). Treba napomenuti da su kontakti sa obe susedne jedinice tektonski. Na zapadu, Drina-Ivanjica je navučena preko Istočno-Bosansko-Durmitorske zone. Navlačna zona ima karakter navlačenja van sekvence (Schmid et al., 2008). Drinsko-Ivanjička jedinica je posebno interesantna mnogim istraživačima jer razdvaja dva ofiolitska pojasa. Prema

ranijim interpretacijama ona je tumačena kao severni produžetak Apulijske jedinice (Auboin et al., 1970), ili kao odvojeni mikrokontinent u sklopu Tetisa (Dimitrijević, 1983a). Drina-Ivanjica i Istočno Bosansko-Durmitorska jedinica su bile deo istog šelfa, jedinica koja je predmet interesa ovog rada se nalazila distalnije u odnosu na Istočno Bosansko-Durmitorsku jedinicu (Gawlick et al. 2019). Geološka evolucija Drina-Ivanjice ima više tumačenja, najzastupljenija mišljenja su: da je u geološkoj prošlosti Drina-Ivanjica predstavljala mikrokontinent sa dve pasivne margine i drugi model u kom je Drina-Ivanjica interpretirana kao tektonski prozor ispod navučenih ofiolita (Gawlick et al., 2019). Poslednjih godina, čini se, druga teorija je prihvaćenija od većine istraživača, upravo ta teorija potvrđuje činjenicu da je u jurskom periodu egzistirao jedan okeanski basen (Slika 9). Generalno, Drina-Ivanjica je izgrađena od semimetamorfisanih do metamorfisanih stena i krednih tvorevina. Prema Đokoviću (1985), u okviru paleozoika Drina-Ivanjice izdvojene su četiri formacije: gornjokambrijumska-donjokarbonska Drina formacija, Golijska formacija, konglomerati Kovilja i Biračka formacija. Metamorfizam u ovoj jedinici je pre-alpski i različitog je stepena od nemetamorfisanih stena do facije zelenih škriljaca (Đoković et al., 1985). Najstarija formacija u okviru jedinice je Drina formacija koja je podeljena na donju (stariju) i gornju (mlađu), donji deo Drina formacije je pretrpeo metamorfizam amfiboliske facije, koji ukazuje na Variscijsku orogenezu (Chiari et al., 2011). Gornji deo Drina formacije je pokriven Golijskom formacijom, koja je predstavljena metapeščarima i metapelitima vizej-namirske starosti (Stojanović i Pajić, 1966-1971). Golijska formacija je konkordantno prekrivena formacijom Kovilja, koja je predstavljena metakonglomeratima i metapeščarima (Chiari et al., 2011). Nakon toga sledi Biračka formacija koja je predstavljena baškirskim/moskovskim metapeščarima i metapelitima (Kubat et al., 1977). Međutim, generalno veći stepen metamorfizma je zastupljen na severnim i severozapadnim delovima jedinice a niži stepen metamorfizma je zastupljen na južnijim delovima iste. Od značajnijih struktura u okviru jedinice najzastupljeniji su folijacija i klivaž, starije strukture su teško uočljive zbog prenabiranja. Drina-Ivanjica je

pretrpela više deformacionih faza kroz geološku istoriju o tome će biti više reči na poglavlju o tektonskoj analizi istraživanog područja.



Slika 9 - Tektonski model jednog okeanskog basena (modifikovano prema A. Robertson 2009)

Druga jedinica koja zauzima značajno rasprostranjenje na istraživanom prostoru je ofiolitski melanž. Obdukcija Dinaridskih ofiolita je prethodila intra-okeanskoj subdukciji koja se manifestovala pre 174 do 157 miliona godina. Intraokeanska subdukcija je rezultirala obdukcijom na pasivnu kontinentalnu marginu i regionalnim deformacijama u unutrašnjim Dinaridima (Porkolab et al., 2019). Sinorogeni sedimenti su deponovani i deformisani u basenu dubokomorskog rova, kasnije ti sedimenti bivaju inkorporirani u navlaku. Intezivne deformacije mogu totalno uništiti orginalne sedimentne karakteristike, na kraju je to rezultiralo formiranjem ofiolitskog melanža (Đerić et al., 2024). Obdukcijom prvobitno su nastale stene metamorfnog djona koji na području Arilja i Grivske nije utvrđen, već se nalazi nešto zapadnije, na Zlatiboru (Batočanin et al., 2012). Ofiolitski melanž se nalazi na zapadnom i jugozapadnom delu istraživanog prostora. U tektonskom je kontaktu sa Drinsko-Ivanjičkim paleozoikom koji predstavlja po najprihvatljivijem modelu tumačenja autohton preko koga se izvršila

obdukcija. Na osnovu mnogih istraživača, tektonski transport i pravac kretanja obdukcione navlake je ZSZ (Carosi et al. 1996; Schmid et al. 2008; Schefer, 2012).

U okviru matriksa ofiolitskog melanža na istraživanom području se često manifestuju i radiolariti koji su procenjeni na bajesko-kelovejsku starost (Đerić et al., 2024). Markantan član ofiolitskog melanža predstavljaju krečnjaci trijaske starosti koji se manifestuju u vidu blokova različitih dimenzija u siliciklastičnom matriksu ofiolitskog melanža, radi se o plitkovodnim tvorevinama koji vode poreklo sa adrijske karbonatne platforme preko koje je prošla obdukciona navlaka i koje na istraživanom području zauzimaju značajno rasprostranjenje. Oni često uključuju gornjotrijaske plitkovodne krečnjake (Dahštajn) i gornjotrijaske pelaške krečnjake (Vaterštajn). Ovi pelaški krečnjaci su lokalno prekriveni jurskim radiolaritima (Robertson et al., 2009). Najmarkatniji deo ofiolitskog melanža predstavlja Grivska Formacija. Grivska Formacija je predstavljena krečnjacima sa rožnačkim interkalacijama i nodulama.

Dakle, ofiolitski melanž u zapadnoj Srbiji može dati značajne podatke za rekonstrukciju autohtona jer blokovi litološki i tektonski različitih stena daju informacije preko kojih jedinica se odigrala obdukcija. Na nekim delovima terena trijaski krečnjaci i ostali blokovi u melanžu su u direktnom tektonskom kontaktu sa Drinsko-Ivanjičkim paleozoikom. Nekoliko takvih kontakata je analizirano na terenu i utvrđeno je da se radi o gravitacionom rasedanju. U pitanju su britl deformacije sa razvijenom zonom smicanja.

Na južnijim delovima istraživanog terena uočene su i sporadične pojave serpentinita koji se manifestuju u vidu blokova, koji su tektonizirani. Miocenska ekstenzija koja se manifestovala u Panonskom basenu je takođe ostavila svoj pečat na istraživano područje, o tome će biti više reči u poglavlju o tektonici. Ekstenzija je uključila reaktivaciju nekadašnjih reversnih raseda i navlaka u vidu detačmenta niskog ugla (Ustaševski et al. 2010). Porkolab et al. (2019) izdvaja četiri deformacione faze koje su se manifestovale na širem području Grivske gde prva deformaciona faza ukazuje na obdukciju a ostale na

naknadne događaja. Zbog predmeta interesa ovog master rada te deformacione faze će biti pomenute u daljem tekstu:

Deformaciona faza D1 je predstavljena samo duktilnim strukturama pronađenim u palozojskim tvorevinama. Preovladavajući SSI-JJZ trend osa nabora ukazuje na IJI-ZSZ kompresiju, dok često opservirana asimetrija nabora ove faze ukazuje na ZSZ smer tektonskog transporta. Ova deformaciona faza je uticala samo na karbonske tvorevine na istraživanom području.

Deformaciona faza D2 se karakteriše stisnutim naborima i reversnim rasedima pružanja SZ-JI. D2 strukture su imale uticaj na sve stratigrafske jedinice na istraživanom području. Trend F2 osa nabora i reversnih raseda ukazuju na SI-JZ kompresiju. Nije zabeležena dinamička rekristalizacija minerala. Deformacioni mehanizmi kao što su bližnjenje kalcita i disolucija su opservirani povremeno.

Deformaciona faza D3 je predstavljena dominantno transkurentnim rasedima, koji često presecaju reversne rasede D2 faze. Oni su uglavnom SSZ-JJI pružanja.

Deformaciona faza D4 je predstavljena gravitacionim rasedima različitih veličinskih područja. U nekim slučajevima ovi rasedi presecaju transkurentne rasede D3 faze. Pravci ekstenzije su bili dvojaki: SI-JZ i SZ-JI (Porkolab et al. 2019).

Deformaciona faza D1 je rezultat obdukcije koja se desila u gornjoj juri-donjoj kredi. Jedan od glavnih razloga za ovu tvrdnju je činjenica da strukture koje predstavljaju deformacionu fazu D1 nisu pronađene u krednim tvorevinama na istraživanom području (Porkolab et al., 2019). Deformaciona faza D2 na osnovu kontrakcionih deformacija kao i navlaka pružanja SZ-JI koje ukazuju na SI-JZ kompresiju, ova deformaciona faza je rezultat kolizije Evrope i Adrije (Porkolab et al., 2019). Prema Ustaševskom (2009) kolizija između Evrope i Adrije se odigrala u periodu između mastrihta i ranog paleogena.

Porkolab (2019) takođe, navodi da D2 strukture ukazuju na finalnu etapu kolizije Evrope i Adrije, prema Porkolabu ova etapa nije uticala na duboko tektonsko sahranjivanje

Drinsko-Ivanjičke navlake. Dakle, D2 deformaciona faza se manifestovala samo u plitkim nivoima kore, što je u saglasnosti sa prethodnim rezultatima (britl deformacije i nabiranje) koji su prikupljeni na sličnom istraživanom području (Đoković 1985; Trivić et al., 2010).

5. METODE

Prilikom istraživanja za potrebe ovog master rada, korišćene su sledeće metode: metoda geološkog kartiranja, biostratigrafska metoda, petrografska i mikrotektonska analiza.

Ove metode su izabrane prema cilju istraživanja, budući da omogućavaju dobijanje podataka kojima je moguće rešiti zadatu problematiku.

5.1 Metoda geološkog kartiranja

Metoda geološkog kartiranja predstavlja fundamentalnu metodu koja se koristi za rešavanje regionalnih problema starosti, sastava, tektonike i istorijskog razvoja geoloških jedinica istraživanog područja. Osnovni rezultati istraživanja su geološka karta i tumač geološke karte.

Prilikom izrade ovog master rada, obrađene su osnovne faze geološkog kartiranja a to su: rekognosciranje, detaljno terensko kartiranje i reambulacija.

Rekognosciranje predstavlja prvu etapu geološkog kartiranja, tokom koje se prikuplja sva literatura vezana za istraživano područje. Pored toga, teren se prelazi manjim brojem maršruta, u cilju definisanja i stvaranja osnovne ideje o problematici geologije terena. U ovoj etapi kartiranje je korisna fotogeološka analiza. Kao produkt rekognosciranja može se formirati radna verzija geološke karte za dato područje.

Nakon toga sledi detaljno terensko kartiranje, koje predstavlja sistematično prelaženje terena, po nizu unapred određenih maršruta. Rad na terenu obuhvata uzimanje uzoraka za potrebe specijalističkih analiza, crtanje profila, stubova, opis geoloških jedinica. Tokom kartiranja izvode se različite laboratorijske analize specijalista u cilju što boljeg upoznavanja terena. Osim toga mere se sve uočljive strukture na terenu, rade se statističke obrade podataka i iznose zaključci o nastanku strukturnog sklopa. Uporedo sa napretkom kartiranja, crta se i radna verzija geološke karte na koju se nanose svi opservirani podaci, piše se tumač sa ostalim podacima koje nije moguće prikazivati na karti. Na kraju detaljnog kartiranja, potrebno je imati završenu radnu verziju geološke

karte i tumača, rešenu geološku problematiku terena, te inkorporirati što veći broj dobijenih podataka prilikom izrade priloga.

Reambulacija je poslednja faza kartiranja i predstavlja reviziju radne verzije geološke karte. Izvodi se u slučaju kada se podaci sa nekih tačaka ne uklapaju u ostale dobijene karte, kada dođe do razvoja metoda koje mogu dati nove rezultate ili kada je kartiranje u potpunosti urađeno loše (Dimitrijević, 1978).

Za potrebe ovog rada izvedeno je kartiranje uključujući sve tri faze geološkog kartiranja. Prilikom terenskih istraživanja prikupljeni su uzorci stena iz različitih jedinica, koji su kasnije upoređivani sa postojećom literaturom. Veća pažnja usmerena je na merenja strukturnih elemenata na terenu. Nakon terenskih istraživanja, dobijeni podaci su prošli kroz fazu statističke obrade, a zatim kroz fazu interpretacije.

Nakon terenskih istraživanja, podaci su podvrgnuti statističkoj obradi. Za statističku obradu koristili su se programi Spheristat i TectonicsFP u kojim su konstruisani dijagrami za svaku merenu strukturu posebno.

Finalni rezultat ove metode je konstrukcija geološke karte i geoloških profila za dato područje, unapređenih novim podacima koji su prikupljeni i interpretacija podataka dobijenih strukturnom analizom. Za izradu geološke karte korišćen je softverski alat QGIS, dok je za izradu geoloških profila i stubova korišćen CorelDraw.

5.2 Petrografska analiza

Na osnovu petrografske metode određeni su litološki sastavi istraživanih jedinica. Pod litološkim sastavom podrazumevamo boju, čvrstinu, slojevitost ili folijacije.

Petrografska ispitivanja podrazumevala su makroskopski pregled 40 uzoraka i mikroskopski pregled 2 uzorka prikupljenih na različitim lokalitetima. Kod makroskopskih opisa stena korišćena je Munsellova tabela boja (Munsell Rock Color Book, 2014), dok je za odredbu prisustva kalcita korišćena razblažena hlorovodonična kiselina (1:3). Mikroskopski su stene analizirane optičkom metodom preko petrografskih preparata. Petrografski preparati su izrađeni u Laboratoriji za izradu preparata

Rudarsko-geološkog fakulteta. Optička ispitivanja izvršena su na polarizacionom mikroskopu. Prilikom određivanja vrste stena korišćene su klasifikacije deskriptivnog i deskriptivno-teksturnog tipa upravo zbog raznovrsnosti strukturno-genetskog karaktera stena. Korišćena je i klasifikacija Folk 1959; 1962.

