Baština Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu: Geological guidebook trough Bosnia and Herzegovina

Hrvatović, Hazim

2022-08-11

Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/items/505748d6-568e-4f62-a068-f1b17c426735

Preuzeto s Baštine Akademije nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

https://bastina.anubih.ba/



GEOLOŠKI VODIČ KROZ BOSNU I HERCEGOVINU

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE
АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ
ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Monographs
Volume XC

Department of Natural and Mathematical Sciences
Volume 10

Geological guidebook through Bosnia and Herzegovina

Hazim Hrvatović

SARAJEVO 2022

DOI: 10.5644/D2022.90

AKADEMIJA NAUKA I UMJETNOSTI BOSNE I HERCEGOVINE
АКАДЕМИЈА НАУКА И УМЈЕТНОСТИ БОСНЕ И ХЕРЦЕГОВИНЕ
ACADEMY OF SCIENCES AND ARTS OF BOSNIA AND HERZEGOVINA

Djela
Knjiga XC

Odjeljenje prirodnih i matematičkih nauka
Knjiga 10

Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu

Hazim Hrvatović

SARAJEVO, 2022.

Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu
2. dopunjeno izdanje

Izdavač
Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine

Za izdavača
Akademik Muris Čičić

Autor
Hazim Hrvatović

Urednik
Akademik Dejan Milošević

Recenzenti
Prof. dr. Sejfudin Vrabac
Prof. dr. Josip Halamić

Lektorica
Irma Grebović-Muratović

Korektura
Sabina Vejzagić

DTP
Narcis Pozderac

Štampa
Dobra knjiga

Tiraž
150

Sarajevo, 2022.

CEEOL
EBSCO

ANU BiH
АНУ БиХ

ISBN 978-9926-410-77-3
CIP zapis dostupan u COBISS sistemu Nacionalne i univerzitetske biblioteke BiH pod ID brojem 49810438.

SADRŽAJ

PREDGOVOR ZA PRVO IZDANJE 7
PREDGOVOR ZA DRUGO IZDANJE 9
1. GEOLOŠKI POLOŽAJ I PODJELA DINARIDA BOSNE I HERCEGOVINE 11
2. DINARSKA KARBONATNA PLATFORMA 16
2.1. Planine i polja jugozapadne Bosne 21
2.2. Planine i polja sjeverne Hercegovine 41
2.3. Planine i polja južne Hercegovine 54
3. ZONA BOSANSKOG FLIŠA 62
4. DINARSKA OFIOLITNA ZONA 69
5. SAVSKO-VARDARSKA ZONA 91
5.1. Kredno-donjopaleogene flišne formacije 92
5.2. Ofiolitni melanž Kozare 101
5.3. Melanž Trebovca i Majevice 104
5.4. Regionalno metamorfisane sekvence 105
5.5. Granitoidi 109
5.6. Post-orogeni vulkaniti 110
6. PALEOZOJSKO-TRIJASKE ALOHTONE JEDINICE 113
6.1. Sansko-unsko područje 113
6.2. Srednjobosansko škriljavo gorje 125
6.2.1. Osnovne geološke karakteristike 126
6.2.2. Geotektonski položaj 127
6.2.3. Litostratigrafske jedinice 132
6.2.3.1. Metamorfni kompleks (prekambrij-kambrij-ordovicij-silur) 133
6.2.3.2. Formacija metariolita (prekambrij-kambrij-ordovicij) 147
6.2.3.3. Formacija Vranica 159
6.2.3.4. Postvariscijske formacije 165
6.2.3.4.1. Formacija Kruščica 165
6.2.3.4.2. Formacija crvenih klastita 169
6.2.3.4.3. Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka 169
6.2.3.4.4. Formacija Travnik 170

6.2.4. Metamorfizam 170
6.2.5. Strukturni genetski model 171
6.2.6. Najvažniji genetski i paragenetski tipovi ležišta mineralnih sirovina 176
6.3. Jugoistočna Bosna 181
6.4. Područje Jahorine, Bjelašnice i Treskavice 191
6.5. Područje Vareša 207
6.6. Istočna Bosna 217
7. POSTOROGENSKI OLIGOCENSKI, NEOGENSKI I KVARTARNI SEDIMENTI 224
7.1. Zeničko-sarajevski bazen 225
7.2. Južni Panonski bazen na području Bosne i Hercegovine 240
7.2.1.Tuzlanski bazen 241
7.2.2. Posavski bazen u širem smislu 249
7.3. Bazen Banovići 255
7.4. Bazen Ugljevik 258
7.5. Bazeni Kamengrad i Bihać-Cazin 260
7.6. Bazen Lješljani 262
7.7. Duvanjski i Livanjski bazen 264
7.8. Bazen Bugojno 267
7.9. Bazen Gacko 271
8. GLAVNE TEKTONSKE STRUKTURE 273
8.1. Položaj Dinarida unutar alpsko-himalajskog orogenog pojasa 273
8.2. Glavne navlačne strukture Dinarida 274
8.2.1. Navlake proizašle kretanjem Dinarske karbonatne platforme 277
8.2.2. Navlake proizašle kretanjem jedinica Dinaridskog dijela Tetisa 281
8.2.3. Navlake proizašle kretanjem paleozojsko-trijaskih jedinica 284
8.3. Glavne rasjedne strukture Dinarida 286
9. GEOLOŠKA EVOLUCIJA 291
9.1. Paleozojska evolucija 291
9.2. Mezozojsko-paleogenska evolucija 294
9.3. Postorogena oligocensko-neogensko-kvartarna evolucija 303
LITERATURA 306

ANU BiH
АНУ БиХ

PREDGOVOR ZA PRVO IZDANJE

Prvi geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu napisao je poznati geolog Friedrich Katzer za potrebe jedne ekskurzije koja je organizovana prilikom Devetog svjetskog geološkog Kongresa održanog u Beču 1903. godine. To je lijepo uvezana knjiga džepnog formata s osam obojenih geoloških karata te profilima i fotografijama, koja je učesnicima ponuđena na Kongresu. Iduće godine, Katzer objavljuje svoj izvještaj o realizaciji ekskurzije, o broju učesnika (njih oko trideset, među njima i nekoliko Japanaca), o diskusiji koja je na terenu vođena i o postignutim novim zapažanjima (Comptes rendu, 1904, 1, 26–27 istog kongresa).

Drugi vodič napisali su sami bosanski geolozi pod uredništvom prof. dr. Safeta Čičića prilikom priprema za Deveti kongres geologa Jugoslavije koji je održan u Sarajevu 1978. godine. Vodič opisuje trasu triju tada održanih ekskurzija. Jedna je išla iz Sarajeva do Foče, Trebinja i Mostara, druga do Travnika, Bihaća, Banje Luke i Zenice, a treća do Vlasenice, Olova, Vareša i Breze. Oprema tog vodiča je mnogo skromnija. Pored 65 strana teksta sadrži samo još topografske skice trasa s ucrtanim granicama kartiranih jedinica.

Za posljednjih 20 godina objavljeno je dosta radova. Odštampan je niz novih listova Osnovne geološke karte 1:100 000 i napisani su tumači za te listove. U tom pogledu radilo se pretežno na finalizaciji prethodno prikupljenog. Novih projekata bilo je manje, novčanih sredstava bilo je u budžetu sve manje. U tom periodu doktorirali su na Rudarsko-geološkom fakultetu u Tuzli: Izet Kubat, Ibrahim Imamović, Sejfudin Vrabac, Neđo Đurić, Izet Žigić, Ramo Kurtanović, Amir Baraković, Senaid Salihović, Izudin Imamović, Mirza Bašagić i Hazim Hrvatović.

Geološki zavod Bosne i Hercegovine osnovan je odlukom Zemaljske vlade 1912. godine, ali geološka služba radi od 1898. godine, kada je dr. Friedrich Katzer imenovan za zemaljskog geologa u Rudarskom satništvu. Osnivanjem geološkog instituta kraljevine Jugoslavije ukidaju se geološki zavodi u Sarajevu i Zagrebu, a arhiva i biblioteke prenose u Beograd. Zavod je ponovo osnovan 1947. godine kao "Geološko-istraživački institut ministarstva industrije i rudarstva". Kasnije je Zavod nekoliko puta mijenjao ime i status, ali ipak, snažnim razvojem privrede i on se dalje razvijao.

Zavod je bio centar organizovanog geološkog istraživanja zemlje koji je osnov cjelokupnog privrednog i humanitarnog razvoja svake zemlje. U sklopu rudarske

djelatnosti vrši prospekciju za novim mineralnim sirovinama, obavlja istražne radove, procjenjuje rezerve mineralne sirovine i racionalnost eksploatacije sa stanovišta interesa zemlje kao cjeline. U sklopu objavljivanja naučnih rezultata koje je Zavod u navedenom razdoblju postigao, jeste i ovaj novi Geološki vodič.

U prvom dijelu ovog vodiča stratigrafija vidljivih dijelova zemljine kore naše zemlje prikazuje se u sklopu velikih genetsko-strukturnih cjelina: karbonatne platforme Vanjskih Dinarida, alohtonog kompleksa stijena paleozojske i trijaske starosti, formacije oboda pomenute platforme, ofiolita okeanske kore i na sjeveru zone uticaja kontinentalnih tvorevina na okeanskoj podlozi. Preko navlaka ovih velikih genetskih cjelina leže jezerske i terigene tvorevine oligomiocenske starosti, a preko njih mlađi miocen koji je u sjevernoj Bosni morskog porijekla.

U drugom dijelu obrađuju se pokreti u zemljinoj kori tog dijela planete na bazi diskontinuiteta sedimentacije, tj. tektostratigrafija odnosno "geološka evolucija" nakon što se prethodno na karti skiciraju glavne strukturne granice.

Treći dio vodiča autor posvećuje opisu jedne po njegovom izboru utvrđene trase višednevne ekskurzije koja bi presjekla Dinaride od Brčkog na Sjeveru do Mostara i Neuma na jugu, uz zadržavanje u Tuzli, Sarajevu i Mostaru. U Tuzli Rudarsko-geološki fakultet i Institut orijentisani su u prvom redu na istraživanje uglja, soli te nafte i plina, dok je Geološki zavod u Sarajevu orijenstisan na izradu geoloških karata i organizaciju geološke djelatnosti zemlje, a geološke službe koje imaju svoje sjedište u Mostaru na geološko proučavanje krša, kako u otkrivanju novih ležišta boksita tako i za potrebe racionalnog korištenja kraških voda.

U silnom nedostatku geološke literature u ratom opustošenoj zemlji ovaj vodič, premda možda i preopsežan, predstavlja koristan priručnik kako za domaće, tako i za strane geologe. U prvim poslijeratnim godinama morali smo se ograničiti na organizaciju samo jedne, kako je zamišljeno, međunarodne ekskurzije kroz krajeve slobodne od mina. Na tome se ne smije stati. Zajedničko razmatranje geoloških problema na savjetovanjima i ekskurzijama moralo bi da bude svakodnevna praksa. Zato pozivamo naše geologe da naprave programe narednih ekskurzija, prema svom izboru i mogućnostima, a u cilju da se stečena iskustva oplode saznanjima toliko potrebnim za život na ovom dijelu planete.

Akad. Ivan Soklić, prof. emeritus
Rudarsko-geološkog fakulteta u Tuzli

PREDGOVOR ZA DRUGO IZDANJE

Prvo izdanje "Geološkog vodiča kroz Bosnu i Hercegovinu" je objavljeno na bosanskom jeziku 1999. godine (Hrvatović, 1999). Drugo izdanje vodiča je proizašlo iz potrebe da se prikažu novi podaci o rezultatima istraživanja brojnih geologa koji su, nakon prvog izdanja, objavljeni u naučnim radovima, monografijama, disertacijama i udžbenicima. Ovo izdanje vodiča sadrži 97 slika koje prikazuju geološke karte, stubove, profile i fotografije koje se odnose na prikaz tektonostratigrafskih jedinica i stijena Dinarida Bosne i Hercegovine.

Vodič sadrži sljedeće:

- samostalna poglavlja o tektonostratigrafskim jedinicama koja omogućavaju istraživačima i studentima da razumiju distribuciju i stratigrafiju geoloških formacija, grupe formacija, supergrupe formacija i mineralnih sirovina,
- poglavlje o glavnim tektonskim strukturama i
- poglavlje o geološkoj evoluciji Dinarida Bosne i Hercegovine.

U ovom izdanju vodiča, treći dio prvog izdanja "Geološkog vodiča kroz Bosnu i Hercegovinu" koji opisuje trasu-profila koji presijeca Dinaride od Brčkog na sjeveru do Neuma na jugu je uključen u detaljniji opis tektonostratigrafskih jedinica Dinarida Bosne i Hercegovine.

Nadam se da će ovaj "Geološki vodič" čitaocima dati jasniju sliku o geološkoj prošlosti terena Bosne i Hercegovine, podatke od koristi za istraživanje mineralnih sirovina i voda, za planiranje i izgradnju infrastrukturnih objekata te pomoći da se pronađu rješenja za ekološke probleme.

Ovom prilikom izražavam zahvalnost brojnim generacijama geologa koji su geološkim istraživanjima, u proteklih 130 godina, ostvarili značajne rezultate od koristi za razvoj Bosne i Hercegovine.

Hvala recenzentima, prof. dr. Sejfudinu Vrabcu i prof. dr. Josipu Halamiću, na preporukama i sugestijama koje su dale doprinos kvalitetu djela "Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu".

Hvala kompaniji Adriatic Metals – Eastern Mining Vareš za finansijsku podršku za štampanje ovog Geološkog vodiča.

Hazim Hrvatović

1. GEOLOŠKI POLOŽAJ I PODJELA DINARIDA BOSNE I HERCEGOVINE

U okviru klasičnog, ali napuštenog geosinklinalnog koncepta, Kober (1911, 1952) je razdvojio "dva kraka" unutar Alpsko-himalajskog pojasa (sl. 1) i Dinarida, zajedno s Apeninima, Južnim Alpama i Helenidima koje je uključio u "južni krak", a istočne Alpe i Karpate u "sjeverni krak".

Nastavak Dinarida prema Alpama nije jasno definiran. Ustvari, Vanjski Dinaridi, npr. Jadransko-dinaridska karbonatna platforma nastavlja se, paleogeografski, u Južnim Alpama, iako su neki geolozi (Carrulli i sar., 1990; Placer, 1998) strukturnu granicu postavljali duž Južnih Alpi, koja je u istočnom produženju spojena s odvojenim fragmentima unutrašnjih dinaridski litologija javlja se u frontalnim dijelovima Savsko-Vardarske navlake koji se mogu pratiti prema zapadu do granice Slovenija-Italija.

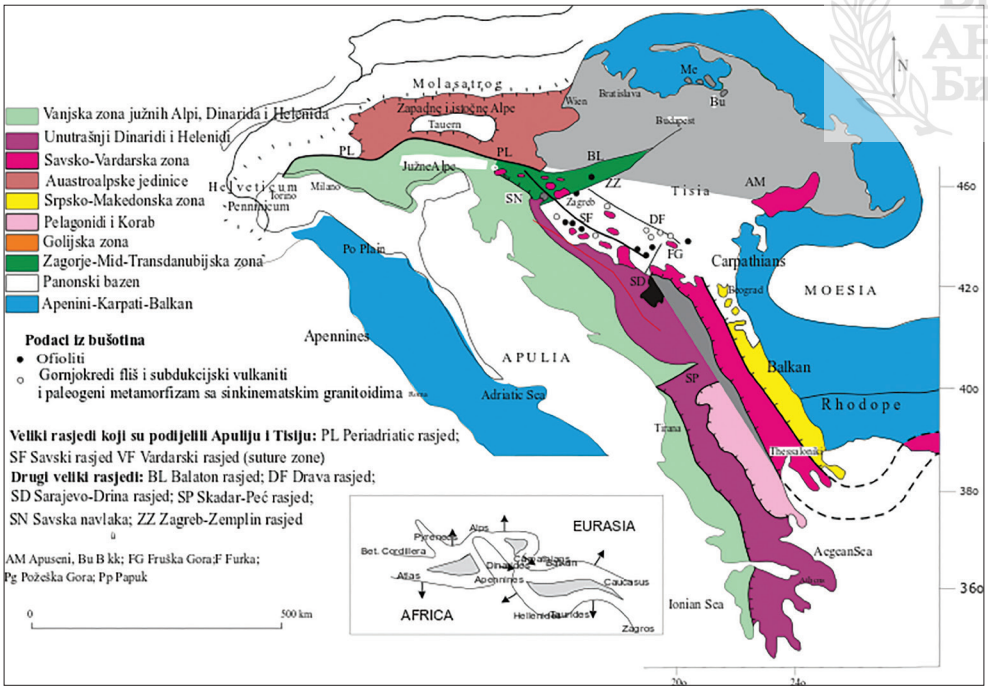
U susjednom području Alpa/Dinarida izdvojena je prijelazna zona nazvana Srednje-podunavska zona (Fülöp i sar., 1987), Zagorsko-srednje-podunavska zona (Pamić i Tomljenović, 1998) ili Sava (Haas i sar., 2000). Zona se sastoji od mješovitih blokova i iz Alpa i iz Dinarida i rezultat je tercijarne (oligocensko-miocenske) lateralne ekstenzijske tektonike (Kázmér i Kovács, 1985; Ratschbacher i sar., 1991).

Odnos između Dinarida i Helenida je mnogo jasniji. To se pokazuje u činjenici da se sve paleogegrafske i strukturne jedinice Unutrašnjih Dinarida nastavljaju prema jugoistoku prema Helenidima (pod različitim imenima), što sugerira da su morale potjecati iz jedne te iste okeanske domene, tj. Dinaridsko-helenidski Tetis (Pamići sar., 2002) ili Vardarski okean (Dercourt 1972; Stampfli 2002).

Jugozapadnu granicu između Vanjskih Dinarida i Jadranske mikroploče pokriva Jadransko more. Jadransko-jonska zona pozicionirana je između njih. Nema izdanaka duž jadranske obale, ali jugoistočno od rasjeda Skadar-Peć predstavlja najeksterniju zonu Helenida. (sl. 1).

Najbolji izdanci paleozojskih i mezozojskih tekstonostratigrafskih jedinica Dinarida nalaze se na teritoriji Bosne i Hercegovine. U današnjoj strukturi Dinarida izrazito prevladavaju alpske tekstonostratigrafske jedinice nad paleozojskim u približnom odnosu 4:1. I paleozojske i alpske tekstonostratigrafske jedinice nastale su u Tetisu kako je predložio Suess (1893). Prema trenutnim geodinamičkim idejama o evoluciji Alpsko-himalajskog pojasa, paleozojske formacije nastale su u Paleotetisu, tj. konvergencijom Laurazije na sjeveru i Gondvane na jugu (Ziegler, 1990; Matte, 1991; von Raumer i Neubauer, 1993; von Raumer, 1998 i drugi). S druge strane, Alpske tekstonostratigrafske jedinice Alpsko-himalajskog pojasa, uključujući Dinaride, nastale su u Neotetisu ili jednostavno Tetisu konvergencijom Euroazije na sjeveru i Afrike na jugu (Dercourt, 1970; Dewey i sar., 1973; Dercourt i sar., 1993. i drugi).

Na sadašnjem erozijskom nivou, Dinaridi i Karpati nisu u direktnom kontaktu; planine najsjevernijih Dinarida udaljene su oko 400-500 km od najjužnijih Karpatskih planina, a između njih je Panonski bazen (Herak i sar., 1990). Virtualna granica između Dinarida i Južne Tisije (npr. Karpati) približno se



Slika 1. Tektonska shema Alpa, Apenina, Karpata, Dinarida, Helenida i Panonskog bazena (pojednostavljeno po Dimitrijeviću, iz Hrvatović, 2006).

poklapa sa sjevernim rubnim rasjedom Savske depresije. Na osnovu terenskih promatranja i refrakcionih seizmičkih podataka, jugoistočna Tisija spušta se na jugozapad ispod Dinarida pod uglom od oko 10-15 (Tari i Pamić, 1998, Pamić i sar., 2000b).

Područje Bosne i Hercegovine je uključeno u središnje dijelove Dinarskog planinskog sistema i smješteno je između Apulije (Jadranska mikroploča) na jugozapadu i Panonskog bazena, odnosno Južne Tisije na sjeveroistoku. Evolucija Dinarida bila je genetski povezana s Tetisom koji je postojao tokom mezozoika i ranog paleogena između dva superkontinenta – Euroazije ili njenog mezijskog fragmenta na sjeveru i Afrike ili njenog apulijskog fragmenta na jugu. Dinaridi predstavljaju tipični orogeni sistem uključen u Alpsko-himalajski pojas. Glavni litofacijesi Dinarida nastali su tokom alpskog orogenog ciklusa. Međutim, postoje i velike litološke jedinice koje su nastale tokom variscijskog orogenog ciklusa (paleozojski kompleksi Unsko-sanskog područja, Srednjobosanskoga škriljavog gorja, jugoistočne i sjeveroistočne Bosne), i post-orogene koje su nastale tokom oligocena – neogena (morski do slatkovodni sedimenti Južnopanonskog basena) i neogeni intramontan slatkovodni bazeni: Sarajevo-Zenica, Tuzla, Banovići, Ugljevik, Kamengrad, Bugojno, Livno, Duvno, Gacko, Bihać-Cazin, Drvar, Mesići, Miljevina i drugi.

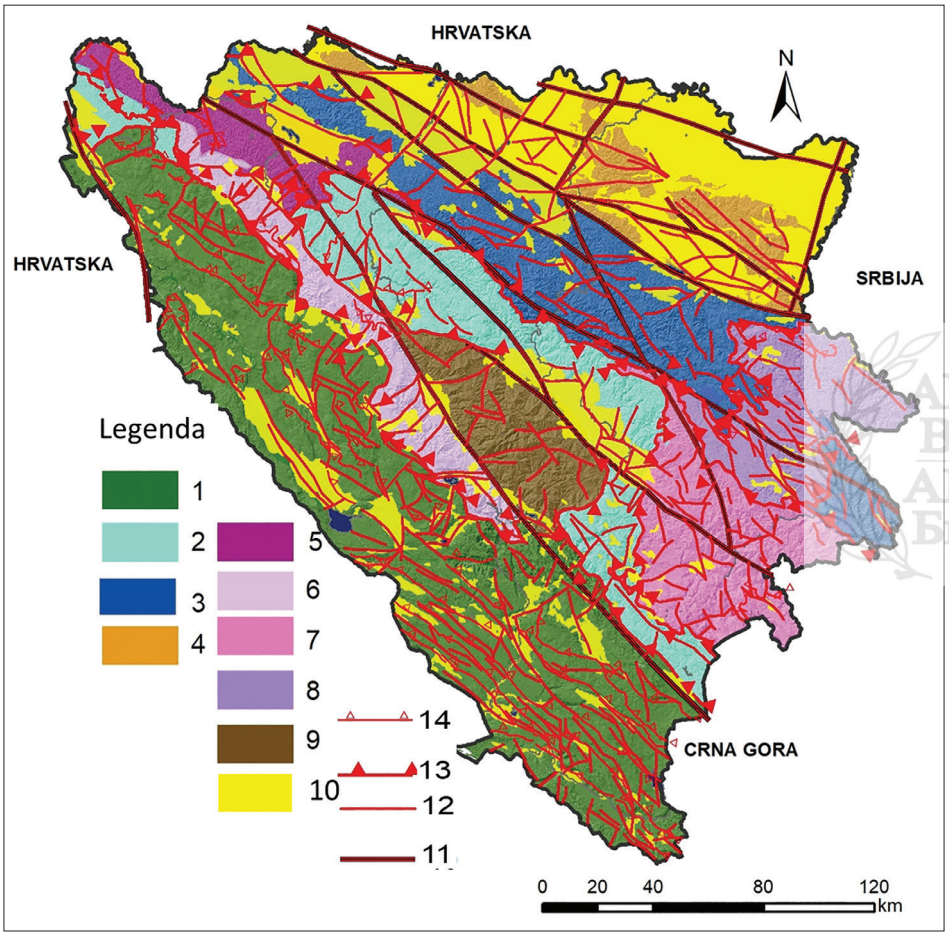
Objavljeni su brojni radovi o geotektonskoj evoluciji Dinarida i oni su sažeti na drugim mjestima (na primjer: Herak, 1991). Na osnovama tektonike ploča, Dinaridi se mogu podijeliti na nekoliko velikih strukturno-paleogeografskih cjelina, što je prvi predložio francuski geolog (Aubouin i sar., 1970) za cijelo područje Dinarida i Helenida.

Uprkos složene navlačne građe, u Dinaridima je sačuvan zonarni prostorni raspored velikih tekstonostratigrafskih jedinica, što odražava i njihovu paleogeografsku evoluciju. Idući profilom od jugozapada (Apulija) do sjeveroistoka (Mezija), mogu se izdvojiti sljedeće tekstonostratigrafske (paleogeografske) jedinice (Pamić i sar. 1995; Hrvatović, 2006, sl. 2 i sl. 3).

1. Dinarska karbonatna platforma,
2. Zona Bosanskog fliša,
3. Dinarska ofiolitna zona,
4. Savsko-vardarska zona.

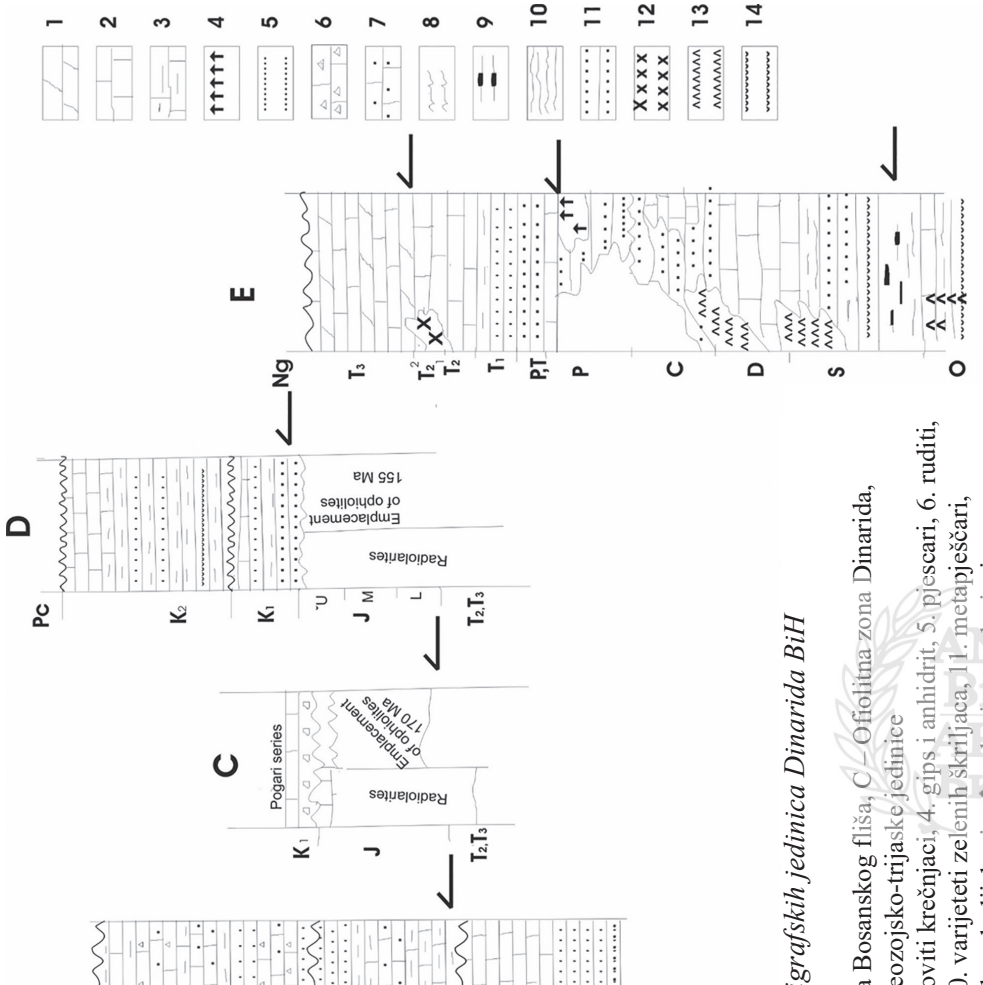
Jedinice od 2 do 4 definiraju Unutrašnje Dinaride. Ovaj pravilan raspored tekstonostratigrafskih jedinica narušavaju alohtone paleozojsko-trijaske jedinice koje se navlače na jedinice Unutrašnjih Dinarida i na sjeveroistočnu marginu Vanjskih Dinarida (sl. 2). Mnoga područja Dinarida su prekrivena post-orogenim sedimentima oligocena, neogena i kvartara (sl. 2).

Dinaridi se odlikuju nabornim i navlačnim strukturama pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok i jugozapadnim vergencama. Gore spomenute alpske tekstonostratigrafske jedinice su navučene jedna preko druge, s Vanjskim Dinaridima u osnovi i Savsko-vardarskom zonom na vrhu (sl. 2). Za razliku od čitavih Dinarida, najsjeverniji dijelovi Savsko-vardarske zone karakteriziraju se sjevernom vergencom koja je prepoznata u sjevernim dijelovima planina Majevica, Motajica i Prosara.



Slika 2. Glavne tektonostratigrafske jedinice Dinarida Bosne i Hercegovine (Hrvatović, 2006)

Legenda: 1. Dinarska karbonatna platforma; 2. Zona Bosanskog fliša; 3. Dinarska ofiolitna zona; 4. Savsko-vardarska zona. Paleozojsko-trijaske jedinice; 5. Sansko-unska navlaka; 6. Ključko-raduška navlaka; 7. Durmitorska navlaka; 8. Golijska navlaka; 9. Tektonski blok Srednjobosansko škriljavo gorje; 10. Postorogeni oligoceni, neogeni i kvartarni sedimenti; 11. Dubinski rasjed; 12. Gravitacioni rasjedi; 13. Velike navlake (navlake prvog reda); 14. Manje navlake (navlake drugog reda).



Slika 3. Korelacioni stubovi tektonostratigrafskih jedinica Dinarida BiH (Hrvatović i Pamić, 2004)

A – karbonatna platforma Dinarida, B – Zona Bosanskog fliša, C – Ofiolitna zona Dinarida, D – Savsko-vardaska zona, E – Alohtone paleozojsko-trijaske jedinice

1. dolomiti, 2. krečnjaci, 3. laporoviti i pjeskoviti krečnjaci, 4. gips i anhidrit, 5. pjescari, 6. ruditi, 7. areniti, 8. rožnaci, 9. hloritoidni škriljci, 10. varijeteti zelenih škriljaca, 11. metapješčari, 12. ladinske vulkanske stijene, 13. rioliti, 14.bazalt-dijabazi; ⟋ horizont odvajanja

2. DINARSKA KARBONATNA PLATFORMA

U sadašnjoj strukturi Dinarida, karbonatna platforma je uključena u Vanjske Dinaride. Njeni jugozapadni rubni dijelovi, koji prekrivaju Apuliju, pokriveni su Jadranskim morem, dok su joj preko sjeveroistočnog ruba navučene paleozojsko-trijaske formacije.

Dinarska karbonatna platforma uglavnom obuhvata:

a. gornjopaleozojske sekvence koje sadrže gornjokarbonske-donjopermske klastite i karbonate;
b. gornjopermske do noritske sekvence klastita, evaporita i platformnih karbonata i pripadajućih sinsedimentnih magmatskih stijena nastalih tokom početne faze alpskog kontinentalnog riftovanja. U nekim područjima karbonati su proslojeni sa rožnacima, šejlovima, pirkolastitima i vulkanskim stijenama, koje su se akumulirale u depresijama platformi, posebno krajem anizika i početkom ladinika. Formacije srednjeg trijasa su prekrivene karnijskim krečnjacima i pripadajućim vulkanitima, te noritskim krečnjacima i dolomitima. Tokom noritskih uslova uspostavljeno je dugotrajno stvaranje karbonatnih sekvenci, i
c. noritsko-lutecijsku karbonatnu platformu, koja započinje noritsko-retskim glavnim dolomitom (Hauptdolomit). Stabilni plitkomorski okoliši taloženja prevladavali su tokom jure-krede i trajali su sve do lutecija, uz povremene prekide s nekoliko pelagičkih epizoda.

Geološka evolucija karbonatne platforme je (u geološkoj literaturi) razmatrana uglavnom kroz dva modela:

1. jednostruka karbonatna platforma: Karbonatna platforma Vanjskih Dinarida (Grandić i sar., 1999), Jadransko-dinaridska karbonatna platforma (Gušić i Jelaska, 1993; Pamić i sar., 1998a), Jadranska karbonatna platforma (Vlahović i sar., 2005; Korbar, 2009),
2. dvije karbonatne platforme: jadranska i dinaridska/dinarska, odvojene dubokovodnim međuplatformskim pojasom pod nazivom Epiadriaticum (Herak, 1986) ili Budva-Cukali zonom (Tari, 2002; Schmid i sar., 2008).

Područje Dinarske karbonatne platforme – Vanjski Dinaridi, poznati su i pod imenom Visoki krš ili kraški Dinaridi. U ovom prostoru je bila karakteristična dugotrajna karbonatna sedimentacija (od srednjeg trijasa do srednjeg eocena, a u nekim dijelovima i od gornjeg perma), čiji je rezultat formiranje sedimenata debljine i do 8000 m.

Pored značajne debljine (od 4.500 do 8.000 m), oni se karakterišu čestim bočnim i vertikalnim izmjenama različitih facija, uglavnom nastalih u plitkovodnom marinskom okolišu. Velika bočna i vertikalna izmjena sedimenata indicira značajnu paleogeografsku dinamiku područja Dinarida zbog mobilnosti Jadranske mikroploče. Ova mobilnost je prouzrokovala, u nekim periodima historije karbonatne platforme, važne izmjene kao što su fiziografija i sinsedimentne tektonske deformacije. Okoliši za sedimentaciju su bili od zaštićenog plićaka (peritajdala), nisko-energetskih plićaka (subtajdal – sublitoral), ograničene plitkovodne unutrašnje platforme, visoko-energetskih tajdala (zona plime i oseke), plaža, do preovlađujućih grebena. Međutim, karbonati su nastajali i kao padinski sedimenti u intraplatformnim trogovima.

Prve značajne naslage karbonata pripadaju gornjem permu, kada nastaju sekvence krečnjaka i dolomita koji se izmjenjuju vertikalno i bočno sa klastitima i evaporitima. U to vrijeme, veliki dio evropskog kopna nalazi se u zoni žarke i suhe klime pustinje, a u predgorjima se javljaju tereni koji su povremeno potapani. Za ovaj period su karakteristični klastično-evaporitski sedimenti koji su imali važnu ulogu kao skliska i pogodna podloga ubiranja i navlačenja u Dinaridima.

U donjem trijasu se kontinuirano nastavlja sedimentacija. Ovaj hronostratigrafski član se u Dinaridima uopćeno može podijeliti na dvije jedinice:

1. donja u kojoj dominiraju klastični sediment i
2. gornja u kojoj dominiraju karbonati.

Period taloženja klastita bi predstavljao period spuštanja nivoa mora, što je vjerovatno povezano sa strukturnim preuređenjem platforme.

Sedimentaciona sredina u Vanjskim Dinaridima srednjeg trijasa karakteriše se taloženjem karbonatnih stijena u aniziku i ladiniku. Veliki prekid u taloženju dešava se na granici anizijsko-ladinskog kata. Sinsedimentni ekstenzijski tektonski pokreti doveli su do diferencijalnog izdizanja i slijeganja karbonatne platforme u aniziku.

Nakon perioda subarealnog ogoljenja i taloženja kontinentalnih klastita i boksita u karnijskom katu, nastavljeno je taloženje karbonata u Vanjskim Dinaridima. Stvaraju se široko rasprostranjena područja dolomita ograničene

intertajdalne platforme (ekvivalent stromatolitima i algama laminiranim glavnim dolomitima (Haupt) u noritkom i retskom katu.

Stvaranje karbonata u periodu donje jure na karbonatnoj platformi, započinje taloženjem dolomita ograničene platforme, koji su slični onima iz norika i reta. U srednjoj juri (lijasu), zapaža se regionalna transgresija koja se povezuje s početkom stvaranja Neotetisa. Tektonska aktivnost, uzrokovana stvaranjem Neotetisa, jedva je primjetna u unutrašnjosti karbonatne platforme Dinarida. Reaktivirane su strukture iz donje jure, a dolazi do sedimentacije na unutarplatformnim depresijama iz srednjeg trijasa. Postepeno dizanje nivoa mora imalo je za posljedicu taloženje subtajdalnih facija na širem prostoru karbonatne platforme, dok se na ograničenom prostoru talože lagunalne facije. U najgornjoj juri uočeni su sedimenti koji ukazuju na manju regresiju. Predstavljeni su krečnjacima, laminiranim laporcima i argilitima.

U donjem dijelu srednje jure, karbonatna platforma Dinarida se stabilizirala u široku depozicionu "rampu". Talože se subtajdalne stijene i grauvake u lagunama unutrašnje karbonatne platforme. Lokalno, u gornjim nivoima, ovi sedimenti su dolomitizirani. Bočno, sedimentni okoliš prelazi u otvoreniju marinsku sredinu kada se stvaraju oolitski, pizolitski i bioklastični krečnjaci.

Za vrijeme gornje jure, karbonatna platforma Dinarida se razvila u ivični šelf (platforma u moru). Na ograničenim dijelovima platforme stvaraju se lagunalni krečnjaci i dolomiti koji sadrže alge (Clypeina). Također su izasprudne facije predstavljene oolitskim krečnjacima koji sadrže hidrozoe (Cladocoropsis). Dalje slijede karakteristične šelfne rubne facije koje najčešće sadrže hidrozoe (Ellipsactinia).

Sredinom gonje jure (malm) dolazi do slijeganja u unutrašnjosti karbonatne platforme. Tada nastaju tankoslojeviti silificirani krečnjaci koji sadrže amonite i radiolarije, škriljci i laporci s obiljem organske materije (Lemeš slojevi).

Taloženje karbonata se nastavlja u donjoj kredi uz kratki prekid (kada nastaju boksiti i breče), što je vezano za tektonsku aktivnost u Vanjskim Dinaridima. Donja kreda karbonatne platforme počinje dolomitima sa sitnim nerineidima, tintinidima, foraminiferama (Cuneolina) i karbonatnim algama (Salpingoporella, Munieria). Gornji dio donje krede zastupljen je uslojenim krečnjacima sa umecima dolomita koji ponegdje sadrže puževe (Nerinea) i pahiodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina), te karbonatne alge (Salpingoporella, Munieria, Cylindroporella), a u nekim slojevima i plodove haracejskih algi što ukazuje na oslađivanje mora.

Početkom gornje krede prostrana područja Vanjskih Dinarida i neki dijelovi Središnjih Dinarida pretvorena su u veoma plitko more udaljeno od kopna i zato sa čistim karbonatnim dnom, bez terigenih primjesa. Veliki dio profila zauzimaju rudistni krečnjaci taloženi na grebenima s priraslim ljušturama ili pseudogrebenima, podvodnim nagomilavanjima ljuštura uginulih organizama. Ovi sedimenti su nastali u intertajdalnoj sredini unutrašnje platforme. Na pojedinim dijelovima, unutar platforme, nastaju depresije u kojima se talože sedimenti s globotrunkanama i iglama spužvi što indicira pelašku sedimentaciju.

U paleoreljefu gornjokrednih krečnjaka nastaju boksiti, preko kojih se za vrijeme paleocena i eocena, transgresivno, talože karbonati. U paleocen-eocenu talože se brakični i slatkovodni sedimenti, tzv. "liburnijske naslage" (Sl. 4). Tada nastaju sljedeći karbonati: vekston, pekston, algalni vekston, madston i floatston. Prva marinska sedimentacija započinje u vrijeme donje-srednji eocen. Talože se sedimenti poznati pod imenom formainiferski krečnjaci: miliolidski, alveolinski, numulitski i krečnjaci sa diskociklinama. Do kraja eocena i ranog oligocena, taloženje na platformi se okončava regionalnim izdizanjem i taloženjem konglomerata. Vrijeme ovog izdizanja se povezuje sa stvaranjem velikih navlačnih struktura u Dinaridima.

Ova prezentacija Dinarske karbonatne platforme zasniva se na objavljenim podacima rezultata izrade Osnovne geološke karte 1:100 000: Papeš (1975, 1975a, 1977, 1985), Papeš i sar., (1978, 1978a), Mojičević i sar., (1973), Raić i sar., (1977, 1978, 1982), Behlilović (1964), Slišković (1962, 1964), Ahac (1976) i drugi. Podaci predstavljeni u ovom poglavlju uglavnom su preuzeti iz knjige II: Mezozojske formacije koja predstavlja dio geologije Bosne i Hercegovine (Čičić i sar., 1984; Čičić, 2002), Tumača za listove Osnovne geološke karte i radova koje su objavili Papeš (1985), Aljinović, i sar. (2010), Dragičević i sar., (1994, 2002), Smirčić i sar., (2016) i drugi.

ANU BiH

Debljina (m)	Starost		Litologija	Paleookoliš	Fosili
900	E_3O_1		Promina formacija -konglomerati, -pješčari, -lapori	Marinska molasa:	
				Kopno (boksit)	
600	$E_{2,3}$	1 2	1. Lapori, kongomerati, pješčari, gline 2. Brečasti krečnjaci, lapori, pješčari	Fliš	*Lucina saxorum, Cardium dabricense, Cerithium (Campanile) cf. Parisiense, Natica, Galamphylia subtilis, Rotalia, Orbitolites, Alevolina; Cardium, Conus,*
				Kopno (boksit)	
300	$E_{1,2}$		Krečnjaci sa miliolidama, alveolinama, numulitima i diskociklinama	Ograničeno plitko more i duboki dijelovi karbonatne "rampe"	*Alveolina oblonga, Alveolina minutula, Nummulites perforatus, Nummulites globus; Discocyclina discus*
				Kopno (boksit)	
300	Pc,E		Liburnijske naslage: vekston/ pekston, algalni vekston, vekston/ madston i floatstones	Brakični i slatkovodni	*Characeae, Lagynophora sp., Dasycladaceae, Microcodium sp., Clypeina sp., Alveolina ellipsoidalis, Orbitolites sp., Miliolidae, Orbitolinidae, Stomatopsis*
				Kopno (boksit)	
>500	K_2		floatston, vekston/ pekston i rudston	- Subtajdal, - Intertidal	*Petkovicia, Katzeria, Gorjanovicia, Pironaea, Milovanovicia, Hippurites, Radiolites, Distefanella, Caprina, Neocaprina,*

Slika 4. Paleogen karbonatne platforme-Vanjski Dinaridi (poslije Raić, 1978).

Ovdje se pristupilo prikazivanju karbonantne platforme preko opisa tri njena dijela (geografski gledano) i to: planine i polja jugozapadne Bosne, planine i polja sjeverne Hercegovine i planine i polja južne Hercegovine.

2.1. Planine i polja jugozapadne Bosne

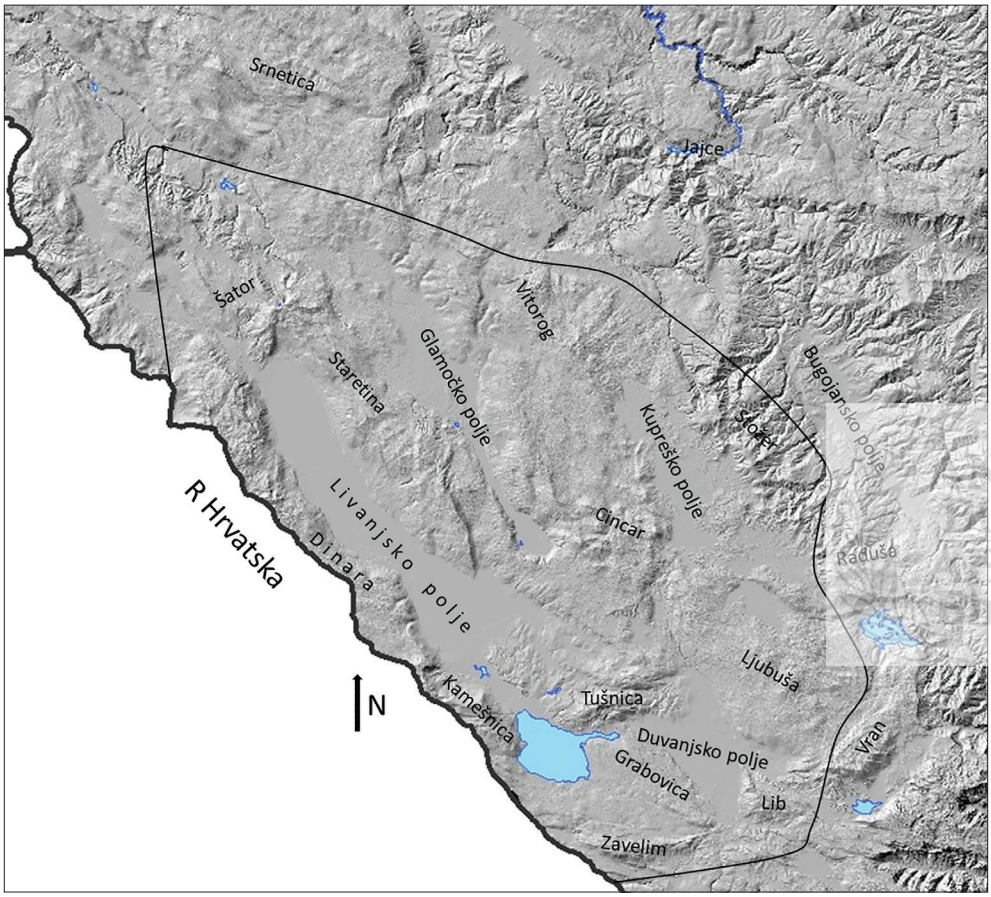
Jugozapadnom Bosnom nazivamo planinsko područje koje gravitira velikim kraškim poljima; Glamočkom, Livanjskom i Duvanjskom. Pruža se od planine Ilice na zapadu do Posušja na jugoistoku. Sjeverna granica ide preko prevoja Mlinište na Vitorog i Kupres, pa preko Ljubuše i Vrana do Mesihovine, dok prema Dalmaciji granica ide Dinarom i Kamešnicom. Na krajnjem jugoistoku ovog područja su Ljubuša i Vran planina (sl. 5).

Geološka historija Dinarida započinje procesom kontinentalnog riftovanja u geološkoj epohi gornji perm (prije oko 250 miliona godina). Na području jugozapadne Bosne, gornjopermski sedimenti su otkriveni sjeveroistočno od Kupresa, na nekoliko mjesta uz put Šujica-Kupres i u dubokoj bušotini Glamoč-1 (4212 m) kod Glamoča. U gornjopermske sedimente (sl. 6 i sl.7), na području Kupresa, izdvojeni su gips, anhidrit, škriljavi lapori, šupljikavi krečnjaci i dolomitske breče. Najbolje izdanke šupljikavih krečnjaka i breča nalazimo u usjeku puta između Kupresa i Kupreških vrata. Prilikom probijanja tunela kroz Kupreška Vrata otkrivene su naslage gipsa i anhidrita (Sijarić i Trubelja, 1976). Naslage gipsa i anhidrita iz gornjeg perma su nabušene u buštini Glamoč-1 na dubini od 400-900 m.

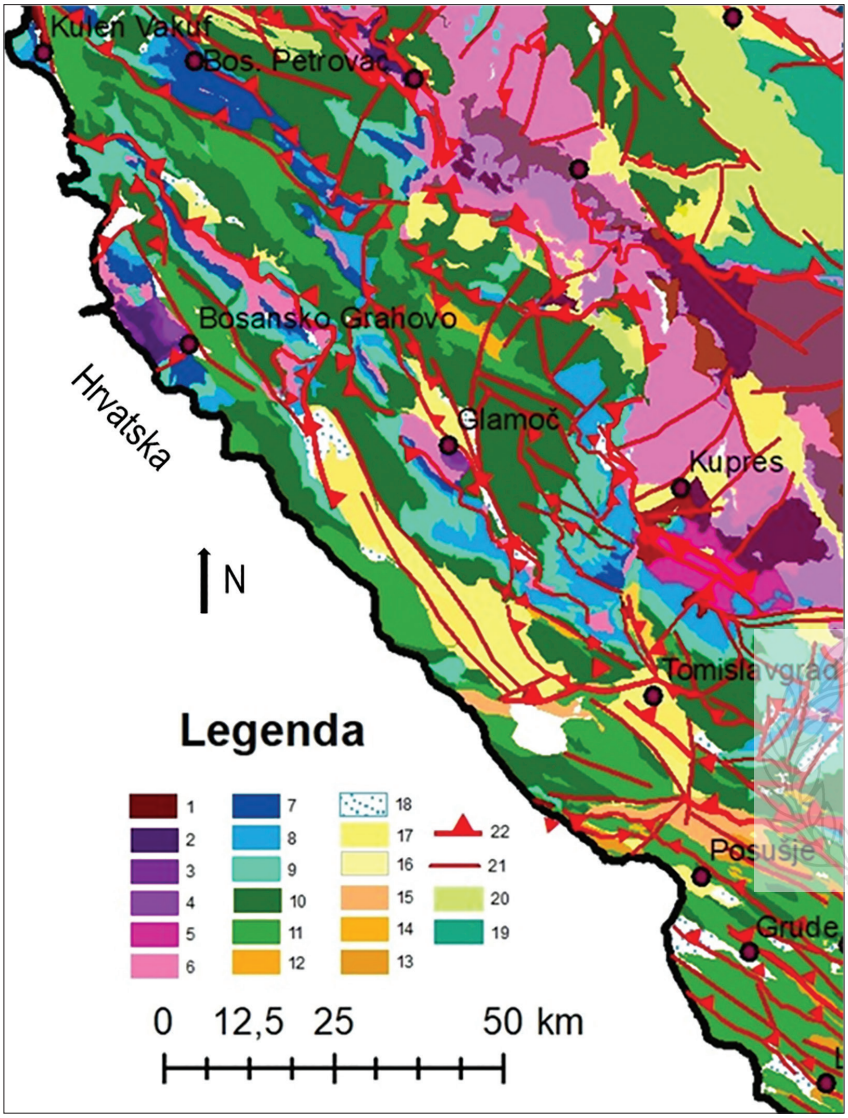
Naslage donjeg trijasa na području jugozapadne Bosne su utvrđene na području Bosanskog Grahova, Glamoča, Šujice i Kupresa (sl. 6 i sl. 7).

Jugozapadno od Bosanskog Grahova, u usjeku ceste Bosansko Grahovo – Knin je dobro otkriven slijed naslaga i predstavlja izuzetno dobro očuvana i jasno vidljiva sedimenološka obilježja iz kojih je bilo moguće rekonstruirati sedimentacijske procese i okoliš taloženja, sekvencijsku pravilnost, kao i eustatičke promjene koje su nastupile usljed relativnog povišenja ili sniženja morskog nivoa (Aljinović i sar., 2010). Na temelju makrofosilnog sadržaja (Grimani i sar., 1975) spomenuti je slijed determiniran kao donji trijas te se pretpostavlja kontinuitet taloženja od evaporita gornjeg perma, crvenih dominantno klastičnih donjotrijaskih sedimenata u dominantno karbonatne sive sedimente olenekija (Grimani i sar., 1975) Prema istim autorima pretpostavlja se da je taloženje donjotrijaskih naslaga trajalo kroz čitavi donji trijas. Na osnovi sedimentoloških istraživanje (Aljinović, 1995) u slijedu sedimenata izdvojena su tri facijesa: 1) Siliciklastični facijes prisutan u donjem dijelu slijeda, 2) Facijes karbonatnih madstona, koji se u kontinuitetu taloži na siliciklastični facijes, te 3) Siltozno-madstonski facijes u završnom dijelu slijeda. Siliciklastični facijes karakteriše izmjena crvenih siliciklastičnih sedimenata (šejlova, pješčara i oolitičnih i/ili bioklastičnih grejnstona). Taloženje ovog

facijesa odražava plitke marinske, dobro aerirane sredine unutarnjeg šelfa s dominantnim uticajem olujnih procesa. Crvene, dominantno klastične stijene koje su definirane kao siliciklastični facijes određene su prema Grimaniju i sar., (1975) kao naslage donjeg dijela donjeg trijasa, te im je kao i drugdje u Dinaridima, pripisivana starost koja odgovara najstarijem trijasu.