5.3 Mikrotektonska analiza

Mikrotektonika se bavi tumačenjem mikrostrukture koje mogu da daju obilje informacija o istoriji i vrsti deformacija i metamorfizma. Rezultati ovakvih analiza daju podatke koji mogu biti od koristi za geološka tumačenja regionalnih razmera.

Sukcesivne faze deformacione i metamorfne evolucije stena često se može zapaziti kao deo njihovog sklopa, prepoznavanje i korektna interpretacija je od krucijalnog značaja za razumevanje njihove evolucije.

Glavni cilj mikrotektonske analize je da se otkrije sekvenca deformacionih faza na određenom području i da se ovaj niz poveže sa metamorfnih događajima, kako bi se utvrdili P-T uslovi (Passchier et al. 1996).

Za potrebe mikrotektonske analize izrađen je 1 preparat, cilj ove analize a za potrebe master rada je određivanje P-T uslova kao i deformacionih faza na pomenutom preparatu. Rezultati bi mogli da daju širu sliku o tektonskom sklopu istraživanog područja.

Za dobijanje fotografija uzoraka korišćen je BioBlue binokularni mikroskop okulara širokog vidnog polja WF 10x/18mm. Glava mikroskopa je binokularna 30° zakošena Siedentopf tube; 360° rotirajuća. Infinitivni optički sistem. Interpupilarno rastojanje okulara se može podešavati u opsegu od 55 do 75mm. Mikroskop ima revolverski tip nosača za maksimalno četiri objektiva. Uzorci su snimani na tri uvećanja: 5x, 10x i 20x, a na fotografijama su prikazani odgovarajući razmernici.

5.4 Biostratigrafska metoda

Biostratigrafija predstavlja integralni deo stratigrafskih istraživanja i obuhvata proučavanje i interpretaciju fosila u smislu raščlanjivanja, korelacije, i utvrđivanja organske evolucije.

Najvažnije sredstvo koje koristi biostratigrafija kao metod su tzv. indeks fosili. To je posebna kategorija fosila koji su za života imali veliko i široko rasprostranjenje, kako geografsko tako i ekološko i koji zbog toga dozvoljavaju različitim stenama na različitim prostorima i sredinama budu korelisane.

Uz pomoć ove metode moguće je odrediti relativnu starost tvorevina koje se istražuju.

Za potrebe ovog master rada proučavani su i makrofosili i mikrofosili, konkretno, u krednim tvorevinama su pronađene i mikrofosilne i makrofosilne vrste. Takođe, za potrebe utvrđivanja postojanja mikrofosila u krednim masivnim krečnjacima odrađen je preparat 1.2..

Takođe, treba napomenuti da se metoda prosejavanja koristila radi utvrđivanja postojanja fosilnih vrsta u miocenskim tvorevinama.

6. REZULTATI I DISKUSIJA

6.1 Tektonski sklop istraživanog područja

Istraživano područje pripada delovima jugozapadne Srbije i karakteriše ga složena, kako geološka tako i tektonska građa. Istraživanja tektonskog sklopa su vršena kako na terenu tako i kabinetskim radom. Istraživanje se pre svega se baziralo na pronalaženju većih zona smicanja i kontakata koji bi mogli dati širi, regionalni uvid na tektonski sklop šire okoline sela Grivska. Naravno, obraćala se pažnja i na manje strukture, sve te strukture su obrađene na statističkim dijagramima. U karbonskim tvorevinama najrazvijeniji tipovi s-površi su klivaž i folijacija. Većina izmerenih ruptura ima karakter deformacija krtog loma (britl). Međutim sporadično se manifestuju i duktilne deformacije i to pre svega u pre-Mezozojskim formacijama. Karakter kretanja duž zona smicanja je određen na osnovu više kinematskih indikatora kao što su strije, Ridlove ravni, C i S sklop i sigma klasi. Da bi se razumeli regionalni efekti i superpozicija deformacionih događaja, merene su i deformacije na većim distancama od glavnih raseda ili zona smicanja. Karakter kretanja po duktilnim deformacijama su opservirane na osnovu sekundarnih nabora koji se manifestuju na nekoliko stajnih tačaka na terenu. Podaci o rasedima i njihova kinematika su tumačeni na osnovu superpozicije, reaktivacije deformacija ili koristeći vremenski kriterijum. Laboratorijski rad se zasnivao na izradi jednog preparata koji je dao širi prikaz o tektonskom sklopu jedinice koja je predmet interesa u ovom radu. Takođe, za grafičke prikaze korišćeno je više softverskih alata kao što su: TectonicsFP, SSWIN, CorelDraw i QGIS. Istraživanje će biti demonstrirano dvojako: statističkim dijagramima celokupnog istraživanog područja, zatim interpretiranim fotografijama sa interesantnih izdanaka i profila koji mogu dati bolji prikaz o tektonskom sklopu šireg prostora kao i geološkim kartama i profilima.

U tektonskom smislu tvorevine šire okoline sela Grivska su ubirane i razlamane vertikalnim i horizontalnim pokretima. Porkolab (2019) je utvrdio četiri deformacione faze koje su se manifestovale na širem području. Najstarije, karbonske tvorevine su pretrpele više faza deformacija, međutim, prvu deformacionu fazu (D1) teško uočiti, ostale deformacione faze su uočene. Terenskim radom je utvrđeno prisustvo brojnih

gravitacionih i reversnih raseda dok se transkurentni rasedi manifestuju podređeno. Treba napomenuti da strukture u okviru trijaskih tvorevina nisu bile podesne za analizu deformacionih događaja na istraživanom području jer trijaski blokovi i olistoliti predstavljaju delove JZ-vergentnog alohtona. U karbonskim tvorevinama često se može zapaziti transpozicija S površi što ukazuje da su ove stene pretrpele više deformacionih faza. Terenskim radom su utvrđene 3 deformacione faze pre svega superpozicionim odnosima između deformacija, treba napomenuti da K. Porkolab u svom radu (2019) predlaže 4 deformacione faze na istraživanom području koje se nalazi nešto severnije. Pretpostavka je da postoje i starije deformacione faze od onih koje će u daljem tekstu biti navedene.

6.1.1 Analiza strukturnih podataka

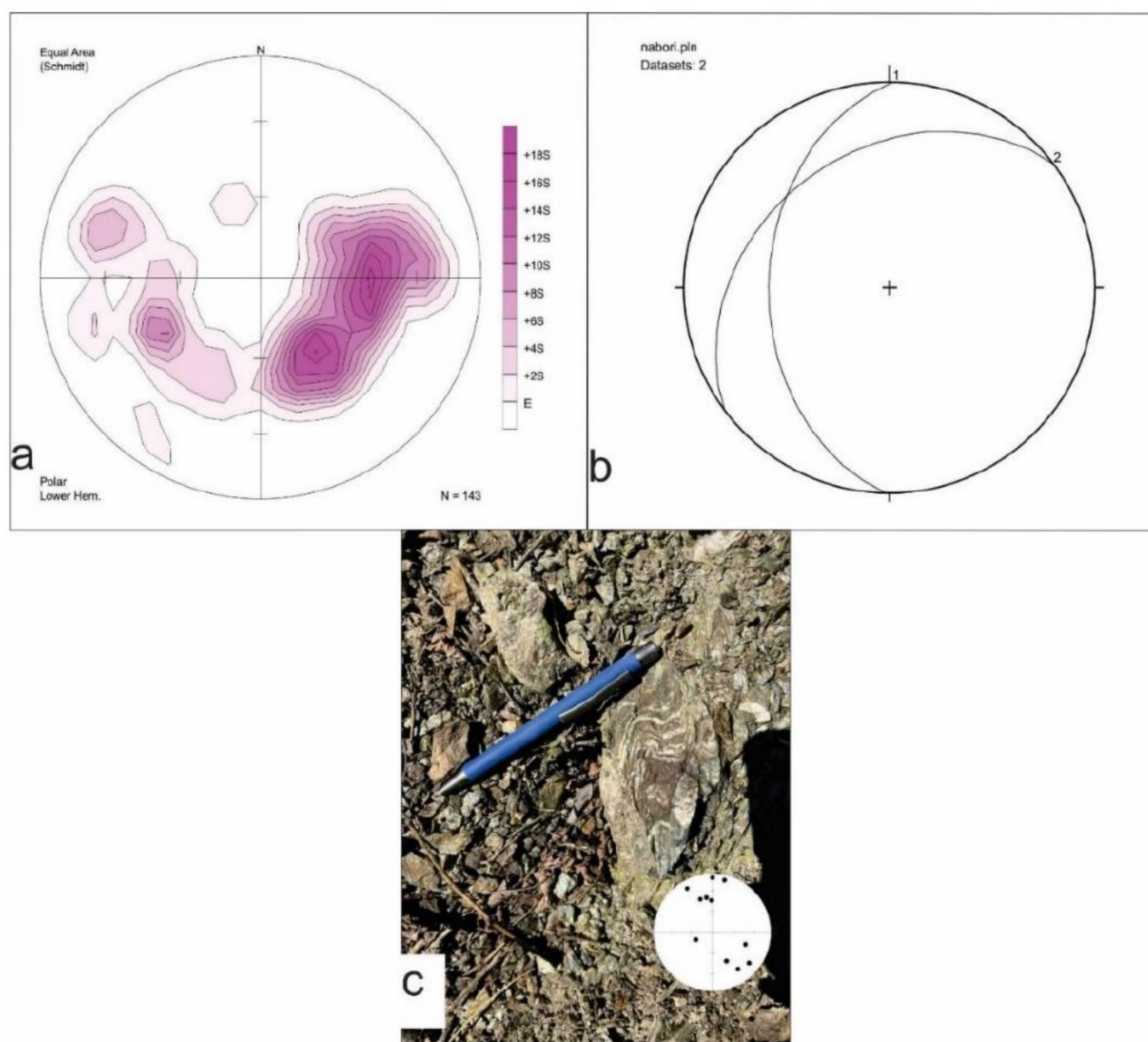
Imajući u vidu da se pružanja merenih struktura na širem području Grivske u dobroj meri poklapaju sa pružanjima struktura koje je predložio Porkolab (2019) na sličnom geotektonskom i geološkom okruženju samo na području koje se nalazi nešto severnije te deformacione faze će biti korišćene kao relevantne za istraživano područje kojim smo se mi bavili.

Naborne strukture

U okviru karbonskih tvorevina najrazvijeniji tipovi s-površi su klivaž i folijacija. U cilju predstavljanja statističkih podataka koji su prikupljeni na terenu priređen je konturni dijagram folijacije u karbonskim tvorevinama (Slika 10a).

Folijacija je analizirana na osnovu podataka koji su prikupljeni terenskim radom. Prikupljeno je 143 merenja na više izdanaka. Folijacija se merila isključivo u okviru paleozoika Drina-Ivanjice. Terenskim radom je utvrđeno je da nabori manjeg veličinskog područja uglavnom odsustvuju. Analizom konturnog dijagrama (slika 10a) utvrđen je jedan π pojas sa dva maksimuma Ep1 271/41, Ep2 323/34 i jednim submaksimumom Ep3 60/41. Daljom izradom statističkih podataka pomoću dijagrama (slika 10a) rekonstruisana je b-osa sa elementima pada 312/34. Osa nabora ima pravac pružanja SI-JZ. Ovakvi odnosi ukazuju na kompresiju SZ-JI. Na osnovu položaja

aksijalne površi može se zaključiti da se radi o izoklinom regionalnom naboru. Submaksimum koji se nalazi na zapadu ukazuje da su tvorevine formacije Drina-Ivanjica dovedeni u ovaj položaj naknadnom deformacioniom fazom što dalje ukazuje na prenabiranje. Jedini izdanak gde se manifestuju sekundarni nabori (Slika 10d) je utvrđen u sericitsko-hloritskim škriljcima na stajnoj tački 3, na osnovu tog izdanka odrađen je i statistički dijagram krila nabora (Slika 10c).

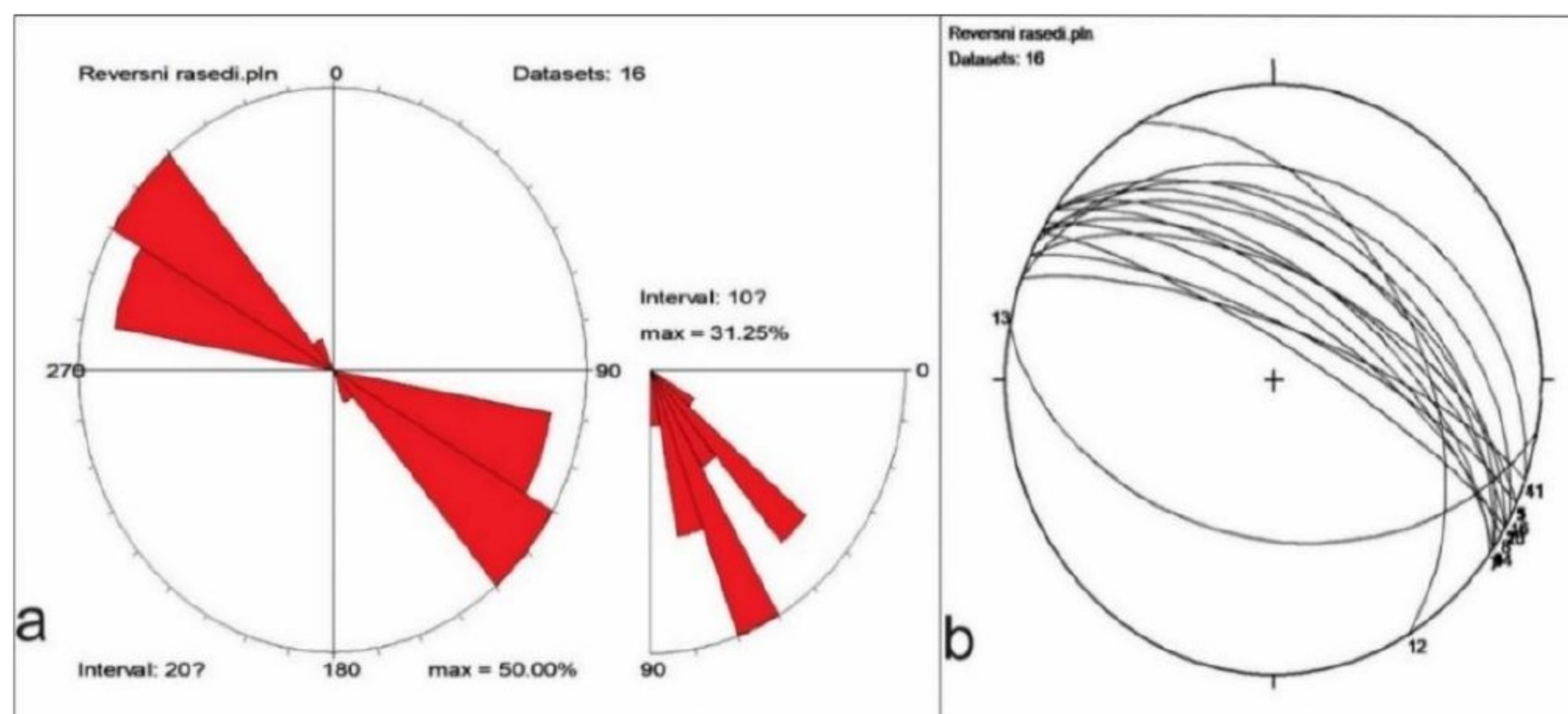


Slika 10 - a) Konturni dijagram folijacije u okviru karbonskih tvorevina b) Ose stresa izvučene na osnovu konturnog dijagrama koje ukazuju na izoklini nabor c) Sekundarni nabor u okviru jedinice Drina-Ivanjica

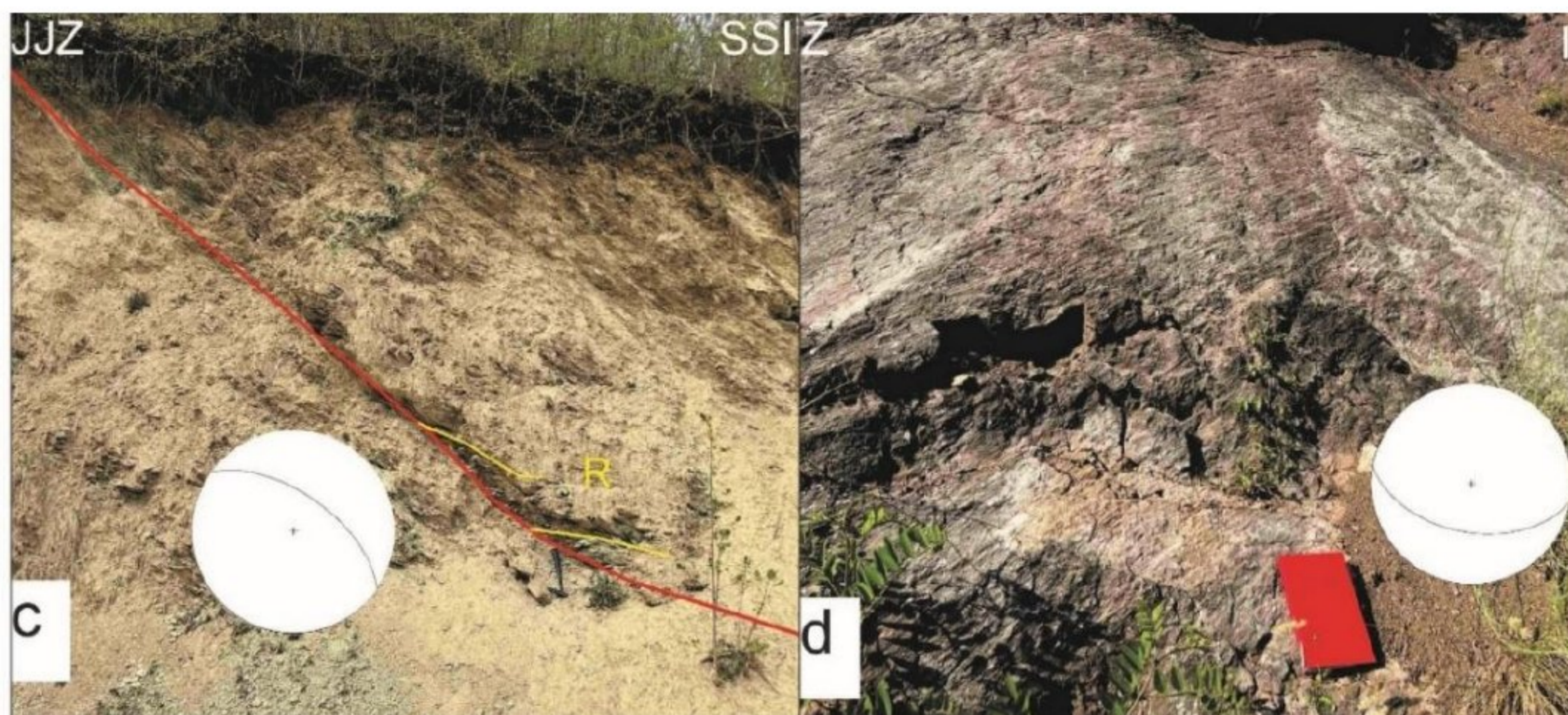
Rasedne strukture

Prema podacima merenim na terenu za 16 raseda je definisano da imaju osobine reversnih, za 22 da imaju gravitaciono kretanje, te za svega 3 da imaju kretanje transkurentnog tipa.

Reversni rasedi su se u terenskim uslovima mogli zapaziti uglavnom u karbonskim tvorevinama, ali treba napomenuti da se manifestuju u okviru svih stratigrafskih jedinica na istraživanom području. Prilikom terenskog osmatranja, najčešći indikatori kretanja po reversnim rasedima su bili C i S sklop i Ridlove ravni (Slika 12a), dok su u okviru trijaskih krečnjaka Grivska formacije strije glavni indikator kretanja (slika 12b). Mnogi reversni rasedi su reaktivirani mlađim rasedima, pre svega gravitacionim. Rozeta (slika 11a) jasno ukazuje da većina reversnih raseda definisanih na terenu ima pružanje SZ-JI. Pozicija osa stresa i naponsko polje se mogu videti i na dijagramu na slici 11b. Trend pružanja ovih raseda ukazuje na SI-JZ orijentisanu kompresiju što je u saglasju sa D2 deformacionom fazom koju je predložio Porkolab (2019). Desni reversni rased (Slika 12d) odstupa od trenda pružanja većine reversnih raseda, pretpostavlja se da ovaj rased ima lokalni karakter. Kao što se vidi na karti (slika 17) reversne strukture su prekrivene gornjomiocenskim tvorevinama jer je pretpostavka da su nastale pre depozicije ovih tvorevina.

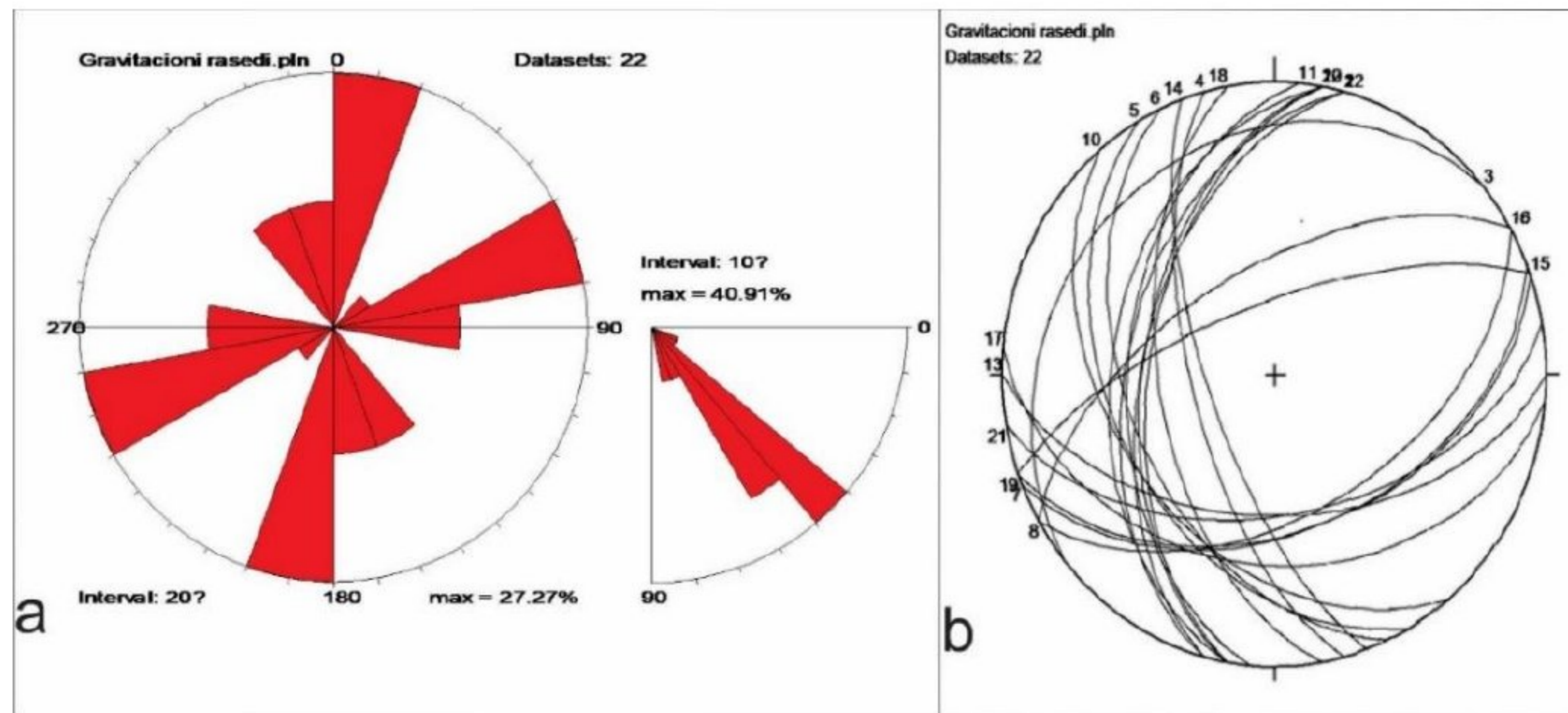


Slika 11 - (a) rozeta pružanja reversnih raseda (b) konturni dijagram sa pozicijama osa stresa reversnih raseda

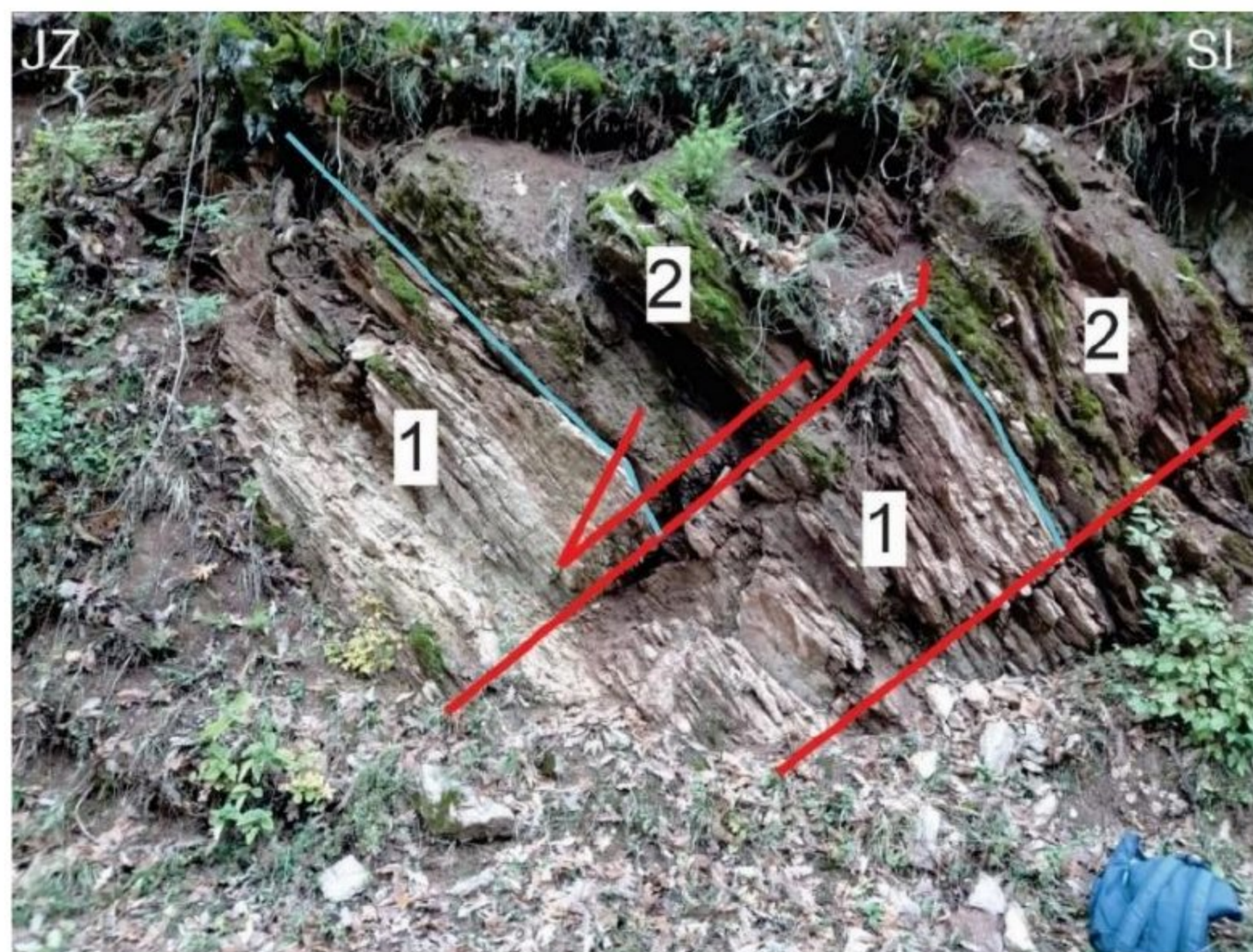


Slika 12 - Interpretirane fotografije opservirane na terenu a) Reversni rased pružanja SZ-JI u anhimetamorfitima karbona sa prikazanim Ridlovim ravnima b) Reversni rased pružanja Z-I u krečnjacima Grivska formacije.

Gravitacioni rasedi imaju značajno rasprostranjenje na istraživanom području, glavni indikatori kretanja po njima su a i b lineacija. Porkolab (2019) gravitacione rasede na istraživanom području svrstava u najmlađu deformaciju. Superpozicioni odnosi između deformacija takođe ukazuju da većina gravitacionih raseda na istraživanom području predstavljaju rezultat najmlađe deformacione faze. Najveći broj gravitacionih raseda ima pružanje SSI-JJZ i SI-JZ (Slika 13a).