Slika 5. 3D karta područja jugozapadne Bosne



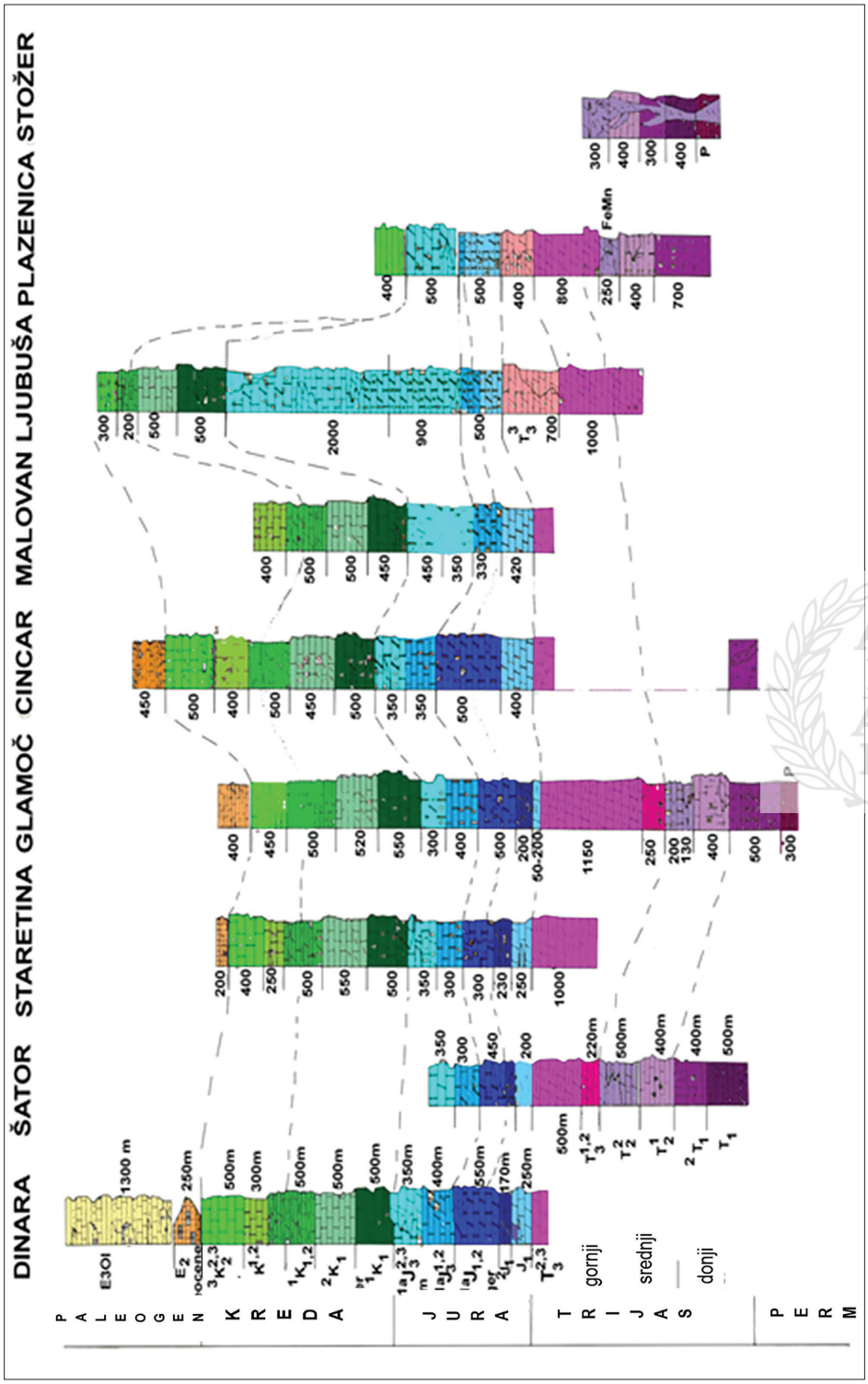
Slika 6. Pojednostavljena geološka karta jugozapadne Bosne
(na osnovu podataka Osnovne geološke karte, List Glamoč; Ahac i sar., 1976)

Legenda za sliku 6 (geološka karta)

1. P_3 – klastiti, evaporiti, šupljikavi krečnjaci i belerofonski krečnjaci,
2. T_1 – crveni siliciklastični sedimenati (lapori, glinci, pješčari i oolitični i/ili bioklastični grejnston); madston sa konodontima Hadrodontina anceps i Pachycladina oblique
3. T_2^1 – krečnjaci sa amonitima, brečasti krečnjaci,autoklastični vulkaniti dolomiti krečnjaci sa foraminiferama Meandrospira dinarica i Glomospir, krečnjaci sa makrofosilima Rhynchonella cf. Nitidula Btt., R. decurtata Gir., R. dalmatina Bitt., Spirigera hexagonalis Bitt. i dr.

4. T_2^2 – krečnjaci i lapori sa školjkama Daonella lommeli Wissm i Possidonia wegenesis Wism, rožnaci, pješčari, glinci, piroklastiti, kvarckeratofiri, spiliti,
5. $T_{2,3}$ – krečnjaci sa Juvanites (Anatomites) cf bachus Mojs., Paratropites bosniacus Diener, sirenites sp, Halobia austriaca Mojs. i Trigonodus sp., dolomiti, pješčari, gline;
6. T_3 – dolomiti, sivi do crni bituminozni dolomiti, dolomiti sa modrozelenim algama (Sphaerocodium), krečnjaci sa školjkašem kečnjaci sa megalodonima Chonchodus infraliasicus Stopp., i Megalodon sp.
7. J_1 – krečnjaci i dolomiti sa litiotidima i orbitopselama, ugalj, oolitični i brečasti krečnjaci i dolomiti sa brahiopodima i krinoidima
8. J_2 – oolitski, pizolitski i bioklastični krečnjaci sa brahipodama, litiotidima, glomospirama i bodljama spužvi
9. J_3 – krečnjaci sa klipeinama, hidrozoima (Cladocoropsis), foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina), spužvama, koraljima, briozoima i sitnijim puževima roda Nerinea;
10. K_1 – krečnjaci sa umecima dolomita i glinovitog krečnjaka sa trepljarima (Tintinidae), vapnenim algama (Salpingoporella, Munieria), školjkašima (Requienia), foraminiferama (Cuneolina, Orbitolina, Coskinolina
11. K_2 – krečnjaci sa rudistima (Radiolites, Sauvagesia, Durania), krečnjaci sa foraminiferama (Orbitolina, Globotruncana) i vapnenci sa školjkašima (Chondrodonta, Neocaprina)
12. – krečnjaci sa algama (Characeae) foraminiferama (Miliolidae) i puževima;
13. $E_{1,2}$ – krečnjaci sa foraminiferama Operkulina, Nummulites, Alveolina.
14. $E_{2,3}$ – organogeni klastiti sa faunom (koralji), laporcim sa školjkašima (Lucina, Cardium) i puževima (Cerithium, Velates).
15. E, Ol_1 – Promina formacija: lapori, glinoviti krečnjaci, konglomerati i pješčari;
16. Ol, M – konglomerati, pješčari i lapori;
17. N – pješčari, gline, krečnjaci, lapori, tuf, ugalj, konglomerati;
18. Q – kvartarne nalage: glacijalne, fluvioglacijalne, fluvijalne, glacijal-jezerske:
19. J, K – Vranduk subgrupa formacija (Zona Bosanskog fliša);
20. K_2, Pg – Ugar subrgupa formacija (Zona Bosanskog fliša);
21. Rasjed
22. Navlaka

ANU BiH АНУ БиХ



Slika 7. Geološki stubovi tektonskih jedinica jugozapadne Bosne (pojednostavljeno, poslije Papeš, 1985).

Legenda za sliku 7 (geološki stubovi)
P – Gornjopermski crveni pješčari, šejlovi, breče, gips, anhidrit i šupljikavi krečnjaci; T_1 – uškriljeni liskunoviti pješčari i šejlovi; $^2T_1$ – laporoviti škriljci i krečnjaci sa amonitima; T_2^1 – brečasti krečnjaci; T_2^2 – dolomiti, tuf, spiliti, škriljci, laporoviti krečnjaci; $T_3^{1,2}$ – dolomiti, slojeviti krečnjaci; $T_3^{2,3}$ – brečasti i laminirani dolomiti; T_3^3 – megalodonski krečnjaci; J_1 – dolomiti i slojeviti laporoviti krečnjaci sa litiotidima; $^2J_1$ – krečnjaci i krečnjaci sa litiotidima i orbitopselama; $^{1a}J_{1,2}$ – oolitični i brečasti krečnjaci proslojeni sa dolomitima; $^{1a}J_3^{1,2}$ – oolitični krečnjaci i dolomiti sa solenoporelama i hidrozoima; $^{1a}J_3^{2,3}$ – brečasti krečnjaci proslojeni sa dolomitima i brečama; $^1K_1$ -debelo uslojeni krečnjaci i dolomiti; $^2K_1$ – slojeviti krečnjaci sa orbitolinama i salpingoporelama; $^1K_{1,2}$ – tankoslojeviti krečnjaci i dolomiti sa prosljcima rožnaca i breča; $K_2^{1,2}$ – slojeviti krečnjaci sa hondrodontama; $^3K_2^{2,3}$ – rudistni krečnjaci; $E_{1,2}$ – krečnjaci sa alveolinama i numulitima; E_3,Ol – Promina formacija: konglomerati, kalkareniti i lapori.

Sivi karbonatni madstoni, lapori i siltiti čine središnji dio (facijes karbonatnih madstona) i gornji dio slijeda (siltozno-madstonski facijes), a predstavljaju naslage dubljeg unutarnjeg šelfa te djelomično i vanjskog šelfa. Ova su dva facijesa prema Grimani i sar., (1975) korelirana s kampilskim naslagama Alpa, te im je pridodata starost koja odgovara mlađem dijelu donjega trijasa.

Određivanja konodontnih biofacijesa na ovom profilu kod Bosanskog Grahova (Hrvatović i sar., 2006; Aljinović i sar. 2011, konodonte odredila Tea-Kolar Jurkovšek) pokazala su da je litostratigrafska korelacija sa donjotrijaskim naslagama u užem smislu (*sensu stricto*) neodgovarajuća na ovom profilu kao, vjerojatno, i drugdje u Vanjskim Dinaridima. Asocijacija konodonata iz uzoraka s profila Bosansko Grahovo odlikuju se prisustvom sljedećih rodova i vrsta: *Hadrodontina anceps* i *Pachycladina oblique* pojavljuju se zajedno u donjem dijelu slijeda dok je duž čitavog slijeda prisutna vrsta *Pachycladina oblique*. Na osnovu ovakve zajednice slijeda sedimenata se može doznačiti starost *obliqua* Zone koja odgovara smitiju. Ovakav konodontni biofacijes predstavlja plitkovodnu euhalinu zajednicu. Spatijska starost gornjeg dijela slijeda nije isključena, no odsustvo vrste *Neospathodus triangularis* koja je provodna za najmlađi spatij ne dopušta jednoznačnu odredbu.

Ovi biostratigrafski podaci na osnovi konodonata kao i sedimentološke karakteristike vertikalnog slijeda dozvoljavaju sljedeću interpretaciju: Nakon prekida taloženja koji je trajao od perma i tokom starijeg dijela donjeg trijasa (grizbah i dinerij), u smitiju marinska transgresija potapa evaporitne permske komplekse i nastupaju uslovi taloženja vrlo plitkog mora. Razlike vertikalnog redanja facijesa mogu biti interpretirane nastavkom općeg transgresivnog trenda i uslovima sporog cikličkog produbljavanja plitke marinske sredine u mlađem dijelu donjeg trijasa.

Sličan razvoj donjotrijaskih sedimenata s amonitima i školjkama je otkriven kod Vidovog polja (zapadno od Ljeskovice).

Na području Glamoča otkriveno je nekoliko pojava donotrijaskih sedimenata. U samom Glamoču se vide izdanci grauvaknih i kvarcnih pješčara te oolitičnih limonitisanih krečnjaka donjeg trijasa. Na sjeveroistočnom obodu Glamočkog polja se zapažaju crveni liskunoviti i škriljavi pješčari koji se nalaze ispod krednih krečnjaka. U sjeveroistočnom podnožju planine Rajan su izdnaci crvenih jako tektoniziranih liskunovitih pješčara.

Sedimenti donjeg trijasa na području Šujice su predstavljeni crvenkastim kvarcno-muskovitnim pješčarima, alevrolitima i pjeskovitim krečnjacima u kojima je pronađen puž Werfenella rectecostata (Hauer). Kvarcno-muskovitski pješčari su izgrađeni od zrna kvarca, feldspata, muskovita, rožnjaka i odlomaka karbonatnih stijena. Alevroliti su često uškriljeni i nalaze se u izmjeni s proslojcima pješčara izgrađenih od kvarca, muskovita i feldspata. Pjeskoviti krečnjaci su izgrađeni od zrna kalcita u kojima je dispergovana glinovita materija. Pjeskovita komponenta je predstavljena zrnima kvarca i muskovita.

Istočno od Škrte planine otkriveni su donjotrijaski sedimenti na površini od oko 50 km^2. Sedimenti su predstavljeni alevrolitima, kvarcno-muskovitskim pješčarima, pjeskovito-laporovitim krečnjacima, željezovitim kvarcnim pješčarima i laporima. Osnovna karakteristika ovih sedimenata je da su jako tektonizirani – zapažaju se različite vrste nabora. Sedimenti su bogati s fosilnim ostacima školjki i rjeđe amonita. Određene su sljedeće vrste: *Clarai clarai* Emmr., *C. aurita* (Hauer), *Natiria costata* (Munst.), *Anodontphora fassaensis* Wissm., *A. canalensis* (Catula), *Pseudomonotis venetiana* Hauer i dr.

Na planini Stožer (Veliki i Mali Stožer) kod Kupresa otkrivena su dva razvoja naslaga donjeg trijasa na površini od oko 40 km^2. Donje (starije) naslage su dobrouslojeni raznobojni pješčari, alevroliti i kvarcno-muskovitski škriljci. Osnovna karakteristika ovih stijena je česta međusobna nepravilna alternacija. U liskunovitim pješčarima su pronađeni brojni fosilni ostaci: *Anodontophora fassaensis* Wissm i *Claraia clarai* Emmr. Mlađe naslage donjeg trijasa izgrađuju najveći dio planine Stožer. Predstavljene su dobrouslojenim laporima, laporovitim krečnjacima i pjeskovitim krečnjacima koji se međusobno izmjenjuju. Ove naslage su bogate sa fosilnim ostacima školjki, puževa i amonita. Određene su sljedeće vrste: *Natiria costata* (Munst.), *Myophoria costata* Zenk, *Gervillia mytiloides* Schlot., *Turbo rectecostatus* Hauer, *Tirolites cassianus* (Quenst.) i *Tirolites i drinaus* Hauer. Na otvorenim

profilima se uočava da se mlađe naslage nalaze u podini starijih (navlačna tektonika) i da su u tektonskom kontaktu s vulkanskim i piroklastičnim stijenama.

Srednji trijas jugozapadne Bosne je predstavljen autoklastičnim vulkanskim stijenama kod Bosanskog Grahova, anizijskim krečnjacima, dolomitima i brečama i ladinskim krečnjacima, rožnacima, laporima, pješčarima, brečama i tufovima kod Glamoča, Šujice, Kupresa i na Škrtoj planini.

Kod Bosanskog Grahova, uz cestu koja vodi do graničnog prijelaza Strmica prema Hrvatskoj je dobro otkriven profil (debljine 79 m) koji se uglavnom sastoji od autoklastičnih vulkanskih stijena taloženih u marinskom okolišu (Smirčić i sar., 2018, 2016; Aljinović i sar., 2010; Hrvatović i sar., 2011). U profilu su određena 4 facijesa, sljedećim redoslijedom: 1) Facijes krečnjačkih peperita 2) Facijes piroklastičnog toka 3) Facijes hijaloklastita i 4) Facijes brečokonglomeratnih peperita.

Smirčić (2017) detaljno opisuje ovaj profil. Početni dio obilježen Facijesom krečnjačkih peperita koji dokazuju dublji, pelagički okoliš, određen pomoću fosilnog sadržaja krečnjačkih dijelova peperita (radiolarije i tankoljušturasti školjkaši). U ovom facijesu prisutni su i talozi producirani piroklastičnim erupcijama. Piroklastični materijal je taložen kao sitni vulkanski pepeo u proslojcima rastresitih tufova ili nešto krupniji (veličine krupnog pepela), koji je sineruptivno pretaložen u litotipu sineruptivno pretaloženog kristaloklastičnog tufa. Facijes piroklastičnog toka u oštrom je kontaktu s facijesom krečnjačkih peperita, a podrazumijeva erupciju piroklastičnog materijala iz podmorskog vulkanskog okna. Facijes hijaloklastita također je u oštrom kontaktu s prethodnim facijesom. Unutar ovog facijesa određena su četiri litotipa između kojih su prijelazi postupni, a očituju su u promjeni veličine, oblika i sastava klasta, te sastavu veziva. Prijelaz iz ovog facijesa u facijes brečokonglomeratnog peperita također je postupan, a očituje se u promjeni teksturnih karakteristika klasta i povećanju udjela epiklastičnog materijala, koji u gornjem (mlađem) dijelu facijesa potpuno zamjenjuje magmatske klaste.

U krečnjačkim peperitima Tea Kolar-Jurkovšek je pronašla konodontne vrste na osnovu čega je uspostavljena stratigrafska pozicija slijeda naslaga na ovom profilu. Konodontima je profil podijeljen na dvije zone gornjeg anizika. U donjem dijelu slijeda, prisutne su vrste *Neogondolella excentrica*, *Paragondolella excelsa* i *Gladiogondolella tethydis*, karakteristične za constricta konodontnu zonu koja označava interval pelson-ilirij. U drugoj zoni zabilježene su vrste *Neogondolella excelsa*, *Paragondolella trammeri*

i *Gladiogondolella tethydis* koje određuju trammeri A. zonu gornjeg ilirija i donjeg fasanija.

Na planini Rajan kod Glamoča otkriveni su brečasti krečnjaci, masivni krečnjaci i krečnjačke breče donjeg i srednjeg anizika i tankouslojeni, pločasti i listićavi krečnjaci, lapori, tufovi, tufitični pješčari i rožnaci ladinske starosti (Papeš, 1985). Posebno su karakteristične krečnjačke breče koje sadrže, nezaobljene fragmente sivih i crnih krečnjaka čiji postanak je vjerovatno vezan za ekstenziju koja se u Dinairidma uočava krajem anizika. U krečnjacima anizika se nalazi dosta makrofosila kao što su *Rhychonella cf. nitidula* Bitt., *R. decurtata* Gir., *R. dalmatina* Bitt., *Spirigera hexagonalis* Bitt. i dr.

U ladinskim slojevitim krečnjacima i listićavim laporima, na planini Rajan, otkrivene su školjke *Daonella lommeli* Wissm (Mojsisovics) i *Possidonia wengensis* Wissm (Bronn).

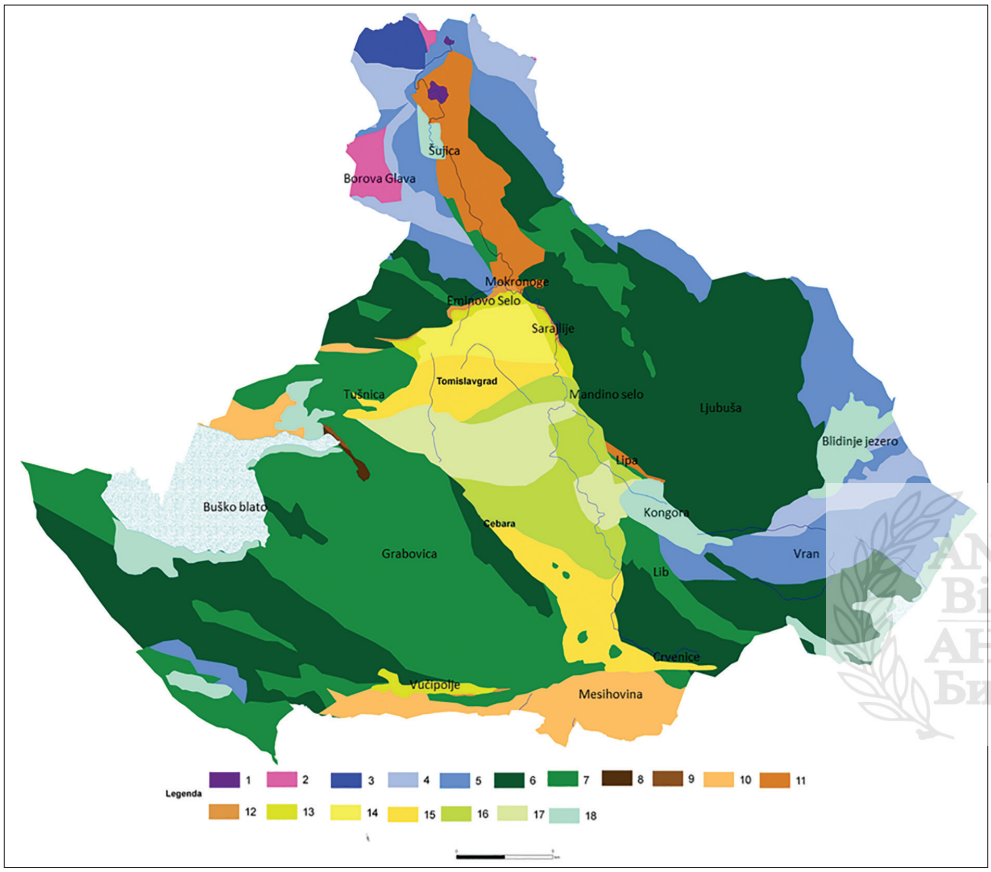
Posebna karakteristika krečnjaka i breča anizika i krečnjaka ladinika, sa područja Glamoča, je da su u pukotinama utvrđene kapljice nafte i bitumen.

Na širem području Kupresa (u usjeku puta Kupres-Livno, na Kupreškim vratima, sjeveroistočno od Kupresa na planini Šuljagi se nalaze izdnaci anizijskih krečnjaka sa foraminiferama Meandrospira dinarica Kochansky-Devide i Pantić, Glomospira. Unutar anizijskih krečnjaka na planini Stožer se vide proboji različitih vulkanskih stijena ladinske starosti. Na Škrtoj planini (južni ogranci planine Raduše) su otkriveni anizijski masivni i bankoviti krečnjaci i brečasti dolomiti. Preko njih se nalaze ladinske naslage pločastih krečnjaka, laporci, rožnaci, slojevi manganske rude i limonita.

Ladinske naslage u jugozapadnoj Bosni su otkrivene i na planini Šator, Škrtoj planini i široj okolini Kupresa (Lupoglav i Šuljaga). Na planini Šator to su pločasti krečnjaci, laporci, rožnaci, tufovi, šupljikavi dolomiti, breče, konglomerati i pješčari. Posebno karakteristične su breče koje sadrže zaobljene fragmente rožnaca, kvarcnih pješčara, kvarcita i rjeđe albitskih efuziva (dijabaza). U laporcima je utvrđena *Daonella lommeli* (Wissm) i *Protrachyceras archelaus* Laube.

Ladinske naslage šireg područja Kupresa pretežno čine magmatske i pirkolastične stijene (Pamić i Papeš, 1969). Na Lupoglavi (lokaliteti Kukavice i Mračaj) su otkrivene manje mase gabra i dolerita te žice amfibol-albitskih dijabaza i ankerit-dijabaza u permskim i anizijskim sedimentima. Veliki dio Lupoglava izgrađuju spiliti, keratofiri i kvarckeratofiri. Uz ove vulkanske stijene dolaze krupnozrni tufovi.

Na području jugoistočne Bosne, kod Glamoča i Bosanskog Grahova, na Šator planini, Krug planini i Borovj Glavi (sl. 8), kod Malovana i na planini Plazenici otkrivene su naslage gornjeg trijasa.



Slika 8. Geološka karta općine Tomislavgrad
(pojednostavljeno prema Papeš, 1985).

Legenda:

1. Donjotrijaski (T_1) kvarcno-muskovitski pješčari, alevrolitii i pjeskoviti krečnjaci sa puževima Werfenella;
2. Gornjotrijaski (T_3) dolomiti;
3. Donjojurski (J_1) dolomiti i krečnjaci sa orbitopselama i lithiotidima;
4. Srednjojurski (J_2) oolitski, pizolitski i bioklastični krečnjaci sa brahipodama, litiotidima, glomospirama i bodljama spužvi;
5. Gornjojurski (J_3) krečnjaci sa klipeinama, hidrozoima (Cladocoropsis), foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina), spužvama, koraljima, briozoima i sitnijim puževima roda Nerinea;
6. Donjokredni (K_1) krečnjaci sa umecima dolomita i glinovitog krečnjaka sa trepljarima (Tintinidae), vapnenim algama (Salpingoporella, Munieria), školjkašima (Requienia), foraminiferama (Cuneolina, Orbitolina, Coskinolina);

7. Gornjokredni (K_2) krečnjacii sa rudistima (Radiolites, Sauvagesia, Durania), krečnjaci sa foraminiferama (Orbitolina, Globotruncana) i krečnjaci sa školjkašima (Chondrodonta, Neocaprina, Ichtyosarcolites, Sauvagesia, Hippurites, Katzeria, Petkovicia);
8. Paleocensko-eocenski (Pc,E) krečnjaci sa algama (Characeae) foraminiferama (Miliolidae) i puževima;
9. Eocenski ($E_{1,2}$) krečnjaci sa foraminiferama (Miliolidae, Alveolina, Nummulites);
10. Promina formacija (E,Ol_3): lapori, glinoviti krečnjaci, konglomerati i pješčari;
11. Oligocenski (Ol) konglomerati, pješčari, breče;
12. Donji miocen: (M1) – konglomerati, krečnjaci bogati organskom materijom, sa školjkašem Pisidium, ugalj, tufovi;
13. Donji miocen: (M2) – Sivi krečnjak s puževima (Clivunellidae);
14. Donji miocen: (M3) – Žuti krečnjak sa školjkama (Dreissenidae);
15. Srednji miocen: (M4) – Kečnjaci sa interkalacijama kalkarenita, konglomerata izgrađenih od valutica krečnjaka, tuf i bentonit;
16. Gornji miocen: (M5) – Bijeli krečnjacii;
17. Gornji miocen: (M6) – Naslage uglja, glinovito-pjeskoviti sedimenti;
18. Kvartarni (Q) sedimenti: glacijalni, fluvioglacijalni, fluvijalni, glacijalno-jezerski.

U gornji trijas kod Glamoča izdvojeni su dobrouslojeni tamnosivi i crni krečnjaci, laporoviti krečnjaci i dolomiti. U ovim sedimentima je bogato nalazište amonita koje je istraživao Kittl (1898). Ove amonite je detaljnije obrađivao Diener (1917). Prilikom izrade Osovne geološke karte, sjeverno od Rajana (kod Glamoča) određeni su sljedeći fosilni ostaci (odredbe uradila N.Laušević): *Juvanites* (*Anatomites*) *cf. bachus* Mojs., *Paratropites bosniacus* Diener, *Sirenites sp*. i dr. Južno od Rajana (u izvorišnom dijelu Busije) su pronađene *Halobia austriaca* Mojs. i *Trigonodus sp*.

Gornji trijas na Šator planini (određen kao karnik-norik) je predstavljen dobrouslojenim dolomitima sa ulošcima (debljine do 50 cm) krečnjaka, pješčarima (feldspatske subgrauvake), crvenkastim i zelenenim škriljavim glinama.

Noritko-retski brečasti, trakasti i masivni dolomiti su izdvojeni na Krug planini, Borovoj Glavi, kod Bosanskog Grahova i na Šator planini. Na slici 9 (a i b) su prikazani dolomiti na Borovoj Glavi. U krovini ovih dolomita su paleontološki dokumentovani donjourski (lijaski) dolomiti koji prelaze u krečnjake (sl. 10).

U najvišim dijelovima sedimenata gornjeg trijasa (na Ravašnici) utvrđeni su krečnjaci i dolomiti sa megalodonima. Određeni su: *Conchodus infraliasicus* Stopp., i *Megalodon sp*.

Stvaranje karbonata u periodu donje jure, u geološkom vremenu od 201,3 do 174,1 miliona godina, započinje taloženjem donjojurskih dolomita i krečnjaka ograničene platforme slični onima iz gornjeg trijasa (norika i reta). Na

području planina Dinare, Šatora, Stožera, Staretine i Borove Glave, otkriveni su dobrouslojeni dolomiti i krečnjaci donje jure. Na Dinari su izdvojene, 250 metara debele, naslage tamnosmeđih dolomita sa ulošcima krečnjaka. U ovim naslagama nisu utvrđeni fosili. Preko njih konkordantno slijede tamnosivi krečnjaci i dolomiti sa litiotidima i orbitopselama. Na dolomitima s litiotidima slijede pločasti i lističavi krečnjaci debljine 10 m u kojima se zapažaju proslojci kamenog uglja debljine 5-15 cm. Sloj uglja (debljine 8 cm i vidljiv po pružanju 5 m) u donjoj juri, je otkriven sjeverozapadno od Glamoča (kod Popovića i Halapića).

U donjoj juri (prije oko 190 miliona godina), mjestimično na karbonatnoj platformi dolazi do prekida sedimentacije. Na to nam ukazuju manje pojave kamenog uglja na području Glamoča (Papeš, 1985). Nakon toga slijedi postepeno dizanje nivoa mora što je za posljedicu imalo taloženje subtajdalnih facija (facije nastale u plitkom moru ispod nivoa uticaja plime i oseke) na širem prostoru karbonatne platforme, dok se na ograničenom prostoru talože lagunalne facije. U najgornjoj donjoj juri uočeni su sedimenti koji ukazuju na manji prekid sedimentacije. Predstavljeni su krečnjacima i laminiranim laporima. Ovaj razvoj sedimenata najgornjeg dijela donje jure utvrđen je na Borovoj Glavi. Tu se uočavaju krečnjaci debljine slojeva 20-50 cm u kojima se nalaze ulošci lapora i glinovitih krečnjaka. Krečnjaci su bogati orbitopselama. Na njima leže debelouslojeni i bankoviti krečnjaci u izmjeni sa laporima i oolitičnim krečnjacima. Tu se zapažaju dolomiti sa litiotidima i drugim školjkama iz lijasa. Preko ovih dolomita dolaze tanko uslojeni (debljina slojeva 10-20 cm) oolitični krečnjaci sa proslojcima dolomita donja jura-srednja jura u kojima su u višim nivoima geološkog stuba utvrđene hidrozoe i i koralji. U krovini donjo jurskih-srednje jurskih krečnjaka su krečnjaci sa kladokoropsisima.

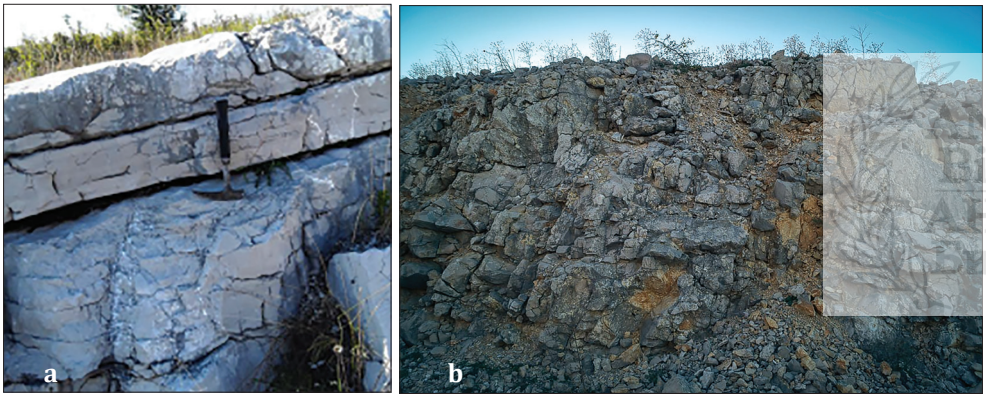
Donjojurske-srednjejurske nalage su otkrivene u svim tektonskim jedinicama jugozapadne Bosne (Papeš, 1985).

U donjem dijelu srednje jure, karbonatna platforma Dinarida se stabilizovala u široku depozicionu "rampu". Talože se subtajdalne stijene i grauvake u lagunama unutrašnje karbonatne platforme. Lokalno, u gornjim nivoima, ovi sedimenti su dolomitizirani. Bočno, sedimentni okoliš prelazi u otvoreniju marinsku sredinu gdje se stvaraju oolitski, pizolitski i bioklastični krečnjaci.

Donjojurski-srednjejurski krečnjaci i dolomiti izgrađuju veliki dio antiklinale planine Ljubuša, na potezu od Malovana do Ravna. Taloženi su diskordantno preko megalodonskih krečnjaka. U bazi ovih krečnjaka nalaze se breče i konglomerati. U krečnjacima su utvrđene brahiopode, litiotide, glomospire i bodlje spužvi.



Slika 9. a) dolomiti gornjeg trijasa b) livada na dolomitima gornjeg trijasa, u daljini divlji konji – Borova Glava



Slika 10. a) Donjojurski krečnjaci (Borova Glava), b) Donjojurski-srednjejurski krečnjaci kod Malovana

Za vrijeme gornje jure, karbonatna platforma Dinarida se razvila u ivični šelf (platforma u moru). Na ograničenim dijelovima platforme stvaraju se lagunalni krečnjaci i dolomiti koji sadrže alge Clypeina. Također su izasprudne facije predstavljene oolitskim krečnjcima koji sadrže Cladocoropsis. Dalje slijede karakteristične šelfne rubne facije (krečnjaci i dolomiti) koje najčešće sadrže elipsaktinije, nerineje i klipeine. Ove naslage najvećim dijelom izgrađuju planine Ljubušu i Paklinu (sl. 8; Papeš, 1985). Krečnjaci i dolomiti su svijetložute do bijele boje, debljine slojeva od 50 do 120 cm. Na terenu se uočava karakteristična pojava da krečnjaci unutar dolomita strše, što olakšava označavanje pružanje slojeva. Krečnjaci su pretežno predstavljeni:

intrasparitima, biointrasparuditima, pelsparitima, mikritima i oosparitima. Intrasparite izgrađuju klastična zrna mikrokristalastog krečnjaka i bioklasti od gastropoda i ljuštura foraminifera koji su cementirani sitnokristalastim kalcitom. Biointrasparuditi su izgrađeni od krupnijih fragmenata ljuštura gastropoda povezanih finokristalastim kalcitom. Pelspariti su u osnovi izgrađeni od sitnozrnog kalcita, a oospariti od okruglih pseudoolita povezanih kalcitom.

Krečnjaci su bogati fosilima a kao najbolji primjer su pojedini slojevi krečnjakaa, sa planine Ljubuše, koji su u cijelosti izgrađeni od ljuštura nerineja (Papeš, 1985). Na planini Ljubuši su određene: *Nerinea scalata* Voltz i *Nerinea salinensis* d' Orbigny, *Ptygmatis pseudobruntutana* (Gemm.) i *Ptygmatis carphatica* (Zeuschner).

Taloženje karbonata se nastavlja u donjoj kredi uz kratki prekid (kada nastaju boksit i breče), što je vezano za tektonsku aktivnost u Vanjskim Dinaridima. Donja kreda počinje dolomitima sa sitnim nerineidima, tintinidima, foraminiferama (Cuneolina) i karbonatnim algama (Salpingoporela, Munieria). Na području jugozapadne Bosne, karbonatni sedimenti donje krede su predstavljeni debelouslojenim i veoma debelouslojenim (bankovitim) krečnjacima i dolomitima na području Blidinjeg jezera, Mandinog Sela (sl. 11), Mokronoga, na sjeveroistočnim rubovima Šujičkog i Duvanjskog polja (planina Ljubuša), na paninani Lib, Dinari, Staretini i području Livna i Glamoča.

Gornji dio donje krede zastupljen je uslojenim krečnjacima s umecima dolomita koji ponegdje sadrže puževe (Nerinea) i pahiodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina) te karbonatne alge (Salpingoporella, Munieria, Cylindroporella), a u nekim slojevima i plodove haracejskih algi što ukazuje na oslađivanje mora. Ove naslage su utvrđene uz sjeveroistočni rub Duvanjskog polja i na jugozapadu planine Lib.



Slika 11. Donjokredni krečnjaci: a) Blidinje jezero, b) Mandino selo

Gornja kreda se posebno karakteriše rudistnim krečnjacima taloženim na grebenima sa priraslim ljušturama ili pseudogrebenima, podvodnim nagomilavanjima ljuštura uginulih organizama. Ovi sedimenti su nastali u intertajdalnoj sredini unutrašnje platforme, a njima bi pripadali gornjokredni krečnjaci (područje Tomislavgrada) koji izgrađuju područje Tušnice, Midene i Grabovičke planine. U ovim, fosilima bogatim krečnjacima, Slišković (1978) je odredio: *Neocaprina nanosi* Pleničar, *N. gigantea* Pleničar, *Schuosia sehiosensis* Boehm, *Orthoptychus striatus* Futterer, *Ichtyosarcolites monocarinatus* Slišković, *I. bicarinatus* (Gemmellaro), *I. tricarinatus* Parena, *I. triangularis* Deasmarest, *I. poljaki* Polšak, *Sauvagesia nicaisei* Coquand, *S. sharpei* (Bauele), *Chondrodonta joannae* (Choffat), *C. munsoni* Hill., *C. munsoni ostraeformis* (Futterer).

S Tušnice i Grabovičke planine Brković (1966) je odredio sljedeće gornjokredne rudiste: *Durania gaensis* (Dacque), *D. flicki* Toucas, *D. cf. martelii* Parona, *Radiolites praegalloprovincialis* Toucas, *Bournonia excavata* (d'Orb.) Douville, *Hippurites (O.) cornucopie* Defrance, *Radiolites sp*., *Biradiolites sp*. i *Sphaerulites sp*.

Na pojedinim dijelovima, unutar platforme, nastaju depresije u kojima se talože sedimenti sa globotrunkanama i iglama spužvi što indicira pelašku sedimentaciju. Ovim sedimentima bi odgovarale naslage krečnjaka na lokalitetu Mandino selo i sela Lipe. Iz ovih krečnjaka, Slišković (1965) je odredio sljedeće fosile: *Globotruncana lapparenti lapparenti* Bolli, *Globotruncana lapparenti tricarinata* (Quereau), *Globotruncana lapparenti coronata* Bolli, *Globotruncana lapparenti buloideas* Vogler.

Krajem gornje krede, usljed djelovanja intenzivnih tektonskih pokreta, najveći dio Dinarida je izdignut (vladaju kopneni uslovi). Tektonskim pokretima nastale su geološke strukture (antiklinale i sinklinale) koje su dale temelj za geomorfološka obilježja u to doba. Hemijskim i mehaničkim trošenjem krečnjaka nastaje "egzotični" paleoreljef s brojnim morfološkim oblicima kao što su vrtače, ponori, kanali, male doline i kanjoni. U nastalom paleoreljefu gornjokrednih krečnjaka taloži se materijal putem vjetra i vode od kojeg je kasnije nastao boksit. Primjer nalazišta boksita je prikazan na slici 12 (na lokalitetu Studena Vrila između Tomislavgrada i Posušja).

Preko nalazišta boksita, za vrijeme paleocena i eocena, talože se krečnjaci, konglomerati, pješčari i lapori. U paleocen-eocenu talože se brakični i slatkovodni karbonatni sedimenti, tzv. «liburnijske naslage». Tada nastaju sljedeći karbonati: vekston, pekston, algalni vekston, madston i floatston. Liburnijske naslage su utvrđene na prevoju (privala) između Tušnice i Grabovičke planine. U njima je Stojčić (iz Papeš, 1985) odredila sljedeće

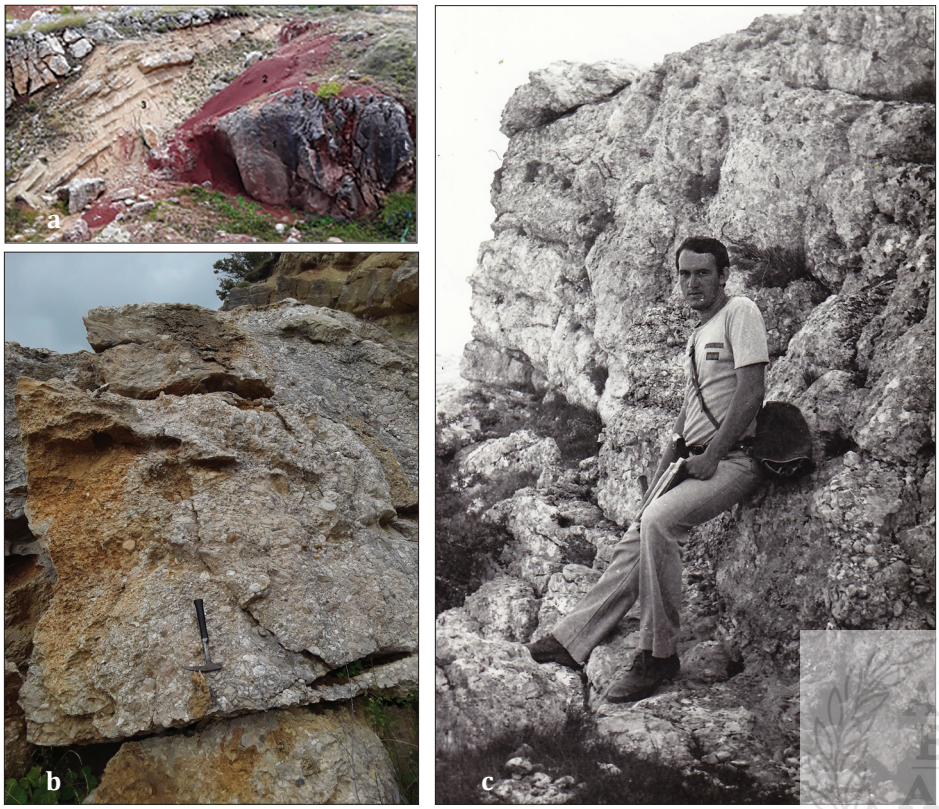
fosile: *Nitella subimpressa* Stache, *Logynophora foliosa* Stache, *Globigerina pseudobulloides* Plumer, *Dsitihoplax biserialis* Ditrich, *Alveolina aragonensis* Hottinger, *Periloculina slovenica* Drobne, *Nummulites partchi* de la Harpe i *Microcodium sp*.

U vrijeme donje-srednji eocen ($E_{1,2}$) talože se sedimenti poznati pod imenom foraminiferski krečnjaci: miliolidski, alveolinski, numulitski i krečnjaci sa diskociklinama. Ovi krečnjacii utvrđeni su kod izvora Ričina.

Krajem eocena i tokom ranog oligocena, taloženje na platformi se okončava regionalnim izdizanjem i taloženjem sedimenata poznatih pod imenom Promina formacija.

Promina formacija je utvrđena na Mesihovini i sjevernom obudu planine Tušnice. Ovu formaciju izgrađuju uglavnom pretežno konglomerati sastavljeni od dobro zaobljenih valutica krečnjaka različite starosti od donje krede do gornje jure. U njima su manje zastupljene valutice dolomita, rožnaca, kvarcita, pješčara i magmatskih stijena. Valutice su čvrsto vezane krečnjačko-pjeskovitim vezivom, a veličina im varira od 2 do 10 centimetara. Konglomerati su dobro uslojeni a zapažaju se i bankovi debljine i do 5 metara. Konglomerati se ritmički smjenjuju sa pjeskovitim krečnjacima, laporovitim krečnjacima i laporima. Starost ovih sedimenata je određena na osnovu superpozicijskih odnosa odnosa sa starijim i mlađim geološkim formacijama na terenu. Sedimenti Promina formacije su istaloženi na krečnjacima gornje krede, paleocena i eocena. Promina formacija počinje sa laporima, kalkarenitima i laporima, koji su direktno nataloženi preko boksita (sl. 12), a završava sa polimiktnim konglomeratima.

Nakon eocena, kroz čitav oligocen, područje jugozapadne Bosne predstavljalo je kopno s dosta razuđenim reljefom. Tek u donjem miocenu počinje taloženje slatkovodne ugljonosne "svite" koja se završava sa produktivnim slojem mrkog uglja rudnika Tušnica istočno od Livna i Eminovog Sela zapadno od Tomislavgrada (6m). Naviše slijede bituminozni krečnjaci sa školjkašem Pisidium (30 m), žućkasti laporoviti krečnjaci sa pužem Clivunella (200 m), krečnjaci i laporci sa kongerijama (400 m), pa izmjena laporaca, pješčara i vulkanskog tufa (150 m) i na kraju izmjenjivanje 500 metara debelog konglomerata, pješčara, laporaca i tufova. Svi ti slojevi pripadali bi "starijem" miocenu koji je u Livanjskom basenu debljine 1200 metara, a u Duvanjskom čak 1800 metara. Mlađi miocenski "kompleks" počinje ugljonosnim "paketom" kod Čuklića u dnu Livanjskog polja, preko kojih leži debeo "paket" bijelih lapora i krečnjaka koji prekriva velike površine po rubu Livanjskog polja, pa lignitonosna "svita" sa dvadesetak slojeva i slojića lignita deljine do 200 m.



Slika 12. a) Promina formacija u krovini boksita (Studena Vrila-sjeverozapadno od Posušja): *a1) 1. Gornjokredni krečnjaci, 2.Boksit, 3. Promina formacija; b, c) Konglomerati iz Promina formacije* (na slici c- Hazim Hrvatović, 1979. godine).

Sudeći po mikrofauni ostrakoda ona bi mogla da bude starosti regiokata panon. U Duvanjskom polju ista "svita" ima debljinu 350 metara i prekrivena je sa oglejenom svitom pliopleistocenske starosti debljine do 200 metara. Premda se čini, uz toliku debljinu, da je dno tih basena stalno tonulo, ipak se zapaža diskordancija između starijeg i mlađeg miocenskog kompleksa što ukazuje na pokrete u međuvremenu. Tonjenje nije obustavljeno ni u mlađem kvartaru (holocenu), ono se i danas osjeti. Tako u Livanjskom polju postoje dva velika tresetišta, Ždralovac na krajnjem sjeveru polja i Jagma na njegovom južnom dijelu, zapadno od Livna. Ta tresetišta pokrivaju često plavljene terene i imaju ukupnu površinu od 50 km^2. Prosječna debljina treseta u Ždralovcu iznosi 1 m, a u Jagmama nešto manje. Treset se sastoji od trske (Phragmites) i šašike (Careks) te od raznih mahovina. I jedan dio Duvanjskog polja mogao bi se uvrstiti u red tresetišta.

Na južnom obodu Duvanjskog polja, na lokalitetu Cebara, u polupećini koja je zaplavljena klastičnim materijalom pronađene su fosilne kosti sulraša (lat. Proboscidea) koje su izložene u Muzeju samostana u Tomislavgradu (Mandić i sar., 2013, Ćurčić i sar. 2019).

U ovom području mogu se izdvojiti navlake (tektonske jedinice), nabori, međuplaninske depresije, reversni rasjedi i rasjedi sa horizontalnim kretanjima. Tektonske jedinice su horizontalno kretane i do 40 km (Papeš, 1985). Međutim, ovdje se ne radi o navlakama u smislu alpskih pokrova izuzev Stožerskog gdje su permske i trijaske naslage potpuno odvojene od korijena (Papeš, 1985).

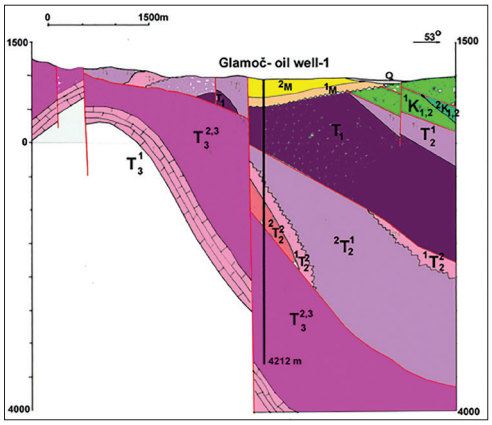
Papeš (1985) u ovom području izdvaja devet velikih tektonskih jedinica gdje su jugozapadne podvučene pod sjeveroistočne.

Planina Veliki i Mali Stožer te Šuljaga izgrađene su od stožerske jedinice. U sklopu jedinice otkrivene su permske naslage predstavljene evaporitima, brečama i laporima. Donji trijas (verfen) se može izdvojiti u dva paketa. Donji, stariji koji je izgrađen od liskunovitih pješčara, škriljaca i alevrolita i mlađi koji je izgrađen od lapora, glinovitih krečnjaka i kalkarenita. Anizik je zastupljen tamnosmeđim brečastim krečnjacima sa meandrospirama i globospirama. U ladiniku su zastupljeni dijabazi, spiliti, keratofiri, kvarckeratofiri, lapori i rožnaci.

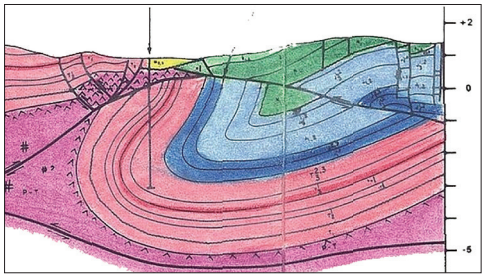
Cincarska tektonska jedinica predstavljena je navlakama Slovinj i Cincar. Jedinica je u potpunosti karbonatna, osim pri dnu stuba u kome su šareni pješčari donjeg trijasa. Srednji i gornji trijas imaju "alpski'' razvoj: jura počinje koralima, zatim slijedi školjkaški krečnjak s rodom Lithiotis, pa dolomiti donje jure-srednje jure, oolitični te koraljni krečnjaci srednje jure, gornjo jurski krečnjaci sa hidrozojem kladokoropsis, a naviše s krečnjačkom algom klipeina. Donjoj kredi – neokomu pripadaju krečnjaci s nerineama i algama, baremu i aptu krečnjaci s orbitolinama, a alb-cenomanu "tankopločasti" krečnjaci. Dalje, u gornjoj kredi su krečnjaci sa školjkašem hondrodonta, a zatim rudistni krečnjaci.

U sklopu jugozapadne Bosne izdvojena je Glamočka tektonska jedinica (navlaka) smještena između Staretinske jedinice na jugozapadu i Cincarske na sjeveroistoku, Staretinska navlaka, velika navlaka Dinare koja se proteže i ispod Livanjskog polja.

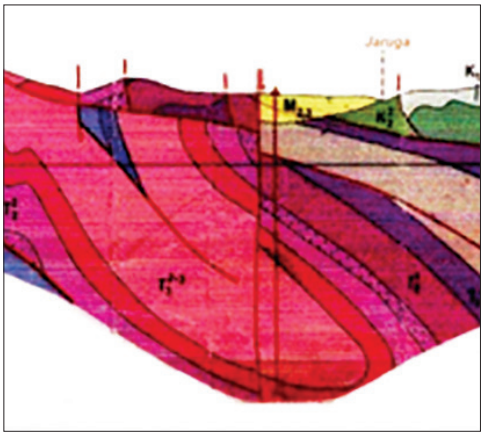
U dubokoj naftnoj bušotini, Glamoč-1 uz donji trijas vezane su naslage anhidrita, dok je najveći dio srednjeg trijasa izostao i zamijenjen je brečama debljine 50 metara. Tek gornji dio ladinika (langobard) mogao je da bude dokumentovan školjkašima (Daonella, Posidonia) i amonitima (Protrachiceras). Različite interpretacije bušotine Glamoč-1 su prikazana na slici 13.



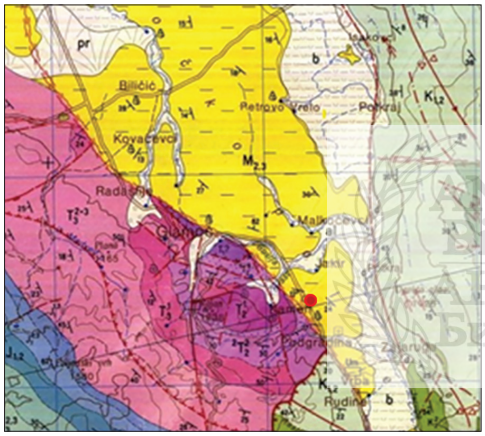
a. Interpretacija naftne bušotine Glamoč – 1 (Papeš, 1985)



b. Interpretacija naftne bušotine Glamoč – 1 (AMOCO-1990)



c. Interpretacija na Osnovnoj geološkoj karti – list Glamoč (Ahac, Papeš i Raić, 1965.)



d. pozicija bušotine Glamoč-1

Slika 13. Različite interpretacije naftne bušotine Glamoč-1.