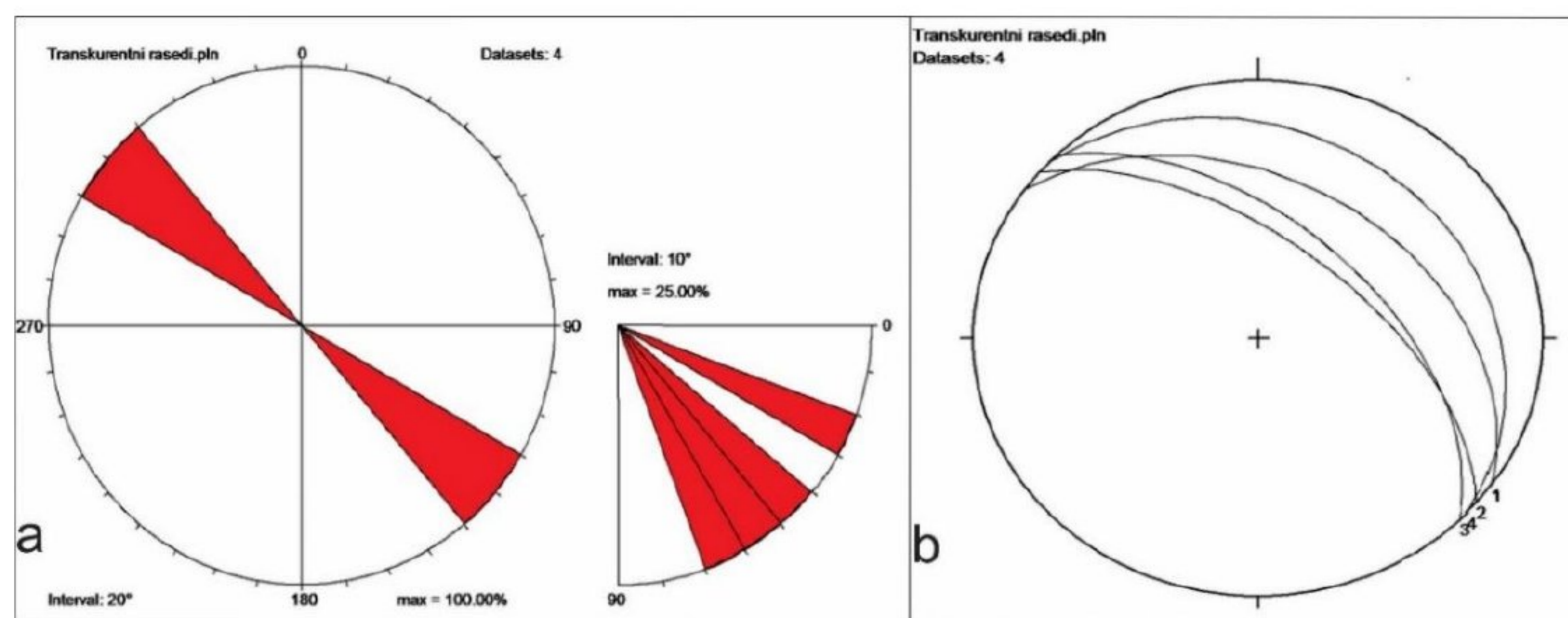


Slika 13 - (a) rozeta pružanja gravitacionih raseda (b) konturni dijagram sa pozicijama osa stresa gravitacionih raseda



Slika 14 - paralelni levi gravitacioni rasedi opservirani na stajnoj tački 44 sa označenim karakterističnim delovima izdanka na povlati i podini.

Transkurentni rasedi se manifestuju podređeno na istraživanom području. Uglavnom se radi o dekstralnim transkurentnim rasedima koji su presečeni gravitacionim rasedima. Na stajnoj tački 1, na osnovu CS sklopa (Slika 20a) zaključeno je da se kalkšisti (Slika 3a) nalaze u dekstralnoj transkurentnoj zoni smicanja na koju je kasnije uticalo mlađe, gravitaciono rasedanje. Pružanje merenih transkurentnih raseda je SZ-JI. Transkurentne strukture su pretprele S-J kompresiju i I-Z ekstenziju (Slika 15 a i b) (Porkolab et al. 2019).



Slika 15 - (a) rozeta pružanja transkurentnih raseda. (b) dijagram sa pozicijama osa stresa transkurentnih raseda.

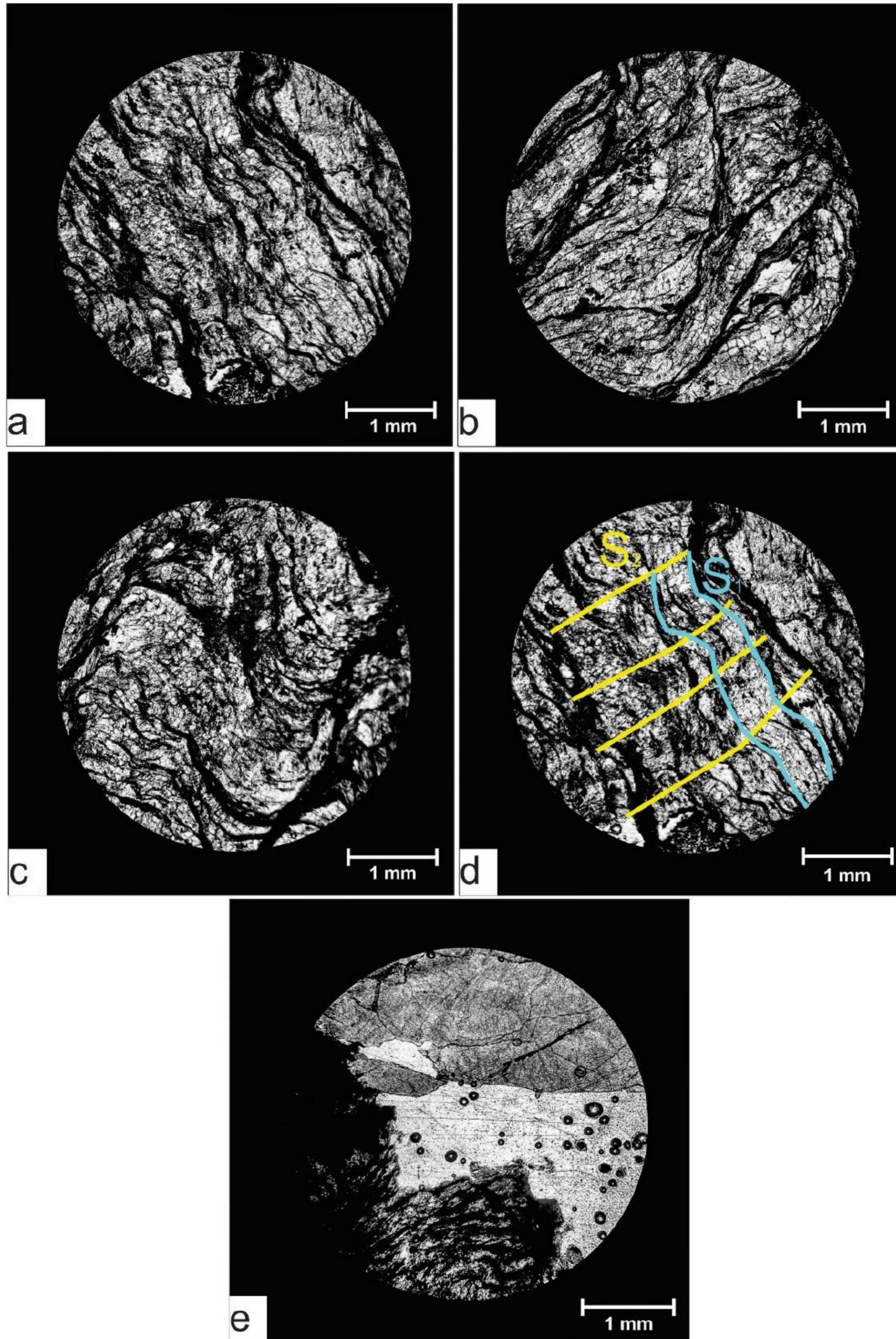
6.1.2 Mikrotektonska analiza

Izdanak sa stajne tačke 3 dao je značajne podatke o tektonskom sklopu istraživanog područja. Upravo sericitsko-hloritski škriljci (slika 2a) sa ove stajne tačke su izabrani za mikrotektonsku analizu. Za potrebe ovog master rada izrađen je preparat 1.1.

Najzastupljeniji minerali opservirani na ovom preparatu su: sericit, kvarc, biotit i podređeno muskovit.

Na neorijentisanom preparatu 1.1 (Slika 16) opservirano je više mikrostrukturnih opažanja: Analizom preparata utvrđeno je da stena poseduje razmaknutu folijaciju sa razvijenim mikrolitonima i domenima klivaža (Slika 16d). Pored toga, manifestuje se i ubranost (Slika 16c). Liske liskuna (sericit, muskovit i biotit) su često razmaknute na krajevima što ukazuje na dijagenetsku folijaciju koja je nastala kao posledica dijagenetske kompakcije stene. Stena nije pretrpela dinamičku rekristalizaciju. U preparatu se takođe jasno može uočiti folijacija (S1) ali delimično se može utvrditi i klivaž (S2). Krenulacije se mogu utvrditi kao i mikrolitoni. Utvrđeno je i sporadično manifestovanje kink nabora (Slika 16a). U kristalima kvarca utvrđeno je postojanje deformacionog (mehaničkog) bližnjenja i deformacionih lamela (Slika 16e). Treba napomenuti da se na pomenutom preparatu manifestuje i tenziona pukotina zapunjena kalcitom, što ukazuje na ekstenzionu fazu. Na pukotini je opservirana i zona dilatacije koja se nalazi u sredini žice.

Analizom svih podataka može se doći do zaključka da se na preparatu 1.1 manifestuju tri deformacione faze. Na osnovu modela iz rada Passchier i Trouw (1995), moguće je bilo utvrditi temperaturne uslove kroz koje je prošla ova stena. Imajući u vidu manifestovanje deformacionih lamela u kvarcu može se zaključiti da su ove deformacije nastale u temperaturnim uslovima u opsegu od 300-400 °C. Dijagenetska folijacija ukazuje na dijagenetsku kompakciju, što dalje znači da je stena od koje je sačinjen preparat 1.1 u jednom periodu bila izložena visokom pritisku.



Slika 16 - Fotografije preparata sačinjenog od sericitskog škriljca sa stajne tačke 3 a) folijacija u sericitским škriljcima i kink nabori b) folijacija u sericitским škriljcima c) ubranost d) razmaknuta folijacija sa razvijenim mikrolitonima e) Deformacione lamele i tanki blizanci u kvarcu

Uzimajući sve činjenice u obzir dolazi se do zaključka da je ova stena metamorfisana u faciji zelenih škriljaca što dalje sugerirše da su pretrpele regionalni metamorfizam. Deformacije opservirane u uzorku 1.1 su proizvod D2 deformacione faze. Uslovi niske temperature i niskog pritiska ukazuju da su deformacije nastale tokom kontinentalne kolizije na ovim prostorima koja se odigrala u gornjoj kredi i trajala do paleogena, što dalje ukazuje da su deformacije sa ovog preparata nastale u plićim nivoima kore. Kasnije, miocenskom ekstenzijom došlo je do reaktivacije glavnih struktura koje su ekshumirale stene od kojih je sačinjen preparat 1.1 na površinu.

6.2 Regionalne implikacije

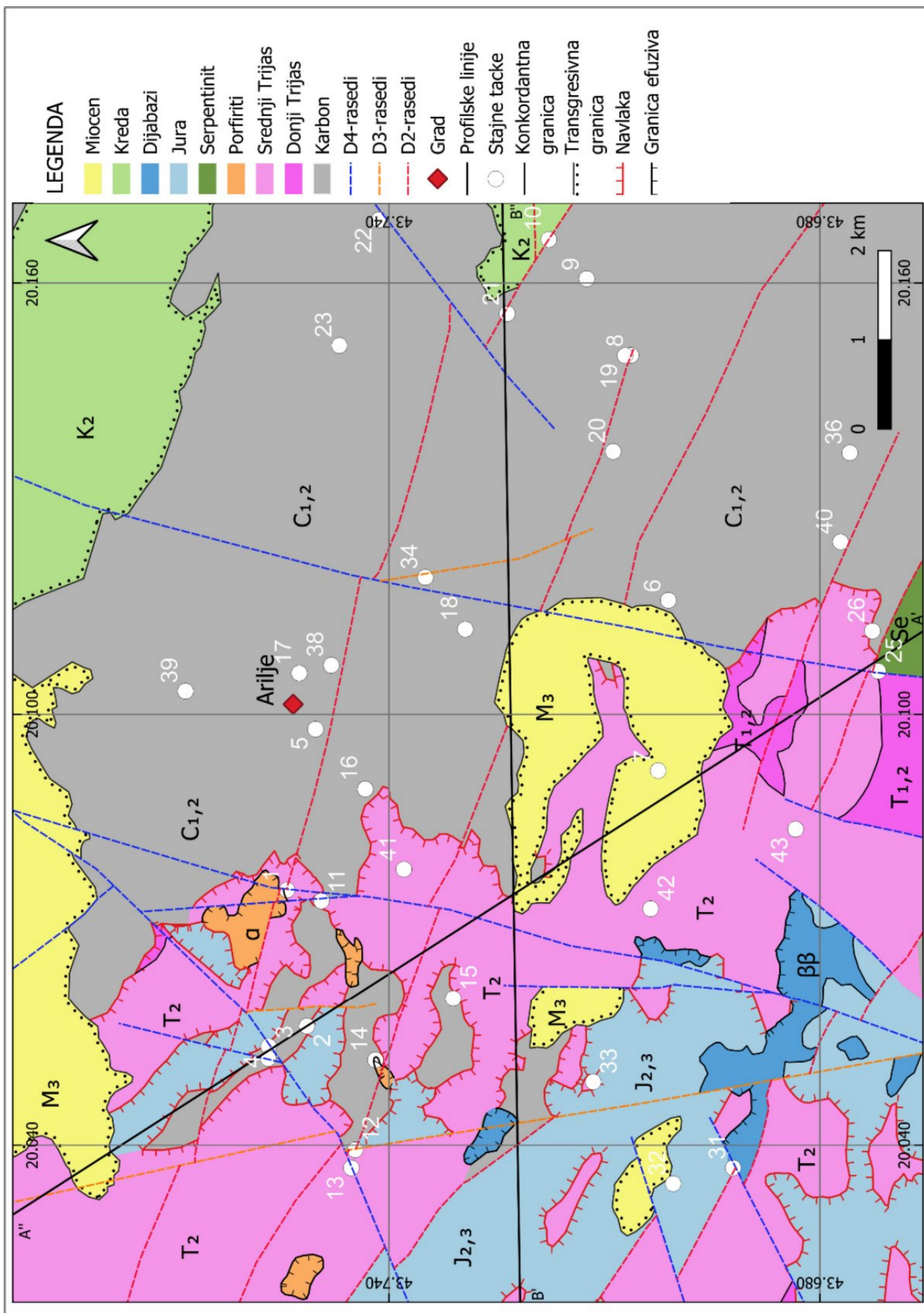
Geološka karta i geološki profili (Slika 17 i 18) predstavljaju finalni proizvod metode geološkog kartiranja na istraživanom terenu. Takođe, oni predstavljaju interpretaciju geoloških odnosa između različitih jedinica na terenu.