Planine Šator, Cincar i druge iste visine bile su u pleistocenu pokrivene ledom, tako da se pored subarealnih i fluvijalnih susreću i glaciofluvijalni, pa i čisto glacijalni (morenski) sedimenti.

Ekonomski interesantni mineralni resursi, za istraživanje i eksploataciju, ovog dijela karbonatne platforme su: ugalj, treset, tuf, kamen, nafta i uran.

Stratigrafski stub jugozapadne Bosne

Na području jugozapadne Bosne izdvojene su stratigrafske jedinice počev od gornjeg donjeg trijasa do pliopleistocen.

DONJI TRIJAS (INDIJ, OLENEKIJ)
Kampil –Glamoč: krečnjaci sa puževima (Turbo).

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)
Ladinik Glamoč: krečnjaci sa školjkašima (Daonella, Posidonia) i amonitima (Protrachyceras).
Anizik – Bušotina Glamoč-1: kopnene breče u intervalu anizik-donji ladinik.

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK, RET)
Norik–ret Glamoč: sivkasti i zelenkasti dolomit, oolitni krečnjaci (900 m).
Gornji karnik Glamoč: krečnjaci sa amonitima (Tropites, Paratropites, Sandlingites, Glamocites)

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TOARC)
Glamočko područje: krečnjaci sa foraminferama (Orbitopsella) i školjkašima (Lithiotis)-200 m, gromuljičasti krečnjak i dolomit, smeđi dolomit (250 m).

SREDNJA JURA (ALEN, BAJOS, BAT, KELOVEJ)
Staretina planina: sa profilom- krečnjaci sa algama (Selliporella), krečnjaci i dolomiti, oolitni krečnjaci sa krinoidima (Pentacrinus).

GORNJA JURA (OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)
Titon-valang na Vran planini: čisti dolomit.
Kimeridž – titon na Vran planini: svijetli krečnjak sa Clypeina.
Oksford – kimeridž na Vran planini: sivi krečnjak sa hidrozoima (Cladocoropsis), foraminiferama (Kurnubia, Pfenederina), spužvama, koraljima, briozojima i sitnijim puževima roda Nerinea.

STARIJA DONJA KREDA (BERIAS, VALANG I OTRIV)
Sivi krečnjaci sa umecima dolomita i glinovitog krečnjaka sa trepljarima (Tintinidae), sitnim foraminiferama, školjkašima, puževima (Nerineidae), ostrakodima, i vapnenim algama (Pianella, Munieria).

MLAĐA DONJA KREDA (BAREM, APT I ALB)
Staretina planina: slojeviti krečnjak sa umecima dolomita, sa vapnenim algama (Salpingoporella, Pianella, Munieria), školjkašima (Requienia) i foraminiferama (Cuneolina, Orbitolina, Coskinolina).

ANU BiH АНУ БиХ

STARIJA GORNJA KREDA (CENOMAN I TURON)
Tušnica planina: turon – masivni krečnjaci, umetci dolomitičnog krečnjaka, rudisti (Radiolites, Sauvagesia, Durania), bjeličasti krečnjaci sa foraminiferama (Orbitolina) i školjkašima (Chondrodonta, Neocaprina, Ichthyosarcolites, Sauvagesia) cenomana.

MLAĐA GORNJA KREDA (KONIAK, SANTON, KAMPAN, MASTRIHT)
Privala (sjeverno od Buškog blata): gornjosenonski rudistni krečnjaci sa školjkašima (Hippurites, Katzeria, Petkovicia, Bournonia) i mikroforaminiferski krečnjaci sa formainiferama (Globotruncana), donjosenonski rudistni krečnjaci sa školjkašima (Radiolites).

DONJI PALEOCEN (DAN)
Privala poviše Buškog blata: krečnjaci sa algama (Characeae), foraminiferama (Miliolidae) i puževima.

STARIJI MIOCEN
Jugoistočni dio Livanjskog basena

GORNJI MIOCEN
Livanjsko i Duvanjsko polje: lapori i pješčari sa više produktivnih slojeva lignita (200 m).

PLIOPLEISTOCEN
Pliocen, donji i srednji pleistocen
Duvanjsko polje: oglejeni aluvijoni potoline (200 m)

2.2. Planine i polja sjeverne Hercegovine

Planine i polja sjeverne Hercegovine (sl. 14) su: Čabulja, Čvrsnica, Prenj, Vran, Velež, Zelengora, Visočica, Lelija i Bijelo polje.

Područje planina sjeverne Hercegovine zahvata centralni i jugoistočni dio navlake Una-Glamoč-Drežnica-Gacko-Žijovo. Vodeći rub (čelo) ove navlake proteže se od rijeke Une (granica unski rasjed) na sjeverozapadu pa preko planina Šator, Staretine i južnih dijelova Ljubuše, sjevernog ruba kanjona rijeke Drežnice (planina Čvrsnica) do Neretvanskog rasjeda (sl. 15). Čelo navlake dalje ide Neretvanskim rasjedom u pravcu juga da bi sjeverno od Mostara skrenulo u pravcu jugoistoka prema Nevesinju, obuhvatajući planine

Prenj, Ivicu i Crvanj, terene južno od Gacka, zatim ide dolinom Zete (planina Prekorenica) pa do Žijova na jugoistoku.

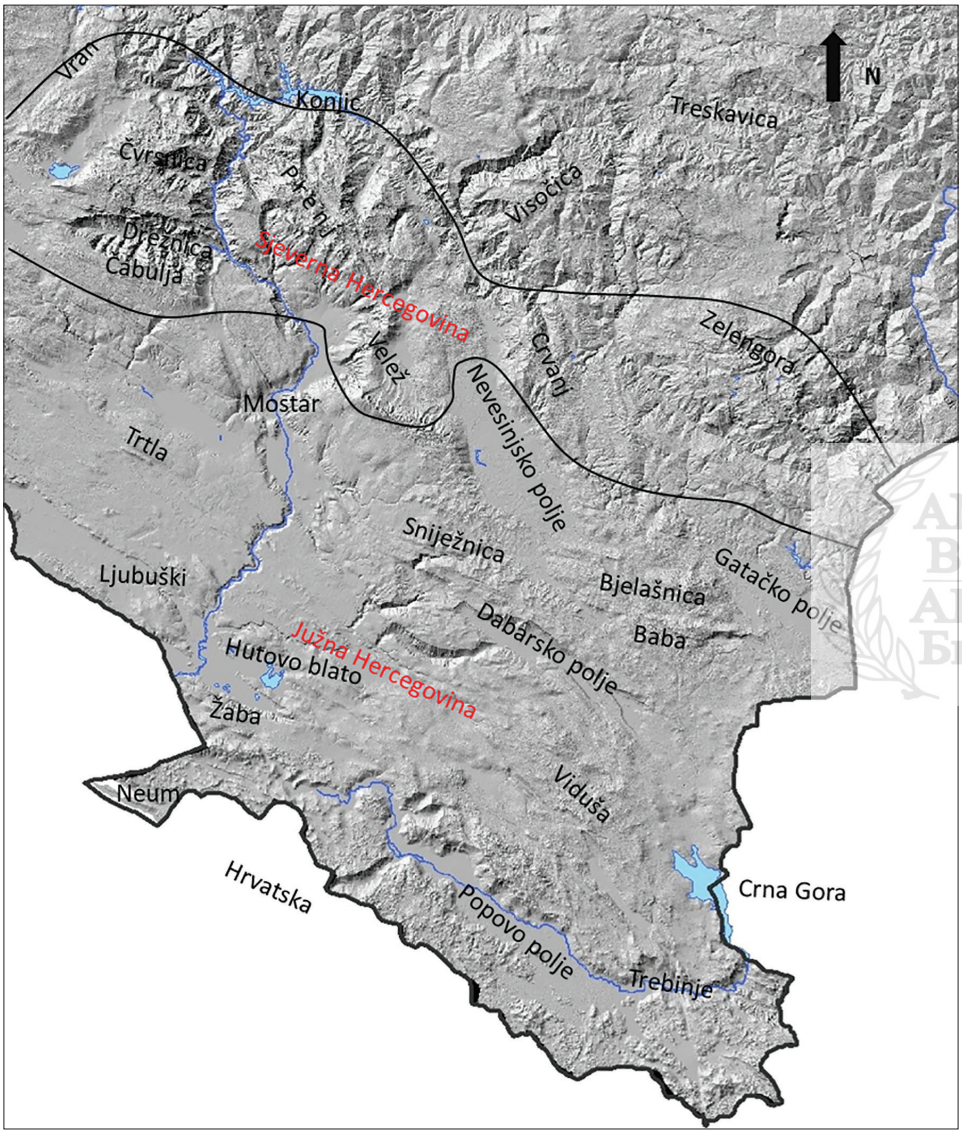
Navlaka u kanjonu Drežnice (sjeverno od Mostara) ima dužinu oko 20 km i spušta se prema Neretvanskom rasjedu. U kanjonu se mogu vidjeti ogoljele ubrane jedinice od srednjeg trijasa do krede debljine oko 2500 m (Hrvatović i sar., 2000c). U kanjonu Drežnice zapaža se navlaka u sjevernom dijelu kanjona, zatim gravitacioni rasjed duž pružanja kanjona i kosi Neretvanski rasjed. O značaju ove navlaka u strukturi Dinarida piše Dimitrijević (1982). Gravitacioni rasjed koji se pruža duž kanjona (duž tjemena antiklinale) dovodi nivoe krede u kontakt sa trijasom u jezgri antiklinale. Vjerovatno ovaj rasjed presijeca evaporite gornjeg perma koji se nalaze ispod kanjona Drežnice. Na postojanje evaporita ukazuju i sulfatni izvori u gornjem toku rijeke Drežnice (Samardžić, i sar., 2013). Strukturni kompleks Drežnica završava se na Neretvanskom rasjedu. Geometrija nabora i rasjeda istočno od ovog rasjeda je potpuno različita od onih zapadno od rasjeda. Ovaj rasjed predstavlja pregradnu deformaciju, a tumači se da je zbog njegovog uticaja na geometriju nabora u početku on bio navlaka.

Dalje na istok u navlaku ulazi planina Prenj, a zatim slijedi planina Ivica i Crvanj s dobro razvijenim gornjim trijasom predstavljenog "bankovitim" dolomitima i pseudooosparitima te krečnjacima s megalodonima. Prelaz iz slabo uslojenih i "bankovitih" dolomita i pseudoosparita s megalodonima gornjeg trijasa je kontinuiran što je otkriveno kod Gacka. Ovo je nastavak iste karbonatne platforme iz Pivske Župe u Crnoj Gori. Donja i srednja jura kod Gacka su predstavljene slojevitim i "pločastim" glinovitim krečnjacima, laporcima i rožnacima. Gornja jura je predstavljena intrasparitima i oosparitima karbonatne platforme. Dalje prema jugoistoku preko naslaga gornje jure konkordantno su karbonatne naslage intertajdalne do plitko-subtajdalne karbonatne platforme. Na juru konkordantno se nastavljaju naslage donje krede.

Navlaka dalje na jugoistok prelazi u antiklinalu Prekorenice čiju jezgru čine permske naslage. Dubokom bušotinom na naftu nabušene su permske naslage debljine 270 m. U najnižim dijelovima utvrđeni su crni ugljeviti glinci sa sočivima uglja (priobalna sedimentacija), iznad njih leže lagunski biomikriti sa proslojcima glinaca a najviše dijelove izgrađuju bituminozni i pjeskoviti biomikriti i intramikriti sa belerofonima. Na krilima ove antiklinale konkordantno naliježu verfenski klastiti. Na sjeveroistočnom krilu antiklinale razvijeni su anizijski kalciruditi sa proslojcima pješčara, biomikriti, biospariti, dolospariti i dolomiti, iznad kojih slijede konglomeratični krečnjaci, pješčari i pjeskoviti krečnjaci a zatim silovi andezita i dacita a završni dio

anizika čine buloški crveni krečnjaci. Preko njih su deponovani tufovi, tufiti i rožnaci ladinika.

Na jugozapadnom krilu antiklinale razvoj anizika se razlikuje u tome da su tu razvijeni samo masivni i "bankoviti" prekristalisali krečnjaci i dolomiti.

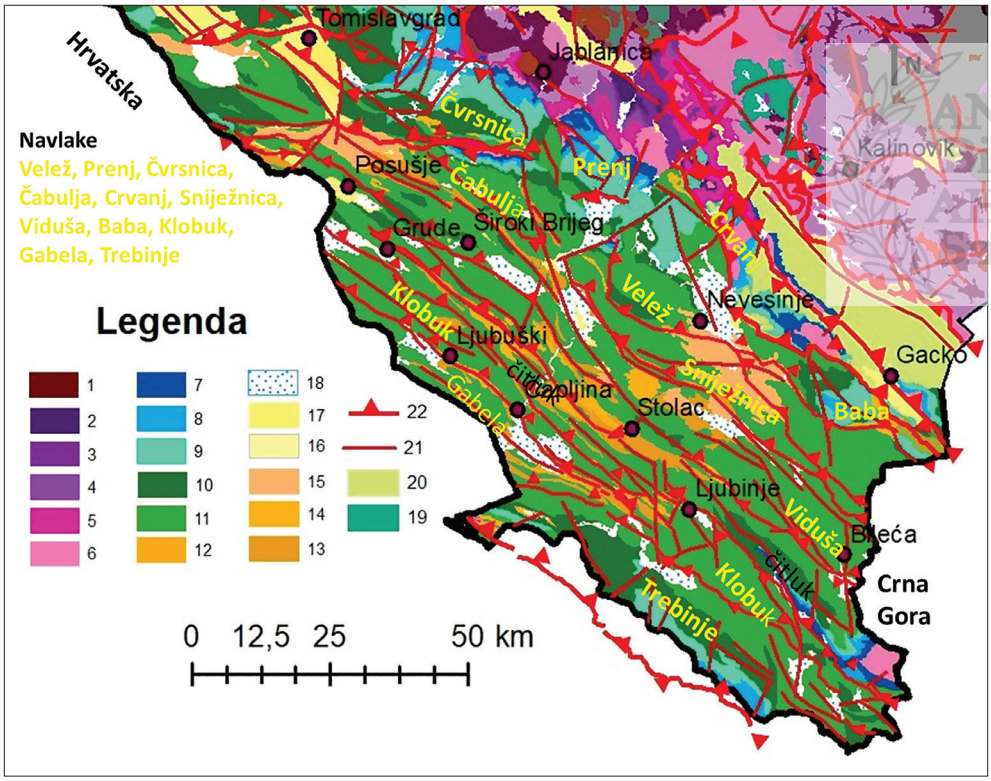


Slika 14. 3D područja planina i polja sjeverne i južne Hercegovine.

Krajnji jugoistočni dio navlake zahvata prostore Žijova (Crna Gora). Na površini terena otkriveni su gornjotrijaski krečnjaci sa megalodonima preko kojih transgresivno slijede mrki grudvasti biosparuditi sa proslojcima dolosparita i

dolomita i rijetko rožnacima. Preko njih transgresivni su krečnjaci titon-valendin. Kredni sedimenti predstavljeni su subsprudnim i sprudnim krečnjacima. Najviše dijelove krede čine krečnjaci sa više dolomita nego u nižim horizontima.

U Bijelom polju sjeverno od Mostara, između sela Humci i Lišani, istisnut je s dubine 600-1000 metara, ispod Veleža, donji trijas (200 m) sa školjkašima (Claraia, Myophoria), puževima (Turbo) i amonitima (Tirolites). Njegova pojava uzrokovana je rasjedom Neretve. Najveća debljina donjeg trijasa u planinama sjeverne Hercegovine, zabilježena je u Donjoj Jablanici (460 m) a pripada alohtonim trijaskim kompleksima Središnjih Dinarida. Donji trijas (induan) utvrđen na ušću Rame pretežno je crvene boje, klastičan sa školjkašima (Anodontophora, Claraia) za razliku od stijena kampilskog potkata koje su jače laporovite, škriljaste, zelenkastih boja te sadrže školjkaše (Myophoria), puževe (Natiria) i amonite (Tirolites, Dinarites). Donjotrijaske naslage utvrđene su i u Ostrošcu kod Jablanice.



Slika 15. Pojednostavljena geološka karta planina i polja sjeverne i južne Hercegovine (na osnovu podataka Osnovne geološke karte: Geološki zavod Sarajevo, listovi Mostar-1970, Nevesinje-1969, Metković-1975; i list Ston-1980, Geološki zavod Sarajevo i Hrvatski geološki institut).

Legenda:

1. P_3 – klastiti, evaporiti, šupljikavi krečnjaci i belerofonski krečnjaci.
2. T_1 – siliciklastiti, lapori, glinoviti krečnjaci,
3. T_2^1 – krečnjaci sa amonitima, brečasti krečnjaci i dolomit.
4. T_2^2 – krečnjaci, rožnaci, lapori, pješčari, glinci, piroklastiti.
5. $T_{2,3}$ – dolomiti i krečnjaci.
6. T_3 – dolomiti, sivi do crni bituminozni dolomiti, dolomiti sa modrozelenim algama (Sphaerocodium), krečnjaci sa školjkašem Megalodon.
7. J_1 – dolomiti, bituminozni krečnjaci, krečnjaci sa litiotisima, krečnjaci sa krečnjačkim algama (Paleodasycladus), foraminiferama (Orbitopsella, Vidalina), brahiopodima (Rhynhconella) amonitima (hildoceratida i daktilioceratida) i belemnitima.
8. J_2 – krečnjaci sa amonitima (Stephanoceras), oolitični krečnjaci sa krionoidima (Pentacrinus).
9. J_3 – masivni i bankoviti krečnjacima sa obiljem faune: hidrozoa (Elipsactinia), briozoa, koralja, puževa (Ptygmatis) i školjkaša (Diceras), krečnjaci i dolomiti sa hidrozojima (Cladokoropsis) i foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina), dolomiti i mikrokristalasti krečnjaci sa krečnjačkim algama (Clypeina, Salpingoporella), tintinidima i puževima (Ptygmatis).
10. K_1 – krečnjaci sa hidrozojima (Sphaeractinidae) klipeinama, tintinidima, puževma (Nerinea), školjkašima (Requienia, Toucasia), krečnjačkim algama (Salpingoporella, Pianella, Munieria) i foraminiferama (Cuneolina, Orbitolina).
11. K_2 – Cenoman sa rodovima: Kaprina, Karpinula, Neokaprina, Ihtiosarkolites, Sauvagesia; Turon : Karpinula, Durania, Radiolites, Distefanela, Hipurites; K o n i j a k: Radiolites, Distefanela, Hipurites; Santon-donji kampan: Radiolites, Durania, Milovanovicia, Hipurites; Gornji kampan-mastriht: Pironea, Burnonia, Kaceria, Petkovicia, Gorjanovicia.
12. Pc – krečnjaci sa haracejama (Lagynophora), foraminiferama (Periloculina, Coscinolina, Glomalveolina), brakičnim puževima (Stomatopsis).
13. $E_{1,2}$ – krečnjaci sa foraminiferama Operculina, Nummulites, Alveolina.
14. $E_{2,3}$ – organogeni klastiti sa faunom (koralji), lapori sa školjkašima (Lucina, Cardium) i puževima (Cerithium, Velates).
15. E, Ol_1 – Promina formacija: konglomerati, pješčari, lapori.
16. Ol, M – konglomerati, pješčari i lapori.
17. N – pješčari, gline, krečnjaci, lapori, tuf, ugalj, konglomerati.
18. Q – kvartarne nalage
19. J, K – Vranduk subgrupa formacija (Zona bosanskog fliša)
20. K_2, Pg – Ugar subrgupa formacija (Zona bosanskog fliša)
21. Rasjed
22. Navlaka

ANU BiH АНУ БиХ

Slijedi anizički kat koji između Jablanice i Prozora ima debljinu 400 metara, a koji počinje crnim pločastim krečnjacima na koje se nadovezuju brahiopodni dolomitični krečnjaci koji su fosilima najbolje dokumentovani na Borašnici istočno od Konjica, pa crveni "hanbuloški" krečnjaci crvenkaste boje sa amonitskom faunom na zapadnim padinama Crvnja. U blizini Jablanice, kod Tovarnice, anizički krečnjaci su metamorfisani na kontaktu sa masivom gabra. Tamo se nalazi značajno ležište magnetita Čelebić, 1967). Magmatske stijene su mlađe od ovih krečnjaka, a nastale su u ladiniku, što je dokazano stratigrafskim položajem vulkanskih tufova u njemu Pamić, 1984a).

U kanjonu Drežnice, Behlilović (1964) je kao najstarije naslage izdvojio četiri nivoa **ladinika**:

1. Prvi nivo predstavljaju škriljci, rožnaci i pješčari. U ovom nivou dominiraju rumeni škriljci koji sadrže uloške i proslojke rožnaca. Naviše oni prelaze u mrkocrvene i žućkaste dijelom uškriljene pješčare i lapore. Procijenjena debljina ovih naslaga je oko 90 m. Žućkasti lapori (najviši dijelovi ovog nivoa ladinika) na lokalitetu Rogobrdo i Striževo sadrže školjke koje su određene kao *Avicula globulus* Wissmann.

2. Drugi nivo predstavlja izmjena grudvastih krečnjaka sa proslojcima rožnaca, zelenkastih i crvenkastih željezovitih siltita, zelenkastih i crvenkastih tufova, krečnjaka sa bioklastima i lapora. Procijenjena debljina ovog nivoa je oko 50 m.

3. Treći nivo predstavljaju slojeviti, dijelom laminirani tamnosivi i crni bituminozni krečnjaci sa tankim proslojcima rožnaca. Posebnu karakteristiku ovom horizontu daju žućkasti slojevi prikolastita debljine 1-10 cm. U tamnosivim krečnjacima sa proslojcima rožnaca su utvrđene daonele a u bituminoznim krečnjacima posidonie i daonele. Na lokalitetu Rogobrdo je pronađena kamena jezgra amonita koji je određen kao Protrachyceras sp.. Procijenjena debljina ovih naslaga je 230-250 m.

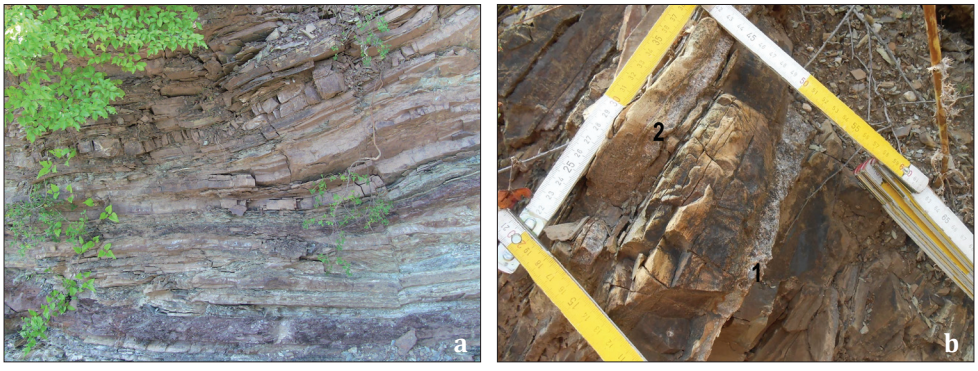
4. Četvrti nivo (završni dio ladinika) čine sivi do crni bituminozni dolomiti koji direktno slijede preko trećeg nivoa.

Istražvanja konodonti (Kolar-Jurkovšek T. i sar. 2014) i geološka prospekcija kanjona Drežnice za potrebe projekta istraživanja nafte (2012-2014) ukazali su na drugačiji slijed naslaga ladinika od onih koje je prikazao Behlilović (1964). Naime, naslage najnižeg nivoa ladinika (Behlilovića) pripadaju najgornjem ladiniku što se može vidjeti na otvorenom profilu u kanjonu Drežnice. Na tom profilu se vide izmjena crvenih i zelenih tufitnih siltita (**Pietra Verde**). U njihovoj podini (na profilu) se nalaze slojeviti krečnjaci gornjeg trijasa (Kolar-Jukrovšek i sar. 2014) što ukazuje na inversnost

slojeva. Izmjena je u centimetarskim jako tektoniziranim slojevima, ponekad su laminirani i sa pojavama žućkastih sočiva. Na vrhu ove izmjene slijede karbonati jako bogati sa bioklastima (sl. 16). Ovi novi rezultati su prikazani na sratigrafskom stubu na sl. 17.

Istraživanjem konodonti u kanjonu Drežnice ustanovljena je zajednica koju označava dominirajući element *Pseudofurnishius murchianus* i *Budurovignathus mungoensis* (Diebel) što je prvi put dokumentirano u Bosni i Hercegovini. Stratigrafski raspon dvije determinirane konodontne vrste je od gornjeg ladinika do donjeg karnika (Kolar-Jurkovšek, 1991).

Gornji trijas počinje (najniži dijelovi kanjona Drežnice) pločastim i slojevitim krečnjacima nakon čega slijede sivi do crni bituminoznim dolomiti bez fosila koji približno pripadaju kordevolskom potkatu karničkog kata. Slijede šareni laporci i dolomiti (60 m), pa sivi dolomiti (110 m) sa sferičnim kolonijama modrozelenih algi (Sphaerocodium). Na njih se nadovezuju krečnjaci sa školjkašem Megalodon i debela svita dolomita, što sve ide u dva preostala kata gornjeg trijasa (norik i ret). Naslage gornjeg trijasa utvrđene su između Prozora i Jablanice, sjevernim padinama Čvrsnice odakle prelaze u Prenj, zatim u široj okolini Konjica odakle se pružaju sve do planine Crvanj. Zastupljen je u facijama dolomita i krečnjaka. Na planini Crvanj gornji trijas je predstavljen bankovitim krečnjacima sa proslojcima i sočivima dolomita. Također su gornjotrijaske naslage otkrivene kod Uloga ispod gornjokrednih flišnih sedimenata. U dolini rijeke Zalomke, ispod lijaskih uslojenih silifikovanih dolomita otkrivene su i gornjotrijaske naslage. Istočnim rubom Gatačkog polja pruža se zona svijetlosivih dolomita, koji u višim dijelovima stuba prelaze u bijele bankovite krečnjake sa megalodonima.



Slika 16. a) izmjena crvenih i zelenih tufitnih siltita (”Pietra Verde”), b) slojeviti krečnjaci u krovini siltita sa slike a., sa dva sloja (1 i 2) bogatih bioklastima.

Deb (m)	starost	Opis		Fosili
200	K_2^2		grebenski krečnjaci bituminozni i glinoviti krečnjaci i dolomiti	*Durania arnaudi, Distefanella bassanii, Hippurites,*
250	K_2^1		grudvasti, pseudooolitični i foraminiferski krečnjaci, biokalkareniti	*Aeolisacus incostans, Pianella turgida, Miliolidae*
			boksit	
250	K_1		dolomiti i krečnjaci	*Salpingoporella, Cylindroporella Cuneolina, Toucasia, Nerinea*
550	J_3		krečnjaci i dolomiti	*-Clypeina, Ellipsactinia, Ptygmatis, -Cladocoropsis, Kurnubia, Pfenderina*
250	J_2		krečnjaci sa proslojcima dolomiti	
300	J_1		-slojeviti krečnjaci, -krečnjaci sa litiotisima, -crni bituminozni krečnjaci -dolomiti	*-Glomospira sp. -Lithiotis problematica, Durga crassa -Orbitopsella praecursor*
500	$T_3^{2,3}$		-dolomiti i dolomitični krečnjaci sa megalodonima	*Megalodon*
110	$_2T_3^1$		dolomiti	*Sphaerocodium*
60	$_1T_3^1$		crveni i zeleni lapori, dolomiti	
150	$_1T_3^1$		crni i sivi bituminozni dolomiti	*Daonella, Posidonia*
	$_1T_3^1$		pločasti i slojeviti krečnjaci	*konodont: Budurovignathus mungoensis*
90	$_4T_2^2$		škriljci, rožnaci, pješčari i krečnjaci sa bioklastima	*Školjka Avicula globulus*
50	$_3T_2^2$		tufovi, vulkanske breče, kvrgavi krečnjaci i lapori	
150	$_2T_2^2$		laminirani, tamnosivi do crni bituminozni krečnjaci sa tankim proslojcima rožnaca i piroklastita	*Daonella tyrolensis, D.lommeli, Posidonia wengensis*
230-250	$_1T_2^2$		crni bituminozni dolomiti	

Slika 17. Stratigrafski stub kanjona Drežnice – južni obod Čvrsnice-sjeverni obod Čabulje (poslije Behlilović, 1963 i 1964 i Hrvatović, 2006), bez razmjere.

U području Drežnice naslage donje jure nalaze se na desnoj obali rijeke Drežanke. Taložene su kontinuirano na gornjotrijaske dolomite. Počinju sa taloženjem dolomita, zbog čega je granica sa gornjim trijasem često nejasna, dalje slijede tamnosivi do **crni bituminozni krečnjaci** debljine oko 90 m. Krečnjaci sadrže tanje proslojke škriljavih lapora debljine 15 cm. U stubu dalje slijede debelo uslojeni do "bankoviti" krečnjaci sa litiotisima. Ovi krečnjaci se javljaju u tri različita "horizonta". Donji sloj je debljine 3-4 m. Utvrđen je na više mjesta pa se pretpostavlja da ima kontinuitet u svom razvoju. Preko ovog horizonta slijede sivi i tamnosivi krečnjaci sa jednim slojem koji sadrži

litiotise. Ovaj sloj je debeo 1 m, a cijeli "paket" oko 20 m. Iznad sloja sa litiotisima na oko 5-6 m nalazi se treći "horizont" debljine 1-2 m. Na ovim slojevima su istaloženi sivi ili smeđi dobro uslojeni krečnjaci bez uočljivih fosila. Gornja granica donjo jurskih sedimenata je nejasna i postoji postupni prelaz u krečnjake i dolomite srednje jure. Debljina donjojurskih sedimenata je oko 300 m.

U donjojurskim sedimentima primijećene su lagunske facije, koje indiciraju uslove povoljne za taloženje matičnih stijena za naftu.

Na lokalitetu Kuti-Velež izdvojen je lijas (donja jura) krečnjačkog sastava (Gaković, i sar., 1972). Donja jura u svom donjem dijelu sadrži vapnene alge (Paleodasycladus), a usrednjem školjkaše (Lithiotis, Durga) i foraminifere (Orbitopsella, Vidalina). Prelaz iz donje u srednju juru utvrđen je na Plasi školjkašima (Entolium, Chlamys) uloženim u oolitične krečnjake. Između Vrana i Čvrsnice gornji dio donje jure završava "bankovitim" krečnjacima (30 m) sa školjkašima (Durga), brahiopodima (Rynhchonella) i foraminiferama (Orbitopsella).

Podjela naslaga donje jure (lijasa) po katovima izvršena je na području rijeke Zalomke i Gacka (Gaković i sar., 1972; Gaković, 1986). Početkom jure tamo je obrazovana depresija sa specifičnim tipom faune amonita. Dok su katovi hetang, sinemur i donji plinsbah dokazani pomoću mikrofaune (foraminifere, radiolarije), gornji plinsbah (domer) predstavljen je amonitskom faunom koja drugdje u Dinaridima nije otkrivena. To su tamnosivi i crni krečnjaci-biomikriti iz kojih je do sada određeno tridesetak vrsta amonita i to isključivo iz porodica hildoceratida i daktilioceratida. U posljednjem katu donje jure toarsu, također je nađena fauna (amoniti, belemniti, brahiopodi), dok je donja srednja jura označena pojavom amonitskog roda Stephanoceras. Na području Zalom ke srednja jura je raščlanjena pomoću mikroforaminifera i vapnenih algi, a u Kutima u podnožju Veleža prepoznajemo ga po oolitičnim krečnjacima s krionoidima (Pentacrinus). Na sjeveroistočnom krilu antiklinale Gatačke Bjelašnice gornja jura (malm) ima debljinu od 400 metara. Predstavljena je masivnim ili "bankovitim" krečnjacima s obiljem faune: hidrozoa (Elipsactinija), briozoa, koralja, puževa (Ptygmatis) i školjkaša (Diceras). Donji dio gornje jure (oksford i donji kimeridž) Prenja i Čvrsnice predstavljen je krečnjacima i dolomitima sa hidrozojima (Cladokoropsis) i foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina), dok je gornji dio (gornji kimeridž i titon) od uslojenih krečnjaka sa puževima nerineidima (Ptygmatis) i koraljima. U ovom dijelu gornje jure karakteristična vapnena alga (Clypeina) je manje česta.

Naslage srednje jure (dogera) izdvojene su čitavom dužinom desne obale Drežanke. Izgrađuju vrlo strmu sjevernu stranu planine Čabulje, odnosno južno krilo antiklinale Drežnica. Predstavljene su dobro uslojenim smeđim krečnjacima sa manjim ulošcima dolomita. Debljina im je oko 250 m.

Gornjojurske naslage se kontinuirano talože na sedimente srednje jure. Predstavljene su, oksford-kimeridž, svijetlosivim dobro uslojenim krečnjacima i dolomitima. Sadrže bogatu faunu kladokoropsisa, algi, foraminifera i briozoa. Debljine su oko 250 m.

Preko ovih naslaga slijede kimeridž-portland naslage predstavljene krečnjacima i dolomitima s klipeinama. Debljine su oko 300 m.

Donja kreda na Čabulji, Raškoj gori i Veležu počinje dolomitima sa sitnim nerineidima, tintinidima, foraminiferama (Cuneolina) i vapnenim algama (Salpingoporellama, Munieria). Na istim područjima gornji dio donje krede zastupljen je uslojenim krečnjacima sa umecima dolomita koji ponegdje sadrže puževe (Nerinea) i pahiodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina) te karbonatne alge (Salpingoporella. Munieria, Cylindroporella), a u nekim slojevima i "plodove" haracejskih algi što ukazuje na povremena oslađivanja mora. Najmlađem katu donje krede (alb) pripadaju ostaci riba koji su nađeni u "pločastim" krečnjacima Veleža. Prelaz u gornju kredu tj. alb-cenoman predstavljen je na Veležu uslojenim i pločastim krečnjacima i dolomitima sa foraminiferama (Cuneolina, Coskinolina).

S nastupom gornje krede prostrana područja Vanjskih Dinarida i neki dijelovi Središnjih Dinarida pretvorena su u karbonantu platformu, u veoma plitko more udaljeno od kopna i zato sa čistim vapnenim dnom, bez terigenih primjesa. Velik dio profila zauzimaju rudistni krečnjaci taloženi na grebenima sa priraslim ljušturama ili pseudogrebenima, podvodnim nagomilavanjima ljuštura uginulih organizama. U područjima dubljeg morskog dna loše provjetrenosti nađeni su fosili riba (kod Trebinja) i gmizavaca (kod Bileće). Za dublje vode su karakteristični i gusti dobro uslojeni krečnjaci sa obiljem ljušturica foraminiferske porodice globotrunkanida, npr. u turonu okoline Mostara. Nešto veće pakete dolomita nalazimo u cenomanu i donjem turonu, kasnije se više ne pojavljuju.

Na jugozapadnom dijelu Čabulje profil paleocena počinje brečama i bituminoznim glincem, ali i laporima sa poluslatkovodnim puževima (Melanopsis), sa "plodovima" algi haraceja, dok su u jednoj sinklinali Raške gore nađeni tipični puževi za poluslatkovodni palocen (Stomatopsis). Naviše susrećemo na području Čabulje relativno debelu "svitu" alveolinsko-numulitnih krečnjaka

eocenske starosti koji su nataloženi preko paleocena ili neposredno preko gornje krede. Mlađi eocen predstavljen je "flišem", sa dosta terigenih primjesa. Počinje bazalnim konglomeratom i brečama, slijede pješčari i sivosmeđi laporci, krečnjaci i na kraju tamnozelene gline.

Slatkovodni miocen u znatnoj debljini očuvan je u potolinama u okolini Prozora, između Ostrožca i Konjica, u Džepi kod Konjica, u Borikama, Hotovlju sjeverno od Uloga i u Bijelom polju sjeverno od Mostara te Gatačkom polju. Istražnim bušenjem za ugalj u Bijelom polju utvrđen je profil slatkovodnih naslaga miocenske starosti (Behlilović i sar. 1966). Preko podinskih konglomerata, nalaze se pješčari, pa laporci i gline (150 m), podinski ugljeni sloj prošaran laporcem sa faunom (50 m), vapnoviti laporci i pješčari (190 m), glavni ugljeni sloj prošaran laporom (20 m), laporci sa školjkašem pisidium (100 m) i na kraju lapori sa puževima melanopsidima. Nađene su i ljušture slatkovodnog školjkaša roda kongeria, i dosta brojna mikrofauna (ostrakodi). Od posebnog interesa, za određivanje geoloških struktura, su naslage gipsa koje su utvrđene istražnim bušenjem ispod ugljenih slojeva na dubini od nekoliko desetina metara.

Za visoke planine sjeverne Hercegovine vezani su morfološki oblici i sedimenti, vezani za glacijaciju u gornjem pleistocenu. Te su pojave zapažene na Čvrsnici, Prenju, Visočici, Leliji, Zelengori, Volujku i Magliću. Naprimjer: na Prenju jedan cirk je na sjeverozapadu ispod vrha Otiš, drugi na sjeveroistoku, na padinama Velikog brda, te dva manja cirka na Vjetrenim brdima. Prema ispitivanjima na Prenju glacijacija (vjerovatno virmska) imala je dvije faze (stadijala) jer u dolini Bijele preko starije fluvijalne terase leži jedna mlađa morena. Između Vrana i Čvrsnice, poviše Blidinjeg jezera (1180 m) na visini 1200 metara je jedna čeona morena, dok su stadijali imali snježnu granicu u istom području prvi na 1700 metara a drugi na 1950 metara. Glacijalno-fluvijalna terasa ima najveću debljinu naslaga u kanjonu Neretve (60 m), jer su se tuda kretale vode sa većeg broja lednika. To je jako krupnozrni konglomerat sa oblucima promjera do 1 metar, sastava koji odgovara litološkom sastavu sliva.

Ekonomski intersantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju, na ovom području su: arhitektonsko-građevinski i tehnički kamen, ugalj i nafta. Poseban ekonomski značaj za ovo područje može imati geonaslijeđe velikog naučnog značaja, rariteta i ljepote.

Stratigrafski stub sjeverne Hercegovine

Na prostoru sjeverne Hercegovine izdvojene su stratigrafske jedinice počevši od donjeg trijasa do pleoistocena.

DONJI TRIJAS (INDIJ, OLENEKIJ)

Kam pil Jablanica: glinoviti i pjeskoviti krečnjaci sa školjkašima (Myophoria), puževima (Natiria) i amonitima (Tirolites, Dinarites) 200 m.
Sajs Jablanica: crvenkasti gčinoviti pješčari sa školjkašima (Anodontophora, Claraia) 260 m.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)

Ladinik Dražanka sa profilom: skoro crni bituminozni dolomit; tamnosivi krečnjaci sa školjkašima (Daonella, Posidonia) –250 m; laporci i kvrgavi krečnjaci sa andezitskim tufom (50 m); crvenkasti glinac sa školjkašima (Avicula) i rožnaci.
Anizik Jablanica-Prozor: crvenkasti krečnjak sa cefalopodskom faunom; dolomitični i drugi krečnjaci sa brahiopodima; crni pločasti krečnjak (400 m).

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK, RET)

Norik-ret Dražanka:sivi dolomit sa školjkašima (Megalodon)
Karnik Dražanka: laporci i dolomiti sa onkolitima (Sphaerocodium)

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TAORC)

Plasa planina sa profilom: oolitni krečnjaci sa školjkašima (Entolium, Chlamys); krečnjaci sa foraminiferama (Orbitopsella, Vidalina) i školjkašima (Lithiotis, Durga); krečnjaci sa algama (Palaeodasycladus).
Gornji toarc – Zalomka: krečnjaci sa amonitima (Hildoceras) i belemnitima; krečnjaci sa više silicijskih primjesa.
Gornji plinsbah (= domer) Zalomka: tamnosivi do skoro crni krečnjaci sa amonitima (Hildoceratidae i Dactylioceratidae)
Donji plinsbah-hetang – Zalomka: krečnjaci sa mikroforaminiferama i rožnaci sa radiolarijama.

SREDNJA JURA (ALEN ,BAJOS, BAT, KELOVEJ)

Zalomka: krečnjaci sa amonitima (Stephanoceras).

GORNJA JURA (OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)

Kimeridž – Titon Gatačka Bjelašnica: krečnjaci sa algama (Clypeina), hidrozojima (Ellipsactinia); Čvrsnica i Prenj : krečnjaci ponegdje sa algama (Clypeina) i puževima (Ptygmatis)

Oksford-kimeridž – Čvrsnica i Prenj: krečnjaci i dolomiti sa hidrozojima (Cladocoropsis) i foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina).

STARIJA DONJA KREDA (BERIAS, VALANG I OTRIV)

Čabulja-Velež: dolomiti, krečnjaci sa trepljarima (Tintinidae), foraminiferama (Cuneolina) i vapnenim algama (Clypeina, Salpingoporella, Munieria).

MLAĐA DONJA KREDA (BAREM, APT I ALB)

Alb -Velež: "pločasti" krečnjak sa ribama.

Barem-alb – Čabulja i Velež: vapnene alge (Salpingoporella, Pianella, Cylindroporella), foraminifere (Cuneolina, Orbitolina), školjkaši (Requienia, Toucasia), puževi (Nerinea), ali i alge osladjenih voda (Characeae).

STARIJA GORNJA KREDA (CENOMAN I TURON)

Bileća: "gusti" bituminozni krečnjak sa ostacima gmizavaca sličnih zmiji (Pachyophis) iz gornjeg cenomana.

Talež kod Trebinja: bituminozni krečnjak sa ostacima riba.

Prostrana područja pokrivena rudistnim krečnjacima ovih katova.

MLAĐA GORNJA KREDA (KONIAK, SANTON, KAMPAN I MASTRIHT)

Mostar: "gusti" krečnjaci sa foraminiferama (Globotruncana)

DONJI PALEOCEN (DAN)

Podnožje Čabulje: krečnjaci sa algama (Characeae); lapori sa slatkovodnim puževima (Stomatopsis), bituminozni glinci i lapori; breče u bazi paleocena.

DONJI EOCEN (IPRES)

Mostar: krečnjaci sa foraminiferama (Nummulites, Alveolina).

SREDNJI EOCEN (LUTET I BARTON)

Obronci Čabulje i Veleža: tamnozelene gline; zelenkasti pješčari, sivosmeđi laporci i krečnjaci sa faunom mekušaca, koralja, foraminifera i dr..

STARIJI MIOCEN

Bijelo polje kod Mostara: laporci sa faunom mekušaca (Melanopsis, Clivunella) 300 m; lapori sa faunom mekušaca (Pisidium) i florom listova (Glyptostrobus, Laurus) 100 m; lapori sa glavnim ugljenim slojem (20 m); pješčari, a ispod

njih lapori sa faunom mekušaca i ostrakoda te sa podinskim ugljenim slojem 50 m; pješčari, laporci i gline (150 m); bazalni konglomerat i breča.

PLEIOSTOCEN

Virm: Bijela kod Konjica-preko starije fluvijalne terase slijedi jedna mlađa morena, vjerovatno iz pretposljednjeg i posljednjeg stadijala.

Jablanica-Mostar: fluvioglacijalna terasa od veoma krupnozrnog konglomerata (obluci promjera do 1 m) debljine 60 metara.

2.3. Planine i polja južne Hercegovine

Pod ovim naslovom (sl. 14) obuhvaćen je dio Hercegovine od dalmatinske granice na sjever do Posušja, Čabulje, Veleža i Gatačke Bjelašnice. Zapadno od Neretve je Mostarsko Blato i južno od njega planina Trtla, plato Bekija sve do Trebižata i Humine te Čapljine. Istočno od Neretve, od Veleža na jug do rijeke Bregave je plato Dubrava, između Veleža i Gatačke Bjelašnice je Nevesinjsko polje, dok je Dabarsko-fatničko polje od planine Babe na jugozapad. Između Dabarskog i Popovog polja su Sitnica, Viduša i Trebinjska Bjelašnica. Čitavo to područje pripada Vanjskim Dinaridima, odnosno karbonatnoj platformi.

Idući od sjeveroistoka ka jugozapadu izdvojene su navlake: Sniježnica, Fatnica-Grahovo, Klobučka (Ljubuški-Leotar), Čitluk-Stolac-Lastva i Trebinjska (Žaba-Orijen), (Sl.15). Sve one završavaju u Crnoj Gori. Zapadno od Neretve one sežu do Unskog dubinskog rasjeda (izuzev Sniježničke navlake koja se završava kod Mostara).

Na jugu Hercegovine, kod Neuma, razabiru se dvije antiklinale razdvojene sinklinalom. Na Kleku su zastupljeni rudistni i eocenski krečnjaci koji pripadaju tektonskoj jedinici koja se nalazi u podini velike Karstne navlake (navlaka Visokog krša ili navlaka Vanjskih Dinarida).

Trebinjska navlaka proteže se sjeverno od Neuma pa do Trebinja (Papeš, 1988). Čelo ove navlaka je dio velike Karstne navlake. U čelu navlake su megalodonski krečnjaci i dolomiti navučeni na eocenski fliš. U ovoj navlaci se jasno izdvajaju tri manje strukturne jedinice od čela navlake prema sjeveroistoku kako slijedi:

1. Strukturna jedinica od čela navlake pa do reversnog rasjeda. U čelu navlake Visokog krša kod Neuma otkrivene su naslage gornjeg trijasa koje su navučene na paleogene i kredne naslage. U dolomitima su utvrđeni megalodoni. U selu Rade, sjeverozapadno od Neuma su foraminifere i krečnjačke alge:

Involutina sinuosa sinuosa, *Glomospirella friedli* i *Gyroporella vesiculifera*. Preko krečnjaka donje jure-srednje jure nalazi se gornja jura predstavljena krečnjacima sa hidrozojem kladokoropsis, zatim foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina). Naviše oni prelaze u debeli "paket" dolomita i bjeličastog mikrokristalastog krečnjaka s vapnenim algama (Clypeina, Salpingoporella), tintinidima i puževima (Ptygmatis).

Na ovu jedinicu je navučena sljedeća strukturna jedinica.

2. Strukturna jedinica se pruža od Gradca do Golubnjače na jugoistoku (južno od Zavale). Izgrađena je od gornjojurskih krečnjaka s kladokoropsisima i klipeinama, donjokrednih krečnjaka s orbitolinama, gornjokrednih krečnjaka s rudistima, paleocenskih krečnjaka s harama i miliolidama te ocenskih alveolinsko-numulitnih krečnjaka.

3. Strukturu čini antiklinala koja se pruža od Hutova pa preko Popova polja do Trebinja. Antiklanala je izgrađena od gornjojurskih, donjokrednih i gornjokrednih krečnjaka. Antiklinala blago tone ka sjeverozapadu. U ovoj strukturi su utvrđene pojave bitumena u senonskim krečnjacima i dolomitima.

Klobučka navlaka se pruža od Imotskog u Hrvatskoj, pa preko Tihaljine, Klobuka, Međugorja, Deranskog jezera do Trebinja u Hercegovini. Čelo navlake se jasno uočava na terenu gdje su gornjokredni krečnjaci navučeni na eocenski fliš (primjer kod Ljubuškog). Jedinica je izgrađena od alb-cenomanskih dolomita i krečnjaka s rudistima i paleocenskih krečnjaka s haracejama i miliolidama.

Tektonska jedinica Čitluk-Stolac-Lastva se prostire od Vinjana (zapadno od Posušja), pa preko Čitluka, Domanovića, Stoca pa do planine Viduše (između Trebinja i Bileće). Jugozapadna granica ove jedinice je markirana Ljubomir poljem (sjeverno od Trebinja), Gornjim poljem kod Ljubinja i Imotskim poljem (jugozapadno od Posušja). Sjeveroistočna granica je markirana pojavama gipsa na lokalitetu Sobač kod Posušja. Predstavljene su naslagama gornjopermskog gipsa i crvenim liskunovitim pješčarima. Naslage gipsa imaju veliki značaj u formiranju struktura u karbonatnoj platformi Dinarida. One se uglavnom javljaju u čelima navlaka i reversnih rasjeda. Na prisustvo naslaga gipsa u podini karbonata mezozoika ukazuju i suflanti izvori kao što je vrelo Klobuk kod Ljubuškog (Samardžić, i sar., 2013).

U sklopu ove jedinice je, u geološkoj literaturi, poznata antiklinala Lastva (sjeverno od Trebinja) u čijem su jezgru otkriveni dolomiti, krečnjaci i laporci gdje je nađena školjka Posidonia cf. wengensis. U okolini Lastve i Grnčareva, u tjemenu Lastvanske antiklinale, se nalaze naslage karnika i norika-reta. Karnik je predstavljen krečnjacima sa *Cuspidaria gladis*, *Myophoria*

kefersteini, *Pseudoscalites armatus* i školjkom Unio. Norik i ret su izgrađeni od dolomita, a starost je određena na osnovu superpozicije.

Donjojurske sedimente čine dolomiti i oolitični krečnjaci. Gornjojurski su predstavljeni krečnjacima s klipeinama i kladokoropsisima. Na planini Viduši su unutar gornjotrijaskih krečnajaka utvrđene naslage boksita. Donja kreda je predstavljena dolomitima sa proslojcima krečnjaka a gornja kreda s rudistnim krečnjacima.

Sjeveroistočno od jedinice Čitluk-Stolac-Lastva je tektonska jedinica koja se pruža duž čitave južne Hercegovine. Pruža se od Zavelima i Roškog polja, zatim preko Mesihovine, Vučipolja, Rakitna, južnih padina Čabulje, preko Mostarskog polja, Gubavice, Hodova i Hrguda (kod Stoca) zatim preko Dabarskog i Fatničkog polja i dalje produžava u Crnu Goru. Ovu jedinicu je Papeš (1988) nazvao tektonska jedinica Mratnjača a njeni dijelovi su na Osnovnim geološkim kartama izdvojeni pod različitim imenima: Bregava-Sitnica (Mojičević i Laušević, 1973), Velež – Čabulja (Mojičević i Laušević, 1983), Zavelim (Raić i Papeš, 1977) i Blagajska (Raić i sar., 1982). Posebna karakteristika ove tektonske jedinice je da se u njoj nalaze brojna ležišta boksita.

Tektonska jedinica Zavelim obuhvata područje Vinice, Zavelima, Mesihovine, Rakitna, Mratnjače i Crnih lokava. Izgrađena je od jurskih dolomita, gornjokrednih (turon i senon) krečnjaka, alveolinsko-numulitskih krečnjaka donje-srednjeg eocena i sedimenata Promina formacije eocen-oligocenske starosti.

Blagajska tektonska jedinica obuhvata područje između Podveležja i Mostarskog Blata na sjeverozapadu i Stoca na jugoistoku.

Tektonsku jedinicu Bregava-Sitnica zahvata područje između Sniježnice i Fatnice, sa sjeveroistoka, i Žegulje, na jugozapadu. Ovo područje izgrađuju kredni krečnjaci, paleocenski krečnjaci, donjo-srednje eocenski alveolinsko-numulitski krečnjaci, srednje-gornje eocenski fliš i naslage Promina formacija.

Na tektonskoj jedinici (navlaka) Gatačka Bjelašnica u jezgru antiklinale je donja jura-srednja jura koji naviše prelazi u gornju juru. U kontinuitetu nastavlja se donji dio krede (neokom) pa se gube hidrozoji (Sphaeractinidae) i alge klipeine, a u većoj mjeri nastupaju tintinidi. Mlađi dio donje krede (barem, apt i alb) javljaju se uglavnom na tim istim područjima. U njemu nalazimo ponegdje puževe (nerineje) i školjkaše (Requienia, Toucasia), a mnogo češće vapnene alge (Salpingoporella, Pianella, Munieria) i foraminifere (Cuneolina, Orbitolina).

Najveće površine južne Hercegovine pokrivaju rudistni krečnjaci 1 (Sl. 18) koji se pomoću pahiodontnih školjkaša mogu ovako raščlaniti (Slišković, 1968, Slišković, 1984):

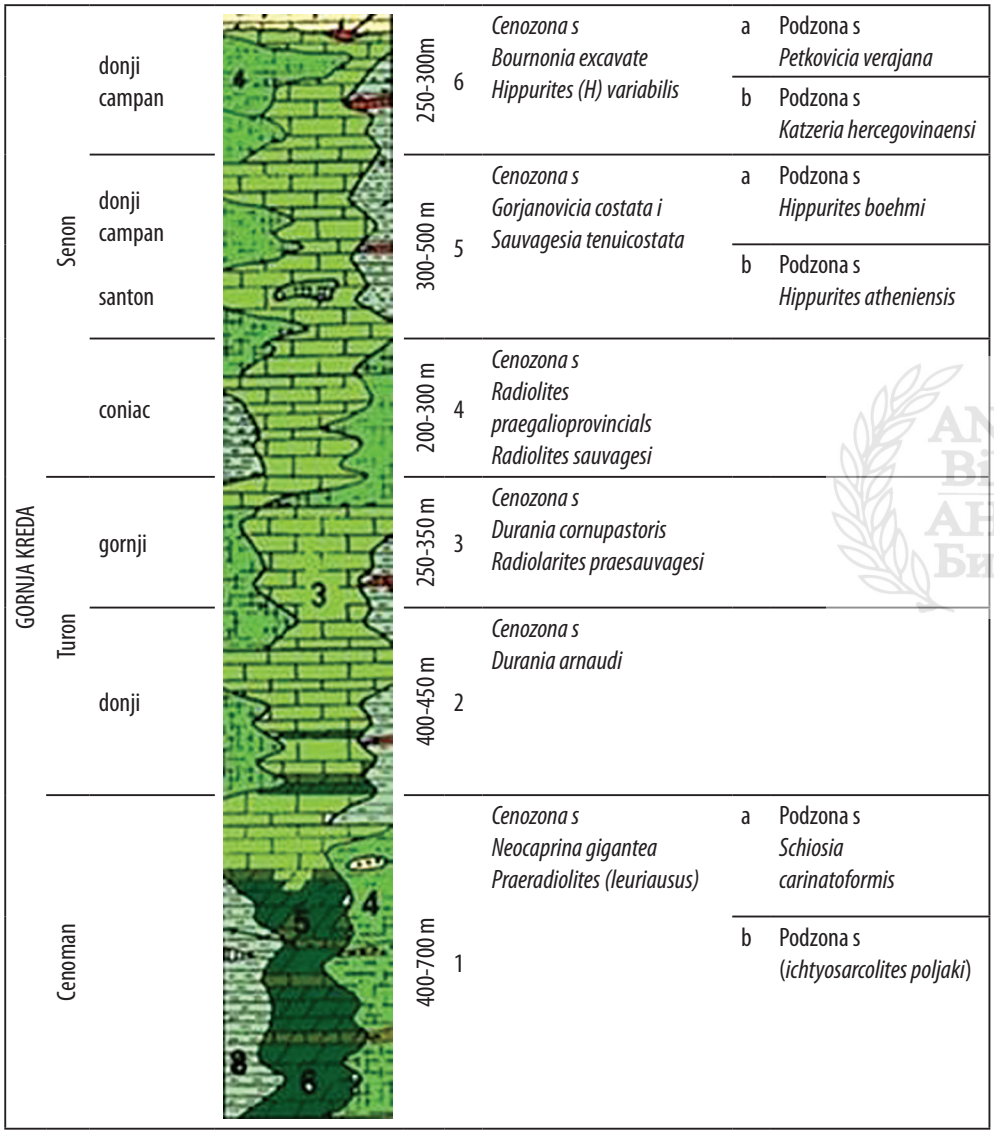
Cenoman sa rodovima: kaprina, karpinula, neokaprina, ihtiosarkolites, sauvagesia

Turon: karpinula, durania, radiolites, distefanela, hipurites

Konijak: radiolites, distefanela, hipurites

Santon-donji kampan: radiolites, durania, milovanovicia, hipurites

Gornji kampan-mastriht: pironea, burnonia, kaceria, petkovicia, gorjanovicia.



Slika 18. Geološki stub gornjokrednih sedimenata južne Hercegovine (Slišković, 1984)

1. konglomerati, 2. breče, 3. slojeviti krečnjaci, 4. masivni krečnjaci, 5. dolomitični krečnjaci, 6. dolomiti, 7. "laporoviti" krečnjaci, 8. pelaški krečnjaci, 9. boksit.

Paleocen je najbolje istražen u Podveležju. U danski kat išli bi slojevi sa haracejama (Lagynophora) preko kojih su slojevi sa foraminiferama (Periloculina, Coscinolina, Glomalveolina). U donjem eocenu javljaju se foraminifere Operkulina, Nummulites, Alveolina.

Podaci o bogatoj fauni koralja, puževa i školjkaša srednjeg eocena su iz početka 20. vijeka. U poslednje vrijeme su paleontološki ispitivani eocenski klastiti kod mjesta Zagorje sjeverozapadno od Posušja. Tako su Sremac i sar., (20014) i Glamuzina (2015) na grebenu kod sela Konjevac obrađivali makro faunu koralja, stromatolita, koralinaceja, foraminifera i ježinaca. Posebno ističu dobro očuvane fosile izumrlog puža Campanile gigantea (Mamarck). Tamo preko rudistnih krečnjaka santon-kampana leže ostaci paleocenskih krečnjaka sa brakičnim puževima (Stomatopsis). Diskordantno preko te podloge slijede eocenski klastiti sa faunom u organogenim klastitima (koralji) i u laporima sa školjkašima (Lucina, Cardium) i puževima (Cerithium, Velates). Analizom ovih i ranijih podataka došlo se do zaključka da je starost faune od gornjeg luteta do barton-priabona, dakle u svakom slučaju nešto mlađa u odnosu na onu u starijim nalazištima, već pomenutim sa početka 20. vijeka.

Istočno od Neuma, kod zaljeva Bistrine, gornjokredni krečnjaci navučeni su na alveolinsko-numulitske krečnjake donjeg eocena i fliš koji se također stavlja u raspon od srednjeg do gornjeg eocena. Kod Trebinja takav fliš ima debljinu do 200 m.

Na kraju još nekoliko riječi o slatkovodnom miocenu južne Hercegovine. Zapadno od Neretve registrovan je u Vir-polju kod Vinjana, kod Posušja, na Imotskom polju, Rakitnom, Kočerinu, kod Širokog brijega, Donjeg Gradca, Blatnice i Ljubuškog. Istočno od Neretve između Rotmlja i Hodova, kod Nevesinja, te na Dabarskom i Gatačkom polju. Kod Gacka one imaju debljinu oko 400 metara i dva produktivna ugljena sloja, odnosno u dva ugljonosna horizonta. Fauna puževa zastupljena je sa manjim brojem rodova nego kod Mostara (u Bijelom polju), dok školjkaši nisu tamo još zapaženi.

Ekonomski inetresantni prirodni mineralni resursi su: ugalj, boksit, arhitektonsko-građevinski kamen, gline i nafta.

Stratigrafski stub južne Hercegovine

Na području južne Hercegovine izdvojene su stratigrafske jedinice počevši od gornjeg perma-donjeg trijasa pa do pleistocena.

GORNJI PERM- DONJI TRIJAS

Posušje-kod sela Sobač, naslage gipsa i crveni liskunoviti limonitisani kvarcni pješčari.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)

Sjeverno od Trebinja u koritu Trebišnjice u jezgru antiklinale Lastva u dolomitima, krečnjacima i laporcima nađena školjka Posidonia cf. Wengensis.

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK, RET)

U čelu Navlake Visokog krša kod Neuma gornji trijas navučen na paleogene i kredne naslage. U dolomitima su utvrđeni megalodoni. Selo Rade sjeverozapadno od Neuma foraminofere i krečnjačke alge: *Involutina sinuosa sinuosa*, *Glomospirella friedli*, *Giroporella vesiculifera*.

U okolini Lastve i Grnčareva u tjemenu Lastvanske antiklinale naslage karnika i norika-reta. Karnik: krečnjaci sa (*Cuspidaria gladis*, *Myophoria kefersteini*, *Pseudoscalites armatus*) i školjka Unio; Norik i ret su izgrađeni od dolomita debljine 400 metara (starost na osnovu superpozicije).

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TOARC)

Hutovo i Popovo polje: krečnjaci s litiotisima, megalodusima i orbitopselama Sjeverno i sjeveroistočno od Trebinja: krečnjaci i dolomiti (400 m) s algama (*Palaeodasycladus mediterraneus*, *Thaumathoporella parvovesiculifera*), zatim *Protodiceras pumilum*, *Durga trigonalis* i *Durga crassa*.

SREDNJA JURA (ALEN ,BAJOS, BAT, KELOVEJ)

Trebinje (Lastva) i na prostoru Gacka u krečnjacima se nalaze Protopeneroplis, Trocholina, Selliporella.

GORNJA JURA (OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)

Kimeri|dž – titon Neum: bjelkast krečnjak sa algama (Clypeina), trepljarima, tintinidima (Campbelliella) i puževima (Ptygmatis).

Oksford – kimeridž Neum: krečnjak sa hidrozojima (Cladocoropsis), foraminiferama (Kurnubia, Pfenderina) i umetcima smeđesivog dolomita.

STARIJA DONJA KREDA (BERIAS, VALANG, OTRIV)
Gatačka Bjelašnica: krečnjaci sa trepljarima (Tintinidae).

MLAĐA DONJA KREDA (BAREM, APT, ALB)
Gatačka Bjelašnica: krečnjaci sa vapnenim algama (dSalpingoporella, Pianella, Munieria), foraminiferama (Cuneolina, Orbitolina), školjkašima (Requienia, Toucasia) i puževima (Nerinea).

MLAĐA GORNJA KREDA (KONIAK, SANTON, KAMPAN, MASTRIHT)
Podjela senona prema rudistima: gornji kampan-mastriht (Petkovicia, Katzeria, Gorjanovicia, Pironaea); santon-kampan (Milovanovicia, Hippurites, Radiolites); koniak (Radiolites, Hippurites, Distefanella).

STARIJA GORNJA KREDA (CENOMAN, TURON)
Turon – rudistni krečnjaci (Radiolites, Hippurites)
Cenoman – rudistni krečnjaci (Caprina, Neocaprina, Ichthyosarcolites).

DONJI PALEOCEN (DAN)
Podveležje: krečnjaci s algama (Characeae), foraminiferama (Periloculina, Coskinolina, Alveolina).
Zagorje kod Posušja: krečnjaci sa slatkovodnim puževima (Stomatopsis).

GORNJI PALEOCEN (TANET)
Liburnijski slojevi kod Ljubinja, Domanovića, Čapljine, Ljubuškog, Stoca, Goranaca i Podveležja sadrže fosile: *Characeae*, *Lagynophora* sp., *Dasycladaceae*, *Microcodium* sp., *Clypeina* sp., *Alveolina ellipsoidalis*, *Orbitolites* sp., Ostracoda, Miliolidae, Orbitolinidae.

SREDNJI EOCEN (LUTET I BARTON)
Podveležje: krečnjaci i pjeskoviti laporci sa faunom foraminifera (Nummulites, Operculina).
Posušje: pjeskoviti laporci i krečnjaci s koraljima, školjkašima (Lucina, Cardium) i puževima (Cerithium, Velates).
Neum: krečnjaci s foraminiferama (Nummulites i Alveolina).
Stolac i Mostarsko Blato: Alveolinsko-numulitski krečnjaci (*Alveolina oblonga*, *Alveolina minutula*, *Nummulites perforatus*, *Nummulites globus*, *Discocyclina discus*).

STARIJI MIOCEN

Kod Posušja krečnjaci i lapori debljine oko 300 metara s bogatom faunom mekušaca: *Congeria jadrovi*, *Congeria dalmatica*, *Melanopsis cf. lyrata*.

Područje Vira kod Posušja: pločasti sedrasti krečnjaci koji sadrže melanopsise, planorbise i fosaruluse (*Fossarulus cf. bulići*). Sadrže ugljevite sedimente debljine 7 metara.

Kod Kočerina (zapadno od Širokog Brijega): sedrasti slatkovodni krečnjaci i lapori u kojima se nalaze – *Bythinia tentaculata*, *Planorbis cf. pulići*, *Lymnaea aquarius*.

U basenu Hodovo-Rotimlje glinovito-laporoviti sedimenti s kongerijama, melanopsisima i naslagama lignita.

U Gatačkom ugljonosnom basenu sa sljedećim profilom: s podinskim, glavnim i povlatnim ugljenim slojem sa slijdećom faunom: kongerije, melanopsisi, origocerasi.

PLIOPLEISTOCEN

Imotsko polje: ostaci molusaka, biljnih plodova, korijenja (Rhizosolenia) i hara; ostrakodi: Candona neglecta, Paralimnocythere sp. u naslagama pjeskovitih lapora i glina. Ove ostrakode upućuju da je klima za vrijeme taloženja ovih naslaga bila hladnija od današnje.

PLEISTOCEN (STARIJI KVARTAR)

Kod Mogorjelog (Čapljina) i Hodbine naslage lesa debljine do 8 metara. Nalaze se ispod virmskog periglacijalnog pojasa.

ANU BiH АНУ БиХ

3. ZONA BOSANSKOG FLIŠA

Bosanski fliš (Blanchet i sar., 1969), taložen je na padini (rubu) karbonatne platforme i na njenom podnožju (Pamić i sar. 1998). Ove su formacije najrasprostranjenije na području između Srednjobosanskoga škriljavog gorja na jugozapadu i Dinarske ofiolitne zone na sjeveru i sjeveroistoku. U geološkoj literaturi ove su formacije uključene u geotektonske i paleogeografske zone pod različitim imenima različitih autora: Durmitorski fliš (Bešić, 1954), "Flysch bosniaque i zona prekarstique" (Aubouin i sar., 1974), Flišna zona Banjaluka-Sarajevo (Mojičević, i sar., 1976, 1977), Pregibna zona (Grandić, 1974) i Sarajevska sigmoida (Dimitrijević, 1982). Zona Bosanskog fliša obuhvata mezozojske (jursko-kredne i gornjokredne-donjopaleogene) klastično-karbonatne formacije sa karakteritikama fliša i parafliša. Ove jursko-kredne "pjeskovito-glinene" formacije Olujić (1978) je označio je kao subgrupu Vranduk, a mlađe (gornja kreda-donji paleogen) "karbonatni fliš" kao subgrupu Ugar. Jedinica nižeg ranga u obje subgrupe imaju posebnost formacija koje se mogu razlikovati po litofacijama.

Za prikaz ovih formacija korišteni su Tumači i listovi Osnovne geološke karte Banja Luka (Mojičević i sar. 1977), Jajce (Marinković i sar. 1981), Teslić (Olujić i sar. 1985), Zenica (Živanović i sar. 1975), Vareš (Olujić i sar., 1977, Pamić, i sar. 1978), Sarajevo (Jovanović, i sar., 1978), Kalinovik (Mojičević i sar. 1982), Dimitrijević (1968), studijski rad Olujića (1978), te rezultati istraživanja u dolini rijeke Bosne i Stavnje (Tamas i sar., 2008).

Zona Bosanskog fliša čini kontinuiranu zonu od Banje Luke do Sarajeva, a u području planine Igman i Bjelašnice se javljaju kao erozioni ostaci i tektonski prozori ispod navlaka trijaskih naslaga. Dalje prema jugoistoku, od Bjelašnice do Gacka i sjeverne Crne Gore, je ponovo kontinuirana zona koja se produžava u Crnu Goru (Durmitorski fliš, sl. 19). U sjeverozapadnim Dinaridima, ova zona fliša se zapaža u Topuskom, južno od Zagreba i dalje sjeverozapadno u Sloveniji, gdje grade tektonske prozore ispod Savske navlake (Mioč, 1984.). Zona na području Slovenije iskljinjava sastavljena od paleozojsko-trijaskih formacija, ovo je "slovensko korito" Prema sjeverozapadu,

na području Slovenije, jedinice ove zone isklinjuju u području poznatom kao Slovensko korito Cousin (1972).

Pravac pružanja ovih sedimenata je, u vidu jedne zone od Banja Luke do Sarajeva, sjeverozapad-jugoistok, dok je kod Sarajeva, na tzv. "sarajevskoj geofrakturi" (Sarajevski rasjed, Katzer 1926) skrenuta u pravac poprečan na Dinaride, a idući dalje ponovo skreće na jugoistok tj. u dinarski pravac. Ovaj oblik geofrakture (Sarajevske sigmoide, Dimitrijević, 1982) je sekundaran i ukazuje na jednu komponentu pritiska u smjeru jugoistok-sjeverozapad krajem mezozoika i paleogenu (Hrvatović, 1997).

U sadašnjoj strukturi Dinarida, preko Zone Bosanskog fliša je navučena Ofiolitna zona Dinarida, a na jugoistoku, je ona navučena preko Vanjskih Dinarida (karbonatne platforme) i metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Zona Bosanskog fliša je "sendvič" debljine oko 3000 m, intenzivno ubranih mješovitih karbonatnih i siliciklastičnih sedimenata, između Karbonatne platforme i Ofiolitne zone Dinarida.

Naslage Bosanskog fliša su nastale u sedimentacijskom basenu koji je formiran nakon obdukcije ofiolita u donjem dijelu gornje jure. U isto vrijeme došlo je do izdizanja Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Hrvatović, 1997, 2018). Na ovo ukazuju i podaci o mineraloškom sastavu Vranduk subgrupe formacija u kojoj su utvrđeni minerali porijeklom iz Ofiolitne zone i Srednjobosankoga škriljavog gorja (Blanchet, 1969; Olujić, 1978; Tamas i sar., 2008). Najbolji izdanci Vranduk subgrupe formacija, u kojima se vide fragmenti stijena i minerali iz Ofiolitne zone, su otkriveni na području Vareša (dolina rijeke Stavnje, sl. 21). Dalje, taloženje sedimenata kontrolirano je i sa distalnog kontinentalnog ruba karbonatne platforme.

U Zoni Bosanskog fliša se jasno izdvajaju dvije subgrupe: starija, predstavljena pjeskovito-glinovito-laporovitim sedimentima (subgrupa Vranduk) i mlađa, pretežno karbonatno-laporovita (subgrupa Ugar). Starija subgrupa označava se kao titon-berijaska sukcesija (kalpionele, tintinopsele), zatim slijedi, pretežno arenitska jedinica (po litologiji slična završnim dijelovima starije, ali je različita po sedimentološkim i strukturološkim osobinama) cenoman-turonske starosti (orbitoline, kuneoline, globigerine, preglobotrunkane). Preko nje slijedi mlađa karbonatno-laporovita subgrupa Ugar koja se generalno tretira kao turon-senon (kuneoline, pitonele, globotrunkane) mada zalazi i u palogen, ali na geološkim kartama to nije posebno izdvajano (sl. 19 i 20). Da najviši dijelovi Ugar subgrupe formacija pripadaju paleogenu ukazuju Ćorić i sar., (2014), kada su na lokalitetu Bešpelj kod Jajca odredili

karbonatni nanoplankton s Discoaster multiradiatus, D. lenticularis, D. delicatus koji se mogu pripisati NP9 (najgornji paleocen: tanet).



Slika 19. Tektonostratigrafska jedinica – Zona Bosanskog fliša (na osnovu Osnovne geološke karte BiH)

Legenda: 1. J, K- Vranduk subgrupa formacija; 2. K_2, Pg – Ugar subgrupa formacija

Subgrupa Vranduk ima ukupnu debljinu oko 1300 m, a karakteriše se generalnim povećanjem pjeskovite komponente od SI ka JZ, odnosno od nižih ka višim formacijama. U istom smjeru izražen je i trend turbiditskih osobina- od mjestimično neflišnih preko paraflišnih do pravih flišnih jedinica, odnosno od pretežno mikritske do pretežno arenitske formacije. Subgrupa Vranduk je podijeljena na četiri formacije koje nemaju oštro definisane međusobne granice, a nazivi su im dati prema preovlađujućim litološkim članovima:

1. laporoviti mikriti; 2. laporoviti mikriti, areniti i lapori; 3. areniti, lapori, laporoviti mikriti i 4. arenit (Olujić, 1978).

Formacija laporovitih mikrita je najčešće izgrađena od tri člana: a) bankovito-masivnih laporovitih mikrita (česti prelazi prema laporcima) koji čine 80% formacije; b) pločasto-slojeviti lapori, areniti, pjeskoviti intramikriti, glinci i rožnaci; c) krupnozrni areniti veoma podređeno.

Areniti ili pjeskoviti intramikriti imaju intervale gradacije i donje paralelne laminacije. Veće rasprotranjenje formacije laporovitih mikrita odlikuje se dm-hm normalnim i m-dm inversnim naborima jugoistočnih ili sjeverozapadnih osa i najčešće JZ vergenci.

Sljedeća formacija laporovitih mikrita, arenita i lapora nema jasnu granicu sa prethodnom formacijom. Formacija je u cjelini slojevito-"bankovita" sa sličnom kompozicijom članova kao u prethodnoj, s tim da je povećano učešće arenita (i do 30%). U arenitima i intramikritima razvijene su sekvence tipa Ta, b, c, gdje je interval paralelne laminacije uvijek najmarkantniji. Podaci o paleotransportu ukazuju na smjeru JJI. Debljina formacije je 200-300 m.

deb. (m)	starost		opis	litostratigrafske jedinice
200	Paleogen		lapori, intramikriti, areniti, intramikruditi	
300-400	TURON-SENON		intramikruditi, intramikriti, laporoviti mikriti, olistostromi	UGAR SUBGRUPA
700-1000			intramikriti, laporoviti mikriti, podređeno ili rijetko intramikruditi, laporci, areniti, olistostromi	
400			intramikriti, intramikruditi, laproviti mikriti, olistostromi	
80			mikriti, laporoviti mikriti, mikrospariti	
100			areniti, ruditi, laporoviti mikriti, laporci	
<250	TITON-BERIJAS		areniti, lapori, laporoviti mikriti, glinci, alevroliti.	VRANDUK SUBGRUPA
<350			areniti, laporoviti mikriti, pjeskovii intrasparit	
<300			laporoviti mikriti, areniti, lapori, intramikriti	
400			laporoviti mikriti, lapori, areniti, pjeskoviti intramikriti, mikruditi i rožnaci	
	T_3J		krečnjaci, rožnaci, pješčari	

Slika 20. Geološki stub Zone Bosanskog fliša
(Hrvatović, 1999 poslije Olujić, 1978; Hrvatović, 2000;Hrvatović, 2006)

Formacija arenita, lapora, laporovitih mikrita ima povećan udio arenita (oko 50%) i smanjenje laporovitih mikrita. Debljina je do 350 m. U ovoj formaciji osjetno su razvijene osobine turbiditske sedimentacije. Dominantne sekvence su tipa T-b,c; u oba slučaja interval donje paralelene laminacije je najdeblji a znatno je češći interval konvolucije nego u prethodnim dijelovima formacije. Podaci za paleotransport ukazuju na rasipanje podataka sa jasno izraženim maksimumima oko JI i oko JZ.

U arenitskoj formaciji (oko 80% arenita uz podređeno učešće lapora, laporovitih mikrita, glinaca i alevrolita) generalno se mogu izdvojiti dva člana; a) dekametarsko debeo slojeviti, pretežno turbiditski i b) bankoviti neturbiditski član. U prvom članu razvijene su kompletne Boumine sekvence, zatim sekvence bez intervala gradacije ali i sekvence samo sa c-intervalom. U drugom članu su sitnozrni do srednjezrni areniti masivne teksture. Smjerovi paleotransporta su u rasponu JI-JZ, ali s jasnim maksimumom u smjeru juga (Olujić, 1978).



Slika 21. Izdanci u najnižim nivoima u Vranduk subgrupi formacija kod Vareša (put Vareš-Veovača) – tragovi vučenja.



Slika 22. Slojeviti klivaž koji indicira inversne slojeve u flišu – Vranduk subgrupa formacija (foto Hrvatović, 2006).

deb. (m)	starost		opis	fosili
200	$^{5}K_{2}^{2+3}$		slojeviti laporoviti mikriti, laporci, podređeno areniti	
500	$^{4}K_{2}^{2+3}$		masivni biokalkruditi, biointramikriti, laporoviti intramikriti	
1200	$^{3}K_{2}^{2+3}$		Pjeskoviti intramikriti, laporoviti mikriti i laporci	Globotruncana
500	$^{2}K_{2}^{2+3}$		masivni intramikriti i masovni laporoviti mikriti	
100	$^{1}K_{2}^{2+3}$		areniti, ruditi i laporci	
250	$^{4}J,K$		bankoviti i slojeviti areniti i laporoviti mikriti	
350	$^{3}J,K$		slojeviti i bankoviti areniti, pjeskoviti intramikriti, laporci i laporoviti mikriti	
300	$^{2}J,K$		bankoviti i masivni laporoviti mikriti, laporci i areniti	
300	$^{1}J,K$		masivni i bankoviti laporoviti mikriti i areniti	
800	J,K		laporoviti mikriti, laporci, krupnozrni areniti	

Slika 23. Geološki stub područja Čemernica-Vlašić-Visočica (Olujić, 1978).

Iako je teško odrediti tačno razgraničenje, može se reći da prve dvije formacije vrandučke subgrupe generalno pripadaju paraflišnim, a druge dvije flišnim formacijama.

Ugarska subgrupa ukupne debljine 2200 m jasno je izdiferencirana u sedimentološkom i litološkom pogledu od baze ka vrhu. U okviru ove subgrupe izdvojeno je 6 formacija: 1) areniti, 2) mikriti 3) intramikriti i intramikruditi 4) intramikriti i laporoviti mikriti 5) intramikruditi i intramikriti 6) lapori i intramikriti.

Arenitska formacija ima osobine od neturbiditskih do pravih turbiditskih elemenata. Ova formacija, od mjesta do mjesta, ima izražen različit litološki i sedimentološki habitus. Nekad je predstavljena dekametarskim paketom pretežno slojevitih arenita i podređeno laporovitih mikrita i lapora a mjestimično (dolina Stavnje) i debljom jedinicom u kojoj se mogu uočiti paketi izgrađeni pretežno od arenita ili glinaca ili pak intramikrita. Debljina je 70-150 m.

Mikritska formacija je najniža karbonatna formacija u flišnoj zoni gornje krede. Na osnovu kuneolina, pitonela i globotrunkana determinisana je kao turon-senonska jedinica. Izgrađena je pretežno od mikrita a podređeno laporaca, mikrosparita i veoma rijetko intramikrita. To je najčešće hemipelaška jedinica debljine manje od 100 m.

Intramikriti i intramikruditi s podređeno zastupljenim laporovitim mikritima i olistostromima se karakteriše značajnim rasponima u debljinama sekvenci od 0,4 do 5 m. Mjestimično se u ovoj formaciji nalaze kompletne Boumine sekvence. Sekvence ovog tipa, pojava olistostroma i pojedini neturbiditski članovi ukazuju na sedimentaciju u unutrašnjoj lepezi.

Intramikriti i laporoviti mikriti su po debljini (i do 1000 m) i turbiditskim osobinama najmarkantnija formacija gornjokredne flišne zone. Heterogenog je litološkog sastava sa izrazito dominantnim intramikritima i laporovitim mikritima, a podređeno laporima, intramikruditima, olistostromima i arenitima. Veoma su česte sekvence tipa Tae i Tbe dm-m debljina i redovno dobro izraženim b ili b+c intervalima. Podaci za palotransport imaju veliki ugao rasipanja ali i jedan maksimum u smjeru IJI. Ova formacija je dobro izražen primjer proksimalne flišne facije, kakav je uostalom i najveći dio gornjokredne flišne sukcesije.

Intramikruditi i intramikriti su formacija debljine 300-400 m s karakterističnim metarskim blokovima lapora u intramikruditskom horizontu i metarskim intervalima donje paralelne laminacije i kose slojevitosti u intramikruditima.

Lapori i intramikriti su debljine oko 200 m. Intramikritski nivo nosi dobro vidljiva četiri intervala slojevitosti dok bi lapori vjerovatno predstavljali (d)+ e-intervale.

4. DINARSKA OFIOLITNA ZONA

Današnji savremeni kontinenti bili su dio superkontinenta Pangee, koja je u svom "srcu" imala ogromnu okeansku oblast poznatu kao Tetis koji je odvajao Gondvanu na jugu od Laurazije na severu. Ova tetiska oblast je u velikoj mjeri izgubljena za vrijeme subdukcije, ali ostaci okeanske kore i kontinentalnih fragmenata sada se nalaze u planinskom pojasu Dinaridi-Helenidi-Rodopi, Alpe, Karpati i dr. Ovaj naborno-navlačni pojas (serija zona sučeljavanja dubokomorskih sedimenta i ofiolita) je proizašo iz deformacija kontinentalnih margina južne Laurazije i sjeverne Gondvane.

O porijeklu ofiolita na ovim područjima već se dugo raspravlja, uz različite modele koji sugerišu njihovo formiranje u jednom, dva ili više okeana (za pregled vidi Bortolotti i sar., 2013). Većina modela koji se pozivaju na postojanje više okeana oslanjali su se na pojavu velikih kontinentalnih blokova (tj. Drina-Ivanjica, Jadar, Kopaonik i Pelagonija) u zapadnim Vardarskim ofiolitima. Prema "više-okeanskom modelu", ovi kontinentalni blokovi se tumače kao kontinentalne trake koje izoluju diskretne okeanske basene u kojima su stvoreni pojedinačni ofiolitni pojasevi (npr., Robertson i Karamata, 1994; Karamata, i sar., 2006).

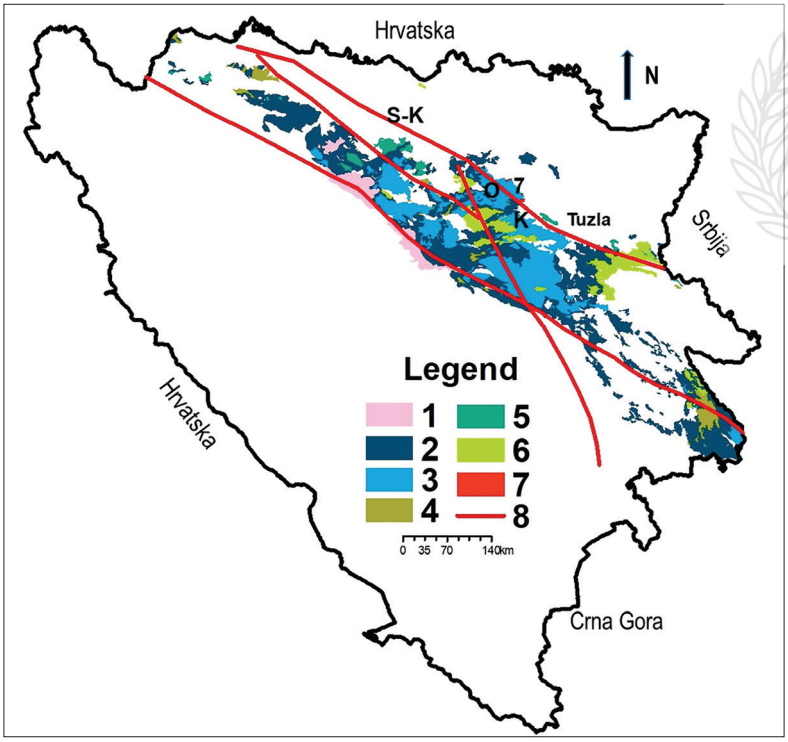
Prema modelu jednog okeana, kontinentalni blokovi Drina-Ivanjica i Jadar jednostavno predstavljaju tektonske prozore ispod jedne ofiolitne navlake. Modelom jednog okeana se smatra da navlake, proizašle kretanjem kontinentalne kore, leže ispod ispod ofiolitne navlake jednog okeana, tj. zapadnog Neo-Tetisa (zapadnih Vardarskih ofiolita), kao prirasli dijelovi sadašnje subducirane Velike Jadranske pasivne margine, (Bernoulli i Laubscher, 1972; Pamić i sar., 1998; Schmid i sar., 2008; Chiari i sar., 2011; Bortolotti i Principi, 2005; Bortolotti i sar., 2013).

U ovom tekstu neće biti prikaza rasprava različitih mišljenja autora o modelu jednog ili više okeana nego će biti prikazani podaci o formacijama u Dinarskoj ofiolitnoj zoni u Bosni i Hercegovini.

O Ofiolitnoj zoni Dinarida Bosne i Hercegovine objavljen je veliki broj radova od mnogih autora: Kišpatić (1897), Pamić (1964, 1971, 1982, 1978, 1984b), Pamić i sar., (1971, 1977, 1977a, 1977b, 1981, 1996, 2000, 2002), Karamata i sar. (1980, 2006), Lugović i sar., (1991), Trubelja i sar., (1995), Šegvić i sar., (2010, 2014), Babajić (2009, 2019) i drugi. Geološki i petrološki podaci iz bosanskog

dijela Dinaridne ofiolitne zone također su uključeni u opsežna regionalna tumačenja za Dinaride u cjelini (Ćirić, 1954; Dimitrijević i Dimitrijević, 1975; Karamata i sar., 1980; Karamata i sar., 2006; Schmid i sar., 2008 i drugi). U spomenutim radovima sažete su i ocijenjene sve reference za bosanske ofiolite.

Stijene Ofiolitne zone prostorno su vezane za Unutrašnje Dinaride kojima daju osnovni pečat. Najveće mase ofiolita u Dinaridima nalaze se u Centralnoj ofiolitnoj zoni (Petković, 1961), odnosno Ofiolitnoj zoni (Pamić, 1982; Dercourt i sar., 1986) a manje u Vardarskoj zoni. Ofiolitna zona kao geotektonska jedinica Dinarida se može pratiti od Karlovca preko Banije i Bosanske krajine, ali u punom razvoju (širi se) ona ide od Banja Luke preko Crnog Vrha, Ljubića i Borje prema Zavidovićima, te na Ozren i Konjuh, u prostoru između Javora i Romanije, a od Višegrada (sl. 24) opet u punom razvoju u smjeru Srbije i nastavlja u, Zapadne Helenide kao Mirdita zona, u susjednoj Albaniji (Pamić, 1982; Pamić i sar., 1998, 2000, 2000a, 2002). Ovu zonu Schmid i sar. (2008) nazivaju zapadnim Vardarskim ofiolitima.



Slika 24. Pojednostavljena geološka karta Ofiolitne zone Dinarida
Na osnovu Osnovne geološke karte – listovi: Banjaluka (Mojićević i sar., 1976), *Kostajnica* (Jovanović i sar. 1986), *Teslić* (Olujić i sar., 1985), *Zavidovići* (Pamić i sar., 1971); *Vareš* (Olujić i sar., 1977) *i Višegrad* (Olujić i sar. 1985).

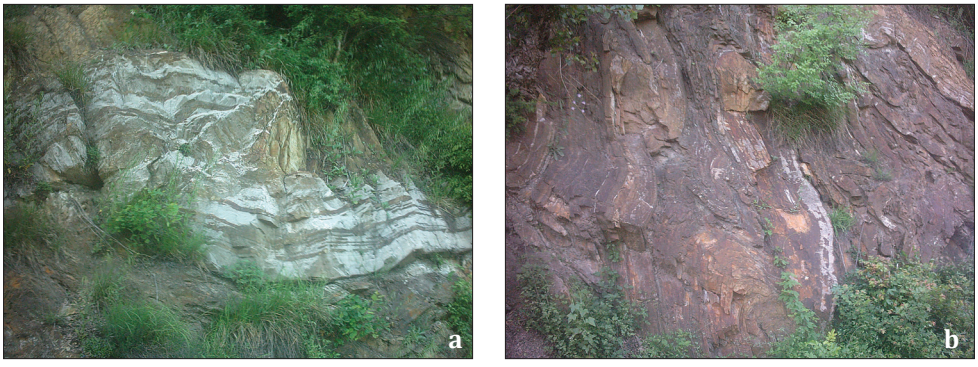
Legenda:

1. Gornjotrijaska-donjokredna radiolaritna formacija; 2. Jurski ofiolitni melanž ili divlji fliš (olistostrom ili /i tektonski melanž, divlji fliš); 3. Jurske ultramafitne formacije (tektonitni peridotit, kumulatni gabro i peridotiti, dijabazi, bazalti); 4. Spiliti; 5. Serpentiniti; 6. Transgresivne formacije (klastiti kimerdža, gornjojurski (titon)-donjokredni krečnjaci, Pogarska formacija-donja kreda, gornjokredni krečnjaci; 7. Listveniti (metasomatski izmijenjeni peridotiti u neogenu); 8. Dubinski rasjed: S-K Sprečansko-kozarački dubinski rasjed, Planine: O-Ozren, K-Konjuh, B-Borja, V-Varda. KO-Kozara.

Osnovne geološke karakteristike

Ofiolitna zona Dinarida sastoji se od 4 člana koji su, od osnove do vrha: 1. radiolaritna formacija, 2. ofiolitni melanž ili "divlji fliš" ili "dijabaz-rožna formacija (u starijoj geološkoj literaturi)", 3. ultramafitne formacije i 4. transgresivne formacije

1. Na jugozapadu ofiolita prostire se uska zona **radiolaritne formacije** od Kozare do Sarajevskog poprečnog rasjeda (sl. 24). Ova formacija je izgrađena od rumenkastih i sivih radiolaritnih rožnaca s proslojcima šejlova i pelagičkih krečnjaka, a vrlo rijetko se nailazi na bazaltne jastučaste "lave". Radiolaritna formacija je navučena na zonu Bosanskog fliša. Najbolji izdanci ovih stijena nalaze se u dolini rijeke Bosne (kod Nemile – sl. 25 i Bistričaku – Dragičević, i sar., 2010) i u rubnim dijelovima planine Borje i Skatavice. U istočnom dijelu Ofiolitne zone Dinarida (npr. Glasinac Polje i na Han Pijesku) stijene radiolaritske formacije javljaju se u tektonskim prozorima ispod trijaskih navlaka (Golijska navlaka). Po podacima sa Osnovne geološke karte ova zona nastaje u velikom stratigrafskom rasponu od gornjeg trijasa do donje krede (Pamić,1982).



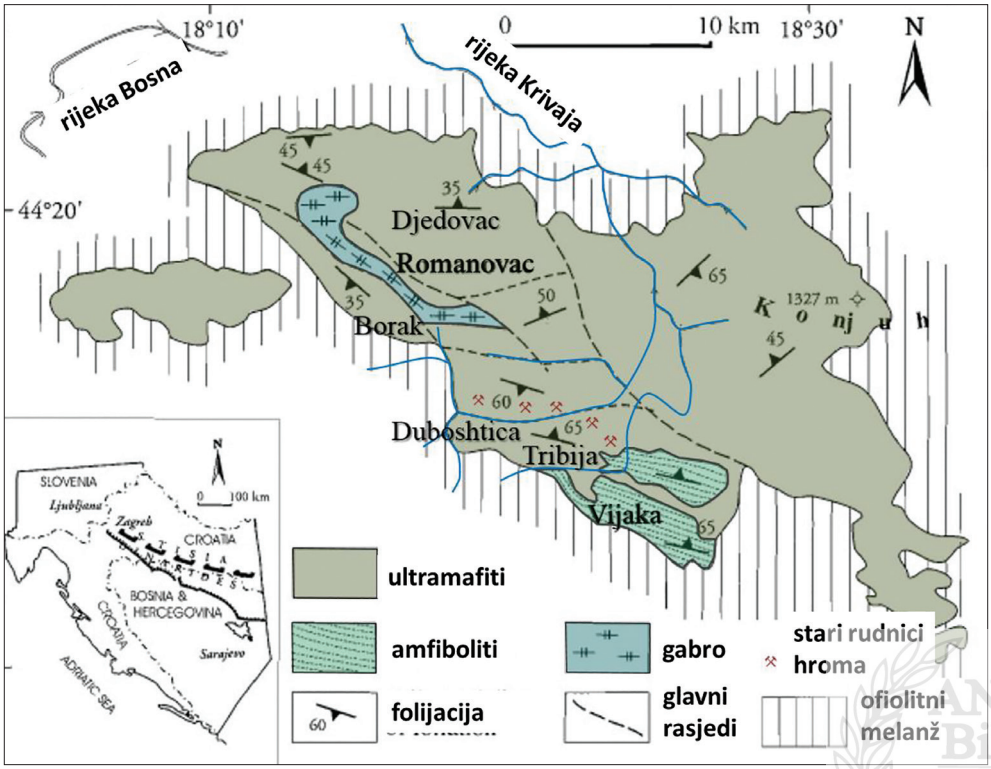
Slika 25. Radiolaritna formacija u doloni Bosne kod Nemile (foto. Hrvatović, 2010): *a) krečnjaci i radiolariti, b) radiolariti, pješčari i glinci*

Radiolariti Ofilitne zone, vjerovatno su nastali u otvorenim pelagičkim uslovima i predstavljaju dubokovodne sedimentne stijene. Možemo ih tretirati kao ostatke geofizičkog sloja, prvog geofizičkog sloja okeanske kore otvorenog, dinarskog dijela Tetisa (Pamić, 1996).

2. Ultramafitne stijene masiva obično prati **ofiolitni melanž** tj. mješavina stijena različitog sastava i starosti koje su negdje otkinute od podloge ili doprle u nju sa strane. Osnovna masa (matriks) melanža je glinovito-alevritsko-pješčarskog satava sive do crne i zelenkaste boje, a čvrsti sastojci su gabro, dijabazi, bazalti, tuf, amfibolit, rožnaci i krečnjaci (različite starosti i porijeklom iz različitih sredina) od milimetarskih do hektometarskih veličina. Te tvorevine mogle su nastati klizanjem po strmom morskom dnu i ponovnim taloženjem u obliku olistostroma (grčk. olistos=ljigavo mjesto, stroma=sloj), dok same stijenske blokove koje olistostrom obuhvata nazivaju olistolitima. Ofiolitni melanž je vjerovatno nastao u jako suženom dinarskom dijelu Tetisa, u završnim fazama njegovog zatvaranja, odnosno subdukcije i početka kolizije. Ofiolitni melanž možemo shvatiti i kao marker subdukcijske zone koja se protezala ispred magmatskog luka. U nekim područjima (npr. Potok Borovica kod Vareša) sačuvan je izvorni međusloj škriljaca i pješčara s povremenim bazaltnim "slampovima". Međutim, u nekim drugim područjima (dolina rijeke Bosne južno od Žepča), veći dio melanža sastavljen je od pješčara. U nekim područjima gdje prevladavaju "egzotični" krečnjaci, melanž ima karakteristike olistostroma.

U ofiolitnom melanžu su na području Ribnice (kod Banovića) izdvojene vulkanoklastične stijene predstavljene konglobrečama i pješčarima (Babajić, 2019). Ove vulkanoklastične stijene su često prožete tankim dajkovima dolerita i dijabaza. U konglobrečama se vide zaobljeni i/ili poluzaobljeni fragmenti dijabaza, dolerita, silita i podređeno gabra. Vulkanoklastični pješčari su dominantno izgrađeni od magmatskih kristaloklasta sa siltozno-pelitnom frakcijom matriksa, također magmatskog porijekla.

Prevladavajuće ultramafitne stijene pojavljuju se u melanžu kao mali fragmenti veličine cm do dcm ili tijela veličine hkm do km, te kao veliki masivi (100-500 km^2) koji su navlake (npr. masiv Krivaja-Konjuh, sl. 26) i koje prekrivaju melanž. Debljina ovih ultramafitnih navlaka, kako pokazuju geofizički podaci, varira od nekoliko stotina metara do 2000 m. Veća ultramafitna tijela imaju unutrašnju strukturu kako je prikazano na masivu Krivaja-Konjuh (sl. 26) debljine 1500-2000 m, odvojen u nekoliko blokova. Svaki blok karakterizira strukturna homogenost i pojavama amfibolita ("metamorphic sole"). Neki manji ultramafitni masivi (npr. Ozren) pokazuju složeniju unutrašnju strukturu (Pamić, 1964).



Slika 26. Šematska geološka karta Krivajsko-konjuškog masiva (modifikovano poslije Pamić, i sar., 1977b).

Gabri i dijabaz-doleriti grade mala tijela do 20 km^2, koja na nekim mjestima intrudiraju peridotite (npr. Rijeka Gostovića, u blizini Zavidovića). Dijabaz-doleriti javljaju se uglavnom kao masivna tijela (npr. južni rub masiva Ozrena), neka od njih su prekrivena transgresivnim formacijama (npr. dolina rijeke Rzav, u blizini Višegrada). Bazalt također pokriva malu površinu i pojavljuje se na vrhu očuvanih ofiolitnih sekvenci (npr. sjeverni obod masiva Krivaja-Konjuh) ili proslojen sa škriljcima (zapadni dio planine Mahnjače).

U pješčarima i škriljcima melanža do danas nisu pronađeni indeksni fosili. U rijetkim krečnjacima koji se javljaju kao proslojci u pješčarima i škriljcima nađeni su jurski nekarakteristični mikrofosili. K-Ar mjerenjima na dijabazama dobijena je izotopska starost od 185-180 miliopna godina i 170-160 miliona godina na amfibolitima u peridotitima (Pamić, 1982; Lauphere i sar., 1975).

3. U Ofiolitnoj zoni Dinarida u Bosni mogu se izdvojiti četiri osnovne **ultramafitne formacije**: 1. tektonitni peridotiti 2. kumulatni gabri i peridotiti, 3. dijabazi i doleriti, 4. bazalti

1. **Tektonitni peridotiti** sunajrasprostranjenije ultramafiti Dinarida; javljaju se u vidu masiva od kojih je najveći Krivajsko-konjuški (oko 500 km^2) te nešto manje površine, 100-300 km^2, Ozrenski i Borjanski. Međutim, najčešća su mala, tektonski razbijena, ultramafitska tijela km-dekakilometarskih površina. Ultramfiti se nalaze u tektonskom kontaktu sa okolnim sedimentima. Duž kontakta ultramafiti su intenzivno kataklazirani, milonitizirani i serpentinisani. Što je stepen tektonske oštećenosti veći viši je stepen serpentinizacije. Ovi ultramafitni masivi predstavljaju ploče koje su navučene na okolne grauvakne pješčare i glince. Tektonitni peridotiti Ofoilitne zone Dinarida Bosne imaju tipične metamorfne struktruno-teksturne karakteristike. One se manifestuju u folijaciji i lineaciji porfiroblasta piroksena. Također su zastupljene paralelne teksture koje se ogledaju u stratifikaciji-izdvajanje milimetarsko-centimetarskih slojeva olivina+piroksena.

Unutrašnja građa ultramafitnih masiva utvrđena je na osnovu strukturološke analize (Pamić, 1964). Prema toj analizi ultramafitni masivi u Ofiolitnoj zoni su izdijeljeni u veće ili manje, strukturno homogene blokove (ista orijentacija folijacije unutar svakog bloka), koji su omeđeni rasjednim zonama.

Primarni minerali peridotita su: olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, spinel i rijetko amfibol obogaćen edenit-pargazitskom komponentom. Primarni minerali su često u promjenjivom stepenu izmijenjeni: olivin u mineral serpentinske grupe (lizardit, klinohrizotil i antigorit), enstatiti najčešće u bastit, talk, klinopiroksen u uralit i hlorit, a spinel u magnetit. Pored navedenih sekundarnih minerala još se javljaju: kvarc, kalcedon, opal, magnezit i dolomit.

Hemizam tektonitnih peridotita, naročito harcburgita i lerzolita, vrlo je ujednačen i u njemu se ističe visok sadržaj MgO (oko 40%), nizak sadržaj CaO (oko 3% kod lerzolita) i visok odnos MgO:FeO (oko 5 ili veći). Također je visok sadržaj H_2O, što ukazuje na visok stepen serpentinizacije ovih stijena.

Masivi ultramafita, u zapadnom dijelu Ofiolitne zone u Bosni, pretežno su izgrađeni od lerzolita (olivin+ortopiroksen+klinopiroksen) i podređeno dunita dok su jugoistočno od Varde uglavnom dunitsko-harcburgitskog sastava (Pamić, 1984). Ovo razdvajanje ima i širi regionalni značaj, jer lerzolitnoj subformaciji pripadaju i ultramafiti Alpi i Apenina, dok harcburgitna subformacija se nastavlja dalje preko Srbije, Helenida i Taurida sve do Zagrosa i Himalaja. Postoji mišljenje da lerzoliti lerzolitne subformacije potiču iz kontinentalnog gornjeg omotača, a harcburgitne subformacije iz okeanskog gornjeg omotača.

Mišljenja o smještaju i postanku mezozojskih tektonitnih ultramafita Ofiolitne zone Dinarida su različita. Grupa francuskih i sovjetskih geologa (Dercourt i sar., 1986) smatraju da su ofiolitni kompleksi, uključujući i

ultramafitna tijela, smješteni u današnji strukturni plan Dinarida krajem gornje jure duž pasivnog kontinentalnog oboda dinaridskog dijela Tetisa. Prema drugom shvaćanju (Pamić, 1982) smještaj ofiolita veže za subdukcijsku zonu, koju u današnjoj strukturi Dinarida markiraju relikti alpinskih granita i metamorfita (zona Prosara-Motajica i dalje u Srbiji Cer i Bukulja). Krajem jure i početkom krede započinje subdukcija okeanske kore Tetisa pri čemu jedan dio kompletnih ofiolitnih profila izbija na površinu mehanizmom tzv. obdukcije pri čemu se tektonski razbija i fragmentira. Tektonski razbijene mase ofiolita navlače se u pravcu jugozapada pri čemu se dodatno fragmentiraju. Iznos ovog horizontalnog transporta cijeni se na cca 50-100 km.

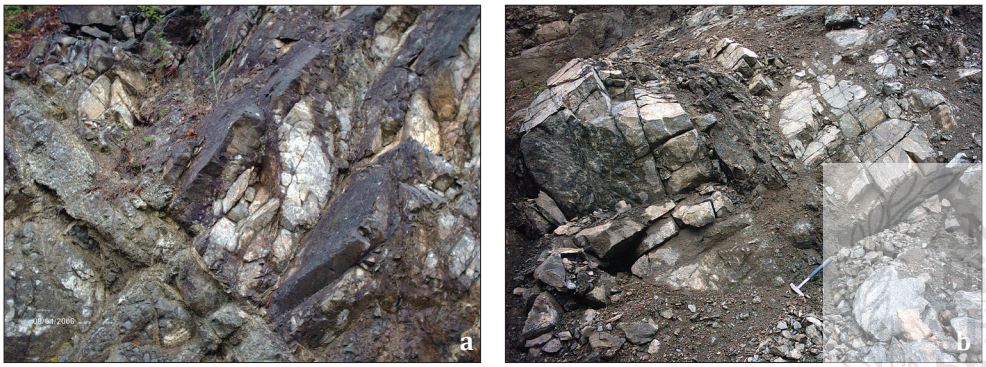
2. **Kumulatni gabri i peridotiti** se pojavljuju kao mala tektonska tijela, površine manje od 20 km^2, koja su u tektonskom kontaktu sa okolnim glincima i grauvaknim pješčarima. Zapravo to su veći fragmenti unutar ofilitskog melanža zbog čega je teško procjenjivati debljine ove formacije. Debljina ove formacije u Krivajsko–konjuškom peridotitskom masivu varira od 1200 do 2000 m.

Kumulatni gabri i peridotiti imaju tipične magmatske strukture, paralelnu teksturu a rjeđe masivnu u gabrima. Ova formacija je petrološki detaljno izučena u unutrašnjosti Krivajsko-konjuškog masiva (Pamić, 1977b), te naročito u dolini Rzava (Pamić i Desmons, 1989). Općenito se smatra da ove stijene nastaju gravitacijskom diferencijacijom in situ koja pri kristalizaciji daje tzv. kumulatne minerale, nastale obaranjem kristala, kao i interkumulatne minerale. Ove stijene obično imaju paralelnu teksturu koja se odražava u izdvajanju centimetarsko-decimetarskih slojeva različitog modalnog sastava (leukokratni i melanokratni gabri), često sa jasnom gradacijom unutar slojeva. U pojedinim kumulatnim masama dolaze i teksturno masivne gabroidne stijene. Bitni mineralni sastojci kumulatnih gabra i peridotita su: olivin, piroksen, klinopiroksen i amfibol; isti kao u tektonitnim lerzolitima+plagioklas.

U Krivajsko-konjuškom kumulatnom masivu, u donjem dijelu, preovlađuju plagioklasni verliti i plagioklasni duniti, dok u dolini Rzava su zastupljeni dunit-harcburgiti, dunit-lerzoliti i dunit-verliti. Gornje dijelove gabroidno-peridotitske formacije izgrađuju različiti varijeteti gabra, rijetko sa proslojcima kumulatnih peridotita. Najzastupljeniji su olivinski gabri i troktoliti, normalni gabri su podređeniji u Krivajsko-konjuškom masivu nego u dolini Rzava.