Na karti (slika 17) se mogu videti dominantna pružanja glavnih struktura na istraživanom području. Posebnu pažnju treba obratiti na severozapadni deo karte i stajne tačke 3,4,12 i 13 jer pomenute stajne tačke daju dosta podataka o istraživanom području. Rasedi različitih deformacionih faza su prikazani različitim bojama. Takođe, na profilu B'-B'' se može videti pozicija stajne tačke 3, koja je bila jedna od najvažnijih stajnih tačaka na terenu.

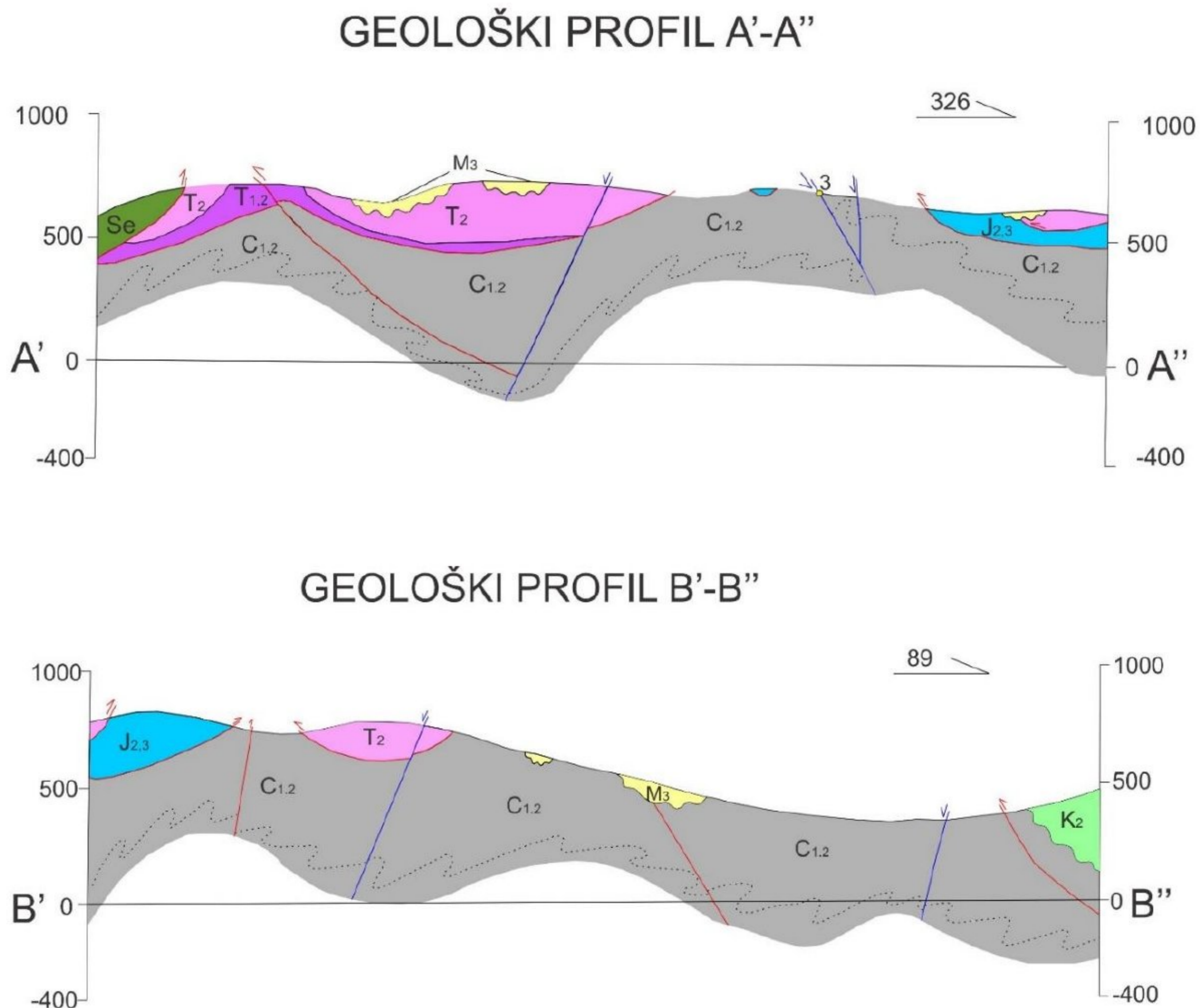
Količina ekshumacije po gravitacionim rasedima se povećava idući od juga ka severu (profil B'-B''), pretpostavka je da se količina ekshumacije povećava zbog blizine metamorfnog jezgra Cera. Na oba profila je prikazana sekundarna ubranost, ta ubranost predstavlja i pružanje sericitiskih škriljaca. Na profilu B'-B'' se može videti interpretacija i objašnjenje pojave sericitiskih škriljaca na površini kod stajne tačke 3. Gravitaciono rasedanje predstavlja produkt otvaranja Panonskog basena.

U prethodnim radovima britl deformacije (deformacije krtoog loma) su bile interpretirane kao karakteristične za kolizionu fazu. Međutim, terenskim radom je utvrđeno i manifestovanje plastičnih deformacija (stajna tačka 3), na profilima je predstavljena interpretacija do karbona Drina-Ivanjice koja predstavlja fundament na istraživanom području, nije utvrđeno šta se nalazi ispod Drinsko-Ivanjičkog paleozoika.

Na karti i profilima su predstavljeni i odnosi između različitih geoloških jedinica koji su predstavljeni različitim tipovima geoloških granica. Pored toga, nalaze se i pozicije tačaka osmatranja koje su analizirane na terenu.



Slika 17 - Geološka karta razmere 1:35 000 koja predstavlja finalni proizvod metode geološkog kartiranja. Na karti su prikazane sve geološke jedinice koje su utvrđene na terenu. Rasedi različitih deformacionih faza su prikazani različitim bojama. Prikazane su i profilske linije (A'-A'') i (B'-B'') na osnovu kojih su izrađeni geološki profili.



Slika 18 - Geološki profili A'-A'' i B'-B'' razmere 1: 20 000 koji su odrađeni na osnovu podataka sa geološke karte (slika 17). Profilima su obuhvaćene sve geološke jedinice na istraživanom području. Profilske linije su predstavljene na karti. Rasedi različitih deformacionih faza su označeni različitim bojama. Na profilu A'-A'' se nalazi i pozicija stajne tačke 3.

6.3 Poreklo krednih krečnjaka na istraživanom području

Na krajnjem istočnom delu istraživanog područja terenskim osmatranjem pronađene su kredne tvorevine koje su u tektonskom kontaktu sa karbonskim tvorevinama (Slika 5a). Kredne tvorevine su dale značajne informacije o geološkoj evoluciji istraživanog područja. Kredni krečnjaci se manifestuju u vidu slojeva u donjem delu stuba, te prelaze u bankovite da bi na kraju bili masivni.

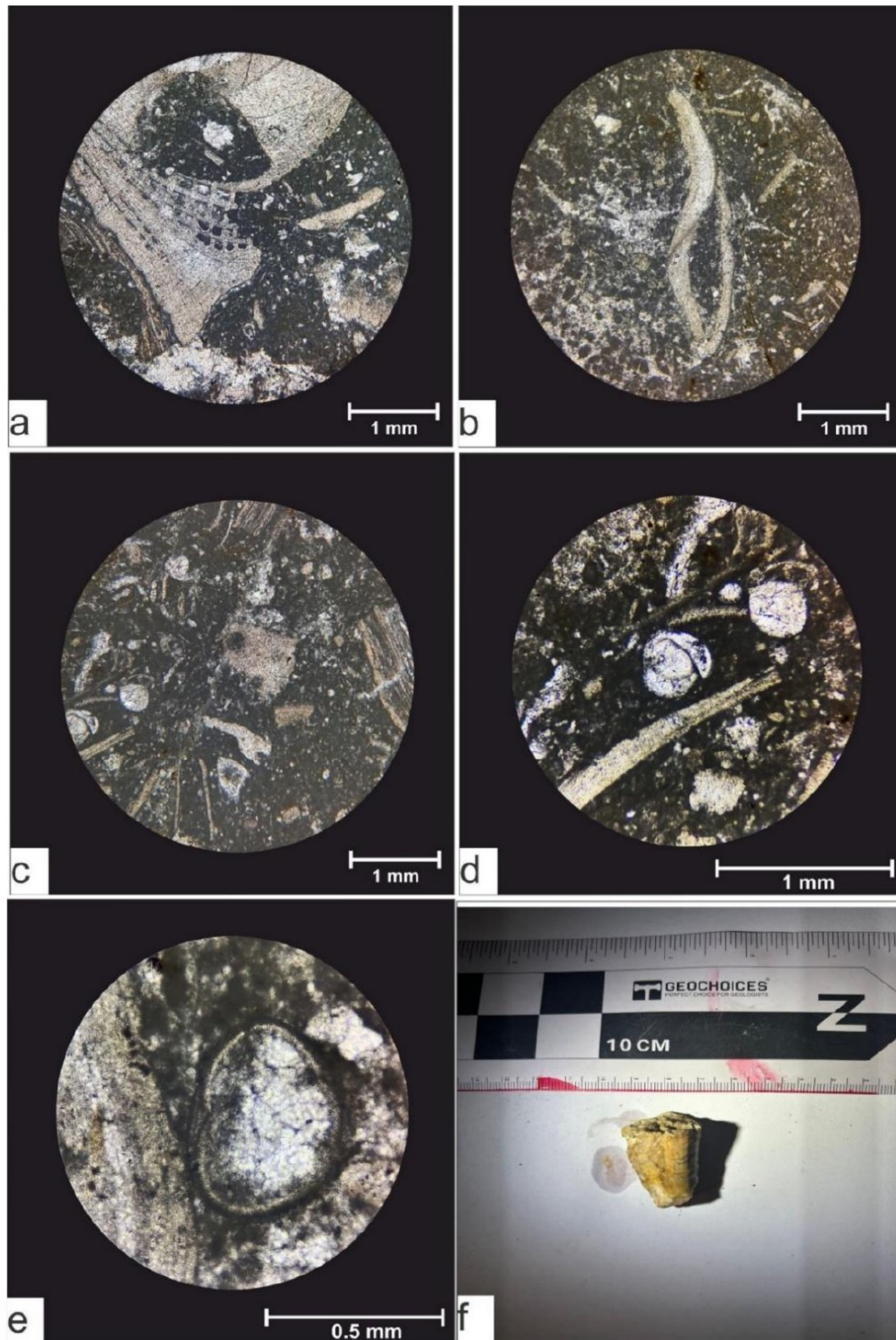
Na stajnoj tački 24, otkriveni su gornjokredni masivni krečnjaci koji su izuzetno fosilonosni. Na pomenutom izdanku se manifestuju i makro i mikrofosili koji se nalaze u sparitskom matriksu. Iz tog razloga uzeti su uzorci koji su podesni za biostratigrafsku analizu. Takođe, izrađen je i preparat 1.2 za detaljniju mikroskopsku analizu.

Makroskopskim osmatranjem stene utvrđeni su brojni rudisti koji predstavljaju najrasprostranjeniju vrstu u uzorku. Pomenuti rudisti pripadaju rodu *Radiolitidae* i *Hippurites* odnosno vrsti *Hippurites cornucopiae* (Slika 19f).

Mikroskopskim ispitivanjem utvrđeno je pored rudista i postojanje foraminifera i gastropoda u preparatu 1.2. Pomenute foraminifere pripadaju grupi miliolida odnosno *Quinqueloculina sp.* (Slika 19d). Pored *Quinqueloculina sp.* na preparatu 1.2 manifestuju se i *Globigerina sp.* (Slika 19e). Takođe, na preparatu 1.2 opservirane su i unutrašnji elementi ljuštura gastropoda *Turitella sp.* (Slika 19b).