3. Stijene **dijabaz-doleritne formacije** također su količinski podređenije u odnosu na ultramafitna tijela. Najotkrivenije su na sjevernom rubu Krivajsko-konjuškog ultramafitskog masiva (područje Ribnice) gdje im je debljina preko 1000 m, i pokrivaju površinu od oko 20 km^2. U dolini Rzava oni imaju debljinu 500m (sl. 27). Nailazimo ih i kao manje razbijene fragmente u

tektonskom kontaktu s okolnim sedimentima. Negdje su ti fragmenti izgrađeni samo od dijabaznih stijena, a negdje su samo viši dijelovi dijabazno-doleritne formacije i krovinski bazalti sačuvani kao tektonski fragmenti. U nekim područjima to su homogena tijela dijabaz-dolerita, ali u nekim drugim ulomci su sastavljeni od diabjaz-dolerita u donjim dijelovima koji su prekriveni bazaltnom lavom. Većina tijela dijabaz-dolerita je masivna, što se vivi kod onih iz južnog dijela ultramafitog masiva Ozrena (rijeka Rakovica) i sjevernog ruba Krivaja-Konjuh (dolina rijeke Ribnice). Neka od tijela dijabaz-dolerita karakteristični "sheeted" dijabazi (sl. 27); što je najbolje ilustrirano u dolini Rzav, gdje su u šumovitom kompleksu, osim prevladavajućih dijabaznih dolerita, uključeni i ofitnii gabri (Pamić i Desmons, 1989; Pamić i Tomljenović, 2000).



Slika 27. a) "Sheeted" dijabazi proslojeni sa silovima bazalta kod Višegrada (usjek puta na izlazu iz Višegrada prema Dobrunu), *b) Dijabazi Ribnice* (Krivajsko-konjuški ultramafitni masiv), (foto Hrvatović, 2016).

Rezultate detaljnih ispitivanja dijabaz-doleritne formacije u Krivajsko-konjuškom masivu prikazao je Babajić (2019).

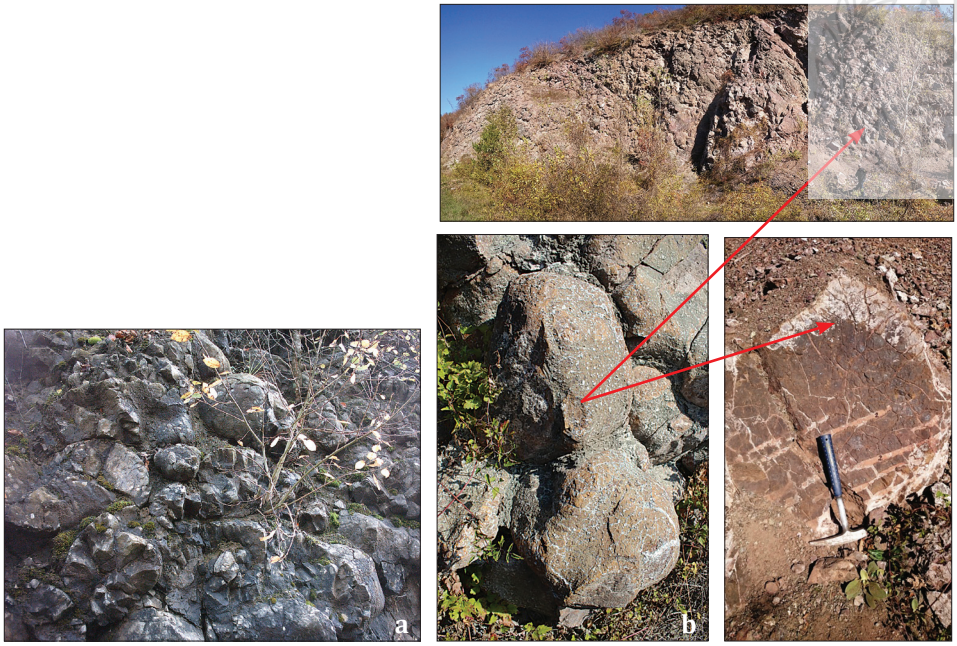
Stijene dijabazno-doleritne formacije imaju gotovo uvijek ofitsku strukturu koja može biti sitnozrna kod dijabaza i srednjezrna kod dolerita. Imaju uvijek masivnu teksturu. Stijene iz ove formacije su rijetko svježe, uglavnom su u različitom stepenu hloritisane i amfibolitisane. Među strukturno krupnozrnim, inače podređenim varijetetima, najčešći su ofitni augit-olivinski gabri. Stijene ove formacije su ponekad metamorfisane u metadijabaze, metadolerite i ofitne metagabre.

Hemijski sastav stijena dijabazno-doleritne formacije je dosta ujednačen. Silicija je najčešće u intervalu 47-49%, kalcijum i magnezijum 8-10%, ukupno željezo 5-8% i alkalija 2-3% (natrij preovlađuje nad kalijem). Po hemijskom sastavu ove stijene se mogu uporeĎivati s abisalnim toleitima recentnih srednjookeanskih grebena.

Porijeklo dijabaz-doleritne formacije se vezuje za predlučne vulkanske formacije ili za početni stadij formiranja vulkanskog luka unutar okeana (BloomeriI sar., 1995; Dilek i Thy, 2009).

4. **Stijene bazaltne formacije** javljaju se kao masivna tijela s jastučastom teksturom. Mogu biti interstratificirani sa piroklastitima i sa sedimentima (ofilitni kompleks Mahnjače-između Žepča i Teslića). Ove stijene su najviše izučavane u krivajsko-konjušjom masivu (Pamić i sar., 1977b). Stijene ove formacije u Ofiolitnoj zoni Dinarida pojavljuju se na tri različita načina: (1) u gornjim dijelovima kompletnih i neporemećenih profila okeanske kore-to su najveće bazaltne mase kao što je u dolini rijeke Rzav i Ribnice-lokaltet Željava (sl. 28), (2) kao jastučaste "lave" i brečaste jastučaste "lave" i (3) masivni tokovi, koji su mjestimično isprepleteni piroklastitima i sedimentima, kao na primjer u ofiolitnom kompleksu Manjače između Žepča i Teslića.

Primarni mineralni sastav je plagioklas i augit. Plagioklas je najčešće albitiziran, rjeđe zeolitiziran. Bazalti imaju ofitsku i rjeđe porfirsku strukturu. Tekstura im je obično masivna. U ovoj formaciji rijetko se nalaze svježi bazalti. Najčešće su to metabazalti (obično spilit).



Slika 28. a) Jastučaste (pillow) *forme bazalta Krivajsko-konjuškog masiva, na lokalitetu Željava* (Hrvatović, 2006); *b) Jastučaste* (pillow) *forme bazalta u dolini Lima* (u usjeku puta rijeka Drina-Rudo).

4. U podini ultramafitnih masiva odnosno tektonitnih peridotitskih tijela javljaju se zone **metamorfnih stijena** koje su predstavljene: a) **amfibolitima** nastalim iz kumulatnih gabrova; b) **amfiboliti** vezani za dijabaz-dolerite, i c) **metasedimentnim stijenama** (Pamić, 1971; Operta, 2004; Šegvić i sar., 2010). Najveća masa amfibolita javlja se na jugu Krivajsko-konjuškog masiva kod Duboštice i Vijake na površini 15x15 km.

a. Amfiboliti porijeklom iz kumulatnih stijena nalaze se uz veće ultramafitne masive, a njihov kontakt karakterizira "proslojavanje" serpentiniziranih peridotita i različitih varijeteta amfibolita, što je najbolje otkriveno na južnom obodu masiva Krivaja – Konjuh. Amfiboliti koji se "proslojavaju" u peridotitima javljaju se i kao fragmenti, površine do 10 km^2, uključeni su u ofiolitni melanž, o čemu svjedoči tijelo peridotit-amfibolita na planini Skatavica. Iz hornblendemetodom K-Ar određena je starost amfibolita od 174 do 157 miliona godina (Lanphere i sar., 1975).

   Ove amfibolitske mase predstavljene su vrstama amfibolita koje su na nekim mjestima praćeni piroksenitnim škriljcima i eklogitima. Najčešće pripadaju amfibolitnoj i granulitnoj faciji. Svaka pojedinačna stijena pokazuje kritične varijacije u sastavu prevladavajućeg amfibola i plagioklasa. U granulitnim "facijesnim" amfibolitima, hornblenda je bogata pargazit – edenitskom komponentom, a prate je kalcitni plagioklas, piropski granat, na nekim mjestima i korund. U amfibolitima je uobičajena hornblenda praćena intermedijatnim plagioklasom i almandinom bogatog granatima. Rubni dijelovi amfibolitske zone Krivaja – Konjuh na Vijaki sastavljeni su od retrogradnih grinšist facija amfibolita sastavljenih od aktinolita i plagioklasa.

b. Amfiboliti vezani za dijabaz-dolerite se zapažaju u manjim zonama amfibolita koji su uglavnom sastavljeni od bimineralnih amfibol+plagioklasnih stijena. Ove stijene su uglavnom nastale u P-T uslovima amfibolitske i epidotno-amfibolitske facije. Sastav minerala uključuje uobičajeno hornblendu, aktinolit i plagioklas.

c. Metamorfisane sedimentne stijene nalaze se uz rubove nekog većeg ultramafitnog masiva, naprimjer, masiva planine Borje. Za razliku od amfibolita, ove metamorfne sekvence nisu dovoljno proučene. Ovaj se metamorfizam mogao dogoditi pod utjecajem čvrstih, ali još uvijek zagrijanih ultramafitnih blokova tokom njihove obdukcije preko pješčara i šejlova.

5. Na **listvenite** Dinaridske ofiolitne zone (na sjeveroistočnom obodu Ozrenskog ultramafitskog masiva) prvi je ukazao Vakanjac (1962) dok su ih Pamić (1974) detaljnije prikazao sa aspekta mineralogije i petrografije, a kasnije je Pamić (1978) izdvojio tri grupe listvenita: talkni listveniti, kvarcni listveniti i karbonatski listveniti. Listveniti su prvi put otkriveni na Uralu, a opisao ih je njemački geolog Rose (1842).

Dinaridski listveniti smješteni su na sjeveroistočnoj margini Dinaridske ofiolitne zone, duž dubinskog Sprečansko-kozaračkog rasjeda i duž rasjeda koji se nalaze u blizini tercijarnih magmatskih tijela na području Žepča i Tešnja. Ova zona dubokog rasjeda uključuje nizove jurskih ofiolitnih formacija, serpentinite, trijaske metamorfisane karbonate, paleozojske filitične škriljce i postorogene magmatske stijene.

Listvenite obično nalazimo duž rasjeda, u vidu zona dužine od nekoliko stotina metara pa do 2 km i širine do nekoliko stotina metara. Također, javljaju se u obliku sočiva i žica decimetarsko-metarskih dimenzija u serpentinisanim peridotitima. Osnovna crta ovih listvenita su smeđa do crvenkastoseđa i zelena boja, mm žice i mm-cm sočivca sa kvarcom i piritom, halkopiritom i sfaleritom. Posebna karakteristika je pojava šupljikavosti što se može vezati za djelovanje CO_2 prilikom nastanka listvenita. Obzirom na velike količine termomineralne vode, u zoni Sprečansko-kozaračkog rasjeda, koja je bogata CO_2, listveniti su vjerovatno formirani reakcijom tekućina bogatih CO_2 s peridotitima i okolnim sedimentima. Rasjedi i rasjedne zone su dopuštale probijanje s tekućinama bogatim CO_2, kroz peridotite, koje su vezane za postorogeni magmatizam u Dinaridima. Prisustvo listvenita, Pamić (1978), povezuje sa sijenitsko-granitskim stijenama. Hrvatović i sar. (2021) su prilikom geološke prospekcije na području Žepča i Tešnja uočili da su sve pojave mineralnih voda smještene u listvenitima. Autor je na području Maglaja po prvi put, u Dinarskoj ofiolitnoj zoni, pronašao fuksit (minerali bogati hromom) karakteristične zelene boje.

Geološki zavod iz Sarajeva je u periodu od 1968 do 1970 godine izveo geološka istraživanja, na sjeveroistočnom obodu ulramafitnog masiva planine Ozren, u okviru geofizičke anomalije koja je ukazivala na potencijalnu rudonosnu zonu. Istražnim bušenjem i rudarskim radovima otkriveno je na dubini od 25 do 80 m, rudno tijelo debljine 4-39 m (Olujić, 1971, kasnije objavio Baraković, 2005). Rudno tijelo je smješteno u silicijsko-karbonatnim listvenitima sa prosječnim sadržajima Pb=0,2-3,1%; Zn=0,5-4,9% i Ni=0,1-2,9%.

Hemijskim analizama jezgra bušotina, utvrđen je u pojedinim dijelovima rudnog tijela, veoma visok sadržaj cinka do 10% a nikla 5-15%.

Termin listveniti se generalno koristi za metasomatske stijene koje su produkt jake transformacije (karbonatizacija, silifikacija) primarnih ultrabazičnih stijena ofiolitnih kompleksa. Nastanak listvenita u Dinaridskoj ofiolitnoj zoni je vezan za tercijarni postorogeni magmatizam kada su mase ultramafitnih stijena, najčešće peridotita, izmijenjene u hidrotermalno-metasomatskom stadijumu (listvenitizacija) uz djelovanje tekućina bogatih sa CO_2. Ključnu ulogu u listvenitizaciji imaju rasjedi i rasjedne zone koje su bile put za cirkulaciju tečnosti bogatih sa CO_2 i koje su transformirale serpentinizirani peridotit u siklicijumom i karbonatima bogat listvenit. U silikatnim listvenitima su utvrđeni maksimalni sadržaji Pb-8,9%, Zn,-3,1%, Ni-2,9%, Ag-126 g/t i Au-7,6 g/t i Cu-955 g/t (Hrvatović, i sar., 2021).

Na osnovu gore navedenih podataka mogu se izvesti sljedeći zaključci o dinaridskim ofiolitima:

1. Ofioliti Dinarida predstavljaju fragmente mezozojske okeanske kore koja je nastala u Dinarskom dijelu Tetisa u periodu od oko 150 miliona godina. Glavna masa okeanske kore nastala je u progresivnom otvaranju Dinarskog dijela Tetisa od gornjeg trijasa do gornje jure kada su započeli procesi supraokeanske (intraokeanske) subdukcije koja je praćena obdukcijom ofiolita na apulijsku marginu. Nakon toga nastalo je stvaranje okeanske kore tokom krede i donjeg paleogena u reduciranom okolišu Tetisa, tj. izalučnom bazenu ("back-arc basin" – BAB). Konačni procesi subdukcije okeanske kore bili su praćeni drugim postavljanjem ofiolita do kojeg je došlo tokom konačne eocenske deformacije koja je dovela do konačne strukture Dinarida i njihovog uzdizanja.
2. Prevladavjući tektonitni peridotiti prodirali su kao čvrsta tijela na što ukazuju njihove strukturno-petrološke značajke. Na temelju geotermometrijskih i geobarometrijskih proračuna može se zaključiti da su lerzoliti nastali pri temperaturi 1050-1250 C^O i pritisku od 16-28 kbar.
3. Formaciju kumulatnih peridotite i gabrova karakterizira izrazito ritmičko raslojavanje kao rezultat relativno sporog odvajanja kristala iz primarne otopine bazalta.
4. Ofioliti Dinarida obuhvataju i relativno manja, ali masivna tijela dijabaz-dolerita. Za razliku od drugih kompleksa ofiolita, "sheeted" kompleksi ne uključuju samo dijabaz i dolerit, već i dajkove ofitnih gabrova koji sadrže i olivin kao glavni mineral za formiranje stijena.
5. Svi ofioliti su pogođeni metamorfizmom okeanskog dna: serpentinizacija ultramafita, sosiritizacija gabrova i dijabaz-dolerita. Ofioliti su također bili pod utjecajem metamorfizma tokom njihovog postavljanja,

što je vidljivo iz primarnih mafitnih stijena iz kojih su nastali amfiboliti. Stijene bazaltne formacije pretrpjele su najjači metamorfizam pokazan spilitizacijom i zeolitizacijom primarnih plagioklasa.

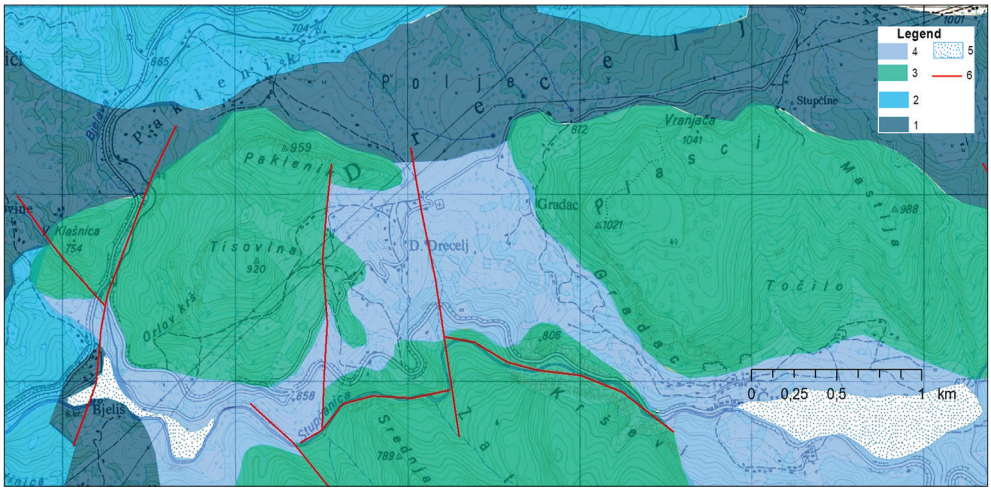
6. Ultramafitne formacije i melanž pokrivaju sedimenti istaloženi tokom transgresije koja je uslijedila nakon obdukcije ofiolita. Post-obdukcijska sedimentacija, iznad ulframafita, je gornjojurska (od titona) do gornjokredna. Sastoji se od klastičnih formacija i formacija plitkovodnih i grebenskih karbonata bogatih rudistima. Prije samog taloženja sedimenata ulramafiti su bili izloženi subaeralnom raspadanju i pedogenezi što je dovelo do stvaranje alteracijske kore debljine nekoliko metara što je za rezultat imalo stvaranje horizonata bogatih Fe-Ni mineralima.

Nakon stvaranja kore raspadanja slijedi klastična sedimentacija u fluvijalnom okolišu (najbolji izdanci fluvijalnih sedimenata se mogu vidjeti u Pogarskoj formaciji između Maglaja i Zavidovića), zatim slijede pelitni i karbonatni sedimenti bočatne vodene sredine, marinski karbonatno-glinoviti sediment i na kraju rudistni krečnjaci. Debljina facija transgresivnih formacija je promjenjiva u Dinarskoj ofiolitnoj zoni od nekoliko desetina do preko 300 metara (formacija Pogari, područje Žepče-Zavidovići-Maglaj, Hrvatović, 2006).

Najbolji izdanci transgresivnih formacija su otkriveni ma području Olova (na lokalitetu D. Drecelj), na lokalitetu Vijenac (kamenolom krečnjaka kod Lukavca), na području između Maglaja – Zavidovića – Žepča i na području Vardišta kod Višegrada (Olujić i Karović 1986; Pamić i Hrvatović, 2000a; Hrvatović i sar., 2005a, Hrvatović, 2006). Stratigrafski stubovi ovih transgresivnih formacija su prikazani na sl.30.

Na području D. Drecelj izdvojene su dvije formacije (Strajin i sar., 1980): 1. gornjojurski klastiti (formacija klastiti D. Drecelja) i 2. krečnjaci (formacija krečnjaci D. Drecelja). Klastiti sadrže konglomerate, breče i pješčare. Breče i konglomerati sadrže zaobljene i nezaobljene klaste rožnaca, peridotita, gabrova, dijabaza i serpentinita što indicira da su ofioliti bili izloženi površinskoj eroziji. Krečnjaci konkordantno leže preko klastita (sl. 29, 30). Uočava se da karbonatna sedimentacija počinje sa 0,5 do 4-6 m debelim "gromuljastim" krečnjacima (sl. 31b). U krečnjacima su utvrđeni makrofosili titona (gornja jura): *Ellipsactinia ellipsoidea*, *Ptygmatis carpathica*, *Diceras cf. luci* i mikrofosili: *Bacinella irregularis*, *Nautoloculina oolitica*, *Macroporella sp.* i hydrozoe (Strajin, i sar., 1980). U kontaktnoj zoni krečnjaka i ultramafitnih formacija mogu se zapaziti tragovi kore raspadanja koja je predstavljena raspadnutim peridotitima, zelenim glinama i limonitima.

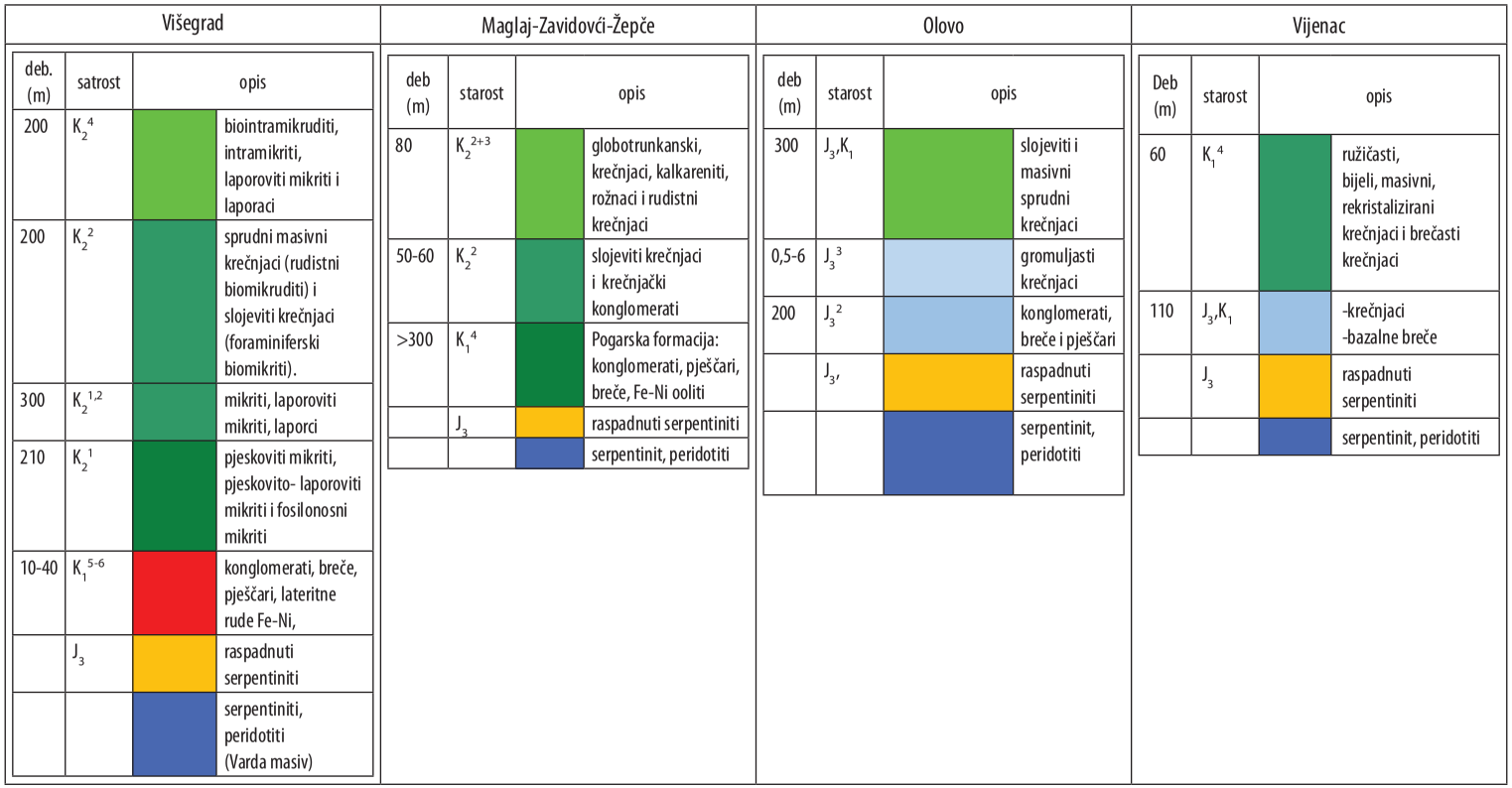
Klastiti i krečnjaci na području D. Drecelj ukazuju na to da je prva obdukcija ofiolita morala biti izvršena prije taloženja klastita.



Slika 29. Pojednostavljena geološka karta područja D. Drecelj kod Olova (na osnovu Osnovne geološke karte, list Vlasenica, Strajin i sar., 1977).

Legenda: 1. "Olistostromni ofiolitni melanž" ili "divlji fliš"; 2. Ultramafitne formacije, Transgresivne formacije; 3. Gornjojurski klastiti; 4. Gornjojurski-donjokredni krečnjaci, 5. Aluvium; 6. Rasjed

ANU BiH АНУ БиХ



Slika 30. Stratigrafski stubovi transgresivnih formacija u Dinarskoj Ofiolitnoj zoni na području Višegrada, Maglaja – Zavidovića – Žepča, Olova i Vijenca (na osnovu Osnovne geološke karte, list Vlasenica, Strajin i sar., 1977; Zavidovići, Pamić i sar., 1971; i Višegrad, Olujić i sar., 1985).



Slika 31. Transgresivne formacija na lokalitetu D. Drecelj kod Olova: 1) klastiti, 2) "gromuljasti" krečnjaci, 3) krečnjaci

Formacija "krečnjaci Vijenca" (kod Lukavca) leže transgresivno preko ultramafitnih formacija. Mogu se odvojiti dva tipa ili nivoa "krečnjaka Vijenca" (Rabrenović, 1985). Prvi tip ili niži nivo su kristalni masivni krečnjaci ispod glavnih baremskih krečnjaka. Ovaj nivo krečnjaka sadrži kalpionele, tintinopsele, radiolarije, male gastropode itd. Identificirani makrofosili su elipsaktinije, nerineje, tintinopslele, školjke, ehinoide itd. Ovaj niži nivo krečnjaka čini prelaz titon-neokom što ukazuje na obdukciju ofiolita prije taloženja ovih krečnjaka.

Drugi tip (viši nivo) su ružičasti, bijeli, masivni, rekristalizirani i brečasti krečnjaci. Nisko u ovom nivou, u brečastom krečnjaku pronađeno je nekoliko primjeraka ehinoidne vrste *Pyrina incisa* d'Orb. Preko njih su baremski grebenski krečnjaci sa nerineama: Nerinea gigantea d'Grb., N. coquandi d'Orb.



Slika 32. Transgresivna formacija na lokalitetu Vijenac kod Lukavca, a) bazalne breče i konglomerati, b) brečasti i krstifikovani krečnjaci, kaverne zapunjene crvenom glinom (Foto Đulović, 2005).

Sličan razvoj krečnjaka, koji su transgresivni leže preko ultramafita, utvrđen je u dolini rijeke Krivaje (na lokalitetu Sokolina). U njima su određeni mikrofosili: Bacinella irregularis, lituolide i alge, što ukazuje na prelaz titon-neokom (Burić i sar., 1970; Gaković, 1972; Živanović, 1972).

Na području između Žepča, Zavidovića i Maglaja, ofiolitni melanž je prekriven stijenama Pogarske formacije (Katzer je 1906. označio kao "it" seriju, a Jovanović 1961. kao Pogarsku seriju, bez stratigraske pripadnosti). Na Osnovnoj geološkoj karti starost Pogarske formacije je označena kao J,K (Pamić i sar., 1973). Pogarska formacija sastoji se od breča, konglomerata, krupnozrnih pješčara i pjeskovitih lapora. Grubozrni klasti se sastoje od peridotita, serpentinita, dijabaza, dolerita, gabra, amfibolita, pješčara, škriljaca, rožnaca i krečnjaka. Glavne teksturne osobine su talasasta laminacija, gradacija (sl. 33) i karakteristike koje ukazuju na fluvijalnu sedimentaciju (naročito u donjim nivoima Pogarske formacije). Konglomerati Pogarske formacije sadrže blokove i valutice sa faunom iz titonsko-neokomskog i baremskog krečnjaka (sl. 33). Otkrivena fauna u krečnjacima iz konglomerata sugerira da su klastiti iz Pogar formacije nastali u baremu i donjem aptu (Hrvatović, 2006).

Naslage Pogarske formacije vjerojatno su nastale u vrijeme široko rasprostranjenog tektonskog kolapsa, koji je uključivao orogeni pojas nakon subdukcije/obdukcije i povezane kompresije (najgornja gornja jura – donja kreda). Povećanje energije reljefa vezano za fazu kompresije pokrenulo je taloženje krupnozrnih naslaga rijekama visoke energije (u klastitima ima blokova krečnjaka i ultramafita veličine i preko 1 m^3), dok je kasniji orogeni kolaps potaknuo razvoj karbonatnog transgresivnog slijeda.

Posebnu karakteristiku Pogarskoj formaciji daju crvenkasti rapakivi graniti (sl. 33 a i 33-1) pretpostavljene variscijske starosti. Graniti pripadaju alkalno-feldspatskom tipu granita kojeg karakteriše visok sadržaj silicijum dioksida (uglavnom 76-77%), nizak FeO (oko 0,7-0,8%), vrlo nizak MgO (oko 0,2%) i relativno visok Na_2O (oko 4%) i K_2O (oko 4%). Kompatibilni elementi u tragovima su vrlo niski (Cr do 10 g/t, Ni manje od 1 g/t, V do 2 g/t). Torij je mnogo veći (do 8 g/t) od U (2 g/t), dok je Zr u prosjeku oko 50 g/t.



Slika 33. Pogarska formacija: a) Elipsaktinija gornje jure (titon) *u bloku krečnjaka iz Pogarske formacije, b) Konglomerati Pogarske formacije* (fragmenti i blokovi su krečnjaci titona, dijabazi, peridotiti, rožnaci, pješčari i crveni rapakivi graniti), foto Hrvatović, 2010.



Slika 33-1. a) gradacija u Pogarskoj formaciji b) 1. valutice crvenog rapakivi granita u Pogarskoj formaciji

Preko Pogarske formacije nalaze se sedimenti gornje krede u kojima se mogu razlikovati: a) slojeviti krečnjaci i krečnjački konglomerati turona i b) globotrunkansni, krečnjaci, kalkareniti, rožnaci i rudistni krečnjaci senona. Ove stijene otkrivene su na području Žepča i Maglaja. U sedimentima gornje krede dokazana je turonska (*Orbitolina confusa*, *Orbitolina trochus*, *Cuneolina pavonia parva*, *Nummoloculina heimi*, fragmenti rudista, itd.) i senonska mikroasocijacija (*Globotruncana arca*, *Globotruncana lapparenti tricarinata*, *Siderolites calcitropoides*, *Nummolocullina heimi*). Navedene karbonatne stijene vjerovatno su transgresivne preko Pogarske formacija zbog toga što se nije moglo dokazati prisustvo postneokoma i cenomana (Sunarić-Pamić i sar., 1971).

Transgresivne formacije na području Višegrada su predstavljene gornjokrednim sedimentima (Olujić i Karović, 1985 i 1986). Gornjokredni sediment počinju "paketom" grubozrnih i krupnozrnih klastičnih sedimenata sa niklonosnim oolitskim rudama željeza. Rudonosni "paket" debljine od nekoliko do 40 m, leži direktno na ultramafitima ili preko metarskog "paketa" grubozrnih konglomerata. Ovaj slojevito-bankovitii "paket" izgrađen je od ooida željeza i manje ili više željezovitih sedimenata: mikrokonglomerata, arenita, pjeskovitih glinaca i rijetko rožnaca (sl. 34).

Preko rudonosnog "paketa" ili direktno preko ofiolitne podine leže glinovito-karbonatno-klastični sedimenti. U ovom "paketu" sedimenata se javlja obilje makrofosila (*Lima sp*., *Ostrea sp*., *Glauconia sp*., *Cerithium sp*., *Neithea sp*., *Natica sp*., *Cardium sp*.) i rjeđe mikrofosila (*Hemicyclammina sigali*, *Aeolisaccus incostans*, *Cuneolina sp*.), ukazujući na cenomansku starost. Pri vrhu jedinice determinisani su *Cardium productum*, *Neithea lapparenti*, *N. cf. inconstans*, *Cerithium cf. tenoculense*, zatim *Cuneolina parva*,

Marinella lugeoni i *Pseudocyclammina sp*. prema kojima taj dio možda zalazi i u najniži donji turon(?).

Preko slojevitog-bankovitog karbonatno-glinovitog "paketa" leže sprudni masivni krečnjaci (rudistni biomikruditi) i slojeviti krečnjaci (foraminiferski biomikriti). U krečnjacima su utvrđeni sljedeći fosili: *Hipuritella resectus*, *Vaccinites rousseli*, *Hipuritella grossouvre*, *Biradiolites angulosus*, *Radiolites sp*., *Bournonia sp*., *Durania spadai*, *D. cf. Cornupastoris*, *Souvagesia sp*., *Bacinella irregularis*, *Valvulammina picardi Cuneolina cf. parva*. Ova asocijacija fosila ukazuje na gornji turon. Preko ovih sedimenata slijede masivni rudistni krečnjaci sa Distefanella heraki i Vaccinites narentanus (gornji turon-donji senon).

Najmlađa jedinica gornje krede počinje smjenom metarskih i debljih "paketa" izgrađenih od biointramikrudita, intramikrita, laporovitih mikrita i laporaca. Sekvence najčešće počinju grubozrnim nesortiranim biointramikruditima koji oštro prelaze u intramikrite ili laporovite mikrite a ovi postepeno u laporce. Završna jedinica gornjokrednih sedimenata stvarana je u uslovima koji su omogućavali povremeno formiranje mutnih tokova i odlaganja njihovog materijalnog sadržaja u području stvaranja proksimalnih facija. Prema foraminiferskoj asocijaciji: Pithonella ovalis, Stomiosphaera sphaerica, Cuneolina pavonia parva, jedinica pripada turon-senonu. Prema literaturnim podacima (Slišković, 1974), radiolitidi ukazuju na donji senon (*Milovanovicia dobrunensis*, *M. bosniaca*) i santonu-donjem kampanu (*Praelapeirouseia wiontzeki*).

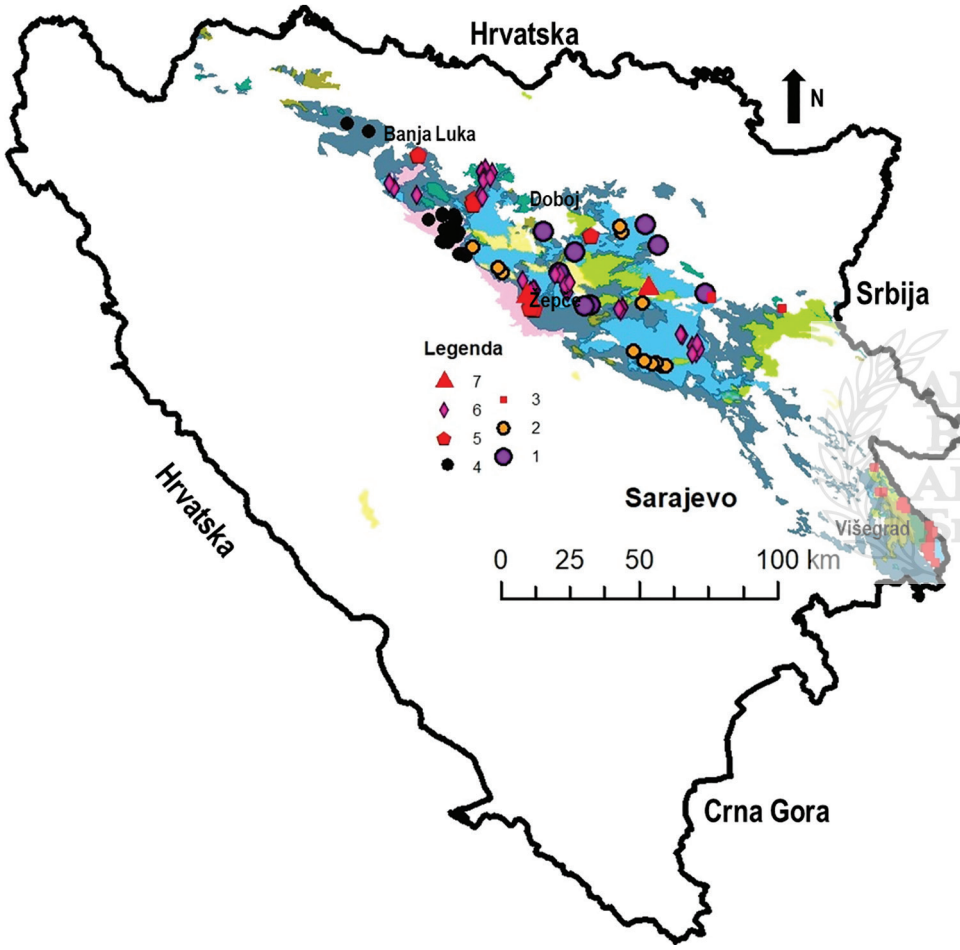
Na području ofiolitne zone utvrđene su i pojave kore raspadanju serpentinita (debljine preko 30 m), neogenske starosti, na području Živinica (Hrvatović, 1983) i Žepča (Hamzabegović, i sar., 2001).



Slika 34. Trasngresivna formacija klasita na lokalitetu Vardište kod Višegrada, foto Hrvatović, 2008.

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: hrom, mangan, magnezit, kobalt, nikl, cink, olovo, srebro, bakar, zlato, arhitektonsko-građevinski i tehnički kamen, abiotički plinovi, mineralne vode i voda za piće.

Na slici br. 35. Prikazana je distribucija mineralnih sirovina u Ofiolitnoj zoni Dinarida.



Slika 35. Distribucija najvažnijih genetskih i paragenetskih tipova ležišta mineralnih sirovina u Dinarskoj ofiolitnoj zoni

Legenda: 1. Pb, Zn, Ni, Ag, Au, Cu u listvenitima; 2. Ležišta i pojave hromita u peridotitima; 3. Ležišta i pojave lateritnih ruda Fe-Ni-Co u kori raspadanja serpentinita; 4. Ležišta mangana u formaciji radiolarita; 5. Ležišta i pojave bakra u dijabazima i amfibolitima; 6. Ležišta i pojave magnezita; 7. Ležišta i pojave željeza.

5. SAVSKO-VARDARSKA ZONA

Savsko-Vardarska zona u užem smislu (*sensu stricto*), kako ju je definirao Kosmat (1924), izdvojena je u Makedoniji kao "sendvič" zona široka 40-70 km, između Pelagonida i Srpsko-makedonskog masiva. Sa produženjem na sjever i sjeverozapad kao zona Vardarske zone u širem smislu (*sensu lato*) (Aubouin, 1974), i u smjeru jugoistoka do Soluna u Grčkoj može se pratiti na dužini od oko 900-1000 km. Južno od Beograda u smjeru zapad-sjeverozapad proteže se južno od rijeke Save u Bosni do linije Zagreb – Zemplin na sjeverozapadu. Zbog toga bi bilo prikladnije da se ova zona nazove Savsko-vardarska.

Na osnovu podataka (Pamić i sar., 1993, 1998a, 2002), bosanski dio Savsko-vardarske zone sastoji se od sljedećih formacija:

1. Kredno-donjopaleogenski fliš je najkarakterističnija jedinica koju izgrađuje albsko-cenomanski «parafliš» (Dimitrijević i Dimitrijević, 1985) preko kojeg transgresivno "leže" turonsko-mastrihtni-donjopaleogenski turbiditi (Jelaska, 1978); u nekim područjima su u senonskim dijelovima fliša interstratificirani sinhroni subdukcijski bazalti i rioliti;

2. Tektonizirani kredno-donjopaleogenski ofiolitni melanž je druga najvažnija i najkarakterističnija jedinica Savsko-vardarske zone. Razlikuje se od jurskog olistostromskog melanža u višem stepenu tektoniziranosti matriksa u kojem dolaze fragmenti kredno-paleogenskih ofiolita i "egzotičnih" krečnjaka od kojih su najmađi donjopaleogenske starosti;

3. Progresivnometamorfne sekvence srednjopaleogenske starosti, nastale regionalnim metamorfizmom gornjokredno-donjopaleogenskih flišnih formacija;

4. Granitoidne stijene predstavljene S-, I- i A-granitima eocenske starosti na Motajici (48,7 miliona godina; Lamphere i Pamić, 1992) i kredne starosti na Prosari (82 miliona godina, Ustaszewski, 2009) i češćim oligocenskim postkolizijskim I-granitima i istovremenim andezit-šošonitima;

5. Post-orogeni vulkaniti.

Vardarska zona, posebno njeni sjeverni dijelovi, su pokriveni neogenim sedimentima južnopanonskog bazena.

5.1. Kredno-donjopaleogene flišne formacije

Najstariji dijelovi, koji su slabo očuvani, su naprimjer na planini Majevici, zastupljeni su turonskim krečnjacima, škriljcima, karbonatnim škriljcima, pješčarima i brečama. U istočnim dijelovima Vardarske zone u Srbiji, ovi najstariji delovi predstavljeni su donjokrednim klastično-karbonatnim paraflišnim formacijama koje se mogu pratiti na dužini od oko 250 km (Dimitrijević, 1995).

Ove formacije i mlađi nizovi fliša iz gornje krede koji se odnose na aktivnu kontinentalnu marginu Tetisa taloženi su u rovu pretpostavljenog magmatskog luka u kojem su nastali turbiditni sedimenti (Jelaska, 1978). Taloženje turbidita započelo je u kampan-mastrihtu i nastavilo se kroz paleocen, donji i srednji eocen (lutecijan).

Flišne formacije su najvidljivije na planinama Majevica i Trebovac, koje u jezgru antiklinorija sadrže jako tektonizirane tvorevine ofiolitnog melanža u kome se nađu i plivajući blokovi peridotita, kao npr. Zeleni kamen na izvoru rijeke Tinje. U istočnim dijelovima planine Majevice, flišne formacije padaju u produžetak Jadarskog bloka. U Jadarskom bloku kod Teočaka vide se sedimentne stijene gornjeg perma i donjeg trijasa (sl.36).

Gornjepermski slojevi su predstavljeni bituminoznim tamnosivim i crnim krečnjacima s interkalacijama šejlova koji sadrže bogate i raznolike mikroasocijacije foraminifera i algi *Gymnocodium bellerophontis* (Rothpletz), *Mizzia velebitana* (Schubert) i *Atractyliopsis lastensis* Accordi.

Donjetrijaski slojevi podijeljeni su na naslage indija i olenekija u kojima su utvrđene gastropode i školjke, kao i mikrofauna sa *Meandrospira iulija* (Premoli cf. Silva), *Ammodiscus incertus d'Orbigny* i *Glomospira sp.* (odredio Pantić u Pantić i Čičić, 1970).

Permsko-trijaski interval na području Teočaka proučavan je sedimentološki i mikropaleontološki pomoću foraminifera i konodonata. Analizirani profil kod Teočaka sastoji se od "formacije Belerofon" i "Werfen formacije" koja uključuje prijelazne slojeve (Kolar-Jurkovšek, i sar., 2021).

Zaključak tih proučavanja je sljedeći:

– Tipovi mikrofacijacija od vekstona/pekstona iz "Bellerophon formacije" ukazuju na taloženje u plitkoj subtajdalnoj laguni bogatoj biotom (uglavnom algama). Plitki lagunski uslovi mijenjaju se prema dolje u intertajdalna/supratajdalna stanja u kojima su istaloženi dolomiti. U permsko-trijaskom, muljem bogatom graničnom intervalu (prijelazni slojevi), nedostaju organizmi, osim rijetkih ostrakoda. Na taloženje su uticali i mikrobi (cijanobakterije) koji odražavaju promijenjene uslove u vremenskom intervalu granice

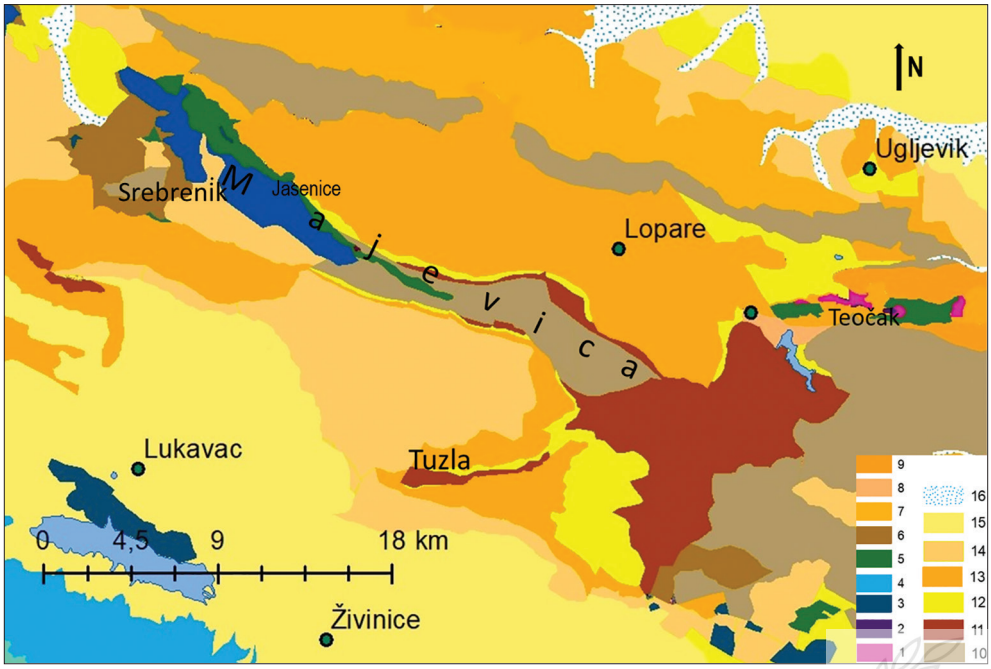
perm-trijas. Na taloženje u mlađim slojevima (dienerj-smitij) utjecali su terigeni unosi materijala, a međuslojevi alevroliti/pješčari taloženi su zajedno sa ooidnim/bioklastičnim zrncima (uobičajena litologija dienerij-smitij intervala u Dinaridima). Madstoni ukazuju na ulogu oluja u taloženju u ranom spatiju. Za trijaske slojeve pretpostavlja se taloženje na plitkoj epikontinentalnoj rampi sa izraženom dugotrajnom transgresijom.

– U "Belerofonskoj formaciji" (gornji perm, čangisingij) su zastupljeni krečnjaci tipa vekston/pekston sa fosilnim ostacima alge Gymnocodium i fragmentima ježinaca i školjki. Od foraminifera, određene su *Hemigordius aff. H. komiricensis Nestell*, *Sudar*, *Jovanović & Kolar-Jurkovšek*, *Hemigordius sp*., *Midiella? sp*. i *Polarisella sagitta* (K. Miklukho-Maklay), holoturije i konodonti roda Hindeodus sa vrstom H. typicalis (Sweet).

– Nakon prethodnog intervala u kratkom vremenskom periodu taložili su se dolomiti i evaporiti. Zatim se talože "prijelazni slojevi" vremenskog raspona od najvišeg čangisingij do donjeg grinsbaha i uključuje permotrijasku granicu. U stijenama tog intervala gotovo u potpunsti izostaju skeletni fragmenti organizama. Stijene se sastoje dominantno od najsitnijeg mikrita (ili mikrosparita), uz rijetku pojavu ljušturica ostrakoda. Ovaj nagli izostanak fosila interval "prijelaznih slojeva" ukazuje na granicu perm-trijas. Konodontnu zajednicu sastavlja populacija Hindeodus-Isarcicella, među kojim su determinirane vrste *Hindeodus parvus* (Kozur & Pjatakova), *Isarcicella isarcica* (Huckriede) i *I. staeschei* Dai & Zhang.

– Prekid nepoznatog trajanja odjeljuje interval "prijelaznih slojeva" od sljedećeg intervala u donjem trijasu. Taj interval je kasnodienerijske do ranosmitijske starosti, a konodontna vrsta *Eurygnathodus costatus* Staesche ukazuje na blizinu granice indij-olenekij. Mikrofosilnu zajednicu pored rijetkih foraminifera Ammodiscus i sitnih gastropoda zastupaju još konodontne vrste *E. hamadai* (Koike) i Hadrodontina sp. Vršni interval slijeda predstavljaju spathijske naslage (kasni olenekij), čija starost je dokazana na osnovu konodontne zajednice sa rodom Triassospathodus u asocijaciji sa predstavnicima familije Ellisoniidae. Slojevi odgovaraju karbonatnim madstonima u kojima su prisutni i fosilni fragmenti školjki i ježinaca. Moguće da krupni skeletni materijal predstavlja olujni talog nakupljen u bazi olujnih slojeva pa taloženje u ovom intervalu svjedoči o olujnoj komponenti taloženja u relativno dubljem okolišu (dalje od obale) u odnosu na taloženje prethodnoga intervala.

U slijedećem intervalu se zapaža izmjena klastita sa slojevima tipa madstona u kojima dominira karbonatni mulj (mikrit), ali je prisutno i sve više bioklasta od ljuštura školjki, puževa i ježinaca. Rjeđe su prisutni krečnjaci tipa



Slika 36. Pojednostavljena geološka karta šireg područja planine Majevica (pojednostavljena OGK list Tuzla, Čičić i sar., 1990; Zvornik, Mojsilović i sar., 1975; i Brčko, Buzaljko i sar., 1985).

Legenda: 1. Gornjopermski sedimenti u Teočaku, 2. Donjotrijasi sedimenti u Teočaku, 3. Jurski ofiolitni melanž, 4.Jurske ultramafitne formacije, 5.Gornjokredni masivni i pločasti glinoviti krečnjaci i pješčari, 6.Paleocensko-eocenski masivni do bankoviti krečnjaci, alevroliti, glinci, lapori i pješčari, 7.Paleocensko-eocenski pjaeščari, alevroliti, glinci i rjeđe krečnjaci, 8.Donjoeocenski fliš: pješčari, alevroliti i lapori, 9.Srednjeeocenski laporoviti pješčari, konglomerati, krečnjaci i pjeskoviti krečnjaci, 10.Gornjeeocenski fliš: masivi i bankoviti pješčari, tankouslojeni glinci, glinoviti lapori i rjeđe konglomerati, 11. Oligocenski lapori, glinci, pješčari, konglomerati, gline, 12. Donjomiocenski krečnjaci (Slavninovićki krečnjaci), 13.Donjomicoenski kontinentalni klastični sedimenti, 14. Srednjemiocenski (sona formacija) – gornjomiocenski marinski sedimenti Panonskog bazena, 15. Panonski i "pontski" sedimenti sa ugljenim slojevima, 16. Kvartarni sedimenti.

greinston građeni od kompleksnih ooida ili obavijenih bioklasta. Ovakav tip izmjene sedimenata ukazuje na pojačani donos klastičnog materijala s kopna. Prisutnost skeletnih fragmenata u sastavu krečnjaka, koji dokazuju prisustvo fosila, ukazuje da je već u indiju nastupio oporavak živoga svijeta

- Na osnovu prisutnih mikrofosilnih zajednica može se utvrditi prisutnost sljedećih konodontnih zona: gornjopermska praeparvus (čangsingij) i donjotrijaske isarcica-staeschei (grinsbah), costatus (gornji dienerij – donji smitij) i hungaricus (donji spatij). Stijene profila Teočak pored permsko-trijaske

granice obuhvaćaju i granicu indij-olenekij. Dobijeni podaci su vrijedan izvor paleontoloških podataka i daju važan doprinos za paleobiogeografiju zapadnog Tetisa. Za sada je to jedini lokalitet sa permsko-trijaskim intervalom u Bosni i Hercegovini i zbog relevantnosti se taj geološki profil predlaže za upis u registar prirodnog naslijeđa državnog značaja.

Anizik na području Teočaka nije utvrđen, možda mu pripadaju "bankoviti" i masivni dolomiti sa uklopima rožnaca. U krečnjacima sa kojima se profil nastavlja nađena je foraminiferska i konodontska mikrofauna koja već pripada gornjem ladiniku. Transgresivno na tom ladiniku leže krečnjaci sa rudistima gornje krede, katova santon odnosno kampan, dok su poviše Kozluka utvrđene foraminifere (orbitoides, siderolites) i rudisti (hipurites) kampan-mastrihta (Čičić, 1968). Na tom, jadarskom dijelu Majevice nema stijena jurske starosti, pa ni samog ofiolitnog melanža. Geološki stub Majevice prikazan je na slika 37.

Više ili manje diskordantno preko eocena, u nižim dijelovima Majevice, su sedimenti gornjeg oligocena (hat) koji je dokazan nalaskom sisara (antrakoterijum) iz uglja glavnog sloja rudnika Ugljevik još u prvoj polovini ovog vijeka (Laskarev, 1925) i ponovo (Malez i Thenius, 1985) nalaskom kadurkoterijuma. Inače granica oligocen-miocen nije nigdje pouzdano utvrđena, pa se slatkovodne naslage Majevice te Loparskog basena nazivaju oligomiocenskim. One imaju ukupnu debljinu do 1000 m (Soklić, 1975). Raščlanjene su litostratigrafski na pet "horizonata". Od fosila najviše je zastupljena flora šumskog lišća i polena, za sada posve neiskorištena. Od faune nađu se oskudni ostaci puževa i ostrakoda. U sklopu petog "horizonta" (slavinovićki krečnjaci) nalazi se također slabo očuvana fauna školjkaša (*Congeria antecroatica* Katzer i dr.) i puževa (Clivunellidae) koja se može pratiti središnjim grebenom Majevice od Srebrenika (Huremi) preko Stare Majevice (Lamešić), Potraža (Banj Brdo) do sjeverno od Priboja (Lipovački potok), slika 36. Taj horizont nesumnjivo pripada donjem miocenu. Donji miocen Loparskog basena ne razlikuje se bitno od onog u Tuzlanskom bazenu. U srednjem miocenu (badenu) dolazi Loparski bazen u sklop normalno slanog kontinentalnog mora Paratetisa. U gornjem badenu tamo se javljaju i paragrebeni izgrađeni od talasima nanijetih ljuštura i skeleta vapnenog sastava koji su pripadali puževima, školjkašima, foraminiferama, koraljima, brizojima, crvima, krečnjačkim algama i dr. To je poznati krečnjak nazvan po planini Leita jugoistočno od Beča. Taj se krečnjak pored ostalog, zbog lahke drobljivosti, koristi za kalcifikaciju tla.

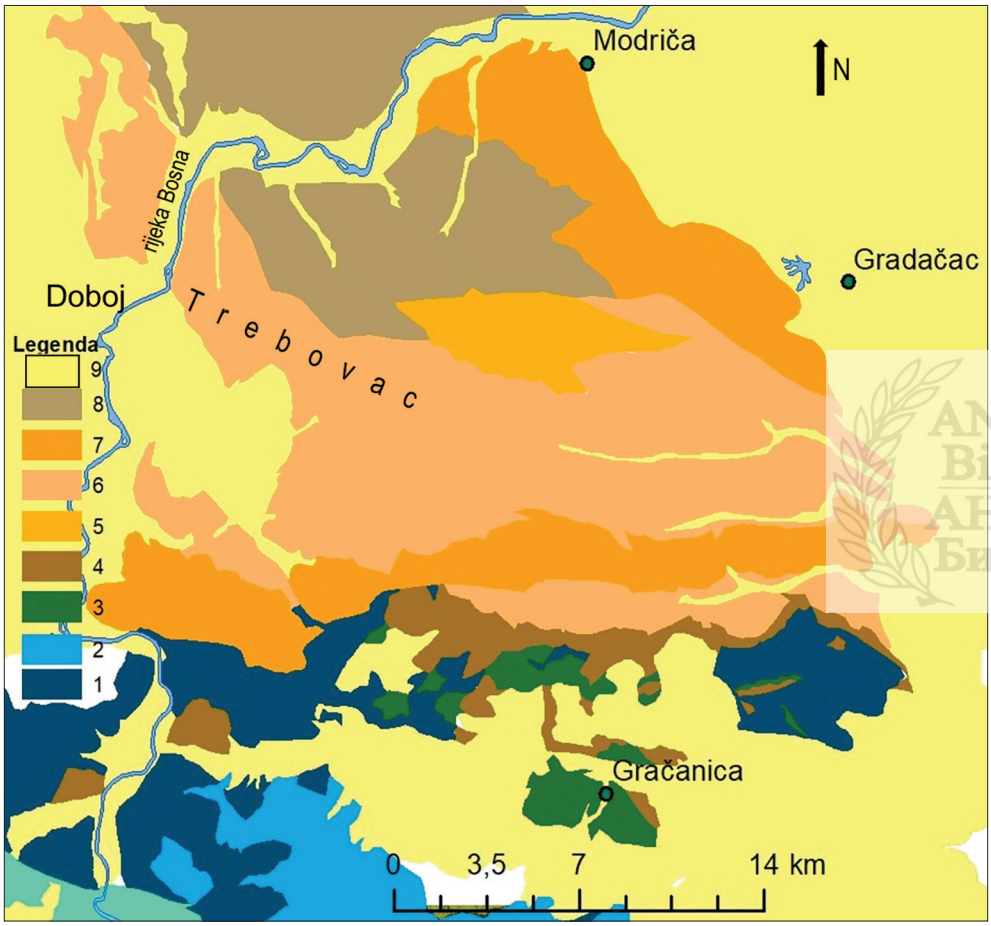
deb. (m)	starost	opis		fosili
550-800	$E_{2,3}$		-bankoviti, masivni polimikriti i pretežno kvacni konglomerati -jako pjeskoviti crveni i sivozeleni glinci, -bankoviti krupnozrni pješčari	*Discocyclina, Operculina*
500-750	E_2		Glinoviti krečnjaci, pješčari, ugalj	*Nummulites, Goniastraea, Plocophyllia, Lucina, Cerithium, Natica, Velates*
700-1500	Pc,E_1		izmjena pješčara, krečnjaka, biokalkarenita, lapora i glinovitih krečnjaka (Turbiditi)	*Operculina sp.* *Discocyclina seunesi* *D. scalaris* *Distichoplax sp.*
150	Pc		bankoviti i masivni krečnjaci (prigrebenski krečnjaci)	*Operculina sp., Nummulites cf. fraasi* *Globigerina sp., Distichoplax*
50-200	K_2^3		Slojeviti krečnjaci sa nodulama rožnaca, lapori, pješčari, breče, bituminozni pješčari.	*Globotruncana lapparenti tricarinata, G. stuarti, G. citae, G. arca.*
			kopno	
	J		Ofiolitni melanž	

Sllika 37. Geološki stub grebena Majevice i sjeverne Majevice (Golo i sar., 1988).

Sasvim drugu sliku pružaju profili u zapadnom dijelu Majevice, bliže Srebreniku gdje u jezgru prevladavaju stijene karakteristične za Ofiolitnu zonu. U Obodnici sjeverno od Tuzle utvrđena je foraminiferska fauna kampan-mastrihta, a u klisuri Tinje južno od Srebrenika javljaju se u krečnjacima i krupnije foraminifere (Orbitoides, Siderolites), (Jelaska i Bulić, 1975). U tom kraju ima i crveno obojenih amonitskih krečnjaka (Stephanoceras) "mlađe jure" i krečnjaka sa aptihima iste starosti.

Na sjevernim padinama Trebovca (sl. 38), u gornjem toku Tolise, detaljnije je ispitivan kampan-mastrihtski fliš u kome se izmjenjuju turbiditne i hemipelaške sekvence klastita (od alevrolita do krupnozrnih pješčara), ponekad i krečnjake sa faunom krupnih i sitnijih foraminifera (sl.39., Jelaska, 1978). Na Drenovi i Dragiću, na pola puta od Gračanice prema Doboju, istraživana je flora krečnjačkih algi (Lithothamnium, Lithophilium) i fauna foraminifera (Discocyclina) značajne za interval paleocen-donji eocen. Srednji eocen (lutet i barton) predstavljen je na Trebovcu i Majevici pretežno laporovitim i krečnjačkim sedimentima plitkog mora koji na Majevici, od Modrašnice, preko Veselinovca, Gnjice, Zelenog potoka sežu do blizu Rožnja i sadrže

tanje slojeve kamenog uglja paralskog porijekla. Ti slojevi koje prati ugalj, a i ostali, sadrže faunu puževa (Ceratidi i dr.), školjkaša i koralja od kojih je veliki broj endemskih, što se tumači paleogeografskom izolacijom. Taj srednji eocen sadrži i dosta obilnu faunu foraminifera, posebno numulita i alveolina, koji nisu sistematski sakupljani niti ispitivani. Debljina srednjeg eocena dostiže do 500 m. Gornji eocen, u debljini do 800 m, izgrađuju debeli slojevi



Slika 38. Pojednostavljena geološka karta šireg područja planine Trebovac (pojednostavljena OGK list Doboj – poslije Laušević i sar., 1982).

Legenda: 1. Jurski ofiolitni melanž; 2. Jurske ultramafitne formacije; 3. Gornjokredni masivni i pločasti glinoviti krečnjaci i pješčari; 4. Paleocensko-eocenski masivni do bankoviti krečnjaci, alevroliti, glinci, lapori i pješčari; 5. Paleocensko-eocenski pjaeščari, alevroliti, glinci i rađe krečnjaci; 6. Donjoeocenski fliš: pješčari, alevroliti i lapori; 7. Srednjeeocenski laporoviti pješčari, konglomerati, krečnjaci i pjeskoviti krečnjaci; 8. Gornjeeocenski fliš: masivi i bankoviti pješčari, tankouslojeni glinci, lapori i rađe konglomerati; 9. Postorogeni oligoceni, neogeni i kvartarni sedimenti.

kvarcnih pješčara i crveno obojenih pjeskovitih laporaca sa oskudnom foraminiferskom mikrofaunom. U sivim pločastim laporcima istočne Majevice, zapadno od Jaseničkog Kiseljaka utvrđen je polen gornjoeocensko-donjooligocenske starosti. Foraminiferska fauna diskociklina i operkulina gornjeg eocena nađena je u Paležnici (Lukavica kod Gračanice).

deb. (m)	starost	opis		fosili
50	Pl		kvarcni pijesci, gline sa ugljem	
100	M_3^2		kalcitičn gline, kvarcni pijesci i rjeđe glinoviti krečnjaci	
150	M_3^1		oolitični slojeviti krečnjaci, laporovite gline, lapori, konglomerati i laporoviti pješčari,	
150	M_2^2		litotamnijski krečnjaci, pjeskoviti krečnjaci, lapori, konglomerati, šljunci, trošni pješčari	
200	$M_{1,2}$		konlomerati, crveni pješčari, gline sa ugljem, lapori i laporoviti krečnjaci	
			kopno	
400	E_3		fliš: bankoviti pješčari, glinci, alevroliti, lapori i rjeđe	
500	E_2		laporoviti pješčari i pjeskoviti krečnjaci	*Nummulites, Goniastraea, Plocophyllia, Lucina, Cerithium, Natica, Velates*
800	E_1		sitnozrni i srednjezrni pješčari u izmjeni sa alevrolitima i laporima	*Operculina sp., Discocyclins seunesi, D. scalaris, Distichoplax sp.*
300	Pc		bankoviti i masivni krečnjaci (prigrebenski krečnjaci), kalkareniti i pješčari	*Operculina sp., Nummulites cf. fraasi Globigerina sp., Distichoplax*
250	K_2^3		slojeviti laporoviti krečnjaci, pločasti kalkareniti, laporoviti alevroliti i pješčari.	*Globotruncana lapparenti tricarinata, G. stuarti, G. citae, G. arca.*
			kopno	
	J		tektonizirani ofiolitni melanž	

Slika 39. Geološki stub planine Trebovac (Golo i sar., 1988, poslije Jelaska 1978).

Deb. (m)	starost	opis		okoliš	fosili
	Pc,E		Pjeskoviti krečnjaci, pješčari	dubokomarinski	*Operculina sp.* *Discocyclina seunesi* *D. sclaris*
120	Pc		Grebenski krečnjaci	greben	*Operculina sp.* *Nummulites*
>100	K_2^3 Kampan-mastriht		Slojeviti krečnjaci sa muglama rožnaca, breče gravitacijskog klizanja	dubokomarinski	*Globotruncana lapparenti tricarinata,* *G.stuarti* *G. citae* *G. arca*

Slika 40. Stratigrafski stub senonskih naslaga planine Vučjaka (pojednostavljeno poslije Jelaska i Bulić, 1975).

Stratigrafski stub Majevice i Trebovca

U ovom dijelu Bosne i Hercegovine izdvojeni su sedimenti od gornjeg perma pa do oligomiocena.

GORNJI PERM (KAZAN, TATAR)

Teočak: crnosivi krečnjaci sa puževima (Bellerophon), algama Gymnocodium i fragmentima ježinaca i školjki. Od foraminifera, određene su *Hemigordius aff. H. komiricensis Nestell*, *Hemigordius sp*., *Midiella? sp*. i *Polarisella sagitta* (K. Miklukho-Maklay), holoturije i konodonti roda Hindeodus sa vrstom *H. typicalis* (Sweet), gornjopermska zona praeparvus (čangsingij).

DONJI TRIJAS (INDUAN, OLENEKIJ)

Teočak- laporoviti krečnjak sa školjkašima (Myophoria).
Teočak-pjeskovit lapor sa školjkašima (Myacites).
Teočak – Konodontna zona donjotrijaske isarcica-staeschei (griensbahij), *costatus* (?gornji dienerij – donji smitij) i *hungaricus* (donji spatij).
Mikrofosilna zajednica: foraminifera *Ammodiscus*, konodontne vrste *E. hamadai* (Koike) i *Hadrodontina sp*.
Spatij (kasni olenekij): konodontna zajednice sa rodom *Triassospathodus* u asocijaciji sa predstavnicima familije Ellisoniidae.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)

Ladinik: Tavna-krečnjaci sa konodontima (gornji ladinik).

GORNJA JURA (OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)
Crveni krečnjaci sa glavonošcima (Apthychus, Ammonoidea) "mlađe jure".

MLAĐA GORNJA KREDA (KONIAK, SANTON, KAMPAN, MASTRIHT)
Zapadna Majevica: mastriht sa foraminiferama; krečnjaci kampan-mastrihta sa Orbitoides i Siderolites; krečnjaci sa foraminiferama santon-kampana (Globotruncana).

GORNJI PALEOCEN (TANET)
Bijela Rijeka (Duboki potok kod Srebrenika): krečnjaci sa foraminiferama (Periloculina) i algama (Corallinaceae).
DONJI EOCEN (IPRES)
Zapadna Majevica: krečnjaci sa foraminiferama (Discocyclina).

SREDNJI EOCEN (LUTET, BARTON)
Gornji tok Gnjice: pjeskovito-laporoviti sedimenti sa faunom foraminifera (Nummulites), koralja (Goniastraea, Plocophyllia, Porites), školjkaša (Lucina, Chama) i puževa (Cerithium, Natica, Velates).

GORNJI EOCEN (PRIABON)
Vitinica-Kozluk: sivi pločasti laporac sa polenom; bazalni konglomerat preko trijaskih i krednih krečnjaka.
Rastošnica: smjenjivanje debelih banaka kvarcnih pješčara i crvenih pjeskovitih laporaca sa sitnim foraminiferama.
Paležnica u Lukavici kod Gračanice: krečnjaci sa foraminiferama (Discocyclina, Operculina).

OLIGOMIOCEN (HAT, AKVITAN, DONJI BURDIGAL)
Gornji tok Gnjice (stub debljine oko 700 m): crveni i zelenkasti laporci i serpentinsko-rožnjački konglomerat; "slavinovićki krečnjaci"; bankoviti konglomerat i pješčar; pločasti pješčar; pločasti pješčar sa čestim pojavama talasnih brazdi; trakasti lapori i laporoviti glinci; lapori, glinoviti krečnjaci, rjeđe pješčari, pojave uglja; crveni i zeleno "pramenasti" grudvasti laporci zemljastog loma i krupnozrni konglomerat sa valuticama eocenskog pješčara i krečnjaka tj. bazalni konglomerat.
Rudnik Ugljevik: glinovito-pjeskoviti i šljunkoviti sedimenti; sivi laporci sa drugim krovinskim ugljenim slojem; sivi laporci školjkastog loma; prvi krovni ugljeni sloj; sivozeleni laporci sa faunom mekušaca (30 m); glavni ugljeni

sloj (12-20 m) sa zubom sisara *Anthracotherium minus* i *Cadurcotherium rakovec* iz hatskog kata; pjeskovite i šljunkovite gline sa lećama pješčara; bazalni konglomerat (50 m).

5.2. Ofiolitni melanž Kozare

Planina Kozara uključuje dvije ofiolitne jedinice različite starosti, odvojene pojasom paleogenskih sedimenata. Na južnim dijelovima planine Kozare se nalaze obdukovani ofioliti jurske starosti dok su oni na sjevernoj Kozari gornjokredne starosti (Karamata, 2000; Cvetković i sar.,2004; Karamat i sar., 2006; Grubić i sar., 2010; Ustaszewski i sar., 2009). Preko ofiolita na južnoj Kozari transgresivno leže gornjopaleocenski plitkovodni krečnjaci koji prelaze naviše u donjo-srednje eocenske turbiditne pješčare (Blanchet, 1969; Šparica i sar., 1984; Jelaska, 1981; Jovanović i Magaš, 1986). Ova trangresivna serija sedimenata je interpretirana kao postkoliziona molasna sukcesija (Aubouin i sar.., 1970; Jelaska i sar., 1970), ili alternativno, kao flišna sukcesija ("Kozarski fliš" (Šparica i Buzaljko, 1980; Jovanović i Magaš, 1986a), sl. 41.

Postojeći podaci jasno pokazuju da ofioliti iz Dinaridne ofiolitne zone i Vardarske zone pokazuju razlike u svojoj starosti, litologiji i stratigrafiji genetski povezanih formacija. Ovo je dokaz da su ofioliti iz ovih geotektonskih zona nastali u različitim sredinama, odnosno različitim geotektonskim fazama.

Melanž ofiolita u Savsko-vardarskoj zoni karakteristično je povezan sa kredno-paleogenskim paraflišnim i flišnim nizovima koji se ne mogu pronaći u Ofiolitnoj zoni Dinaridna. Zona Vardar uključuje i neke druge specifične metamorfne i magmatske formacije koje je opisao Trubelja 1966.

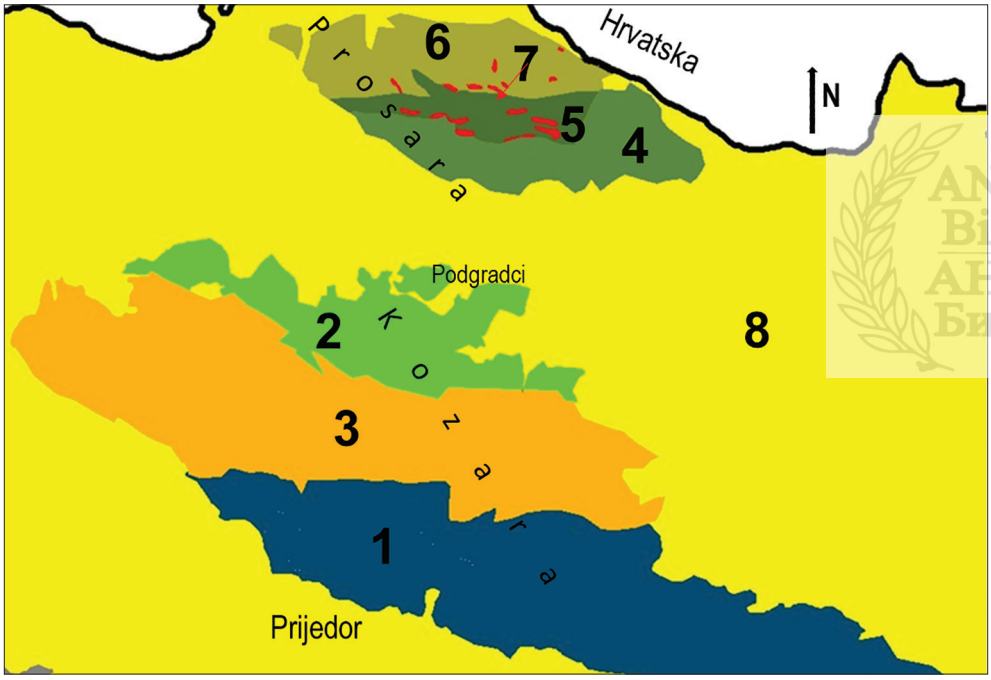
Na planini Kozari, u prostoru između jurskog ofiolitnog melanža Dinarske ofiolitne zone i gornjokrednog ofiolitnog melanža Savsko-vardaske zone izdvojena je zona fliša koji je nazvan "Kozarački fliš" (Šparica i Buzaljko, 1980). U toj zoni su izdvojena dva pojasa fliša: južni gornjokredne-donjopaleogene i sjeverni eocenski starosti (Šparica i Buzaljko, 1980; i Grubić i sar., 2010).

Južni pojas fliša karakteriše se preovlađujućim sitnozrnim i krupnozrnim pješčarima sa Bouminim sekvencama tipa Tac, Tbc i Tcd. U pelitskim intervalima utvrđene su *Globotruncana stuartu* i *Rugoglobugeruna rugose* čime je dokazana mastrihtna starost. U istom pojasu je utvrđena asocijacija palinomorfa iz perioda gornja kreda-donji paleogen (Grubić i sar., 2010).

U sjevernom pojasu "Kozaračkog fliša" su zastupljeni pješčari, sa izraženom gradacijom, i laporoviti krečnjaci. Utvrđena mikrofauna u krečnjacima: *Globigerina corpulenta*, *Glibigerina bulloude* i *Globorotalia sp*., ukazuje na

gornjoeocensku starost. Ovaj pojas fliša je nazvan "Mlječanički fliš" (Šparica i Buzaljko, 1980).

O porijeklu ofiolita na sjevernoj strani Kozare (Savsko-vardarska zon) ima različitih tumačenja. Tako, Pamić i sar., (1998, 2002) smatra da je u gornjoj kredi i paleogenu postojao jedan magmatski luk i rov u zoni subdukcije Apulije pod Tisiju. Magmatski luk predstavlja dijapir gornjeg omotača iz kojeg je nastao bimodalni magmatizam praćen i granitoidnim magmatizmom. Luk, koji predstavlja rov, je imao osobine okeanske kore "zalučnog bazena" sa flišnom sedimentacijom sjeverne Kozare. Luk Kozare je pripadao južnoj margini (kontinentalne kore) Tisije, a rov reliktu nekadašnjeg Vardarskog okeanskog bazena. Njegovom destrukcijom je nastao gornjokredni melanž. Grubić i sar., 2010 smatraju da su i luk i rov u osnovi imali okeansku koru.



Slika 41. Pojednostavljena geološka karta Kozare i Prosare (na osnovu Osnovne geološka karte, list Nova Gradiška: Šparica i sar., 1983; i list Kostajnica: Jovanović i Magaš, 1986).

1. Jurski melanž Dinarske ofiolitne zone; 2. Gornjokredni-donjopaleogeni melanž Savsko-vardarske zone; 3. Kozarački fliš ($E_{1,2}$); 4, 5 i 6. Metamorfiti: 4. Argilošisti i metapješčari (mastriht); 5. Kvarcno-sericitsko-hloritski škriljci, amfibolski škriljci i metapješčari (gornja kreda-donji paleocen); 6. Kvarcno-sericitski škriljci, mikašisti, gnajsevi, trakasti metapješčari (mastriht-donji paleocen); 7. Granitporfiri i kvarcporfiri (83 miliona godina-santon).

Sjeverni dio planine Kozara (sjeverna Bosna) predstavlja mogući ostatak gornjokrednog Vardarskog okeana. Južni dio je povezan sa zonom ofiolita Dinarida. Sjeverna Kozara se sastoji od ultramafitnih magmatita, povezanih s ofiolitskim melanžom od gornje krede do paleogena. Bazalti su interkalirani sa pelagičnim krečnjacima tipa "scaglia-rosa" koji sadrže mikrofaunu gornje krede (Karamata, i sar., 2000).

Ofiolitni melanž Vardarske zone pokazuje veći stupanj rascjepkanosti, a među fragmentima su i "egzotični krečnjaci" gornje krede što ukazuje da je njegovo stvaranje povezano s tektonizmom poslije gornje krede, odnosno procesima subdukcije. U bosanskim dijelovima Vardarske zone, u siltnom matriksu nijedan fosil do sada nije pronađen. Međutim, na planini Medvednici u sjeverozapadnoj Hrvatskoj očuvani su ostaci angiospermi što ukazuje na minimalnu donjokrednu starost pješčara, dok je u slojevitom bazaltu dobijena radiometrijska starost gornje krede (Pamić, 1997, Pamić i sar., 2000).

Na sjevernim padinama planine Kozare u području Pogradci (sl. 42) je otkriveno najveće tijelo dijabaz-dolerita. Njihova starost je 111 miliona godina (Rb/Sr izohrone, Karamata i sar., 2000).



Slika 42. Kamenolom dijabaza na lokalitetu Podgradci, sjeverna Kozara (foto, Hrvatović, 2004).

Zakaraidze i sar., (2006), na osnovu geohemijskih ispitivanja stijena i minerala navode da su ofioliti sjeverne Kozare porijeklom iz "nezrelog ostrvskog luka" i da su bimodalne okeanske asocijacije.

O porijeklu gornjokrednih ofiolita i bimodalnom magmatizmu, sastavljenom od bazičnih i kiselih stijena, sjeverne Kozare detaljno raspravljaju Cvetković i sar. (2014) pri čemu iznose sljedeće zaključke:

- bazične stijene imaju E-MORB geohemijske osobine,
- i bazične i kisele stijene imaju bliske petrogenetske veze,
- kisele stijene su nastale parcijalnim topljenjem hidratisane okeanske kore,
- glavna količina kiselih stijena je smještena u vidu subaerske radiodacit/riolitske lave visoke temperature.

Ovo Cvetković i sar. (2014) interpretiraju tako da ofiolitni melanž sjeverne Kozare potiče iz relikta jednog anomalnog srednjookeanskog grebena sličnog savremenom Islandu. Grubić i sar. (2018) interpretiraju da je tektonskim drobljenjem anomalnog srednjookeanskog grebena nastala haotična mješavina blokova koji su u ranim tektonskim fazama transportovani na južni bazen ispred grebena, zbog čega gornjokredni ofiolitni bazen ima dijelom tektonsko, a dijelom olistostromsko porijeklo.

Na osnovu razlika između melanža Dinaridne ofiolitne zone i Vardarske zone može se zaključiti da su ova dva ofiolitna kompleksa nastala u različitim sredinama. Ofioliti Dinaridne ofiolitne zone predstavljaju fragmente okeanske kore koja se uglavnom stvarala tokom jure. Nakon gornjojurske (prije titonske) obdukcije ofiolita, i djelomično izdignutih Dinarida, u reduciranom Tetisu, u okolišu zalužnog luka (BARB) akumulirane su sekvence fliša gornje krede i donjeg paleogena. Nasuprot tome, na djelomično uzdignutim ofiolitima Dinarske ofiolitne zone istovremeno je nataložen karbonatno-klastični slijed tipa Urgon (Pamić i sar., 2000).

5.3. Melanž Trebovca i Majevice

Sjeveroistočno od sprečanske rasjedne zone (na obodu planine Trebovac) izdvojene su naslage tektoniziranog melanža u kome su zastupljeni pješčari, rožnaci, glinci, dijabazi i serpentiniti. Najveće mase melanža su izdvojene kod mjesta Doborovci. Tu se vide pješčari u izmjeni sa rožnacima, alterisani dijabazi i trošni serpentiniti. Sjeverno od Gračanice, na lokalitetu Sokol su utvrđeni sitnozrni i kompaktni svježi dijabazi tamnozelene boje.

U jezgru planine Majevice (sl. 39, potez: Gornji Srebrenik-Jasenica) su izdvojene tvorevine ofiolitnog melanža. U melanžu su utvrđeni pješčari, rožnaci, olistoliti donjojurskih krečnjaka, dijabazi, spiliti, serpentiniti i listveniti. Tu su izdvojena dva tipa melanža (Buzaljko i sar., 1985 i 1986): 1) matriks melanža predstavlja rastresiti i trošni, često uškriljeni, serpentinit u kome se nalaze fragmenti čvrstog serpentinita, dijabaza i spilita, 2) matriks melanža je izgrađen od glinaca u kome dolaze fragmenti pješčara, rožnaca, rjeđe krečnjaka i olistoliota ultramaftinih stijena.

5.4. Regionalno metamorfisane sekvence

U bosanskom dijelu Savsko-vardarske zone karakteristične su metamorfne sekvence, koje su nastale regionalnim metamorfizmom gornjokredno-donjopaleogenskih flišnih formacija. Ove metamorfne sekvence imaju značajno rasprostranjenje na planinama Prosara Motajica. Osim toga, paleogene metamorfne stijene nađene su u nekoliko naftnih bušotina u Semberiji i susjednim dijelovima sjeverne Hrvatske.

Metamorfne stijene planine Prosare su najvećim dijelom nastale od sedimenata i manjim dijelom od magmata. Izdvojene su sljedeće jedinice: a) Argilošisti i metapješčari (paleocen), b) Kvarcno-sericitsko-hloritski škriljci, amfibolski škriljci imetapješčari, c) Kvarcno-sericitski škriljci, mikašisti, gnajsevi, trakasti metapješčari, d) Granitporfiri i kvarcporfiri.

Argilošisti i metapješčari su izdvojeni, duž južne i jugoistočne padine Prosare, u vidu zone širine od 2 do 3 kilometra. Starost stijena ove zone je prilikom izrade Osnovne geološke karte određena kao gornja kreda-donji paeocen. Šparica i sar., (1983), Grubić i sar., (2010) su utvrdili palinološki spektar: *Parleciolspora sp.*, *Densisporites sp*. (*Selaginellidites*), *Pollentis cf. spinosus*, *Tricolpites sp*., što ukazuje da je starost stijena ove zone gornji dio mastrihta-najniži dijelovi paleogena. Karakteristika ove zone metamorfita je da su izoklino ubrani, sl. 43. (Hrvatović, 2006; Milošević, 2013) i da sadrže mala nepravilno raspoređena granitoidna tijela (Pamić i Lanphere, 1991).

Kvarcno-sericitsko-hloritski škriljci, amfibolski škriljci i metapješčari (formacija zelenih škriljaca) čine zonu koja se pruža središnjim dijelom Prosare u širini od 1 do 2 kilometra. Kvarcno-sericitski škriljci su nastali metamorfozom sedimentnih stijena dok su amfibolski škriljci nastali od gabra i dijabaza (Katzer, 1926), a u novije vrijeme se interpretiraju kao praziniti (Ustaszewski i sar., 2009). Isti autor navodi da se u ovoj formaciji zapažaju dekametarska tijela metariolita i granita. Starost granitoida je određena na



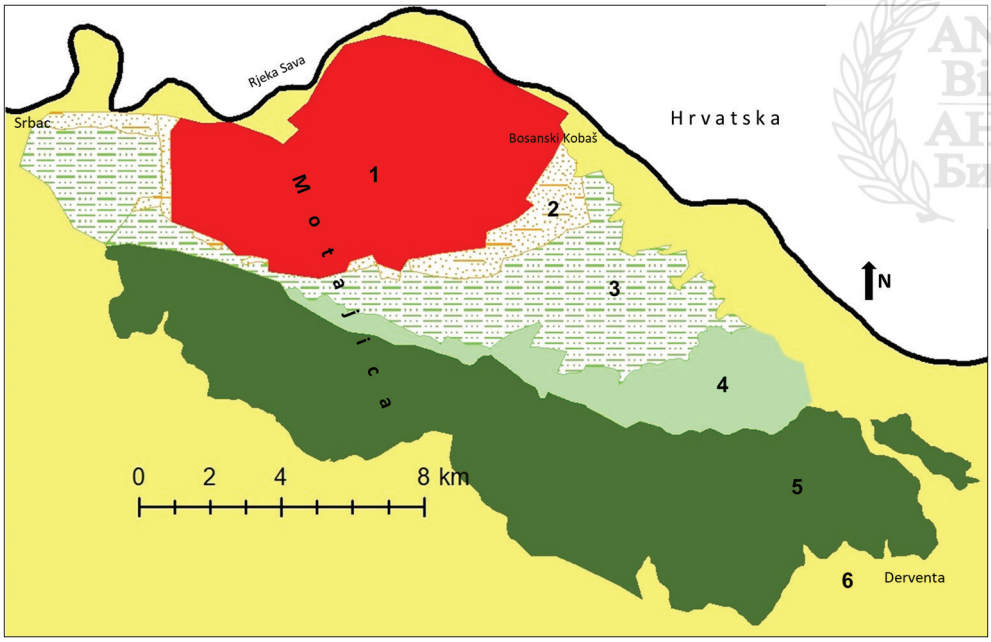
Slika 43. Izoklino ubrani metamorfiti na južnom obodu Prosare (Hrvatović, 2006).

82,68 miliona godina. Osnovna karakteristika je da je škriljavost i folijacija iste orijentacije u metasedimentima i u magmatskim stijenama. Pojave ovih magmatskih stijena se tumače kao krupni olistolitski blokovi porijeklom iz podinskog subdukcionog kompleksa koji je otkriven na sjevernoj Kozari i Požeškoj gori. Palinološkim analizama stijena iz ove formacije utvrđena je njihova starost gornji dio gornje krede i donji dio paleogena (Grubić i sar., 2018). Ova metamorfna sukcesija Prosare bila je podvrgnuta progresivnom hlađenju i izdizanju u uslovima ekstenzije sjever-jug u donjemiocenskoj riftnoj fazi Panonskog bazena (Ustaszewski i sar., 2010).

Formacija kvarcno-sericitski škriljaca, mikašista, gnajseva, trakastih metapješčara i mermera zauzima središnje i sjeverne dijelove planine Prosare. Na osnovu palinološkog spektra starost ove formacije je donji-srednji eocen (Grubić i sar., 2018).

Uz rijeku Savu izdiže se ostrvska planina Motajica koju je prvi detaljno istraživao Varičak (1966). Jezgro Motajice predstavlja granitski lakolit. Na karti Bouguerovih anomalija sile teže Motajica se prikazuje kao negativ zbog manje gustine lakolita od stijena koje ga okružuju (baziti, ultrabaziti?,

Labaš, 1975; Vukašinović, 1991). Na geološkoj karti Motajice vidi se oštro izražena koncentrična struktura lakolita. Njegovo jezgro čini pluton granit koji je na nekim manjim dijelovima izmijenjen djelovanjem rudonosnih rastvora (grajzenizovan). Granit je obavijen prstenom kontaktnometamorfnih stijena, redom od gnajsa, preko filita, argilošista, pa dalje nazad do još manje izmijenjenih glinaca, alevrolita i pješčara (sl. 44). Ova sukcesija je litološki slična metamorfisanim sukcesijama sa Prosare. Strukturno niži dijelovi izloženi na sjeveru pretrpjeli su metamorfizam barovijskog tipa dostigavši stepen amfibolita (Pamić i Prohić, 1989a; Pamić i sar., 1992; Pamić i sar. , 1998). Analiza fosilnog (polena) iz "sjajnih škriljaca" pokazala je da su ti škriljci kredno-paleogenske starosti (Pantić i Jovanović, 1970; Šparica i sar., 1980), kao što je slučaj i sa ostalim flišnim sedimentima na dugom potezu od Kozare do Majevice na istoku. Konkretno na Motajici, u škriljcima pronađene foraminifere (Orbitoides i Siderolites) su starosti najmlađeg kata krede (mastriht). Istočno od Motajice, kod Korača jedna duboka istražna bušotina presjekla je kredno-paleogenski fliš u debljini od 1000 m ne dospjevši do njegovog dna.



Slika 44. Pojednostavljena geološka karta planine Motajice (na osnovu Osnovne geološke karte – list Nova Kapela, Šparica i sar., 1979. i list Derventa, Sofilj i sar., 1984.)

Legenda: 1. Graniti (kampan); 2. Liskunoviti škriljci i paragnajs (kampan); 3. Filiti i amfiboliti (mastriht); 4. Argilošisti, metapješčari, ariliti, kvarc (mastriht); 5. Fliš: pješčari, alevroliti, glnoviti škriljci (mastriht): krečnjaci, lapori i pješčari; 6. Postorogeni neogeni i kvartarni sedimenti.

Pješčari, alevroliti i veoma nisko metamorfisani glinoviti škriljci izgrađuju skoro polovinu Motajice. Filiti i slabo metamorfisani pješčari predstavljaju sukcesiju litološki uporediva sa filitima u Prosari. Metamorfni minerali ukazuju da je to facija srednjeg i gornjeg greenschista facies stanja (Ustaszewski, 2010)

Amfibolitna facija uključuje amfibolite, metapelite i podređeno paragnajs. Amfiboliti sadrže zeleni amfibol, nešto klinozoisita, epidot i podređeni biotit. Metapeliti su uglavnom mikašisti koji sadrže staurolit i/ili granat. U ovoj jedinici je široko rasprostranjena hloritizacija granata i biotita.

Na istočnom kraju Posavine, 5 km na SZ od Dvorova bušenjem se zašlo u trijas (sl. 45). Preko šarenih klastita donjeg trijasa "leži" neposredno gornja kreda počevši od cenomana, ali sam mastrihtsko-paleogenski fliš leži znatno južnije npr. u Tavni pod Majevicom. I tamo je profil mezozoika fragmentiran. Preko bankovitih krečnjaka donjeg trijasa vide se na površini terena dolomiti i krečnjaci sa proslojcima rožnaca gornjeg ladinika, zatim preko njih gornja kreda počev od alb-cenomana do mastrihta, zatim paleocenski i eocenski fliš. Neposredno na flišu, pod znatnom eroziono-tektonskom diskordancijom,

deb (m)	starost	opis	
	Q		
100	Pl_3		šljunak i žute gline
	Pl_2		pijesci, šljunci i alevritske gline
250	Pl_1		pijesak, šljunak, gline, glinac
150	M_3^2		gline, lapori I pijesci
150	M_3^1		lapori, glinci i rđe krečnjaci
220	M_2^2		pješčari, lapori, gline
100	$M_{1,2}$		lapori, kongomerati I breče
80	$M_{1?}$		pjeskoviti lapori, gline I ugalj
300	Ol,M		konglomerati, pješčari, laporci, glinci i ugalj
150	E,Ol		laporci, glinci, krečnjaci
250	$E_{2,3}$		pješčari, sitnozrni konglomerati, lapori i glinci
300	$E_{1,2}$		glinoviti i pjeskoviti krečnjaci, laporci, pješčari, glinci
250	Pc,E		pješčari, glinci, lapori, breče konglomerati
1000	K_2		Fliš: -glinci, pješčari, laporci, breče -glinci, laporci, pješčari, krečnjaci
	$T_{2,3}$		Krečnjaci i dolomiti

Slika 45. Geološki stub područja Bijeljine
(na osnovu dubokih bušenja na naftu, Golo i sar., 1988)

"leže" naslage slatkovodnog oligocena i miocena. U njima su otkrivene pojave nafte u jednoj bušotini jugoistočno od Šamca, a u Dvorovima kod Bijeljine gorivi glinci.

Gornjokredni-paleogenski flišni sedimenti predstavljaju podinu "gornje strukturne etaže" predstavljene oligocenskim i miocenskim sedimentima iz Panonskog bazena.

5.5. Granitoidi

Na planini Motajica izvire granitoidni pluton površine oko 50 km^2, dok u susjednoj planini Prosari se javljaju brojni dajkovi, obično nekoliko metara debljine, unutar metamorfnih sekvenci gornje krede. Geološka starost metamorfizma od 48,7 do 55,0 miliona godina dobijena je Sr-izohronim datiranjem (Pamić i Prohić, 1989a; Lanphere & Pamić, 1992), dok dobijeni podaci Th-U-Pb ukazuju na starost metamorfizma od 63 ± 9 milona godina (Krenn i sar., 2008).

Granitoidni pluton uključuje granite, grano diorite, monzogranite, monzodiorite, kao i podređene kvarcne diorite i leukogranite (Varičak, 1966; Pamić i Prohić, 1989a; Jurković, 2004). Na osnovu geohemije glavnih elemenata i elemenata u tragovima, kao i izotopa Sr -a, granitoidi su prvo smatrani S -tipom (Pamić i Prohić, 1989a), a kasnije, s većim skupom podataka, kao prijelazni između S -i I -tipa (Pamić i Balen, 2001; Pamić i sar., 2002). Starost granita (uzorak cijele stijene) metodom Rb -Sr određena je na 48,7 ± 1,5 miliona godina (Lanphere i Pamić, 1992) što ukazuje da su graniti mlađi od okolnih stijena. Analizom starosti biotita metodom K-Ar dobijena je starost od 18,1 miliona godina što bi predstavljalo vrijeme hlađenja (Lanphere i Pamić, 1992). Novim istraživanjima (Ustaszewski i sar., 2009) je utvrđeno da je strost granitoida na Prosari od 82 miliona godina što ukazuje da su oni stariji od okolnih stijena.

Granitoidni pluton je teksturno izotropan u centru, ali se duž rubova zapaža folijacija. Ovaj pluton je dijelom grazeniziran. Grajzenizirani dijelovi se nalaze u nekoliko prekinutih zona duž pravca istok-zapad. Grejzenizacija je vrlo različitog intenziteta i obilježena je snažnom silifikacijom i muskovitizacijom zahvatila je manje od 1% plutona. Grajzenizaciju prate pojave i molibdenita, volframita, šelita i fluorita. Ekonomski su značajna nalazišta kaolina nastala u pliocensko-pleistocensko vrijeme (Jurković, 2004). Analiza cirkona iz teksturno izotropnog granita dobijena je srednja vrijednost $^{206}Pb/^{235}U$ starosti

26,72 ± 0,10 miliona godina, dok je analiza monazita iz istog uzorka dala srednju starost $^{207}Pb/^{235}U$ od 26,64 ± 0,15 miliona godina (Ustazsewski,2010).

Mikroparageneza magmatita, pegmatita, grajzena i kvarcnih žila razlikuje se po sadržaju U, Th, Ce, Y, P, Nb, Ta, B, Li, F, Be, Sn, Mo, W, Fe, Cu, Pb ukazuje da je magma kontaminirana relativno sterilnim litosferskim stijenama. Najvjerojatnija hipoteza takve hibridne magme je "slab break-of model" (Jurković, 2004). Duboka erozija Motajičkog granitoidnog plutona otvorila je akrobatolitski i epibatolitski nivo s brojnim, ali malim količinama pegmatita.



Slika 46. Graniti na Motajici kod Bosanskog Kobaša (foto Hrvatović, 2006).

5.6. Post-orogeni vulkaniti

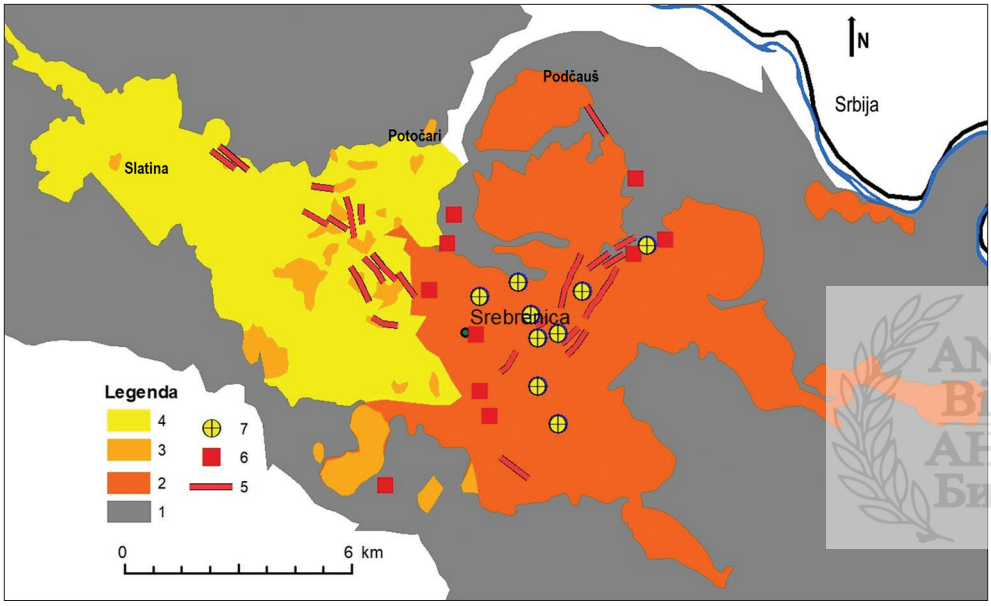
Post-orogeni vulkaniti vrlo su česti u Savsko-vardarskoj zoni, posebno u jugoistočnim dijelovima zone, u Srbiji i Makedoniji. U njenim sjeverozapadnim dijelovima, u sjevernoj Bosni, ove stijene se nalaze na planini Majevici, gdje nisu dovoljno proučavani, te na području rudnika olova i cinka u Srebrenici. Manji postorogeni vulkaniti nalaze se u sjeveroistočnom obodu Dinarske

ofiolitne zone koja graniči s najjužnijim dijelom Savsko-vardarske zone. Takva tijela se javljaju u dolini rijeke Bosne (od Maglaja do Nemile), na planinama Ozren i Mahnjača. U cijeloj Savsko-vardarskoj zoni, postorogene vulkanske stijene često se javlaju i kao proslojci (vulkanski tufovi) u neogenim sedimentima Panonskog bazena. Tako, npr. Soklić (1957) smatra da su pojave tufa u Tuzlanskom bazenu vezane za vulkansku aktivnost Srebrenice i istočne Majevice.

Prve podatke o vulkanitima područja Srebrenice dali su Mojsisovics, (1879 i 1880 i John (1880), a nešto kasnije i Kišpatić (1904). Prva detaljna ispitivanja izvršio je Tajder (1954) kada je utvrdio da su post-orogene vulkanske stijene uglavnom predstavljene različitim vrstama dacita: biotitski, bitovnitski, amfibolski, propilitisani, kaolinski i sanidinski daciti (sl. 47). Značajne podatke o vulkanitima ovog područja dao je Ramović (1963). U rudonosnom području Srebrenice su izdvojene i turmalinsko-kvarcne stijene koje predstavljaju grajzenizirane vulkanite za koje je karakteristično da sadrže kasiterit (Đorđević, 1969). Značajan dio terena, na području Srebrenice zauzimaju pirokolastiti (Kubat, 1975 i 1977). U komplekesu post-orogenih vulkanita na podrčju Srebrenice jasno se mogu izdvojiti prostori gdje preovlađuju daciti (u istočnom dijelu) i gdje preovlađuju andeziti i piroklastiti (u zapadnom dijelu, sl.47). Sva ležišta olova i cinka na području Srebrenice su genetski vezana za ove vulkanite (Ramović, 1963 i Kubat, 1977).

U dolini rijeke Bosne, na širem području Maglaja i Nemile su izdvojene mase dacita smještene uz kontakt sa stijenama Dinarske ofiolitne zone (Karamata i sar., 1964; Trubelja i Pamić, 1956; Kišpatić, 1904); Salkić i sar., 2004 i 2006). Varijacije glavnih elemenata i elemenata u tragovima u stijenama okoline Maglaja ukazuju na visoko-kalijski kalcijsko-alkalijski karakter dacita. Svi analizirani daciti pokazuju obogaćenje LEE elementima u odnosu na HFS elemente i imaju istaknute negativne Ta-Nb, P i Ti anomalije i pozitivne U i Pb anomalije, što je karakteristično za magmatske stijene iz zona subdukcije, kolizije i postkolizijske ekstenzije. Krive relativne koncentracije REE pokazuju jako obogaćenje lakim REE u odnosu na teške REE sa (La/Yb)cn između 21,4 i 21,9. Sve stijene imaju malu negativnu Eu anomaliju (Eu/Eu*=0,86-0,89) što dokazuje da frakcioniranje plagioklasa nije igralo veoma značajnu ulogu u genezi dacita (Salkić i sar. 2006).

Vulkanske stijene tercijarne starosti (daciti, andeziti) članovi su visoko-kalijske kalcijsko-alkalijske serije stijena. Krivulje relativne koncentracije elemenata rijetkih zemalja (REE) pokazuju jako obogaćenje lahkim elementima u odnosu na teške. Ostali geohemijski parametri dacita centralne Bosne (Maglaj, Teslić) pokazuju jake subdukcijske karakteristike. To isto vrijedi i za andezite i dacite Srebrenice (Andski tip subdukcije, Trubelja 2004).



Slika 47. Pojednostavljena geološka karta rudnog područja Srebrenice (Ramović, i sar., 1979)

Legenda: 1. Karbonski škriljci, pješčari, kvarciti i podređeno krečnjaci; 2. Miocenski daciti (biotitski, bitovnitski, amfibolski, propilitisani, kaolinski i sanidinski daciti); 3. Daciti miocena; 4.Piroklastiti; 5. Cinkano-olovne rudne žice sa primjesama Cd, Ag, Bi koje prelaze u kvarcno-antimonske parageneze; 6. Šljačišta; 7. Pinge.

6. PALEOZOJSKO-TRIJASKE ALOHTONE JEDINICE

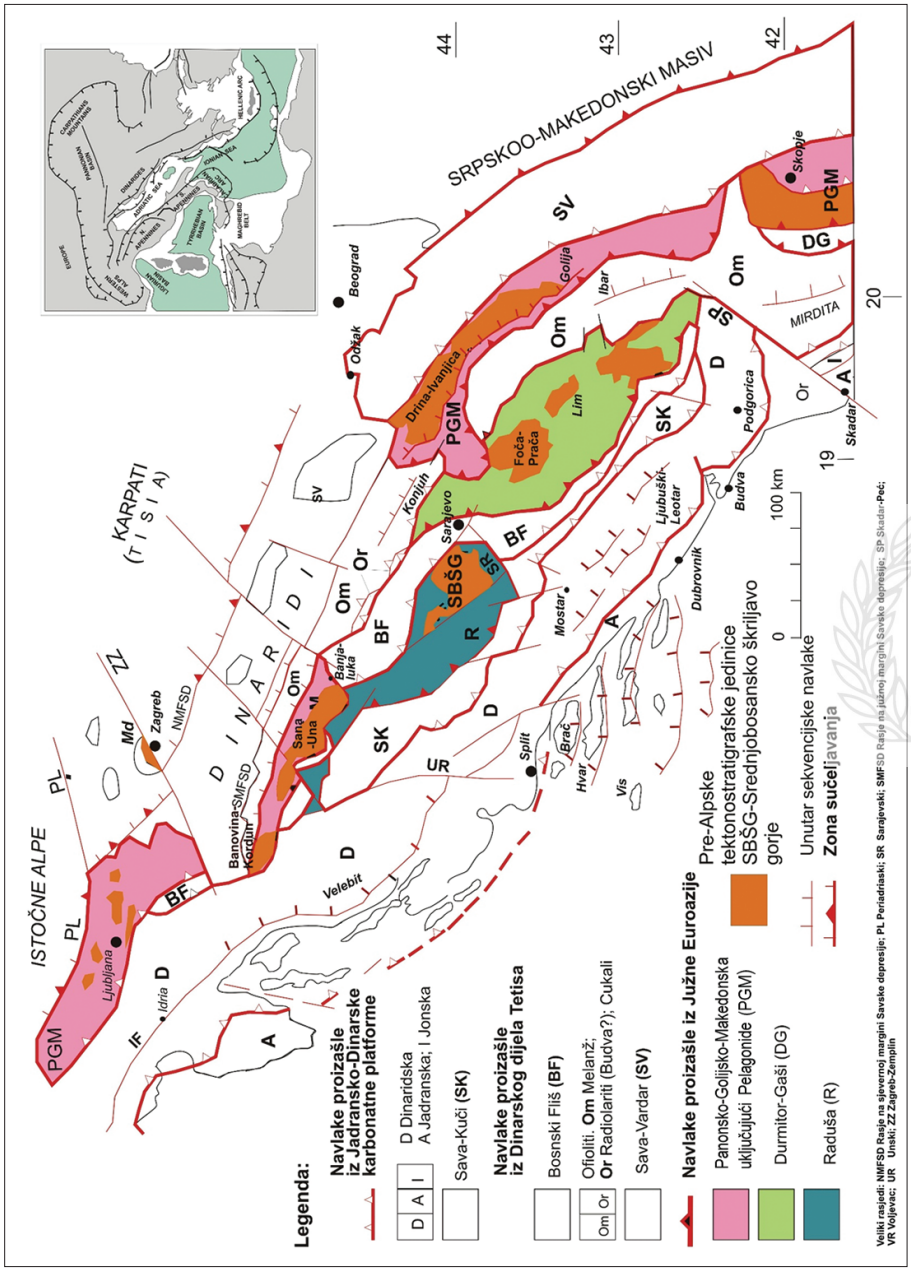
U geološkoj građi Dinarida Bosne i Hercegovine učestvuju palezojske jedinice koje genetski nisu vezani za mezozojsko-paleogensku evoluciju Tetisa. Paleozojsko-trijaske jedinice imaju alohton položaj a predstavljene su Sansko-unskim područjem, Srednjobosanskim, Jugoistočno-bosanskim i Istočnobosanskim alohtonim masama (sl. 48).