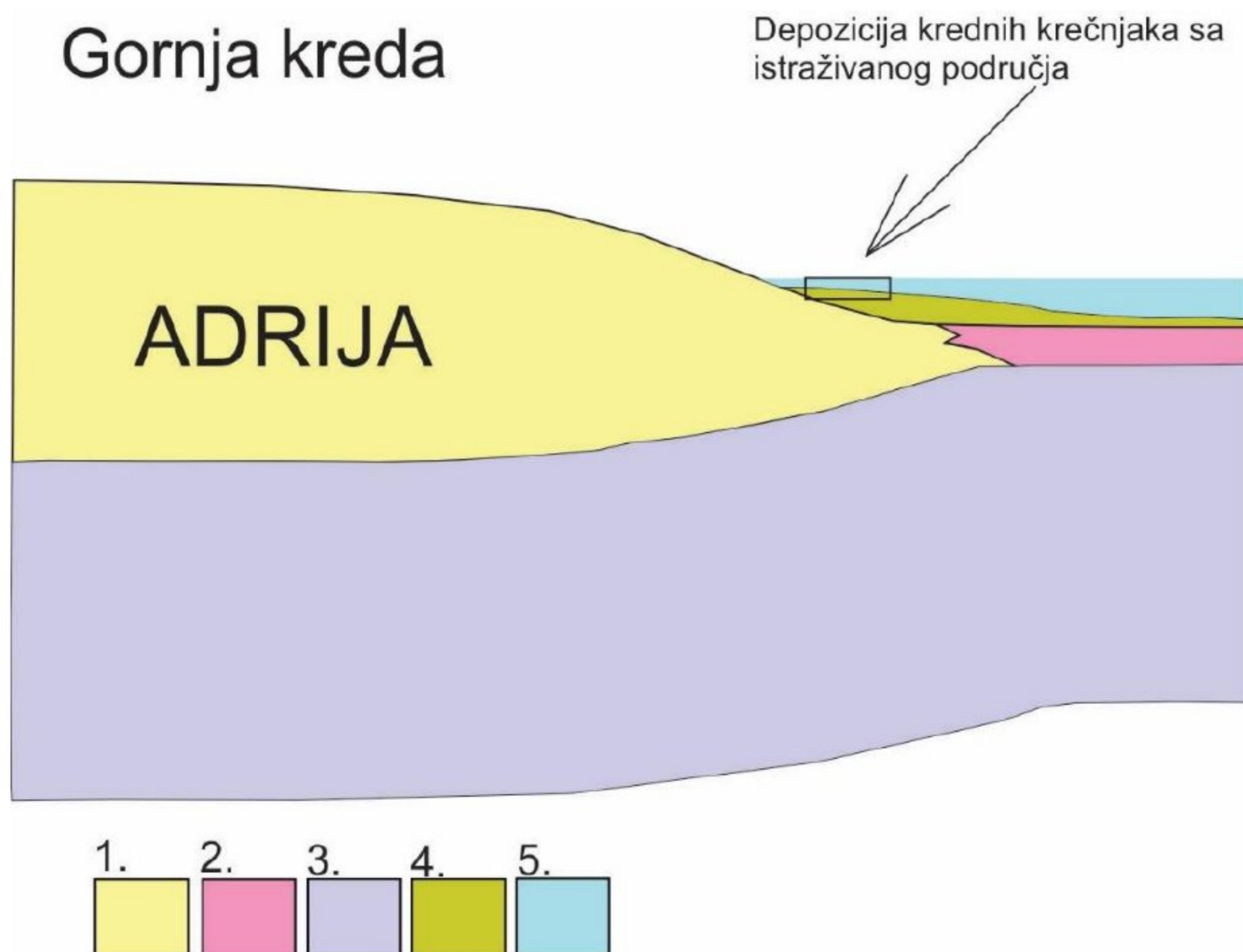
U stubu se prvo manifestuju slojeviti krečnjaci da bi postepeno postajali bankoviti a zatim masivni i fosilonosni. Ova činjenica ukazuje na regresiju koja se manifestovala zbog inicijacije kontinentalne kolizije tokom gornje krede i paleogena.

Ovi krečnjaci pripadaju uglavnom intrabiosparitima. Izgrađeni su od fragmenata mikrita i prekrystalisalih krečnjaka, česti su fragmenti kalcitisanih ljuštura mikrofaune, a ima i retkih odlomaka rožnaca i zrna kvarca. Cement je sparitski, pigmetisan gvožđevitom materijom (Brković et al., 1978).



Slika 19 - Fotografije sa preparata 1.2 a) deo rudista b) ljuštura gastropoda c) deo prepata sa obiljem fosila d) foraminifera (*Quinqueloculina* sp.) e) foraminifera (*Globigerina* sp.) f) makroskopski uzorak rudista-*Hippurites cornucopiae*

Na osnovu prisutne faune (Slika 19) i uslova u kojima su ovakve vrste egzistirale u geološkoj prošlosti može se zaključiti da su kredne tvorevine na istraživanom području nastale u plitkom moru (Slika 20), odnosno karbonatnoj platformi tokom perioda kasne krede. Ovakva karbonatna platforma egzistirala je krajem krede i predstavljala je deo Adrijske pasivne margine (Slika 20). Kasnijim procesima kolizije krajem krede i tokom paleogena došlo je do regresije i izdizanja krednih tvorevina na istraživanom području



Slika 20 - Konceptualni model Adrijske pasivne margine tokom gornje krede sa označenom pozicijom depozicije krednih krečnjaka sa istraživanog područja. Legenda: 1) kontinentalna kora, 2) okeanska kora 3) litosfera 4) sediment 5) more (Model predstavlja izmenjenu verziju modela koji je modifikovan prema Toljić et al. 2019).

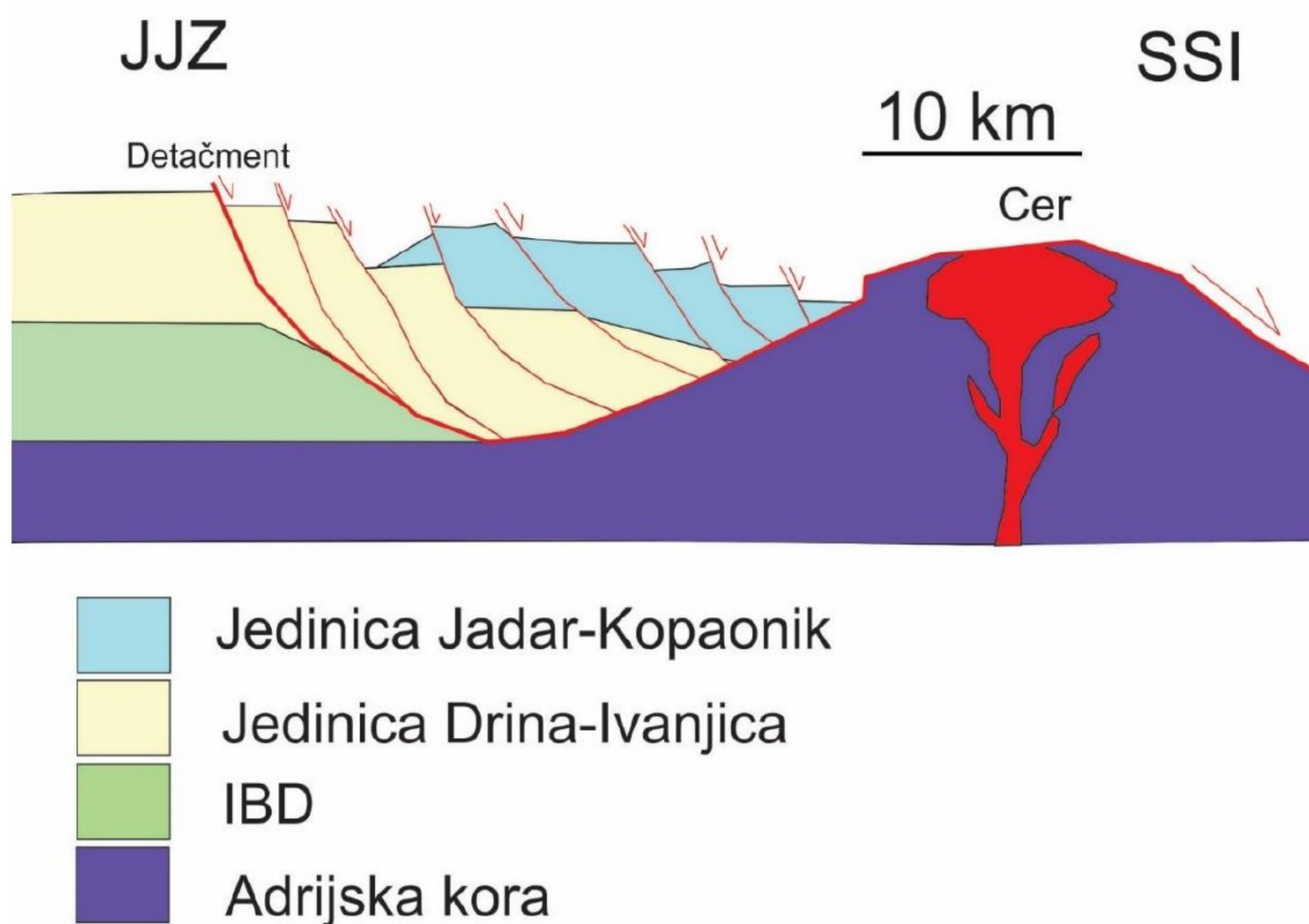
6.4 Uticaj miocenske ekstenzije na istraživano područje

Terenskim radom utvrđeno je da su tvorevine na istraživanom području pretrpele više deformacionih faza i da su mnoge karbonske tvorevine pretrpele transpoziciju S površi. Često se na osnovu više indikatora može zaključiti da gravitacioni rasedi seku transkurentne i reversne rasede, još jedan dokaz je i ekshumacija hloritsko-sericitskih škriljaca sa mnoštvom sekundarnih nabora na severnom delu istraživanog područja. Međutim, šta je dovelo do miocenske ekstenzije na ovom delu Internih Dinarida?

Odgovor na ovo pitanje zahteva detaljniju analizu. Jedan od najvećih kontinentalnih izalučnih basena u Mediteranskom regionu predstavlja Panonski basen, koji je formiran u periodu od gornjeg oligocena do gornjeg miocena (Horvat i Berckhemer; Horvat et al. 2006; Royden, 1998; Royden et al. 1983; Matenco i Radivojević, 2012). Panonski basen je takođe bio izložen inverziji tokom gornjeg miocena (Horvath et al., 2015). Potpovršinski podaci ukazuju na I-Z i SI-JZ ekstenziju (Fodor et al., 1999), ta ekstenzija je izazvala ekshumaciju nekoliko metamorfnih jezgara duž detačment raseda (Lister i Davis, 1989). Veliki deo Internih Dinarida pretrpeo je neogensku ekstenziju koja se odrazila reaktivacijom navlačnih kontakata, takođe iznos ekstenzije raste od eksternih ka internim Dinaridima (Lowe et al. 2021). Takvi ekstenzioni režimi su uticali na formiranje metamorfnog jezgra Cera. Međutim, Lowe (2021) zaključuje da je više različitih procesa izazvalo ekshumaciju metamorfnih jezgara u Dinarskom orogenu. Isti autor navodi da je za formiranje metamorfnog jezgra Cera najverovatnije odgovorno otvaranje Panonskog basena. Ovo viđenje je potpomognuto činjenicom da se ukupan iznos ekstenzije smanjuje u Eksternim Dinaridima i ograničeno je samo na miocenske sedimentne basene, dok je u Internim Dinaridima primećen mnogo veći iznos ekstenzije koji je zabeležen ekshumacijom više metamorfnih jezgara. Formiranje metamorfnog jezgra Cera se manifestovalo u miocenu pre 17-18 miliona godina (Lowe et al. 2021). U ovom poglavlju će biti predstavljeni dokazi da su gravitacioni rasedi najmlađe deformacione faze (D4) nastali kao proizvod procesa koji su uticali na ekshumiranje metamorfnog jezgra Cera i ekstenzije koja je izazvala formiranje istog.

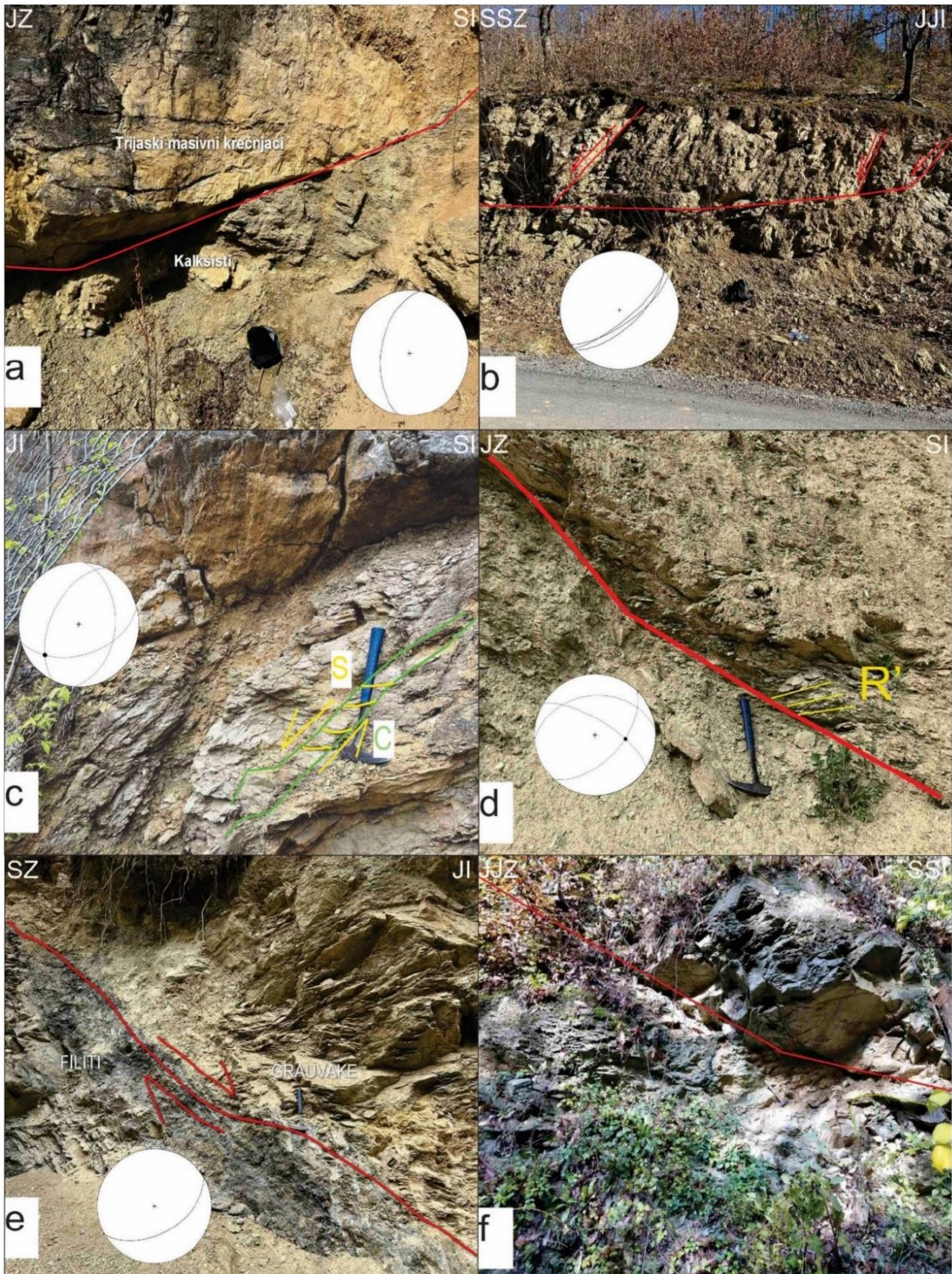
Najčešće, gravitacioni rasedi nastali u ovoj fazi su nastali reaktivacijom raseda ranijih deformacionih faza, na šta ukazuju dokazi o transpoziciji S površi na većini izdanaka gde se ovakvi rasedi manifestuju (Slika 22c, 22d, 22e). Takođe, superpozicioni odnosi između deformacija koji su dokumentovani na terenu takođe ukazuju na to da je većina gravitacionih raseda na širem području mlađa u odnosu na ostale deformacije. Još jedan od dokaza je postojanje gravitacionih listričnih raseda (Slika 22b) u blizini ekshumiranih i ubranih sericitskih škriljaca. Takođe, na više mesta je uočeno da su kontakti između filita i subgrauvaka superpozicioni (slika 2d), osim ako takvi odnosi nisu narušeni tektonikom kakav je slučaj na izdanku sa stajne tačke 13 (Slika 22e). Pružanje levog gravitacionog raseda se poklapa sa pružanjem listričnih gravitacionih raseda sa stajne tačke 3. (pozicije stajnih tačaka i gravitacioni rased koji je dokumentovan terenskim radom se može videti na karti). Najveći broj gravitacionih raseda ima pružanje SSI-JJZ. Na više izdanaka gde se manifestuju gravitacioni rasedi smer tektonskog transporta je JZ. Pretpostavka je da su u ovom slučaju (stajna tačka 12) filiti ekshumirani gravitacionim rasedima. Takvi slučajevi su dokumentovani i objašnjeni na slici 13.