6.1. Sansko-unsko područje

Podaci o Sansko-unskom području uglavnom su preuzeti iz knjige I i II Geologija Bosne i Hercegovine. U ovim knjigama je citiran veliki broj autora koji su dali svoj doprinos rješavanju geologije ovog područja; Filipović (1963), Maksimčev i Laušević (1964), Jojić i Kačar (1966), Jurić (1960, 1961, 1963, 1964, 1965, 1971, 1975, 1977), Jurković (1961), Kulenović (1964, 1966), Kulenović i sar., (1964a) Pantić-Prodanović (1965), Mojičević i sar., (1977) Vrhovčić (1983, 1986). Novije podatke o paleozoiku Sansko-unskog područja daju Grubić i sar., (2000) što je omogućilo rekonstrukciju geološkog stuba ovog područja.

Sansko-unsko područje zahvata prostor od Bosanskog Novog pa preko Prijedora do Kozice, Sanskog Mosta i Budimlić Japre, Ključa i Mrkonjić grada (sl. 2, 48 i 49). Alohtone mase sansko-unskog područja nalaze se na rubu karbonatne platforme. Navlaka se pruža od Petrove gore u Baniji do iza Bronzanog Majdana. Paleozoik je navučen preko različitih članova trijasa, vide se milonitske zone, tektonski prozori i klipe. Istom sistemu navlačenja pripada i navlaka Sanski Most, izgrađena od slojeva donjeg i gornjeg trijasa, koja proviruje ispod pokrova već pomenute Sansko-unske navlake. Na sjeveru Sansko-unsko područje graniči sa terenima Dinarske ofiolitne zone (južni dio Kozare).

Najstarije, za sada određene, stijene Sansko-unske navlake pripadaju gornjem devonu. Istočno od Bosanskog Novog, uz cestu za Blagaj nađeni



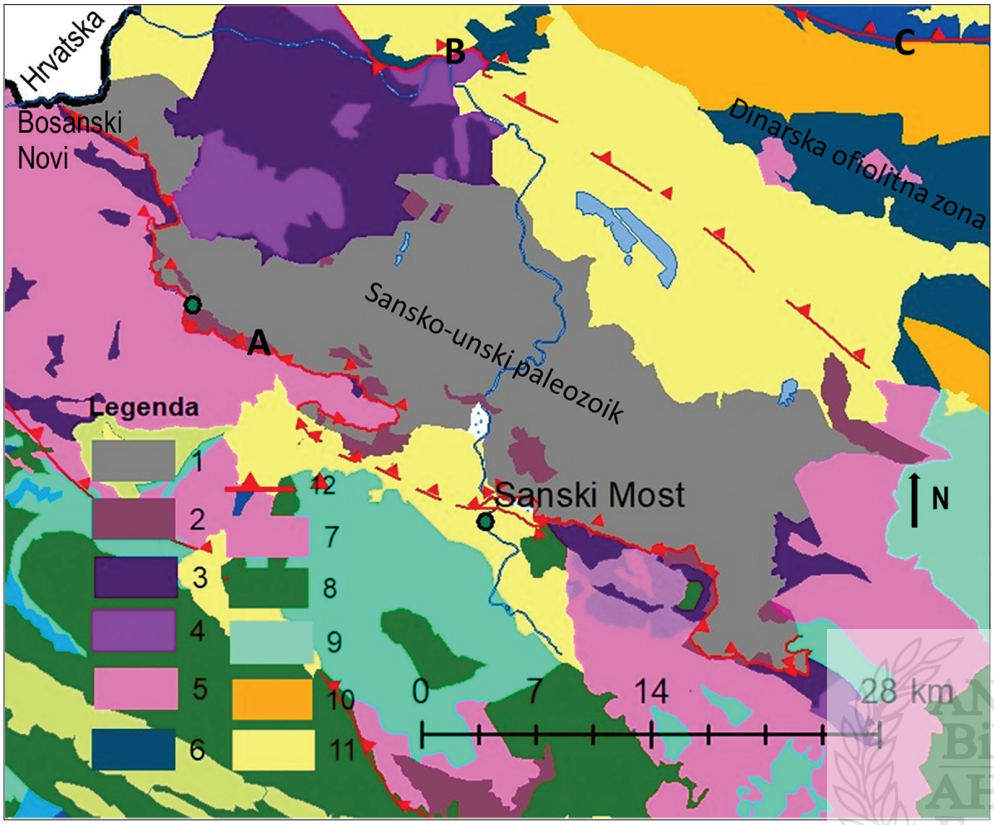
Slika 48. Geotektonski položaj Pre-Alpskih tektonostratigrafskih jedinica u Dinaridima (Hrvatović i Pamić 2004, poslije Pamić i Jurković, 2002).

su smeđemodrikasti glinoviti krečnjaci, sa tentakulitidima i sa faunom konodonata u kojoj preovladava rod Palmatolepis (Jurić i Maksimčev, 1964). Ove krečnjake su Grubić i sar., (2000) izdovjili kao "Blagaj formacija". Superpozicioni položaj stijena nije posve jasan, a na osnovu faune to su tvorevine dubljeg mora najgornjeg devona (famena). Drugo mjesto gdje je utvrđen devon nalazi se u oblasti Starog Majdana, u Rasavcima (Oštra Luka)-Kulenović (1966). U Rasavcima su smeđe do crvenkasti krupnozrni pješčari preko kojih slijede sitnozrni pješčari sa Asterocalamites koji karakterizira prelaz devona u karbon. Preko pješčara "leže" alevroliti u kojima nailazimo na lišće papratnjača kao što je Imparipteris (Nemapteris) ovata, koju je odredio Pantić (1965). U kvarcnom pješčaru u Rasavcima nađena je prečica Cyclostigma hercynium Weiss (Haughton, 1860). Nalaz kopnene biljke u pjeskovitom sedimentu ukazuje da obala gdje je to drvo raslo nije bila daleko.

Najrasprotranjenije naslage Sansko-unskog područja su karbonske starosti. To su klastične i karbonatne stijene intenzivno tektonizirane. Veće rasprostranjenje imaju klastični sediment predstavljeni pješčarima subgrauaknog i grauvanog tipa, metapješčarima, sericit-kvarcitnim i glinovitim škriljcima. Za njih su karakteristične brojne vertikalne i lateralne izmjene. Karbonatni sediment su krečnjaci koji su često ankeritisani i dolomitizirani. To su krečnjaci organogenog porijekla a javljaju se unutar klastita kao izdužena sočiva u kojima je određena brojna fosilna zajednica. Karbonske nalage je Jurić (1960) na osnovu litoloških karakteristika podijelio na tri dijela: 1) karbonatni razvoj kojem pripadaju donjokarbonski tamnosivi dolomiti i ankeritični krečnjaci u dolinama Sasine, Klašnice, Kladovite i Razboja (sjeveroistočno od Sanskog Mostra), 2) klastični razvoj srednjekarbonske (baškir-moskov) starosti i 3) klastično-karbonatni razvoj (pješčari, krečnjaci, škriljci) gornjokarbonske starosti u oblasti južnih ljubijskih rudišta. Jurić je tom prilikom pomenuo da se na osnovu litoloških karakteristika teško može vršiti precizno stratigrafsko račlanjivanje.

U paleozojskom kompleksu Sansko-unskog područja, Grubić i sar., (2000) su izdvojili različite jedinice sa svojim specifičnostima. **Donji dio paleozojskih naslaga** je izdvojen kao "Javorik fliš formacija". Ova formacija je najbolje otkrivena na površinskom kopu željezne rude Adamuša, gdje su izdvojena (prema prijedlogu geologa iz rudnika, Protića) četiri člana formacije: 1) donji fliš, 2) Adamuša član, 3) divlji fliš i 4) gornji fliš.

Donji fliš je izgrađen od metamorfisanih grauvaka, subgrauvaka i alevrolita. Ovaj član se odlikuje sa gradacijom, debelim sljevima i paralelnom laminacijom. Rijetko se zapaža konvolucija. U gornjim nivoima ovog člana je izdvojen horizont olistostroma koji sadrži blokove krečnjaka različite veličine.



Slika 49. Pojednostavljena geološka karta šireg područja Sansko-unskog područja (poslije Osnovna geološka karta, list Prijedor, Đerković i sar., 1975)

Legenda: 1. Devonski krečnjaci (kod Blagaja, Starog Majdana i Oštre Luke) i preovlađujući karbonski fliš; 2. Gornjopermski crveni pješčari, konglomerati, gips i šupljikavi krečnjaci; 3. Donjotrijaski crveni siliciklastiti i laporoviti krečnjaci; 4. Anizijski krečnjaci; 5. Ladinski krečnjaci, rožnaci, tufovi, spiliti; 6. Jurski ofiolitni melanž (Dinarska ofiolitna zona); 7. Gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti; 8. Donjokredni krečnjaci i dolomiti; 9. Bosanski fliš (Ugar subgrupa formacija); 10. Kozarački fliš ($E_{1,2}$); 11. Postorogeni neogeni i kvartarni sediment; 12. Navlake: A. Sansko-unska, B. Ofiolitne zone Dinarida, C. Savsko-vardarska

Adamuša član formacije sadrži metaargilite sa rudnim tijelima siderita. Sideriti su tankoslojeviti i sočivasti, jako tektonizirani tako da su formirani kao blokovi Fe-rude.

Član formacije, divlji fliš sadrži tamnosive metaargilite i dijelom pješčare u kojima se zapažaju loptasta i sočivasta tijela debljine 10 do 50 cm. Ova tijela su izgrađena od krečnjaka, laminiranih pješčara i argilofilita i predstavljaju fragmente nastale poslije podvodnog klizana "slampiranja".

Sekvence "gornjeg fliša" su izgrađene od intervala pješčara debljine do 2 m sa preovlađujućom paralelnom laminacijom. Pješčarske sekvence su metamorfisane grauvake.

Starost "formacije Javorak fliš" je određena kao karbon ili devon. Tragovi trilobita sličnih obliku Assaphoidichnus su pronađeni u metaargilitima koji "leže" preko sideritnih rudnih tijela. Paleopalinološkim ispitivanjima iz ove formacije utvrđeni su *Disctyotium sp*., *Cymatiogalea sp*., *Loposphaeridium parverarum Stock* i *Will. Loposphaeridium sp*. Ovo upućuje da bi dio ove formacije mogao pripadati donjem paleozoiku i dijelom donjem karbonu (Grubić i sar., 2000).

Srednji dio paleozojskog stuba Sansko-unskog područja počinje sa crnim i tamnosivim tanko do debelo uslojenim mikritima koji sadrže klaste kvarcog pješčara prožetih sa Fe-mineralima. Ovi slojevi su nazvani "Đulim slojevi", i zastupljeni su na površinskom kopu Tomašica i oko Blagaja. Starost im je određena kao gornji serpuhov-donji baškir.

Sljedeći član Sansko-unskog paleozoika su tamnosivi, slojeviti do masivni, ponekad škriljavi, **organogeni krečnjaci**. U njima su utvrđene formanifere, krinoidi, korali i briozoe. Ove krečnjake nalazimo južno od Ljubije i na površinskom kopu Tomašica (na lokalitetima Vukulja i Drenovac). U njima je utvrđena Pseudostaffella i Millerella, a istočno od Sane, na brdu Razboj nađena je primitivna fuzulunida (Millerella) značajna za prelaz vize-serpuhov donjeg karbona (Kostić-Podgorska, 1955).

Najviši dio karbonskih naslaga je izdvojen kao **Eljdište formacija** (Grubić i sar., 2000). To su tamnosivi glinci sa sporadičnim nalazima brahiopoda. U formaciji se zapažaju slojevi pješčara i sporedno šejlovi. U okolini Ljubije nađena je fauna katova baškir i moskov gornjeg karbona u klastitima i krečnjacima. To su koralji, briozoji, brahiopodi, foraminifere, konodonti, alge dazikladaceje, crvene alge, prečice i spore papratnjača (Stojanović-Kuzenko, 1966/67). Ova formacija se karakteriše značajnom debljinom.

U Rasavcima, u višem dijelu profila (iznad devona), nađeni su sitnozrni pješčari sa rastavićem (asterokalamites), pa alevrolititi sa paparatnjačama (Neuropteris), fosili značajni za prelaz moskov-kasimov gornjeg karbona.

Pred kraj moskovija preovladavalo je taloženje krečnjaka uz djelovanje submarinskog vulkanizma kada se izlijeva bazaltna lava. Spilite nalazimo u ankeritičnim grauvaknim pješčarima u silovima debelim od nekoliko centimetara pa do više desetaka metara. U njima je i jedan dio ljubijskih ležišta siderita koji su većim dijelom pretvoreni u limonit, dok je drugi dio nalazimo u krečnjacima. Te su naslage redovito jače tektonski poremećene, tako da

se normalni kontakti klastita, karbonata i rude malo gdje mogu prepoznati (Jurić, 1967; Podubsky, 1968; Podubsky i Pamić, 1969).

U tom, kako se cijeni, 1000 metara debelom kompleksu karbonskih klastita karbonati su povremeni, sporedni facijes (sl. 49-1). Predstavljeni su krečnjacima, dolomitima, ankeritima i njihovim prijelaznim oblicima. Krečnjaci se javljaju u vidu velikih gromada nepravilnog oblika i nalaze se u tektonskom kontaktu sa klastitima. Katzer (1926) je smatrao da krečnjaci ne pripadaju istom stratigrafskom nivou što je kasnije i dokazano (Jurić i Maksimčev, 1964), odnosno da su devonske starosti. Crnolatac (1949), Spasov i Filipović (1966) izlažu da su krečnjačke gromade prvobitno bile jedinstvena masa koja je tektonskim aktivnostima raskinuta u pojedinačne masive. Krečnjaci su uglavnom organskog porijekla. Dolomiti i ankeriti se obično javljaju u obodnim dijelovima krečnjaka. Ankerit, dolazi i kao sekundaran produkt ankeritizacije, koja može biti u velikom obimu. Naknadnom oksidacijom ankeritisani dijelovi prelaze u limonit.

U Sansko-unskom području su utvrđene naslage gipsa na području Blagaja, Bosanske Krupe, Kulen Vakufa i Sanice. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da gipsne naslage pripadaju gornjem permu za koji su u cijelim Dinaridima karakteristične naslage evaporita, karbonata i klastita. Istražnim bušotinama koje su izvedene u ležištima u Blagaju, Kulen Vakufu i Sanici utvrđeno je da se u podini gipsa nalazi anhidrit a u krovini šupljikavi krečnjaci (ponekad pjeskoviti) preko koji dolaze klastititi predstavljeni kvarcnim pješčarima i alevrolitima vjerovatno permotrijaske starosti.

Prema dosadašnjim saznanjima gornjopermski evaporiti i prateći karbonati ovog područja (kao i u susjednoj Hrvatskoj) nastali su u evaporacijskim uslovima "plaja", obalnih sabki i periplimnih okoliša duž rubnog dijela epikontinentalnog mora. Gips sadrži proslojke, lamine ili samo relikte ranodijagenetskih dolomita, obično sa "enterolitnim boranjem". To je boranje, slično tektonskim deformacijama, posljedica rekristalizacijskih i hemijskih promjena zapremine Ca-sulfata zbog stezanja i rastezanja pri hidrataciji anhidrita u gips. Ovo boranje se jasno uočava u naslagama gipsa ovog područja. Pri procesu "enterolitnog boranja" u laminiranim naslagama gipsa dolazi do pucanja ili potpune razgradnje debljih lamina (koje su uglavnom dolomitne) te uz dodatna tektonska drobljenja mogu nastati gipsne breče koje se mogu vidjeti na ležištima gipsa. U naslagama gipsa se također zapaža i mikroboranje koje ukazuje da je u vrijeme dijageneze evaporitnih naslaga dolazilo do bržeg i jačeg cementiranja i litifikacije sedimenata u plićem nego u dubljem sedimentacionom prostoru. Zbog toga dolazi do klizanja, miješanja i kolapsiranja

različito litificiranih sedimenata kao i intenzivnog deformiranja slojeva gipsa i anhidrita u obliku mikro bora.

Diskordantno preko karbonskih naslaga "leže" srednje i gornjopermski sedimenti. Predstavljeni su klastitima, karbonatima i evaporitima. Permski sediment su izdvojeni između Starog Majdana i Budimlić Japre, Kod Blagaja i između Sanice i Ključa.

Na području Sanice (lokalitet Muhamedbegova Prisjeka), Soklić (1941) je istraživao ležište gipsa, pirita i magnetita. Tom prilikom je izdvojio: a) permokarbonske kvarcite, h) permokarbonske vapnene breče i šupljikave krečnjake, c) permske krečnjake s gipsom i anhidritom i d) permske crvene i sive krupnozrnate pješčare. Paleozoik je prekriven ili je u diskordantnom položaju sa trijaskim sedimentima: verfenskim škriljcima, te svijetlim jedrim i tamnim "pločastim" vapnencima. Zanimljivo je, da se sve pojave pirita, hematita i magnetita nalaze prema karti SokIića isključivo u kvarcitima, dakle u jednom odredenom stratigrafskom horizontu.

Posebno je važno istaći da se u nalazištima gipsa zapažaju pojave piroklastičnog materijala (u ležištu gipsa kod Blagaja i u Kulen Vakufu) koji ukazuju na rane faze kontinentalnog riftovanja u gornjem permu. Na ovo ukazuju i magmatske stijene koje su otkrivene uz kontakt sa gipsom na području Kulen Vakufa.

Donjotrijaske naslage, ovog područja, otkrivene su kod Bihaća, Sanice, Ključa i Mrkonjić Grada. U litološkom pogledu predstavljene su crvenkastim, žućkastim liskunovitim pješčarima i šupljikavim brečastim krečnjacima. Ove naslage se nisu mogle razdvajati od permskih pa na kartama nose oznaku permotrijas. Donji trijas sačuvan je i na tvorevinama sansko-unskog paleozoika kod Bosanskog Novog, Ljubije, Budimlić Japre, Sanskog Mosta i jugoistočnim padinama Kozare. Izgrađuju ga crveni i ljubičasti pješčari.

Srednji trijas se javlja na velikom području počev od Velike Kladuše na sjeverozapadu pa preko Bužima i Bosanske Krupe do Mrkonjić Grada. U aniziku preovlađuju raznovrsni krečnjaci i dolomiti. Utvrđena fauna iz anizika je kod Vrnograča (Džaferovića brdo) i to: *Meandrospira dinarica*, *Macroporella cf. alpina* i dr.

Ladinik je predstavljen vulkanogeno-sedimentnim tvorevinama (rožnaci, pješčari, laporci, krečnjaci, spiliti i tufovi). Ladinske naslage sadrže rudu mangana (Bužim). Srednjetrijaske naslage imaju rasprostranjenje kod Ljubije, Sanskog Mosta, Bronzanog Majdana i Bosanskog Novog.

Gornjotrijaske naslage otkrivene su u izvorišnom dijelu rijeke Sanice, Velike Kladuše, Bužima i Krupe. Uglavnom su predstavljene dolomitima.

Deb (m)	Starost	Opis		Fosili
400	$J_{1,2}$		Dobro uslojeni dolomitični krečnjaci	*Orbitopsella praecursos, Lituosepta recoarensis*
900	$T_3^{2,3}$		Uslojeni dolomiti s uloščima, krečnjaka, lapora i pješčara sa rijetkim megalodonima	*Megalodon*
270-400	$T_3^{1,2}$		Krečnjaci sa megalodonima, rabeljski slojevi (crni krečnjaci, tufovi, pješčari i lapori)	*Megalodon*
350-500	T_2^2		-Krečnjaci sa daonelama, rožnaci, tufovi i pješčari.	*Daonella, Posidonia*
150-200	T_2^1		-Uslojeni bijeli krečnjaci -Uslojeni i masivni dolomiti	*Meandrospira dinarica, Macroporella cf. alpina*
400	T_1		-Izmjena pješčara, crvenih krečnjaka, lapora i škriljaca -Kvarcni liskunoviti pješčari, konglomerati i alevroliti	*Myophoria balatonensis, Anodonthophora canalensis, Natiria costata*
300-400	P_3		-Šupljikavi krečnjaci -Gips, anhidrit, -Belerofonski krečnjaci -Alevroliti, pješčari liskunoviti, konglomerati,	
120	P_2		Crveni i zeleni pješčari, kvarciti, konglomerati i breče	
	P_1			
	C_2^2		Blagaj formacija: turbiditi sa karbonatnim olistolitima devonske starosti	
	C_2^1-C_2^2		Eljdište formacija: tamnosivi glinci i pješčari	*Dasycladaseae, Lepidodendrales, Neuropteris*
	C_2^1		Tamnosivi organogeni krečnjaci	*Pseudostaffella, Millrerella*
	C_1^3-C_2^1 serpuhov-donji baškir		Crni i tamnosivi mikriti (Đulim slojevi)	
	C_1		Javorika formacija: -slojeviti krečnjaci -gornji fliš, -divlji fliš, -sideriti -donji fliš	*-Serpukhovij Reticuliceras and conodonts,* *-Vise-Serpukhovij Millerella,*
	D_3		Krečnjaci i dolomiti,	*Cyglostigma hercyinium, Asterocalamites, Palmatolepsis, Ozarcodina regularis*

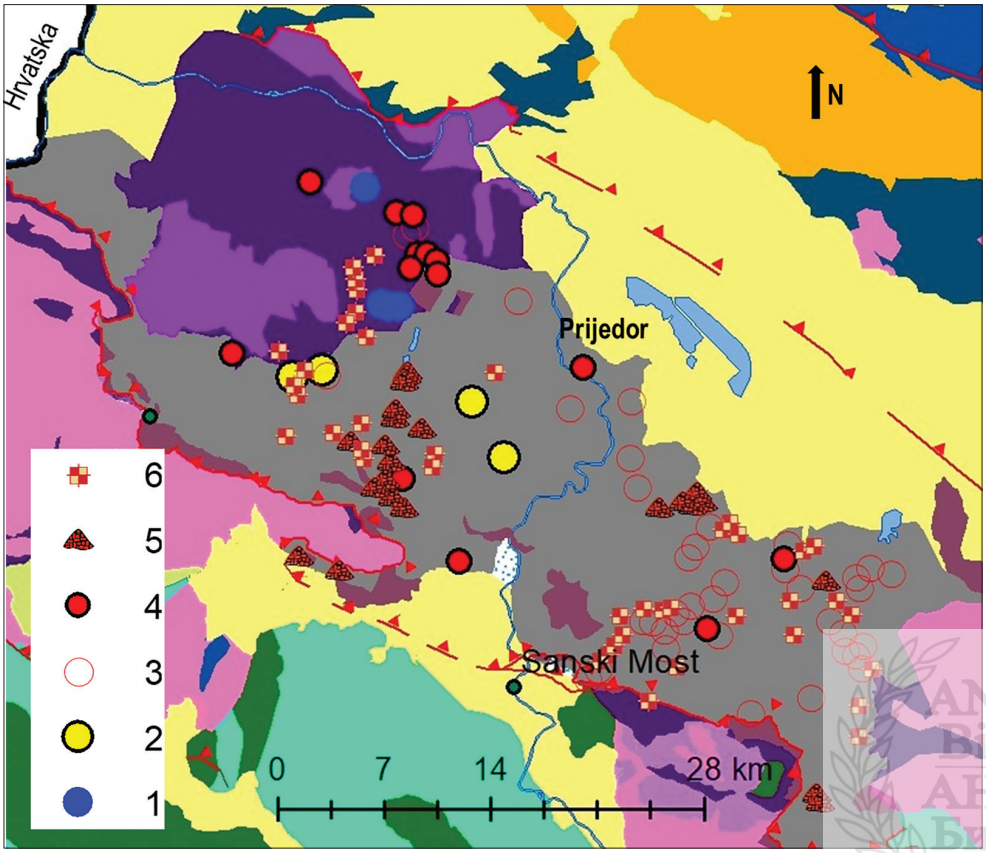
Slika 49-1. Geološki stub Sansko-unskog područja
(pojednostavljeno poslije: Jurić, 1964; Kulenović, 1981, Grubić i sar., 2000).

Karnijski kat dokazan je megalodonskim krečnjacima u području Budimlić Japre i Starog Majdana. Noritski i retski katovi izdvojeni su na osnovu superpozicije gdje na megalodonskim krečnjacima "leže" slojevi dolomita sa rožnacima.

U širem području Sanskog Mosta, južno od toka rijeke Blihe zastupljeni su gornjojurski sedimenti sa elipsaktinijama, koraljima, spužvama i rjeđe belemnitima.

Tokom tercijara, naprijed navedena sideritsko-ankeritska ležišta, naročito Tomašica, bila su izložena snažnoj oksidaciji te su pretvorena u limonit koji je mehanički dalje razaran i površinskim vodama transportovan na sjever u Omarsko polje zajedno sa drobinom stijena koje su opkoljavale primarno ležište. Taj materijal je u obliku proluvija nataložen preko slatkovodnog neogena na površini 10x4 km. Ipak to nije tipičan proluvij, jer su vode izvršile separaciju i odvajale čestice prema veličini i težini. Što sitnija su zrna bila, to su dalje transportovana. Najdalje je transportovana limonitska prašina koja danas predstavlja najvredniji dio rezervi željezne rude sansko-unskog područja. Ta prašina crvenom bojom podsjeća na požarom ispečeni pelit i alevrit iz krovine ugljenih slojeva koji se u basenima kao što je krekanski zove brand, tj. izgoretina, pa je taj naziv dat i limonitskoj prašini Omarskog polja. Pogrešno je međutim smatrati ljubijska ležišta isključivo željeznim; subvulkanskim vulkanizmom ti su tereni obogaćeni i drugim metalima te nemetalima. Tako napr. sideriti ležišta Brdo u pojedinim zonama sadrže do 8% olovno-cinkovih ruda i znatne količine barita. Taloženje u Omarskom polju nastavljeno je i u kvartaru. To su naslage raznih glina (ima i keramičkih), treseta i pijeska. Ti su slojevi posve vodoravni, dok je paleoreljef na kome je taložen brand bio jako razuđen, tako da na nekim mjestima naslage branda dostižu debljinu i do 200 metara. Sam kvartar nije dovoljno istražen, znamo tek toliko da su gline sa polenom sa dubine 20 metara iz vremena ris-virmskog interglacijala.

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi, za istraživanje i eksploataciju su: ugalj, željezo, olov, cink, barit, gline, tuf, arhitektonsko-građevinski kamen, tehnički kamen, kvarcni pijesak, termomineralne, termalne i mineralne vode, gips, pirit i kobalt.



Slika 49-2. Distribucija glavnih genetskih tipova mineralnh sirovina u Sansko-unskom području (na osnovu podataka Osnovne geološke karte, list Prijedor, Đerković i sar.; 1975; Grubić i Cvijić, 2003; Palinkaš i sar., 2016).

Legenda. 1. Pojave barita, 2. Pojave olova, 3. Pojave željeza, 4. Ležišta željeza, 5. Supergena ležišta željeza, 6. Šljačišta.

U Sansko-unskom paleozoiku su poznata nalazišta siderit-barit-polisulfidne rude. Brojna nalazišta rudnih izdanaka, manja ili veća rudna tijela mineralizacije, koja se sastoje od Fe karbonata, sulfida, barita i fluorita raspršeni su na cijelom prostoru koje zahvata Sansko-unski paleozoik (sl. 49-2). Značajne rezerve željezne rude (koja se eksploatiše) javljaju se kao metasomatska tijela u karbonskim dolomitima i krečnjacima te kao sideritne žice u filitima i pješčarima. Primarna mineralizacija sastoji se od siderit-ankerit-barit polisulfida s tri teksturne vrste, tamni masivni siderit, zebra siderit, izmjena tamnih i svijetlih siderita (Palinkaš i sar., 2016). Postanak ležišta je vezan za kontinentalno riftovanje koje je započelo u gornjem permu (Palinkaš, 2016).

Stratigrafski stub Sansko-unskog područja

U ovom području izdvojene su stratigrafske jedinice počev od gornjeg devona, pa do pleistocena.

GORNJI DEVON (FRAN, FAMEN)
Blagaj: modrikasti glinoviti krečnjak sa tentakulitima i konodontima.
Stari Majdan: marinski kvarcni pješčar sa prečicama (Cyclostigma)

DONJI KARBON (TURNE, VIZE, DONJI SERPUHOV)
Serpuhov Ljubija Jug: tamnomodri krečnjaci sa goniatitima (Reticuliceras) i konodonti.
Vize – Serpuhov Razboj: foraminifera Millerella.

GORNJI KARBON (BAŠKIR, MOSKOV, KASIMOV, GŽEL)
Baškir-moskov Ljubija: laporci, pješčari i krečnjaci sa algama (Dasycladaceae), prečicama (Lepidodendrales), foraminiferama, konodontima, koraljima, briozojima i brahiopodima.
Moskov-kasimov kod Starog Majdana: alevroliti sa papratosjemenjačama(Neuropteris)

DONJI TRIJAS (SAJS, KAMPIL)
Verfenske naslage (liskunoviti pješčari, šupljikavi krečnjaci)
razvijene kod Bihaća, Sanice, Ključa, Bosanskog Novog, Budimlić Japre i Sanskog Mosta.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)
Ladinik: vulkanogeno-sedimentne tvorevine (rožnaci, pješčari, laporci, krečnjaci, spiliti, tufovi) na području Ljubije, Sanskog Mosta, Bronzanog Majdana, Bosanskog Novog, Bužima.
Anizik Vrnograč (Džaferovića brdo): *Meandrospira dinarica*, *Macroporella cf alpina* i dr.

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK, RET)
Norik i Ret Bosanski Novi-Budimlić Japra –Ljubija: na megalodonskim krečnjacima sivi dolomiti sa proslojcima žutog i zelenkastog lapora ili glinovitog krečnjaka.
Karnik Budimlić Japra-Stari Majdan: megalodonski krečnjaci.

ANU BiH АНУ БиХ

GORNJA JURA(OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)
Južno od toka Blihe kod Sanskog Mosta: krečnjaci sa elipsaktinijama, koraljima, spužvama i belemnitima.

DONJI EOCEN (IPRES)
Kozara: krečnjaci sa *Lithothamnium torulosum*, *Discocyclina sp*., *Nummulites sp*.,*Alveolina sp*.

SREDNJI EOCEN (LUTET I BARTON)
Zapadno od Bihaća, u području Baljevca izdanci foraminiferskog krečnjaka

STARIJI MIOCEN (DONJI MIOCEN I BADEN)
Baden duž sjevernog oboda Prijedorskog basena: facija "šlirskog" lapora i gline sa umecima pješčara nastalih od eruptivnih stijena.Bogata fauna:Amussium denudatum, Pecten duodecim-lamelatus, Venus multilamella, Corbula gibba, jež Brissopsis i pteropodi. Bihaćka kotlina (Bihacit) i Kamengradski basen sa faunom kongeria koja vjerovatno pripada donjem miocenu.

MLAĐI MIOCEN (SARMAT I PANON)
Mlađi panon – Prijedorski basen: pijeskovi izmiješani sa glinom; u Kozarcu sitnozrni pijeskovi i pjeskovite i laporovite gline sa faunom: Paradacna abichi, Limnocardium ochetophorum.
Stariji panon – Kozarac (sjeverni obod Prijedorskog basena): sivi lapori, pjeskoviti lapori, klacitične gline, pjeskovite gline, sitnozrni pijesci. Od faune zastupljeno je sljedeće: *Congeria partchi*, *Limnocardium schedelianum*.
Sarmat u koritu Kozaračke rijeke predstavljen sivim pjeskovitim glinama i laporcima sa Abra reflexa i Irus gregarius. U konglomeratičnim krečnjacima puževi mlađeg sarmata (Pirenella disjuncata, Calliostoma podolicoformis)

PLIOPLEISTOCEN
Dak, Roman, Donji i srednji pleistocen
Omarsko polje: gline, pijesci i prašinasti limonit (200 m).

PLEISTOCEN (STARIJI KVARTAR)
Ris – Virm: Omarsko polje: polen šumskog drveća iz interglacijala Pinus Picea, Picea omorika.

6.2. Srednjobosansko škriljavo gorje

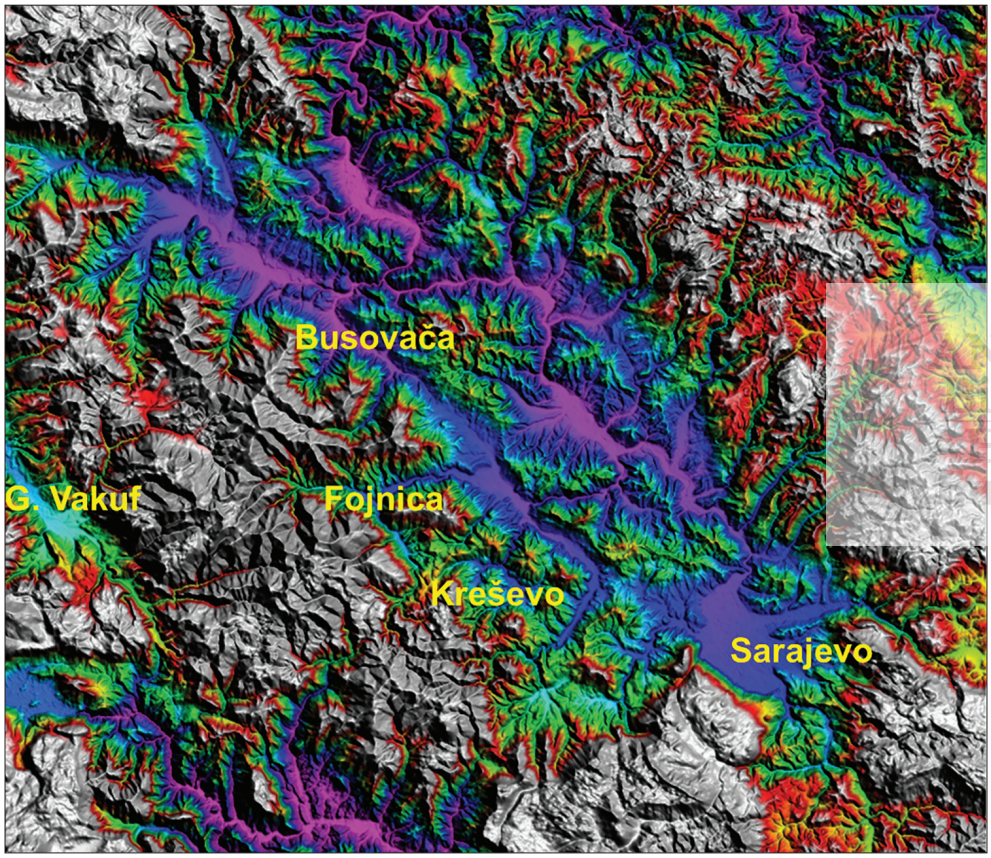
Srednjobosansko škriljavo gorje, u širem smislu, nazivamo planine uglavnom izgrađene od škriljavih stijena. To su planine koje se pružaju sredinom Bosne, od Tarčina, na jugoistoku, do Donjeg Vakufa, na sjeverozapadu (sl. 50). Dužina tog područja je oko 55 km, a širina od 30 do 40 km (od Busovače do Gornjeg Vakufa). Srednjobosansko škriljavo gorje je na jugozapadu ograničeno dolinom rijeke Vrbas, na sjeveroistoku Zeničko-sarajevskim bazenom (potez od Ilidže do Viteza), dolinom rijeke Lepenice i obodom planine Bitovnja, na jugoistoku (Ivan sedlo), dok je na sjeverozapadu ograničeno obodima planina Radovan i Vlašić.

Jezgro Srednjobosanskoga škriljavog gorja čini najviša planina Vranica sa vrhovima Ločike (2107 m) i Nadkrstac (2112 m). Vranica čini razvođe koje se, na dužini od oko 25 km, pruža od potoka Brložnjak (južno od Fojnice) pa do rijeke Bistrice kod Gornjeg Vakufa. Na nju se direktno nadovezuju: na jugoistoku Zec-planina (1766 m), Pogorelica (1432 m) i Bitovnja (1700 m); na sjeveru Kruščica (1673 m), sjeveroistoku Šćit (1781 m), a na zapadu planina Radovan (1464 m), Komar (1510 m) i Vilenica (1235 m). Na ove planine se naslanjaju manje planine i uzvišenja okoline Kreševa (Berberuša, Inač, Lopata), Busovače (Tisovac), Fojnice (Zahor i Citonja) i Gornjeg Vakufa (Radovan).

Planina Vranica ima zaobljene, kupaste, blago zasvođene talasaste površinske forme oblikovane glacijalnom erozijom. Gledano iz pravca jugozapada, iz doline Vrbasa, planina strši kao bedem, dok prema sjeveroistoku ona ima znatno razviće u širinu. Najviši dijelovi su relativno slabo raščlanjeni s vidljivim tragovima poslednje glacijacije (morene). Niži dijelovi su jako raščlanjeni od čega se posebno ističu doline Suhodol-potoka, Crnodola, Bistrice, Desne, Vrbasa i Fojničke rijeke.

Sa planina Srednjobosanskoga škriljavog gorja vode otiču u rijeke Bosnu, Neretvu i Vrbas. Drenažna mreža predstavljena je tokovima rijeka kao što su Fojnička, Neretvica, Kreševljanka, Lepenica, Bistrica i druge, te velikim brojem potoka. Izvorišta se uglavnom javljaju u podnožju mermerisanih krečnjačko-dolomitskih masiva, karstno-pukotinske poroznosti, na kontaktu s metamorfitima u njihovoj podini. Nekoliko izvora se javlja na kontaktu ispucalih i metariolita i mermerisanih krečnjaka (izvor Kruščica kod Viteza). Na jugozapadnoj strani SBŠG nalaze se vodotoci Lijeva i Desna od kojih nastaje rijeka Vrbas, zatim potoci Hrađenovac i Crnodol. Na sjeveroistočnoj strani, u podnožju vrhova Krstac i Nadkrstac je Zlatan-vrelo (kapaciteta oko 10 l/s) od kojeg nastaje Zlatan potok koji teče u smjeru sjevera, a nakon 6 km kod

Sebešića on se ulijeva u rječicu Mutnica, koja se prema jugu ulijeva u Bistricu, a ona opet u Vrbas kod Gornjeg Vakufa. Značajni vodotoci su Fojnička rijeka, koja nastaje spajanjem potoka Jezernica (nastaje iz Prokoškog jezera) i Borovnica kod naselja Merdžanići, te rijeke Željeznice. Nakon dugog toka kroz Fojnicu, Kiseljak i Visoko, Fojnička rijeka se ulijeva u rijeku Bosnu kod Visokog. Važni vodotoci su i rijeke Kreševljanka i Lepenica, koje dreniraju jugoistočne dijelove Srednjobosanskoga škriljavog gorja, te Neretvica, koja drenira vode sa planine Zec i odvodi ih u Neretvu.



Slika 50. 3D područja Srednjobosanskoga škriljavog gorja

6.2.1. Osnovne geološke karakteristike

Srednjobosansko škriljavo gorje, Mojsisovics i dr. (1879) nazvao je kao Bosanske rudne planine ("Bosnisches Erzgebirge"), Katzer (1926) kao Srednjobosanske škriljaste planine ("Mittelbosniches Schiefergebirge"),a Hrvatović (1995) kao "Prirodni mineraloško-petrografski muzej".

Geološka karta (sl. 51) i geološki stub (sl. 52) prikazuju osnovne litostratigrafske jedinice i evoluciju metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Hrvatović, 2000, Hrvatović, 2018).

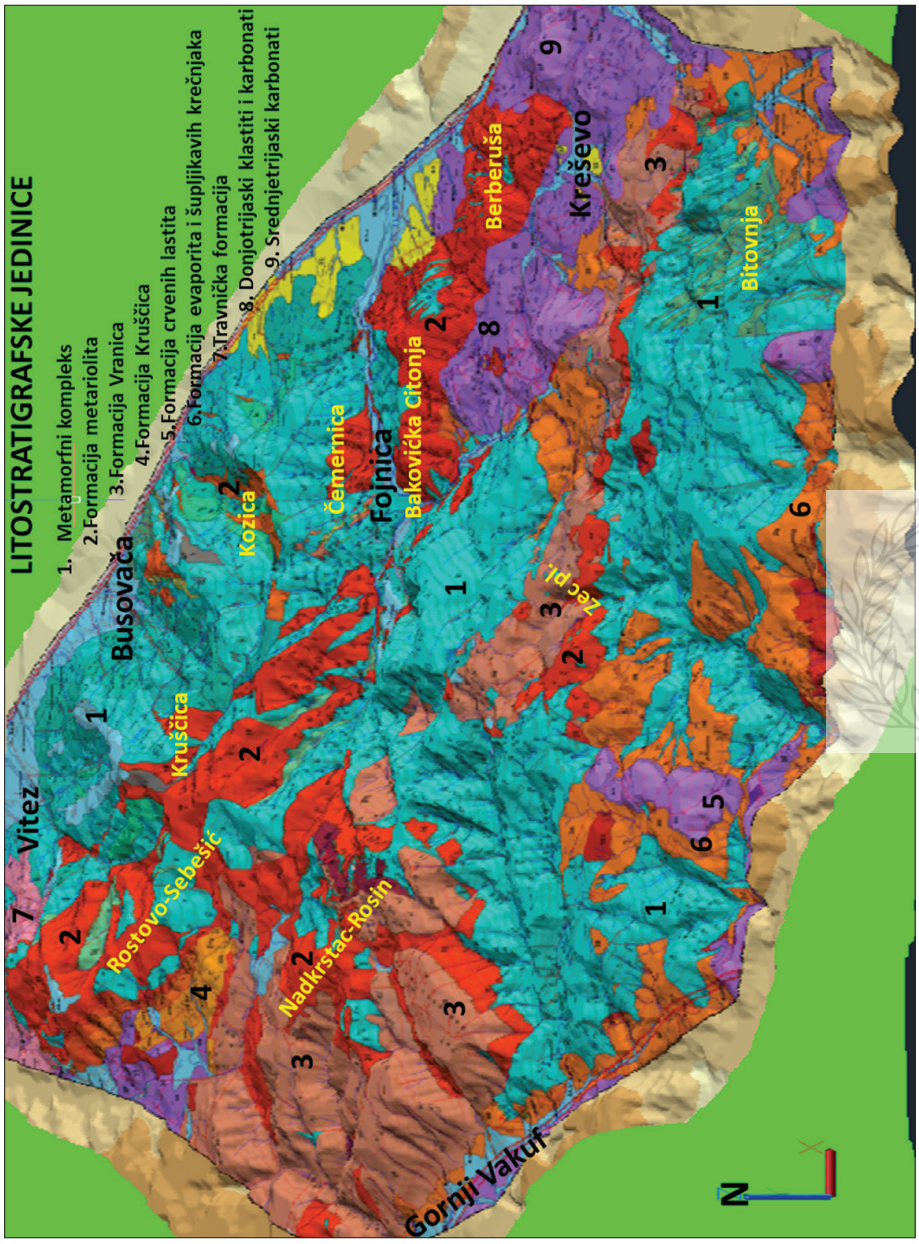
Metamorfni kompleks Srednjobosansko škriljavo gorje oivičeno je donjotrijaskim sedimentima (na potezu Turbe, Kreševo, Tarčin i Bradina), trijaskim magmatskim stijenama (pluton planine Radovan kod Gornjeg Vakufa i pluton gabra Jablanice) i gornjojurskim sedimentima Kalina (Vujnović, 1980, 19801, 1981, 1984). Srednjobosansko škriljavo gorje je na sjeveroistoku pokriveno neogenim i kvartarnim sedimentima –Zeničko-sarajevskog bazena, a na jugozapadu Bugojanskim neogenim bazenom.

Posebnu karakteristiku Srednjobosanskoga škriljavog gorja daju kvartarni glacijalni sedimenti. Ovi sedimenti su veoma rasprostranjeni i mogu se smatrati fosilnim pošto nema više lednika koji su ih deponovali. Povlačenje leda ostavilo je veoma složene oblike: morene na izvorišnom dijelu rijeke Vrbas, Crvenoj zemlji na Goletici (dio Vranice) i "sandur" u vidu pokrova spranog glacijalnog šljunka i pijeska (okolina Fojnice).

6.2.2. Geotektonski položaj

Srednjobosansko škriljavo gorje, sa planinom Vranicom u jezgri, nalazi se u centralnom dijelu Dinarida Bosne i Hercegovine. To je "stari" tektonski blok, smješten između navlake Bosanskog fliša (na sjeveroistoku i jugoistoku) i Ključko-raduške navlake na jugozapadu (Hrvatović i Pamić, 2004., 2005., Hrvatović, 2006., Sl.48). Navlaka Bosanskog fliša, na sjeveroistoku, pokrivena je neogenskim i kvartarnim sedimentima Zeničko-sarajevskog bazena. Kontakt s bazenom je markiran Busovačkim rasjedom (rasjedna zona).

Navlaka Bosanskog fliša izgrađena je od formacija čiji materijal je porijeklom iz Ofiolitne zone Dinarida, Srednjobosanskoga škriljavog gorja i Dinarske karbonatne platforme (Tamás M. i sar. 2008). Navlaka se može pratiti duž cijelih Dinarida, ali je najbolje otkrivena između Banje Luke i Sarajeva. U sklopu ove navlake Olujić (1978) izdvaja dvije subgrupe formacija. Stariju subgrupu Vranduk, debljine 1500 m, (gornja jura – berijas) koju čine sljedeće jedinice flišnih i paraflišnih osobina: a) laporoviti mikriti, b) laporoviti mikriti, areniti i laporci, c) areniti, laporci, laporoviti mikriti, d) areniti. Mlađu subgrupu formacija (turon-senon) naziva Ugar, a koja ima debljinu oko 2200 m. Ona je predstavljena karbonatnim flišom u kojem su izdvojene formacije, areniti, mikriti, intramikriti i intramikruditi, intramikriti i laporoviti mikriti, intramikruditi i intramikriti, laporci i intramikriti.



Slika 51. Distribucija litostratigrafskih jedinica Srednjobosanskoga škriljavog gorja (detaljna legenda – veza sa stratigrafskim stubom, sl.52, Hrvatović, 2018).

Navlaka Bosanskog fliša ima specifičan i veoma složen tektonski sklop. U literaturi je ona prikazana kao skup nabora (triklinična simetrija): uspravnih, prevrnutih, poleglih, zagnjurenih i izoklinih sa generalnom vergencom prema jugozapadu i sa različitom orijentacijom osa nabora. Nabori u flišu su u velikoj mjeri nastali pod uticajem pokrovne Durmitorske (Dimitrijević, 1995) i Ofiolitne navlake i kretanjem po podlozi koja predstavlja Srednjobosansko škriljavo gorje.

Ključko-raduška navlaka, može se pratiti na dužini od preko 150 km. Jugozapadni dio ove navlake izgrađen je od gornjopermskih i permotrijaskih klastita i evaporita, trijaskih karbobnata i podređeno klastita i magmatskih stijena. Gornjopermski evaporiti se nalaze u bazalnom dijelu navlake (što se može vidjeti na Kupreškim vratima i Sovićima kod Jablanice). Sjeveroistočno od navlake se nalazi metamorfni kompleks Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Kontakt je markiran Vrbasko-voljevačkim rasjedom koji je u tercijaru reaktiviran kao horizontalni "strike-slip" rasjed.

Busovačka rasjedna zona (Busovački rasjed) predstavlja više paralelnih i subparalelnih gravitacionih rasjeda (ukupne širine do 5 km). Busovački rasjed, prema seizmičkim ispitivanjima, spada u dubinske rasjede. U zoni ovoga rasjeda utvrđena su vertikalna kretanja preko 5000 m. Za ovaj rasjed je karakteristična višestruka reaktivacija. Vertikalna kretanja su bila naročito izražena u gornjoj juri i na granici oligocen-miocen, kad je došlo do jakog izdizanja Srednjobosanskoga škriljavog gorja. U određenim fazama dolazilo je do horizontalnog kretanja, o čemu nam govore dijagonalne antiklinalne forme u Zeničko-sarajevskom neogenskom bazenu. Autor smatra da ovaj rasjed ima i jednu fazu inversnog kretanja, kad je došlo do izdizanja neogenskih sedimenata u Zeničkom-sarajevskom bazenu (Hrvatović, 1997). Zona ovoga rasjeda ima veliki ekonomski značaj. Za nju su vezana poznata izvorišta termomineralnih i mineralnih voda na potezu Ilidža – Blažuj – Kiseljak – Busovača.

Na osnovu dosadašnjih tektonskih podjela, paleozojski kompleksi Dinarida su svrstavani u različite tektonske jedinice i/ili zone i da su genetski vezani za obod Laurazije (Petković i sar., 1961, Flugel, 1990. Schmidth i sar., 2008; Hrvatović, 2018 i dr.). Međutim, svi autori navode posebnost Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Ta posebnost se ogleda u tipu i starosti metamorfizma, tektonskim strukturama, najvećim masama riolita i mnogobrojnosti različitih mineralnih sirovina. Paleozojske formacije Dinarida su "raskomadane" i u tektonskom kontaktu su sa okolnim mezozojskim i tercijarnim geološkim formacijama.

Starost		Deb. (m)	Grafički prikaz	Litostratigrafske jedinice	Fosili i radiometrijska starost (Pb/U)	Starost metamorfizma
Permo-trijas		450		**Formacija Travnik** -škriljci -alevroliti -pješčari -metapješčari	*Myacites*	
Gornji perm		150		**Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka**	*Belerophon*	
		350		**Formacija crvenih klastita SŠG** -pješčari, alevroliti, konglomerati		
		400		-**Formacija Kruščica** -glinoviti škriljci, metapješčari, argilošisti -kvarc-liskunovito-karbonatni škriljci, -kvarcni konglomerati i pješčari -polimiktne breče		
Devon	D_3	100		**Formacija Vranica** masivni i slojeviti krečnjaci i dolomiti	*Stromatoporide Clathrodictyon Tetrakoralji Streptelasma, Pseudomicroplasma devonica Tabulatni koralji Thamnopora brezovicenzis tabularia suhodolensis Konodonti: Belodella Triangularis, Neoprinodus bicurvatus, Panderodus unicostatus, Neoprinodus excavatus, Oneotodus beckmanni, Ozarkodina denckmani*	
	D_2	200		mermerisani krečnjaci, dolomiti i mermeri	*Amphipora ramos (PHILIPS) i Favosites vranicae*	
	D_1	300		-mermerisani masivni krečnjaci, -mermerisani krečnjaci, mermeri, dolomiti i dolomitske breče	*Palmatolepis rhomboidea (?), Pa. glabra lepta ZIEGLER & HUDDLE, Pa. glabra distorta BRANSON & MEHL, Pa. perlobata schindewolfi MÜLLER, Pa. minuta minuta BRANSON & MEHL, Polygnathus glaber glaber ULRICH & BASSLER, Po. nodocostatus nodocostatus BRANSON & MEHL, Icriodus cornutus SANNEMANN*	

ANU BiH АНУ БиХ

Starost	Deb. (m)	Grafički prikaz	Litostratigrafske jedinice		Fosili i radiometrijska starost (Pb/U)	Starost metamorfizma
Proterozoik-Kambrij-Ordovicij-Silur	>4000		**Metamorfni kompleks** -argilošisti i metapješčari, -mermeri, mermerisani krečnjaci i dolospariti, -filitični kvarcno-sericitski škriljci, -metapješčari, liskunoviti škriljci, kvarciti, -crni grafitični kvarcitni škriljci i kvarciti, -otrelitski (hloritoidski) škriljci, -hloritski-kvarcno-sericitski škriljci sa proslojcima filitičnih kvarcno-sericitskih škriljaca, -muskovitski škriljci, -amfibolski škriljci (protolit bazalt)	**Formacija Metariolita** 4. Metarioliti Vranice (starost 463 miliona god. Pb/U), 3. Metarioliti Kruščica-Šćit-Sebešić (starost 494-511 miliona god.) 2. Metarioliti i metapiroklastiti Kreševa i Fojnice (starost 629, 732 miliona god.) 1. Metarioliti Kozice (starost 1037, 1119, 1498 miliona god.	Spriferoidni Brahiopodi	-otrelitski (hloritoidski) škriljci: 46,2+-1 milion godina -amfibol-hloritski škriljci: 43,5+-1,7 milion god. -metariolit: 120+-4,6 milion godina. -metarioliti: 256+-28 milion godina -filitični škriljac: 343+-13 milion godina

Slika 52. Geološki stub Srednjobosanskoga škriljavoga gorja (Hrvatović, 2000b, Hrvatović, 2018).