Na slici 21 su interpretirani regionalni odnosi između jedinica Jadar-Kopaonik, Drina-Ivanjica i Istočno Bosansko-Durmitorske jedinice (IBD). Na području Cera se manifestuju uglavnom duktilne deformacije dok se, idući ka zapadu na listričnim rasedima manifestuju deformacije krtog loma (Lowe et al., 2021). Duktilne deformacije koje su ekshumirane na području Cera su proizvod ekshumacije metamorfnog jezgra Cera i detačment raseda. Detačment rased po ovoj interpretaciji zahvata mnogo šire rasprostranjenje nego što je to predlagano od strane ranijih istraživača. Na širem području Grivske manifestuju se uglavnom deformacije krtog loma. Treba napomenuti da je ova skica (Slika 21) nadogradnja skice koju su predstavili Lowe et al. (2021), razlika se ogleda u rasprostranjenju detačment raseda koji se prostire i na Drina-Ivanjicu. Naime, autori su detačment rased i gravitacione rasede vezane za njega vezali samo za jedinicu Jadar-Kopaonik dok se u ovom radu oni vezuju i za jedinicu Drina-Ivanjica.



Slika 21 - Konceptualni kinematski model duž JJZ-SSI orijentisanog profila. Profil predstavlja interpretaciju geotektonske evolucije Jadar-Kopaonik, Drina-Ivanjica, Istočno-Bosansko-Durmorske jedinice (IBD) kao i Adrijske kore u gornjem miocenu.

U daljem tekstu biće opisane i interpretirane fotografije koje su nastale prilikom terenskog rada a koje idu u prilog ideji da je miocenska ekstenzija koja se manifestovala kao posledica formiranja Panonskog basena uticala i na istraživano područje.



Slika 22 - Fotografije i interpretacije karakterističnih izdanaka opserviranih na terenu. Orientacija se nalazi na gornjem levom i gornjem desnom uglu svake fotografije. a) Tektonski kontakt trijaskih masivnih krečnjaka (gore) i kalkšista koji takođe pripadaju trijasu (dole). b) Listrični gravitacioni rasedi pružanja SI-JZ. c) Kontakt karbonskih tvorevina i trijaskih masivnih krečnjaka, u okviru karbona je utvrđeno postojanje gravitacionog raseda pružanja SSI-JJZ. Tektonski transport (crna tačka) je bio u pravcu JZ d) Reversni rased (crvena boja) pružanja SZ-JI koji se manifestuje u okviru karbonskih subgrauvaka, utvrđene su i Ridlove ravni (žuta boja). Tektonski transport (crna tačka) je bio u pravcu istoka e) Gravitacioni rased koji predstavlja i kontakt između dve litološke celine u karbonu Drina-Ivanjice. f) Gravitacioni rased pružanja SI-JZ koji predstavlja kontakt između subgrauvaka (dole) i bloka serpentinita (gore), na istom izdanku manifestuje se i izoklini nabor.

Markantan za analizu bio je profil sa stajne tačke 1 (Slika 22a), gde se manifestuju masivni krečnjaci (gore) i kalkšisti (dole). Kontakt između ove dve stene je predstavljen levim gravitacionim rasedom sa jasno izraženom a i b lineacijom. U podini se nalaze kalkšisti (Slika 22a) sa razvijenim CS sklopom gde su karbonatna zrna koja predstavljaju S sklop subparalelna sa C sklopom. CS sklop ukazuje na transkurentno levo kretanje što dalje implicira da se na ovom profilu manifestuju dve deformacione faze, odnosno treća i četvrta. Ekstenzija koja je dovela do ekshumiranja ovih stena izražena je u levom gravitacionom rasedu koji ujedno predstavlja i kontakt između ove dve litološke celine. Imajući u vidu da su kalkšisti pretpreli transpoziciju S površi pretpostavlja se da su na kalkšiste delovale i ranije faze deformacija.

Stajna tačka broj 3 (Slika 22b) je predstavljena sa dva izdanka koja se nalaze u neposrednoj blizini. Na oba izdanka manifestuju se sericitsko-hloritski škriljci koji predstavljaju najmetamorfisanije tvorevine pronađene na istraživanom području. Listrični gravitacioni rasedi (Slika 22b) su ekshumirali ove stene koje su intezivno ubrane. Stena poseduje mnoštvo izoklinih sekundarnih nabora i predstavlja tvorevinu koja je pretrpela najviši stepen metamorfizma na istraživanom području.

Analizom izdanka sa stajne tačke 11 (Slika 23), može se utvrditi postojanje desnog gravitacionog raseda pružanja SSZ-JJI, što predstavlja karakteristično pružanje vezano za ekstenzionu fazu na istraživanom području.

Profil sa stajne tačke 12 (Slika 22d), na putu za Svračkovo, dao je značajne informacije o višefaznim deformacijama na istraživanom području. Profil je otkrio kontakt između paleozoika Drina-Ivanjice i trijaskih masivnih krečnjaka. Takođe, na pomenutom profilu manifestuje se i više subparalelnih levih reversnih raseda pružanja SI-JZ, na osnovu Ridlovih ravni i raseda utvrđeno je da je tektonski transport po ovom rasedu bio prema istoku (Slika 22d). Porkolab et al. (2019) je naveo da na južnom delu svog istraživanog područja strukture deformacione faze D2 imaju tektonski transport prema I-SI, na osnovu ove činjenice kao i tipa i pružanja samog raseda može se zaključiti da ovaj rased pripada deformacionoj fazi D2.

Na istom profilu ali 10 m dalje nalazi se kontakt između trijaskih krečnjaka i subgrauvaka Drina-Ivanjice (Slika 22c), kontakt se ogleda u vidu gravitacionog raseda koji je utvrđen na osnovu C i S sklopa (Slika 22c), takođe manifestuje se i tenziona pukotina na povlatnom bloku što ukazuje na ekstenziono poreklo ovih deformacija. Tektonski transport koji je utvrđen na osnovu C i S sklopa bio je prema JZ, ovakav tektonski transport je karakterističan za većinu gravitacionih raseda na širem području Grivske. Stajna tačka 12 dala je značajne informacije o višefaznim deformacionim događajima na istraživanom području. Konkretno, na ovom profilu manifestuje se druga i četvrta deformaciona faza.

Na više izdanaka je utvrđeno da je kontakt između subgrauvaka i filita u okviru paleozoika Drina-Ivanjice postepen i superpozicioni (Slika 22e), osim ako taj kontakt nije narušen tektonikom. Takav slučaj je opserviran na stajnoj tački 13, gde se manifestuje desni gravitacioni rasedi koji su nastali kao proizvod iste ekstenzione deformacione faze. Ovi rasedi pružanja SI-JZ koji su utvrđeni uz pomoć Ridlovih ravni predstavljaju kontakt između različitih litologija u okviru jedinice Drina-Ivanjica. Treba napomenuti da su oni ekshumirali filite i hloritsko-sericitske škriljce na površinu.

Na stajnoj tački 25 (Slika 22f), otkriven je kontakt između serpentinita (desno) i subgrauvaka (levo). Klivaž u okviru subgrauvaka ukazuje na transpoziciju S površi, utvrđen je i nabor koji je povezan sa ranijim reversnim rasedima D2 deformacione faze, ti rasedi su kasnijom ekstenzijom reaktivirani tako da se na izdanku manifestuje levi gravitacioni rased.

Takođe, na nekoliko izdanaka gde se manifestuju tvorevine jedinice Drina-Ivanjica utvrđeno je i postojanje budinaža i tenzionih pukotina koje su često zapunjene kalcitom što takođe može da ukaže na činjenicu da su ove tvorevine pretrpele ekstenziju. Takođe, treba napomenuti da nije poznato da li je inverzija Panonskog basena (Horvat et al., 2015) uticala na istraživano područje.

Najveći broj struktura koje su opservirane na istraživanom području su predstavljene reversnim i gravitacionim rasedima. Što ukazuje da su kolizija tokom gornje krede-paleogena i ekstenzija tokom gornjeg miocena ostavile ključni doprinos na današnji odnos između različitih struktura i geoloških formacija na širem području Grivske.

Kinematski indikatori su bili kompresija, odnosno kolizija tokom gornje krede-paleogena i ekstenzija tokom gornjeg miocena.



Slika 23 - Desni gravitacioni rased pružanja SSI-JJZ u masivnim krečnjacima koje je karakteristično za D4 deformacionu fazu

7. LEŽIŠTA MINERALNIH SIROVINA NA PODRUČJU GRIVSKE

Istraživano područje je slabije istraženo, pojave mineralnih sirovina nisu česte i uglavnom su to sedimentna ležišta nemetala i građevinski materijal ali i pojave vezane za ultrabazični magmatizam.

Pojave vezane za ultrabazični magmatizam su zapažene u selima Svračkovo i Radobuđa, na kontaktu trijaskih krečnjaka i ofiolitskog melanža (dijabaz-rožnačka formacija). Na nekim mestima zapažena je mineralizacija u vidu tamnomrke prevlake ili u sočivima u samoj dijabaz-rožnačkoj formaciji. Od rudnih minerala konstatovani su piroluzit i psilomelan. Ekonomski najznačajnije pojave se nalaze u selu Svračkovo. Orudnjenje se manifestuje u žicama debljine do 15 cm, sa statističkim padom 340/40 stepeni. U selu Radobuđa orudnjenje zahvata relativno veliku površinu, sa žicama male debljine i sa mrkim prevlakama na kontaktu trijaskih krečnjaka i dijabaz-rožnačke formacije.

Terenskim radom su uočene i pojave limonitizacije u različitim litološkim celinama.

Bakar se manifestuje takođe u manjim masama dijabaza. Orudnjenje se manifestuje u vidu piritsko-halkopiritskih impregnacija ili tankih žica, po pravilu praćenih silicijom.

Sedimentna ležišta nemetala imaju određeno rasprostranjenje na području Arilja. Prevažodno česte se manifestuju slojevi uglja (lignita), ovo su tvorevine izolovanog jezera sa slatkom vodom. Ovi ugljeni slojevi su gornjomiocenske starosti, debljine od pola metra do 1 m. Ugljeni slojevi su konstatovani u atarima sela Grivska i Dobrače.

Što se tiče građevinskog materijala, česte su pojave šljunka i peska u dolinama reka Moravica i Rzav. Pored peska i šljunka treba napomenuti i ležišta krečnjaka.

8. ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata dobijenih primenom metode geološkog kartiranja, mikrotektonske analize, biostratigrafske i petrografske metode, zatim podataka iz postojeće literature i njihove sveobuhvatne interpretacije, mogu se doneti ključni zaključci o tektonskoj evoluciji istraživanog područja Grivske. Ovim istraživanjem obuhvaćen je širok spektar informacija o istraživanom području.

Izradom geološke karte i geoloških profila dobijena je šira slika o odnosima između različitih geoloških jedinica na istraživanom terenu, kao i odnosa između deformacija i deformacionih faza.

Strukturnom analizom utvrđene su četiri glavne deformacione faze. Prva faza je vezana za formiranje obdukcionne navlake tokom jurskog perioda. Druga deformaciona faza predstavlja koliziju između Adrijske i Evroazijske ploče. Treća deformaciona faza koja je utvrđena superpozicionim odnosima između struktura predstavlja fazu transkurentnog rasedanja. Četvrta deformaciona faza je vezana za ekstenziju koja je nastala kao proizvod formiranja Panonskog basena u miocenu. Ova deformaciona faza je ostavila značajan uticaj na istraživano područje i uticala je na ekshumaciju tvorevina fundamenta na istraživanom području.

Najčešće deformacije koje su vezane za koliziju su deformacije krtoq loma (britl), međutim, na nekoliko izdanaka se manifestuju i duktilne deformacije koje su takođe vezane za ovu deformacionu fazu.

Karbonske subgrauvake i filiti se nalaze u superpozicionom odnosu, osim ako takav odnos nije narušen naknadnim tektonskim procesima.

Količina kretanja po gravitacionim rasedima D4 deformacione faze se povećava idući od juga ka severu. Ovo se može objasniti činjenicom da se količina ekstenzije smanjivala od severa ka jugu zbog udaljavanja od Panonskog basena.

Miocenska ekstenzija koja je uticala na formiranje Panonskog basena je takođe imala uticaj i na Unutrašnje Dinaride kao i na istraživano područje. Uticaj se ogledao u gravitacionom rasedanju kao i reaktivaciji kontrakcionih raseda.

Detačment rased (slika 21) ekshumiran na metamorfnom jezgru Cera ima veće rasprostranjenje i pruža se i preko jedinice Drina-Ivanjica.

Sericitski škriljci sa stajne tačke 3 su metamorfisani u faciji zelenih škriljaca tokom kolizije Evroazijske i Adrijske ploče. Treba napomenuti da su ove stene pretrpeli regionalni metamorfizam. Deformacije su nastale u plićim nivoima kore, na šta ukazuje činjenica da su stene metamorfisane u faciji zelenih škriljaca. Kasnije, miocenskom ekstenzijom i gravitacionim rasedanjem ekshumirani su na površinu.

Fosilne vrste pronađene u krednim krečnjacima na istočnom delu istraživanog područja ukazuju na deponovanje ovih tvorevina na plitkoj karbonatnoj platformi Adrijske pasivne margine. Pored rudista u pomenutim tvorevinama utvđene su i različiti rodovi foraminifera.

Ređe pojave serpentinita se nalaze na južnom delu istraživanog područja u vidu blokova različitih dimenzija u okviru ofiolitskog melanža.

Miocenske tvorevine opservirane na terenu predstavljaju smenu konglomerata, peščara i glinaca. Fosilno su sterilni. Taloženi su u plitkoj jezerskoj vodi. Horizontalna laminacija ukazuje na mirnu sredinu. Utvrđeno je više faza produbljavanja i oplićavanja. Ove tvorevine su deo jednog intradinarskog basena.

Za kraj, treba napomenuti da i dalje postoje dileme i brojna pitanja vezane pre svega za geološku evoluciju istraživanog područja što može predstavljati izazov za buduće istraživače i geologe.

9. LITERATURA

Aubouin J., Blanchet, R., Cadet, J.-P., Celet, P., Charvet, J., and Ramponoux, J.-P., (1970): Essai sur la geologie des Dinarides. Bull. Soc. Geol. Fr., 12: 1060-1095.

Brković T., Malešević M., Klisić M., Urošević M., Trifunović S., Radovanović Z., Božanić M., (1978): Tumač za list Čačak OGK SFRJ 1: 100 000, Savezni geološki zavod, Beograd.

Bortolotti V., Chiari M., Marroni M., Pandolfi L., Principi L., Principi G., Saccani E., (2013): Geodynamic evolution of ophiolites from Albania and Greece (Dinaric-Hellenic belt): one, two, or more oceanic basins?, International Journal of Earth Sciences

Csontos, L., Hrvatović H., Gerzina N., Schmid S, M., (2004): Structural evolution of the Internal Dinarides: a preliminary study based on selected region, International symposium of Eastern Mediterranean Geology Thessaloniki, Greece.

Chiari, M., Đerić N., Garfagnoli F., Hrvatović H., Krstić M., Levi N., Malasoma A., Marroni M., Stojadinović U., Trivić B., (2011): THE GEOLOGY OF ZLATIBOR-MALJEN AREA (WESTERN SERBIA): A GEOTRAVERSE ACROSS THE OPHIOLITES OF THE DINARIC-HELLENIC COLLISIONAL BELT, *Ofioliti*, 2011, 36 (2), 139-166.

Cvetković V., Prelević D., Schmid S., (2006): Geology of South-Eastern Europe, Mineral and Thermal Waters of Southeastern Europe, pp 1-29.

Dimitrijević, M. D., 1983a. Geology of Eastern Yugoslavia: a short review. Guide-book Field Meeting International Working Group IGCP Project 5, Correlation of Prevariscian and Variscian events in the Alpine-Mediterranean Mountain Belt in Yugoslavia. IGCP, Beograd, pp. 1-8.

Đerić N., Gawlick, H. J., Sudar M., (2024): The Jurassic ophiolite melanges in Serbia: a review and new insights. *Journal of the Geological Society*, Volume 181, No. 2.

Gawlick, H. J., Sudar, M., Suzuki, H., Đerić N., Missioni, S., Lein R., et al. (2009): Upper Triassic and Middle Jurassic radiolarians from the ophiolitic mélange of the

Dinaridic Ophiolite Belt. SW Serbia: Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie-Abhandlungen, 253 (2-3), 293-311.

Gawlick, H. J., Missioni S., Schlagintweir F., Suzuki H., (2012): Jurassic active continental margin deep-water basin and carbonate platform formation in the north-western Tethyan realm (Austria, Germany), Field Trip Guide

Gawlick, H. J., Sudar, M., Suzuki, H., Lein R., Jovanović D., (2017): Field trip Guidebook. 13 Workshop on Alpine Geological Studies. Zlatibor, Serbia

Gawlick H. J., Missioni S., (2019): Middle-Late Jurassic sedimentary mélange formation related to ophiolite obduction in the Alpine-Carpathian-Dinaridic Mountain Range. Gondwana Research.

Karamata S. (1958): PRILOG O POZNAVANJU MAGMATIZMA DIJABAZ-ROŽNAČKE FORMACIJE. Zbornik radova Rudarsko-geološkog fakulteta, 6, Beograd

Karamata S. (2006): The geological development of the Balkan Peninsula related to the approach, collision and compression of Gondwanan and Eurasian units. Geological Society of London, Special Publications, Volume 260.

Marković B. (1957): PALEOGEOGRAFSKI ODNOSI DIJABAZ-ROŽNAČKE FORMACIJE TRIJASKE I JURSKE STAROSTI NA TERITORIJI SRBIJE I MAKEDONIJE. III Kongres geologa FNRJ, Sarajevo.

Marković B. (1960): RAZVIČA DIJABAZ-ROŽNAČKE FORMACIJE U UNUTRAŠNJOJ ZONI DINARIDA. Simpozijum po problemima alpijskog inicijalnog magmatizma, održan 1960. godine. Sarajevo

Marković B.(1968): DIJABAZ-ROŽNAČKA FORMACIJA U OBLASTI ZLATIBORA. Rasprave Zavoda za geol. i geof. Istraživanja. Rasprava IX. Beograd

Matenco L., Radivojević D., (2012): On the formation and evolution of the Panonian Basin: Constraints derived from the structure of the junction area between the Carpathians Dinarides, Tectonics, 31 (6).

Milaković B. (1963): IZVEŠTAJ O ISTRAŽIVANJIMA U DRAGAČEVSKOM BASENU ZA 1962. godinu. Fond stručnih dokumenata Geozavoda, Beograd.

Milovanović B. (1934): GEOLOŠKI I TEKTONSKI PROBLEMI ZLATIBORSKOG MASIVA. Geološki anali balkanskog poluostrva. Knjiga XI, Beograd

Pamić J., (2002): The Sava-varadar zone of the Dinarides and Hellenides versus the Vardar Ocean. *Eclogae Geol Helv*,95,pp. 99-113-

Pašić M. (1957): BIOSTRATIGRAFSKI ODNOSI I TEKTONIKA GORNJE KREDE ŠIRE OKOLINE KOSJERIĆA. ZAPADNA SRBIJA. Posebna izdanja Geol. inst, J. Žujović, knjiga 7, Beograd

Petković V. (1952): ZNAČAJ EKIPNOG TERENSKOG ISPITIVANJA GEOLOŠKOG INSTITUTA SAN ZA POZNAVANJE GORNJE KREDE ZAPADNE SRBIJE. *Glasnik SAN*, knjiga IV, sveska 2, Beograd.

Porkolab K. Benko Z., Kover S., G. Heja (2018): Structural and geochronological constraints from the Drina-Ivanjica thrust sheet (Western Serbia): Implications for the Cretaceous-Paleogene tectonics of the internal Dinarides. *Swiss journal of Geosciences*.

Robertson A., Karamata S., (1994): The role of subduction-accretion processes in the tectonic evolution of the Mesozoic Tethys in Serbia. *Tectonophysics*, 234 (1-2), 73.

Robertson A., Karamata S., Šarić K., (2009): Overview of ophiolites and related units in the Late Paleozoic-Early Cenozoic magmatic and tectonic development of Tethys in the northern part of the Balkan region. *Lithos*, 108 (1-4), 1-36.

Schmid M. S., Bernoulli D. et al., (2008): The Alpine-Carpathian-Dinaric orogenic system: correlation and evolution of tectonic units. *Swiss Journal of Geosciences*.

Simić V. (1938): O FACIJAMA MLAĐEG PALEOZOIKA U ZAPADNOJ SRBIJI. *Vesnik Geol. inst. Kr. Jugoslavije*, knjiga. VI, Beograd.

Stevanović P. (1961): ISPITIVANJE TERCIJARNIH BASENA. Bilten LMGK. Beograd

Skerlj D. (1962): IZVEŠTAJ O GEOLOŠKIM ISTRAŽIVANJIMA TERCIJARNIH SEDIMENATA JUŽNO OD ARILJA. Fond struč. Dokum. Geozavoda, Beograd.

Stojadinović U., Matenco L., Andriessen, P.A.M., Toljić M., Foeken, J.P.T., (2013) The balance between orogenic building and subsequent extension during Tertiary evolution of the NE Dinarides: Constraints from low-temperature thermochronology *Global and Planetary Change*, 103, pp. 19-38.

Toljić M., Matenco L., Ducea M., Stojadinović U., Milivojević J., Đerić N., (2013): The evolution of a key segment in the Europe-Adria collision. The Fruška Gora of northern Serbia. *Global and Planetary Change*, 103, 39-62.

Toljić, M., Matenco, L., Stojadinović U., (2015): Interplay between compression and extension and its impact on basins evolution along the Europe-Adria suture in the area of Belgrade, Serbia. *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 17, Copernicus publication, Vienna.

Toljić M., Matenco L., Stojadinović U., Willingshofer E., Ljubović-Obradović D., (2018): Understanding fossil fore-arc basins: Inferences from the Cretaceous Adria-Europe convergence in the NE Dinarides. *Global and Planetary Change*.

Ustaszewski K., Kounov, A., Schmid, S.M., Schaltegger, U., Krenn, E., Frank, W., et al. (2010): Evolution of the Adria-Europe plate boundary in the northern Dinarides: from continent-continent collision to back-arc extension. *Tectonics*, 29.6.

Vanděl F., Marić S. (1956): DIJABAZ-ROŽNAČKA FORMACIJA NA GOLJI, RADOČELU, ČEMERNU I TROGLAVU. *Vesnik Zavoda za geol. i geof. Istraž. SRS. Knjiga XII*, Beograd.

Zapisnici SGD za 1925. godinu, Beograd.

Žujović J. (1893): GEOLOGIJA SRBIJE. Beograd.

ИЗЈАВА О АУТОРСТВУ ЗАВРШНОГ РАДА

Име и презиме студента Никола Оташевић

Број индекса ГБ24/22

Изјављујем

да је завршни рад под насловом

ТЕКТОНСКЕ И ЛИТОСТРАТИГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ГРИВСКЕ (ЗАПАДНА СРБИЈА)

- резултат сопственог истраживачког рада;
- да завршни рад у целини ни у деловима није био предложен за стицање друге дипломе на студијским програмима Рударско-геолошког факултета или других високошколских установа;
- да су резултати коректно наведени и
- да нисам кршио/ла ауторска права и користио/ла интелектуалну својину других лица.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА
О ИСТОВЕТНОСТИ ШТАМПАНЕ И ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ
ЗАВРШНОГ РАДА

Име (име родитеља) и презиме студента Никола (Жељко) Оташевић

Број индекса ГБ24/22

Студијски програм Регионална геологија

Наслов рада ТЕКТОНСКЕ И ЛИТОСТРАТИГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ГРИВСКЕ (ЗАПАДНА СРБИЈА)

Ментор Проф. др Треш Стојановић

Изјављујем да је штампана верзија мог завршног рада истоветна електронској верзији коју сам предао/ла ради одлагања у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета.

Дозвољавам да се објаве моји лични подаци везани за добијање академског звања, као што су име и презиме, година и место рођења и датум одбране рада.

Ови лични подаци могу се објавити у електронском каталогу и у публикацијама Рударско-геолошког факултета.

У Београду, _____

Потпис студента

ИЗЈАВА О КОРИШЋЕЊУ ЗАВРШНОГ РАДА

Овлашћујем библиотеку Рударско-геолошког факултета да у Дигитални репозиторијум унесе мој завршни рад под насловом:

ТЕКТОНСКЕ И ЛИТО СТРАТИГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ГРИВСКЕ (ЗАПАДНА СРБИЈА)

који је моје ауторско дело.

Завршни рад са свим прилозима предао/ла сам у електронском формату погодном за трајно архивирање.

Мој завршни рад одложен у Дигиталном репозиторијуму Рударско-геолошког факултета је (заокружити једну од две опције):

I. редуковано доступан кроз наслов завршног рада и резиме рада са кључним речима;

II. јавно доступан у отвореном приступу, тако да га могу користити сви који поштују одредбе садржане у одабраном типу лиценце Креативне заједнице (Creative Commons) за коју сам се уз сагласност ментора одлучио/ла.

1. Ауторство (CC BY)

2. Ауторство – некомерцијално (CC BY-NC)

3. Ауторство – некомерцијално – без прерада (CC BY-NC-ND)

4. Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима (CC BY-NC-SA)

5. Ауторство – без прерада (CC BY-ND)

6. Ауторство – делити под истим условима (CC BY-SA)

(Заокружите само једну од шест понуђених лиценци. Кратак опис лиценци је саставни део ове изјаве.)

У Београду, _____

Потпис ментора

Потпис студента

1. **Ауторство.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце, чак и у комерцијалне сврхе. Ово је најслободнија од свих лиценци.
 2. **Ауторство – некомерцијално.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела.
 3. **Ауторство – некомерцијално – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела. У односу на све остале лиценце, овом лиценцом се ограничава највећи обим права коришћења дела.
 4. **Ауторство – некомерцијално – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца не дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада.
 5. **Ауторство – без прерада.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, без промена, преобликовања или употребе дела у свом делу, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела.
 6. **Ауторство – делити под истим условима.** Дозвољаваате умножавање, дистрибуцију и јавно саопштавање дела, и прераде, ако се наведе име аутора на начин одређен од стране аутора или даваоца лиценце и ако се прерада дистрибуира под истом или сличном лиценцом. Ова лиценца дозвољава комерцијалну употребу дела и прерада. Слична је софтверским лиценцама, односно лиценцама отвореног кода.
-

Библиотека Рударско-геолошког факултета

ПОТВРДА

О ПРЕДАЈИ ЕЛЕКТРОНСКЕ ВЕРЗИЈЕ ЗАВРШНОГ РАДА

Потврђује се да је студент Никола (Жељко) Оташевић,
(име (име родитеља) презиме)

бр. индекса Г624 / 22 предао/ла електронску верзију завршног рада на
основним/мастер академским студијама под насловом:

ТЕКТОНСКЕ И ЛИТОСТРАТИГРАФСКЕ КАРАКТЕРИСТИКЕ
ШИРЕГ ПОДРУЧЈА ГРИВСКЕ (ЗАПАДНА СРБИЈА)

који је урађен под менторством Трош Стојачиновић ванредни професор
(име, презиме и звање)

за Дигитални репозиторијум завршних радова РГФ-а.

Потврда се издаје за потребе Одељења за студентска и наставна питања и не може се
користити у друге сврхе.

У Београду, _____

Библиотекар