Danas je generalno prihvaćeno da su proterozojsko-paleozojske formacije na Iberijskom poluostrvu, Francuskoj i centralnoj Evropi proizašle iz Gondvane, što je zasnovano na distribuciji facija, faune i zrna cirkona (Stampfli i sar. 2011). Također, Kroner i Stern (2004) navode da su nakon konsolidacije superkontinenta Gondvana, na kraju prekambrija, riftni procesi na njenom sjevernom obodu doveli do stvaranja kontinentalnih fragmenata koji su kao nezavisne mikro ploče transportovani prema sjeveru i sad se nalaze kao "egzotični tereni" u Evropi (Cadomian i Armorican) i Sjevernoj Americi (Avalonian) te u raznim dijelovima središnje i istočne Azije.

Analiza geohemijskih karakteristika i starosti metariolita (U-Pb i cirkona) sa Vranice (Garašić i sar., 2015) i starosti metariolita (U-Pb I cirkona) s područja Fojnice, Busovače, Viteza i Kruščice (Hrvatović i sar. 2015) ukazuju na to da je jedan takav fragment i Srednjobosansko škriljavo gorje. Rezultati izotopskih analiza iz cirkona iz metarolita (U-Pb) indiciraju da je magmatska aktivnost najvećim dijelom bila prekambrijskai kambrijska (Hrvatović i sar. 2015) i manjim dijelom ordovicijska (Garašić i sar., 2015).

Ono što je važno navesti jest da, za razliku od ostalih paleozojskih terena u Dinaridima, u Srednjbosanskom škriljavom gorju nisu utvrđeni liditi, koji su u Evropi poznati kao "liditski događaj" (Ziegler, 1990), niti formacije iz karbona, kao što je kulmski fliš. Postvariscijske formacije Srednjbosanskoga škriljavog gorja korespondiraju s ostalim naslagama paleozoika Dinarida: klastično-karbonatne formacije, klastične "crvene" formacije i lagunske evaporitne formacije iz gornjeg perma i kontinentalno-marinske naslage permotrijasa.

Strukturnim genetskim modelom (Hrvatović i Dimitrijević, 1991) zaključuju da se Srednjobosansko škriljavo gorje izdiže prije gornje jure (u vrijeme obdukcije ofiolita). Katzer (1926) je smatrao da je izdizanje neogene starosti, kao kompenzacija tonjenja Zeničkog bazena. Nema sumnje da su diferencijalna kretanja ova dva prostora bila vrlo izrazita u neogenu i poslije njega, ali navlake sjeveroistočno od metamorfnog kompleksa, koje sadrže jurske sedimente, postavljaju ova vertikalna kretanja niže u mezozoik. Na izdizanje prije gornje jure, ukazuje mineralni sastav Bosanskog fliša, koji sadrži minerale iz metamorfnih stijena Srednjbosanskog škriljavog gorja (Mikes i sar. 2008).

Finalno strukturiranje Srednjobosanskoga škriljavog gorja bilo je u periodu oligocen-miocen kada je došlo do njegovog značajnog izdizanja duž Busovačkog i Vrbaskog rasjeda. Na ovo ukazuju podaci datiranja od 20 do 23 miliona godina (K/Ar) i od 24 do 28 miliona godina (U-Th/He) (Pamić i sar. 2004; Hrvatović i sar. 2015, Hrvatović, 2018).

6.2.3. Litostratigrafske jedinice

Litostratigrafske jedinice Srednjobosanskoga škriljavog gorja su: 1. Metamorfni kompleks, 2. Formacija metariolita, 3. Formacija Vranica, 4. Formacija Kruščica, 5. Formacija crvenih klastita Voljevca, 6. Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka i 7. Formacija Travnik. Prokaz ovih litostratigrafskih jedinica je u cijelosti preuzet i Hrvatović (2018).

Metamorfni kompleks je predstavljen različitim vrstama metamorfnih stijena iznimno kompleksnih strukturnih odnosa, litološke izmiješanosti, nemogućnosti detaljne podjele po stratigrafskoj osnovi i izraženim metamorfizmom. Protoliti metamorfnih stijena su: prekambrijsko-kambrijsko-ordovicijsko-silurski peliti, alevroliti, različite vrste pješčara i krečnjaci.

Formacija metariolita je prekambrijsko-kambrijske i ordovicijske starosti, metamorfizirana u uslovima facije zelenih škriljaca. Jasno je prepoznatljiva na terenu i predstavlja najveću masu ovih stijena u Dinaridima.

Formacija Vranica (devonske starosti) izgrađena je od mermerisanih krečnjaka i dolomita i mermera koji diskordantno "leže" preko metamorfnog kompleksa i metamorfiziranih riolita.

Transgresivno preko metamorfnog kompleksa, formacije metariolita, i formacije Vranica "leže" postvariscijske formacije: **Formacija Kruščica, Formacija crvenih klastita Voljevca, Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka i Formacija Travnik.**

6.2.3.1. Metamorfni kompleks (prekambrij-kambrij-ordovicij-silur)

Za metamorfni kompleks Srednjobosanskoga škriljavog gorja svi autori, počevši od Katzera (1926) pa do danas, navode da je izgrađen od stijena koje su najstarije u Dinaridima Bosne i Hercegovine. On je predstavljen različitim vrstama metamorfiziranih, uglavnom sedimentnih i manjim dijelom magmatskih stijena. To su razne vrste škriljaca, koji uglavnom pripadaju faciji zelenih škriljaca s određenim naznakama postojanja prijelazne epidot-amfibolitske facije. Na prekambrijsko-kambrijsko-ordovicijsku starost ukazuje njihov geološki odnos sa metariolitima ordovicijske (Garašić, i sar. 2015) i prekambrijske starosti (Hrvatović, 2015, 2018).

Metamorfni kompleks je zastupljen na čitavom području Srednjobosanskoga škriljavog gorja: na području Fojnice, Busovače, Viteza, Kreševa i planine Vranice.

Na ovim područjima su izdvojene sljedeće vrste stijena: kvarcno-sericitski i muskovitski škriljci, metapješčari, kvarciti, kvarcno-sericitski filitični škriljci, hloritski kvarcno-sericitski škriljci, otrelitski škriljci, grafitični sericit-kvarcitni škriljci i kvarciti, trakasti kvarciti, mermeri, mermerisani krečnjaci i metamorfizirani dolospariti, metapješčari i amfibolski škriljci (Živanović, 1975; Hrvatović, 1997, 2006, 2018). To su tereni koji obuhvataju tzv. v "azoik" Katzer (1926) – odnosno, najstarije naslage u Srednjobosanskom škriljavom gorju koje bi pripadale prekambriju. Sve ove stijene su toliko litološki izmiješane i sa iznimno kompleksnim strukturnim odnosima da ih je nemoguće detaljno izdvojiti na terenu.

Kvarcno-sericitski i muskovitski škriljci su nastali uglavnom od glinovitih a podređeno od pjeskovitih sedimenata i oni su sive i sivozelene boje škriljavo plisirane teksture, lepidoblastične i porfiroblastične strukture. Glavni dominirajući sastojci su liskunovito-glinoviti minerali predstavljeni izduženim ljuspama muskovita, sericita i ilita koji pokazuju paralelnu orijentaciju. U podređenom odnosu pojavljuje se sitnozrni kvarc, intimno izmiješan sa

navedenim mineralima ili se izdvaja u zasebne svjetlije milimetarske trake. U navedenoj osnovi nalazimo uložena zrna pirita, cirkona, turmalina i bijelih prevlaka leukoksena produkta trošenja titanskih minerala. Biotit, ukoliko je prisutan, javlja se u tabličastim kristalima koji imaju jasno izražen pleohroizam i cjepljivost.

Kod škriljaca nastalih od pješčara vide se rijetki ostaci reliktnih struktura (psamitska). Učešće kvarca u njima se povećava i iznosi oko 48%, sadržaj liskuna se smanjuje na 50%, a učešće akcesorija se povećava na 2%. Uz to, javljaju se hlorit, biotit, pirit, cirkon, turmalin i leukoksen.

Metamorfni minerali, hlorit i biotit, se makroskopski jasno uočavaju. Mogu se uočiti biotiti i hloriti saglasni folijaciji (formirani u ravni folijacije), ali i da sijeku ravan folijacije pod određenim uglom što ukazuje i na postkinematsku fazu stvaranja minerala.

Potrebno je naglasiti da kvarcno-sericitski škriljci zelenkasto-žute boje, na pojedinim lokalitetima (kod Viteza i Busovače), imaju povećanu radioaktivnost (Hrvatović, i sar., 1986). Interesantno je navesti da se u zonama gdje je povećana radioaktivnost javljaju žice kvarca debljine 0,5 m i dužine do 3 m. Također su jasno vidljive rasjedne zone širine do 1 m. Na području Busovače su utvrđeni kvarcno-sericitski ortoškriljci koji su nastali metamorfozom riolita (Hrvatović, 2018).

Metapješčari, koji se javljaju kao decimetarsko do metarski proslojci u obliku sočiva, imaju zelenkastosivu boju, paralelnu teksturu i blastopsamitsku strukturu. Veličina zrna varira od 0,2 do 0,7 mm. Mineralni sastav je sljedeći: dominira kvarc, izduženih zrna i po ivici iskrzana, a djelomično i zdrobljena, zatim feldspati (ortoklas, lamelarni plagioklasi), sericit, biotit, muskovit, turmalin, neprovidni minerali, cirkon i limonit. Cement je kvarcno-sericitski i potisnut u trake.

Kvarciti u kvarcno-sericitskim i muskovitskim škriljcima grade proslojke i izdužena sočiva, najčešće centimetarske debljine, a rjeđe veće mase dimenzija od jednoga decimetra do metra, kad predstavljaju posebno geološko tijelo, kao kod sela Bistro (područje Novog Travnika), gdje im je debljina preko 5 m, a dužine nekoliko desetina metara.

Kvarcno-sericitski filitični škriljci su izdvojeni jugoistočno od Busovače u obodnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja (uz Busovačku rasjednu zonu) i području Fojnice. To su stijene sive i sivosmeđe boje, škriljave teksture i cijepaju se u tanke lisnate pločice. Struktura im je lepidoblastična. U sastavu dominira sitnolistićavi sericit, a zapažaju se rjeđe zrna kvarca, čestice glinovito-organske materije, limonit, rijedak obezbojen biotit, cirkon i

leukokseniziranа zrna titanovih minerala. Za ove škriljce karakteristična je orijentacija mineralnih čestica. Kvarc se u njima javlja u vidu izduženih zrna ili pak gradi tanka segregaciona sočiva i žilice, a liske sericita su paralelno raspoređene. U ovim škriljcima kao milimetarski do centimetarski proslojci javljaju se liskunoviti metapješčari (koji su limonitizirani i mjestimično dosta trošni).

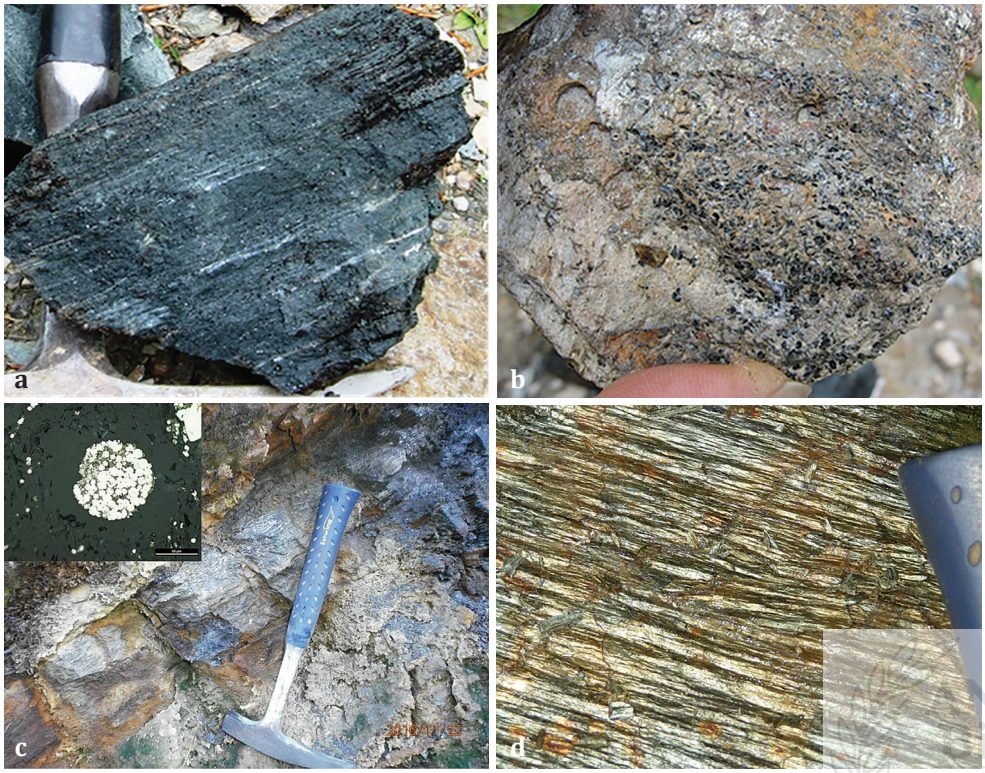
Hloritsko-kvarcno-sericitski škriljci (škriljci nastali metamorfozom u kojoj preovlađuje pjeskovita komponenta) s proslojcima filitičnih škriljaca izdvojeni su jugoistočno od Busovače. Stijena je zelenkastosive boje, škriljave teksture, granolepidoblastične strukture sa reliktima blastopsamitske. U sastav škriljaca ulaze minerali sericit i kvarc kao dominirajući, zatim hlorit i biotit i rjeđe lamelarni plagioklas. Akcesorni minerali su pirit, cirkon, turmalin i leukokseniziranа zrna titanovih minerala.

Kao centimetarsko do decimetarski proslojci u hloritskim škriljcima javljaju se filitični kvarcno-sericitski paraškriljci, koji imaju sivocrnu boju, škriljavu teksturu i lepidoblastičnu strukturu. Stijena se cijepa u tanke lisnate pločice i sedefaste su sjajnosti. U sastavu dominira sitnolistićavi sericit, rjeđe se javlja kvarc, čestice glinovitoorganske materije, limonit, rijedak obezbojen biotit, cirkon i leukoksenzirana zrna titanovih minerala.

Uz prethodno opisane škriljce vidljivo je pojavljivanje kvarcnih žica debljine do 70 cm koje su nepravilno ispucale, limonitizirane i imaju karakteristične nakupine zelenog minerala hlorita, naročito uz donju plohu.

Hloritski kvarcno-sericitski škriljci su veoma rasprostranjeni na području Busovače, Fojnice i Viteza. Uopće, hloritski škriljci predstavljaju metamorfizirane pelite i alevrolite, zelenkastosive boje, škriljave teksture, lepidoblastične i granoblastične strukture s rijetkim reliktima psamitske strukture. U ovim škriljcima, pored različite zastupljenosti liskuna: muskovita i sericita, javlja se hlorit (metamorfni mineral) kao porfiroblast veličine do 2 mm paralelno folijaciji, zbijen ili razasut u listićima. Pored hlorita kao porfiroblast javlja se i biotit, naročito u dijelovima škriljaca koji su nastali od sedimenata koji su imali više glinovite komponente. Modalnom analizom utvrđen je procentualni sastav liskuna oko 71%, hlorita 14%, kvarca 12% i akcesornih minerala 3%.

Otrelitski (hloritoidni) škriljci (sl. 52-1, b) javljaju se uglavnom u dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja koji je Katzer (1926) nazvao azoik. To su područja Busovače i Fojnice.



Slika 52-1. a) Amfibolski škriljci Crni potok kod Busovače (protolit basalt)*; b) Otrelitski škriljci kod Busovače, c) Grafitični kvarcitni šriljci sa framboidalnim piritima na lokalitetu Crna rijeka kod Tarčina (mikroskopska fotografija pirita); d) Kvarcno sericitski škriljci sa lineacijom u dolini rijeke Ivančice kod Busovače* (Hrvatović, 2018).

Ova jedinica je veoma interesantna, kako iz aspekta mjesta pojavljivanja, tako i iz aspekta relativno lahkog zapažanja na terenu po metamorfnom mineralu otrelitu (hloritoid), tako da se pri istraživanju pokušalo s određenim izdvajanjima horizonata ovih škriljaca. Međutim, teškoće su bile velike usljed intenzivnog smjenjivanja (mm–cm) partija, bogatijih, ili siromašnijih kvarcom, organskom materijom, različitošću u strukturama, sadržaju hloritoida, biotita, sericita, što nam ukazuje da su postali od sedimenata različitog mineraloško-petrografskog sastava. Naročito je ova izmjena vidljiva u Mlinskom potoku (kod Kupresa – pored Busovače). (Katzer, 1926, Hrvatović, 1989).

Otrelitski škriljci, na području Busovače, javljaju se kao izdužene zone i sočiva na lokalnostima Dobre vode – Prosje, Modri Kamen, Ivančici, Mlinskom potoku, Oborskoj Kosi, Zahoru i Roškim stijenama. To su metamorfne stijene sivoplave i zelenosive boje i izrazito škriljave teksture. U

njima je posebno karakteristično pojavljivanje otrelita (hloritoida) u vidu listića veličine do 1 cm, a javljaju se paralelno ili koso na folijaciju bez određenog pravca pružanja (sl. 52b). Obično su crne boje, usljed raspadanja postaju zelenomrki. Na lokalnosti Dobre vode – Prosje otreliti su zbijeni ili razasuti u malim listićima (od 0,5 do 2 mm), dok je na drugim lokolnostima raspršeniji i sa većim listićima (od 7 do 9 mm). Najkrupniji porfiroblasti otrelita su na lokalitetu (Roške stijene- lokalitet između Busovače i Viteza) gdje dostižu veličinu i do 1 cm. Katzer (1926, str. 110), opisuje otrelite na sljedeći način: "Otrelitski listići koji svjetlucaju po površini škriljaca, daju izgled koji bi se mogao uporediti sa zvijezdama koje trepere na tamnom noćnom nebu."

Jugoistočno od Busovače, na sjeveroistočnoj padini Modrog Kamena imaju sivozelenu boju, škriljavu teksturu i lepidoblastičnu strukturu. U dolini rijeke Ivančice imaju porfiroblastičnu strukturu praćenu nabornom teksturom, a zapažaju se relikti blastopsamitske strukture. U oblasti Zahora, otrelitski škriljci su maslinastozelene boje, s jasno vidljive dvije generacije otrelita. Prvu generaciju predstavljaju otreliti koji su deformirani i nalaze se u ravni folijacije, dok su oni druge generacije svježiji, krupniji (do 5 mm) i sijeku ravan folijacije. U njihov sastav ulaze još sericit, muskovit, hlorit, kvarc, biotit, pirit, gvoždeviti karbonat (ankerit), leukokseniziranа zrna titanovih minerala i limonit. U tabeli 1. je prikazan hemijski sastav stijena sa područja Busovače (Hrvatović, 2018).

Tabela 1. Hemijski sastav metamorfnih stijena sa područja Busovače (Hrvatović, 2018)

Pozicija uzorka	stijena	SiO_2 %	TiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	K_2O %	Na_2O %	P_2O_5 %	H_2O %
Busovača X=4880890, Y= 6488570	otrelitski škriljci	55,68	0,87	20,74	1,32	7,05	0,14	2,0	1,91	5,51	0,54	0,09	3,90
Crni potok X=4879380 Y= 6487648	amfibolski škriljci (protolit bazalt)	22,36	1,08	8,10	6,23	26,73	3,16	7,57	0,96	0,40	2,72	-	-
Zahor	amfibolski škriljci	45,96	2,19	15,4	3,67	10,5	0,40	6,91	6,3	0,17	4,14	0,24	3,52
Ivančica	kvarciti	70,58	1,03	11,46	3,13	0,75	0,10	0,44	1,67	2,51	4,45	0,68	

Na području Fojnice, otrelitski škriljci, javljaju se u Čemernici (zona ležišta antimonita), u potoku Putljevac, na lokalitetu Lučice (stari jamski radovi

na eksploataciju antimonita), južnim padinama prijevoja Vladičkog vrha (prijevoj između Busovače i Fojnice), južno od Fojnice (iznad Samostana u Fojnici, na putu prema Kozogradu, u kotlini Pavlovac, gdje je nekad eksploatirano srebro – sjeverni obod Motorca).

Amfibolski škriljci (sl. 52-1 a) izdvojeni su na planini Zahor, Zagrlskom (Crnom) potoku i Obarskoj kosi. Javljaju se kao veća sočiva u sklopu hloritskih škriljaca. Najkarakterističniji su amfibolski škriljci u Zagrlskom potoku (kod pojave hijalofana), zbog svoje intenzivne zelene boje, štapićastih kristala amfibol-tremolit-aktinolitske serije veličine i do 1 cm, intenzivne mineralizacije magnetita i pirita, te prisustva turmalina i epidota. Karakteristični (kritični) metamorfni minerali su muskovit-hlorit-aktinolit-tremolit-albit-kvarc. Hemijski sadržaj ovih škriljaca prikazan je u tabeli 1.

Iz sadržaja komponenti može se pretpostaviti da ovi škriljci u Zagrlskom (Crnom) potoku predstavljaju metamorfizirane bazične stijene. Petrografski sastav amfibolskih škriljaca sa lokaliteta Zahor i hemijski sastav (tab. 1) ukazuju da ovi škriljci pripadaju parametamorfitima.

Jurković (1952) na sjevernoj strani Zahora (u zoni Busovačkog rasjeda) na uzvišenju Hrastovi (kod Brestovskog) u okviru istraživanja barita ispitivao je aktinolitsko-epidotske škriljce. Oni imaju lepido-nematoblastičnu strukturu. Pretežno su izgrađeni od štapićastog aktinolita i zrnastog epidota veličine od 10 do 50 mikrona. U ravnima folijacije jasno se uočavaju sitnozrni agregati kvarca i albita, dok su u stijeni rasijana zrnca pirita, magnetita i, veoma rijetko, biotita. Zapažen je i mineral penin, kao produkt metamorfoze aktinolita.

Grafitični, sericit-kvarcitni škriljci i kvarciti zastupljeni su na cijelom području Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Najveće mase su utvrđene na potezu od Crne rijeke (južno od Kreševa, sl. 52-1c) pa preko Fojnice do planine Kruščice, u vidu sočiva debljine od 0,2 do 50 metara. Oni imaju karakterističnu crnu boju, a u sastav ulaze kvarc, sericit, metamorfizirana organska materija i, rjeđe, zrna pirita. Struktura ovih stijena je granoblastična veličine zrna, koja varira od 0,15 do 0,2 mm. Kvarcna zrna su pod djelovanjem pritiska izdužena tako da grade trake, pri čemu se paralelno tome orijentira sericit i grafitična materija, te stijena zadobija trakast izgled sa svjetlijim i tamnijim trakama.

Crni grafitični škriljci su nastali od pelita crne boje, posebno je karakteristično da se javljaju uz metariolite, što se jasno vidi na terenu. Često se oni smjenjuju sa kvarc-sericitnim-škriljcem, naročito na području Ivančice i Kozice.

Crni kvarciti koji su izdvojeni u sklopu ove jedinice najčešće se nalaze u kontaktu s metariolitima, gdje su limonitizirani, piritisani i s primjetnom turmalinizacijom. Na području Kruščice su često uklopljeni u metariolite u obliku sočiva metarskih dimenzija. Grafitični škriljci na području Fojnice su otkriveni na lokalitetima Čemernica, Voljevac i Brdo. Boja im je tamnosiva do crna. Pored zrna kvarca i organske materije u stijeni su zastupljeni sericit, muskovit, hlorit, biotit, a podređeno se javlja i feldspat. Na lokalitetima Voljevac i Brdo u ovim grafitičnim škriljcima koji se nalaze na kontaktu sa sivozelenim i tamnosivim kvarcno-sericitskim škriljcima nalaze se orudnjenja antimona, cinka i žive (tu je nekada vršena eksploatacija antimona).

U dolini Crne rijeke (sjeverne padine planine Orlovača), Tmoru i Visočici (južno od Kreševa) utvrđeni su crni grafitični sericit-kvarcitni škriljci i kvarciti. Oni se mjestimično javljaju u vidu zona maksimalne dužine 250 m i sočiva. Najčešće ih nalazimo u kontaktu s metamorfiziranim magmatskim stijenama (rioliti), i kvarcno-sericitskim škriljcima. To je jedna serija kvarcita, metapješčara i grafitičnih škriljaca u naizmjeničnoj izmjeni. Crne su do sive boje. Dobro su uslojeni, dijelom su tanko "lisnati", a na površinama razdvajanja jasno se uočava "svjetlucavi" sericit. Posebno je važno istaknuti da u ovim stijenama uvijek ima mnogo pirita, vrlo često i halkopirita, aresnopirita i limonita. Gotovo se u pravilu javljaju u blizini rudnih tijela kao na lokalitetu Kostajnica iznad Vranaka (jugozapadno od Kreševa), gdje se javljaju tamni argilošisti uz žice tetraedrita, a na području Crne rijeke su vršena istraživanja rude bakra i zlata. Ovi kvarcitni škriljci su tvrdi, jasno se uočavaju ravni škriljavosti (od 2 do 15 mm) i bijele trake (od 0,5 do 3,0 mm) koje sijeku ravni škriljavosti. Oni imaju karakterističnu crnu boju, a u sastav ulaze kvarc, sericit, metamorfizirana organska materija i zrna metaličnih minerala (pirit, halkopirit). Struktura ovih stijena je granoblastična s veličinom zrna koja varira od 0,15 do 0,20 mm. Kvarcna zrna su pod djelovanjem pritiska izdužena tako da grade trake pri čemu se paralelno tome orijentira sericit i grafitična materija, te stijena zadobija trakast izgled sa svjetlijim i tamnijim trakama.

U dolini Crne rijeke, u ovim crnim grafitičnim škriljcima, nalaze se masivni sulfidi debljine 15-20 m. Sulfidi su uglavnom predstavljeni piritom i, rjeđe, halkopiritom. Mikroskopskim ispitivanjem (Hrvatović, 2018) utvrđeno je da su to dijagenetski framboidalni piriti, koji su genetski vjerovatno vezani za mikrobiološke procese neposredno nakon uginuća organizama.

Trakasti kvarciti i metapješčari utvrđeni su na lokalitetu Ivančica (kod Busovače) u vidu izdužene zone pravca pružanja svjerozapad – jugoistok. Naziv trakasti su dobili zbog centimetarskih traka kvarcita i metapješčara

koje se smjenjuju sa liskunovitim, glinovitim škriljcima (škriljci nastali od pelitskih sedimenata) debljine ispod 1 mm, što je omogućilo i lakše utvrđivanje slojevitosti u ovoj facijalnoj jedinici negoli u drugim sekvencama. Glavni mineral je kvarc, a javlja se još sericit i rijetko hlorit, struktura je granoblastična, a veličina zrna je ujednačena.

Metapješčari, liskunoviti škriljci i kvarciti su najuočljiviji kod sela Živčići (zapadna padina rijeke Kozice), gdje su debljine više desetina metara i bez dobro izražene slojevitosti koja je maskirana metamorfizmom. Imaju zelenkastosivu boju, paralelnu do blago škriljavu teksturu. Veličina zrna varira od 0,09 do 0,37 mm. Struktura je blastopsamitska, sitno do srednjozrna. U sastavu se nalaze minerali: kvarc kao najzastupljeniji, muskovit, rijetki sericitisani feldspati, pirit i glinovito-limonitske čestice. Cement je glinovito-kvarcno-sericitski. Proslojci kvarcno-liskunovitog škriljca su sive boje, škriljave i naborano plisirane teksture. Liskunoviti minerali formiraju trake koje su mehanički deformirane. U sastavu se nalaze kvarc, sericit, muskovit, biotit, hlorit i glinovito-limonitske čestice.

Metapješčari sa trakama kvarcita i proslojcima liskunovitih škriljaca zastupljeni su na području Kozice i Kruščice, s razlikom da su u Kozici više metamorfizirani i imaju više kvarcita. Metapješčari su trakaste teksture i blastopsamitske strukture. U sastavu metapješčara dominira kvarc, zatim dolaze muskovit, biotit, sericit, a od akcesornih minerala zastupljeni su pirit, cirkon i turmalin. Trake kvarcita izgrađene su od gusto zbijenih zrna kvarca veličine od 0,18 do 0,5 mm i rijetkih ljuspica liskuna. Metapješčari, metamorfizirane subgrauvake, na području Kruščice su sive i sivozelene boje i imaju paralelnu teksturu i sitnozrnatu blastopsamitsku strukturu. Mineralni sastav je kvarc, muskovit, sericit, plagioklas, turmalin, cirkon, pirit i dolomit. Dolomit je porijeklom iz hidrotermalnih procesa, pošto se ove stijene nalaze na kontaktu sa metariolitima koji su bili nosioc hidrotermalnih rastvora.

Na području Kruščice utvrđeni su uškriljeni i orudnjeni metapješčari brečastog izgleda, u kojima je uočljiva intenzivna limonitizacija. Jedan od najboljih primjera ovakvih metapješčara je na planini Kruščici (u izvorišnom dijelu Vranjskog potoka) u kojima je utvrđen visok sadržaj bakra, željeza, srebra i zlata. U ovim uškriljenim metapješčarima sa Fe-hidroksidom zapažaju se tanke žilice pirita dvije generacije, i halkopirita koji je zahvaćen trošenjem u sekundarne bakrene minerale (malahit). Uz pirit druge generacije u zrncima kvarca vide se još zrnca vrlo blještavog sjaja žute ili srebrenožute boje a što ukazuje da se radi o zlatu ili srebru ili Au-sulfosolima (Jurković i Hrvatović, 2014)

Na planini Kruščici (kod Viteza) i području Fojnice izdvojeni su mermeri, mermerisani krečnjaci i metamorfizirani dolosparit.

Mermeri su stijene bijele i sive boje. Tekstura im je masivna ili paralelna. Struktura je granoblastična, mikro ili makrozrnasta. Mikrozrnasti varijeteti imaju veličinu kristala od 0,06 do 0,67 mm, a makrozrnasti od 0,1 do 0,3 mm. Kristali kalcita su približno ujednačene veličine, izometričnog oblika i tad ukazuju na kontaktno-metamorfni način postanka. Međutim, češće su kalcitska zrna izdužena u pravcu kristalografske ose C i orijentirana, što ukazuje na regionalno-metamorfni način postanka. Ovakvi mermeri imaju paralelnu teksturu.

Uz mermere se često javlja mermerni oniks u vidu sočiva debljine od 0,5-1 m. Trakaste su teksture, a izgrađeni su od prizmatičnih kristala kalcita izduženih u pravcu kristalografske ose C i po nekoliko cm.

Mermerisani krečnjaci, predstavljaju djelomično metamorfizirane stijene. Tekstura im je masivna ili paralelna, a struktura granoblastična sa reliktima prvobitne kriptokristalaste mikritske osnove. Kriptokristalasti relikti se javljaju u obliku traka koje se smjenjuju s trakama granoblastičnog kalcita. U ovim stijenama mjestimično se javljaju i arenitska nekarbonatna zrna predstavljena kvarcom, kvarcitom, muskovitom, hloritom i plagioklasima.

U sklopu ove jedinice javljaju se i metamorfizirani intratajdalni krečnjaci, trakaste teksture, koji odgovaraju fenestralnom mikritu ili stromatolitu. Nastali su u izrazito plitkovodnoj depozicionoj sredini (intratajdal).

Metamorfisani dolospariti su bijele ili sive boje, masivne teksture te mikrokristalne i makrokristalne strukture. Mikrokristalni varijeteti se sastoje od kristala veličine od 0,02 do 0,07 mm, a makrokristalni od kristala veličine od 0,1 do 0,5 mm. Kristali su alotriomorfnog i hipidiomorfnog oblika i zamućeni usljed mikronskih čestica kalcita i gline. Unutar glavne mase javljaju se i grudvaste koncentracije mikrokristalastog dolomita (koje podsjećaju na intraklaste i pelete) okružene mikrokristalnim dolomitom. Metamorfizirani dolospariti uglavnom sadrže pirit, a često i ankerit. Proces ankeritizacije je praćen silifikacijom što je vidljivo kroz pojave "gnjezdašca" i žilica mikrokristalnog kvarca.

Sve ovo ukazuje na prinos materije iz magmata, tj. metariolita. Sadržaj $CaCO_3$ u metamorfiziranim dolosparitima je oko 30,6%.

Na području Fojnice ovoj jedinici pripadaju masivni i uslojeni mermerisani krečnjaci, mermeri i dolomitični mermeri. Navedene stijene imaju sitnozrnu neujednačenu strukturu i masivnu teksturu, a izgrađene su od kalcita i dolomita, te rijetko dispergirane glinovito-limonitske materije i sitnih zrna

pirita. Zapažaju se i žice s krupnim kristalima kalcita i ispucalim kristalima kvarca.

Navedene stijene su u kontaktu sa parametamorfitima. Kontakt je često markiran sa izraženim pojavama limonita.

Centralni dio planine Vranice izgrađen je od smjene filitičnih škriljaca i metapješčara koje je Hajdarević (2003) izdvojio u zasebnu jedinicu na kojoj slijedi formacija Vranica dokazane devonske starosti. Prema dominirajućem litološkom članu Hajdarević (2003) izdvojio je dva člana ove jedinice:

1. filitični škriljci i
2. metapješčari.

Filitični škriljci se prostiru na sjevernoj i zapadnoj strani Prokoškog jezera, zatim na potezu od potoka Jezernica do uzvišenja Stražica (1806 m), na padinama vrhova Nadkrstac i Rosin, uzvišenju Tikva (1979 m) i na sedlu Sikirica. Za ove filitične škriljce (Katzer,1926) piše da se oni nadovezuju na azojske škriljce s područja Fojnice; međutim, oni nisu intenzivno ubrani kao oni na području Busovače i Fojnice, ali su prožeti žicama bijeloga kvarca. Općenito oni su manje metamorfizirani. Tipičan primjer je filit sa lokaliteta Tikva. On ima "kompaktnu" strukturu i zelenosivu do crnu boju, tankoploča-stu teksturu s talasastim teksturnim površinama. Na površinama folijacije se zapažaju limonitne prevlake kao rezultat trošenja pirita.

Od glavnog vrha Vranice, filiti se šire na zapad preko Rosina ka Timočkoj kosi i potoku Suhodol, gdje tonu ispod metamorfiziranih krečnjaka devona. Na Krstacu i Nadkrstacu oni su pokriveni slabije metamorfiziranim riolitima kao i u oblasti Zlatana i Treskavice.

Metapješčari se nalaze u podini formacije Vranice, a nalazimo ih na širem području Prokoškog jezera, i to na terenima Ločike, Sarajevskog krstaca, Krstaca, Tikve, Smiljevačke kose i Ćose. Debljina ovih metampješčara varira od 15 do 40 m. U podini ovih metapješčara, Hajdarević je (2003) na području Prokoškog jezera izdvojio škriljave pjeskovito-liskunovite krečnjake debljine 0,8 do 2,5 m. Javljaju se u obliku slojeva debljine od 3 do 40 cm koji se nepravilno smjenjuju s tankim filitičnim škriljcima i metapješčarima. Ovi pjeskovito-liskunoviti krečnjaci mogu se pratiti, po pružanju oko 3 km, na potezu od Hrida-zapadna strana Prokoškog jezera preko podnožja Debelog brda do zapadne padine Zelene gromile – istočna padine Treskavice.

Preko škriljavih pjeskovito-liskunovitih krečnjaka "leže" nekoliko metara debeli filitični škriljci, na koje se naslanjaju metapješčari. Na području

Prokoškog jezera oni se pružaju istočnim padinama poteza Ćoso – Hrid, južnim padinama Smiljevačke kose, na uzvišenju 1817 m, zapadno od Prokoškog jezera, vrhu Glavičica (1691 m), istočnim padinama Debelog brda, Treskavici i Ravnom kleku (1934 m). Metapješčari su sivozelene, sive i tamnosive boje i slojevite do "bankovite" teksture. Struktura ovih stijena je blastopsamitska do granoblastična (Sofilj, 1980). Kvarc, koji je djelomično zaobljen, najzastupljeniji je veličine zrna od 0,2 do 1,8 mm. Pored kvarca zastupljeni su alterisani feldspati, rijetko plagioklas, muskovit, sericit i biotit, dok se od stijenskog detritusa zapažaju kvarcit i rožnac. Od teških minerala utvrđeni su sfen, leukoksen, cirkon, apatit, turmalin, granat, pirit i limonit. Vezivo pješčara je kvarcno-hloritsko-sericitsko. U najvišim horizontima ovih metapješčara zapaža se povećano učešće karbonatne komponente.

Na sjeverozapadnim padinama uzvišenja 1817 km u sitnozrnijim varijetetima metapješčara (Hajdarević, 2003) pronašao je brahiopode zapadno od Prokoškog jezera.

U krovini ovih pješčara nalaze se krečnjaci koji pripadaju formaciji Vranica. S druge strane je kontakt prema filitičnim škriljcima uglavnom markiran metariolitima, za koje je utvrđeno da su ordovicijske starosti (Garašić i dr., 2015). Ovom području pripadaju prostori planina Vitreuše, Zeca, Pogorelice, Bitovnje, Ivana i Tmora, pa sve do Tarčina. Teren navedenih planina je izgrađen uglavnom od grafitičnih kvarcitnih škriljaca, kvarcno-sericitskih škriljaca, kvarcita, metapješčara i podređeno argilošista.

Argilošisti su na području Srednjobosanskoga škriljavog gorja manje rasprostranjeni. Od minerala sadrže mikrokristalasti kvarc, sericit, rjeđe hlorit i ponekad plagioklas. Oni se mjestimično javljaju u vidu manjih zona i sočiva te nemaju postojanost po pružanju. Najčešće ih nalazimo u kontaktu s filitima, a ponekad se javljaju u naizmjeničnoj izmjeni s metapješčarima. Generalno gledano, argilošisti Srednjobosanskoga škriljavog gorja su crne do sive boje, dijelom tankolisnati, a na površinama razdvajanja jasno se uočava "svjetlucavi" sericit. Posebno je važno istaknutii da u ovim stijenama uvijek ima pirita i da se, u pravilu, javljaju u blizini rudnih tijela kao što su tetraedritne žice na lokalitetu Maškara, Desne, Seferovića, Cvrče, Daganj-brda i Druge kod Gornjeg Vakufa, zatim kod zlatonosnih kvarcno-piritnih žica u Bakovićima i žica antimonita u Lučicama, sjeverno od Fojnice. Iz navedenog proizlazi da pojave crnih argilošista u Srednjobosanskom škriljavom gorju mogu biti značajan putokaz prilikom istraživanja mineralnih sirovina.

Još je Katzer (1926) uočio razlike među argilošistima koji prate rudne pojave. Tako, u rudniku zlata u Bakovićima (u rovu Franc 2) argilošisti su

izrazito crne boje. Na njihovom presjeku se jasno vidi da su dosta bogati tankim i sitnim listićima muskovita te sočivcima bijelog i smeđeg kvarca. Argilošisti, u čijoj blizini se nalaze tetraedritne žice u Maškari kod Gornjeg Vakufa, tanko su cjepljivi, malo hloritni, što im daje zelenkasto-crnu boju. Po liskama cjepljivosti (klivaž aksijalne površi) uočavaju se nakupine muskovita. U neposrednom kontaktu s rudnom žicom argilošisti su izrazito crni. Kad se ovi argilošisti lahko cijepaju rudna žica je, u pravilu, deblja i bogatija. Međutim, ako je argilošist silificiran i tvrd rudna žica je male debljine i uglavnom je sideritno-baritna.

U oblasti Kreševa, na lokalitetu Kostajnica iznad Vranaka (jugozapadno od Kreševa), također se javljaju tamni argilošisti uz žice tetraedrita. Ovi argilošisti su tvrdi, jasno se uočavaju ravni škriljavosti te crnosive (od 2 do 15 mm) i bijele trake (od 0,5 do 3 mm) koje sijeku ravni škriljavosti. Ovo ukazuje na najmanje dvije faze metamorfizma.

Argilošisti kao izolirana sočiva uočavaju se na Motorcu (južno od Fojnice) i Zec-planini (Smiljeva kosa). Tu su oni sive do crne boje, većinom tanko i ravno cjepljivi i često prožeti kvarnim žilicama koje su poprečne na ravni cjepljivosti (klivaž aksijalne površi).

U jugoistočnoj oblasti Srednjobosanskoga škriljavog gorja (od Dobrošina pa do Pogorelice) u argilošistima se javljaju tanke žice i sočiva barita.

U jugozapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja, na potezu Gornji Vakuf – planina Bitovnja, zastupljeni su i alevroliti, grauvakni metapješčari i pješčari, subgrauvakni metapješčari i pješčari, brečaste subgrauvake, subarkoze, brečaste subarkoze, kao i liditske i hematitske breče (Sofilj, 1980). Masivni alevroliti sive i zelenkastosive boje utvrđeni su u predjelu Cvrče. Uglavnom grade manje mase, brzo isklinjavaju i ne mogu se odvojiti od stijena sa kojima se smjenjuju. Veličina zrna im je najčešće od 0,03 do 0,05 mm. U njihov sastav ulaze kvarc, sericit, hlorit, minerali gline, turmalin, cirkon, metalični minerali i tamna organska materija.

Pješčari, metapješčari i breče se javljaju na krajnjem jugozapadnom obodu Vranice, počevši od Gornjeg Vakufa pa prema jugoistoku do Bitovnje planine. Ove stijene grade proslojke i sočiva u sericitsko-kvarcnim, kvarcno-sericitskim i kvarcno-liskunsko-hloritskim škriljcima, argilošistima i alevrolitima. Nije uočena neka pravilnost u pojavi određenih tipova pješčara u stubu, ali se ipak čini da su grauvakni i subgrauvakni tipovi pješčara češći u donjim dijelovima stuba.

Liskunsko-kvarcni pješčari i metapješčari imaju veličinu zrna od 0,10 do 0,45 mm, te spadaju u grupu sitnozrnastih do srednjozrnastih pješčara. U

sastav ovih stijena ulaze kvarc, rjeđe feldspat, sericit, hlorit, muskovit, biotit, a sasvim rijetko i zrna karbonata, zatim fragmenti kvarcita, rožnaca i sericitsko-kvarcnih škriljaca. Teški minerali su cirkon, turmalin, sfen, apatit, metalični minerali, hematit i limonit. Vezivo je kvarcno-sericitskog, djelomično glinovito-limonitičnog sastava. Mjestimično je ovo vezivo kod metapješčara zamijenjeno karbonatnom materijom.

Grauvakni metapješčari su masivne ili paralelne trakaste teksture i blastopsamitske strukture. Zrna su im veličine od 0,07 do 0,42 mm. Izgrađena su od kvarca, alterisanog feldspata, rijetko plagioklasa, sericita, muskovita i obezbojenog biotita, a rožnac i kvarcit predstavljaju stijenski detritus. Od teških minerala utvrđeni su sfen, leukoksen, cirkon, apatit, turmalin, pirit i limonit. Kvarcno-hloritsko-sericitsko vezivo odlikuje se trakastim rasporedom listastih minerala. Pri porastu veličine zrna ovi pješčari prelaze u brečaste tipove, koji grade proslojke među subgrauvaknim sitnozrnim pješčarima i metapješčarima. U teškoj frakciji ovih stijena izdvojeni su cirkon, turmalin, apatit, rutil, granat, sfen, leukoksen, ilmenit, pirit i limonit. Također, među subarkozama nailazi se na brečaste tipove, kod kojih se veličina zrna kreće između 0,25 i 4,20 mm. Od teških minerala, u ovim stijenama, određeni su cirkon, turmalin, sfen, leukoksen, rutil, apatit i limonit.

Kvarciti i kvarcni metapješčari su veoma rasprostranjeni u izvorišnom dijelu rijeke Vrbas i Desne te, na planini Zec. U izvorišnom dijelu Vrbasa kvarciti i metapješčari su sitnozrni i veoma kompaktni. Vezivo je silicijsko. Od akcesornih minerala najčešće se javljaju ortoklas, muskovit, rutil, hematit i limonit. Makroskopski posmatrano, veoma su slični riolitima i teško ih je razlikovati kada su kao fragmenti izmiješani sa riolitima u glacijalnom materijalu kojeg ima jako puno u izvorišnom dijelu Vrbasa. Najčešće se javljaju u krovini filita ili na kontaktu sa metariolitima.

U oblasti Desne (pritoka Vrbasa), iznad sela Smrčevice, kvarciti izgrađuju vrhove Volarica (1792 m) i Dare (1800 m) te područje između njih. To su dijelovi gdje kvarciti imaju najveću debljinu (preko 100 m). Na dijelovima gdje rijeka Desna presijeca te stijene formirani su markantni vodopadi.

Na području planine Vitreuše, na više mjesta su otkrivene značajne naslage kvarcita koje se mogu koristiti kao mineralna sirovina za proizvodnju ferosilicija u Elektrobosni iz Jajca (Jovanović i sar., 1980). Ovo visoko planinsko područje dreniraju vodotoci Desna i Lijeva, koje kod mjesta Mačkara grade rijeku Vrbas. Na prostoru Vitreuše kvarciti su otkriveni na lokalitetima Gradac, Zapade, Gromilica i obod Gromilica. Na svim tim lokalitetima, uz

kvarcite, kao tanji proslojci mogu se pronaći metamorfizirani kvarcni pješčari i kvarcno-sericitski škriljci.

Na vrhu Gradac, zatim prema sjeveru duž grebena koji se spušta u rječicu Desna, kao i na njenoj desnoj obali, unutar kvarcno-sericitskih škriljaca otkrivena su tri izolovana (zasebna) sočiva kvarcita. Sočiva izdanjuju na dužini od 200 do 250 m. Širina izdanačke zone varira od dva do 50 m. Debljina im je također promjenljiva (od 10 do 50 m). Kvarcit je bijele i svjetlosive boje, masivne, a rjeđe i trakaste teksture. Zrnasta struktura je dominirajuća sa veličinom zrna od 0,25 do 3 mm. U mineraloškom sastavu kvarcita, od bitnih sastojaka, učestvuje kvarc, dok su sporedni sericit, muskovit, hlorit i feldspati. Feldspati su zahvaćeni, u različitom stepenu, procesima alteracije. Akcesorni sastojci su cirkon, apatit, leukoksen, pirit, limonit i hematit. Sadržaj SiO_2 je od 95-98%, Al_2O_3-0,41-1,83%, Fe_2O_3-0,16-0,96% i CaO-0,18%.

Na jugozapadnoj padini planine Vitreuše, odnosno 1 km sjeverozapadno od vrha Gradac, na lokalitetu Zapade u kvarcno-sericitnim škriljcima izdvojena su dva sočiva kvarcita dužine od 100 i 120 m sa sličnim hemijskim sadržajem kao na Gradcu.

U području grebena Gromilica lokalizirana je, na površini od oko 2 500 m^2, masa kvarcita sa sadržajem SiO_2 od 98,8%. Na sjevernim i sjeverozapadnim padinama Vitreuše i grebenu Obod-Gromilica utvrđena je veća masa kvarcita u kvarcno-sericitskim škriljcima. Manje mase kvarcita utvrđene su na Vitreuši-istok, Kljunu, Marinim stijenama i dr.

Južno od Fojnice, na udaljenosti od 20 km, na lokalitetu Visočica su izdvojena geološka tijela kvarcita u obliku sočiva i deformiranih slojeva, koji obrazuju morfološke grebene visoke desetak metara. Ti grebeni su raspoređeni tako da markiraju kvarcite po pružanju (200 m) u pravcu istok-zapad, s padom prema sjeveru, pod uglom od 45 do 50°. Debljina kvarcita je oko 20 m. Granica kvarcitnih tijela prema okolnim stijenama (parametamorfitima) vrlo je oštra, te mahom tektonizirana. Kvarciti, kao stijenske mase, vrlo su otporni na djelovanje atmosferilija, te se na terenu ističu u vidu grebena, sa skoro vertikalnim stranama, koji su veoma markantni na ovom terenu. Kvarciti su uglavnom masivni i kompaktni. Makroskopski se slabo zapaža škriljavost. Boje su bijele, žućkastobijele i svjetlosive. U pojedinim dijelovima su zahvaćeni limonitizacijom, a na pojedinim mjestima uočene su tanke žice bijelog kvarca koje su vjerovatno nastale u procesu metamorfizma.

Na terenima južno od Fojnice otkrivene su manje mase kvarcita na lokalitetima Raskršće, Radava, Neretvica i Nevra.

6.2.3.2. Formacija metariolita (prekambrij-kambrij-ordovicij)

Formacija metariolita ima znatno rasprostranjenje na planini Vranici (Nadkrstac, Rosin), duž toka rijeke Kozice, na prijevoju između Kozice i Ivančice, na području planine Kruščice, Šćita, Rostova (Sebešića), na području Kreševa (Berberuša) i Fojnice (Bakovićka Citonja i Čemernica).

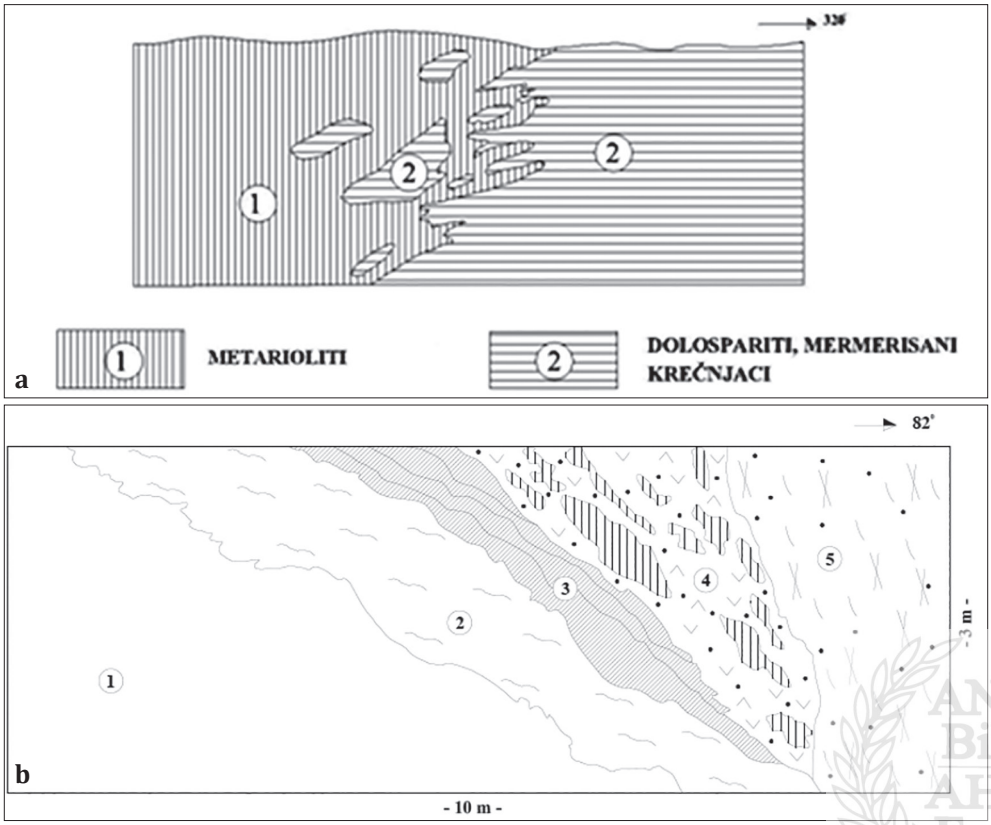
Starost metariolita

Tokom izrade Osnovne geološke karte i geološke karte Srednjobosanskoga škriljavog gorja, razmjere 1:10000, prikupljeni su podaci o geološkim odnosima metariolita i okolnih metamorfnih stijena koji ukazuju na više faza magmatske aktivnosti. Pojedini autori glavnu magmatsku aktivnost smještaju u karbon-perm (Katzer, 1926.; Jurković i Majer 1954, Trubelja 1984), nekad i u ordovicij i silur kao jednu od najstarijih faza stvaranja ovih stijena (Hrvatović, 1997, 2008).

Međutim, ispitivanjem starosti izotopa U-Pb cirkona iz metariolita dobijeni su podaci koji ukazuju da je bilo više faza magmatske aktivnosti. Također, geološki odnosi metarilita sa okolnim parametamorfitima, ukazuju na više faza stvaranja metariolita (sl.53a i 53b).

Analizom U-Pb iz obruča jezgra cirkona, iz metariolita, sa vrha planine Vranice dobijena je konkordantna magmatska starost od 463±4 miliona godina, a starost naslijeđenog jezgra cirkona od od 617,2±6,1 miliona godina (Garašić, i sar., 2015). Mjerenjem starosti izotopa U-Pb, iz obruča jezgra cirkona, sa područja Busovače, Fojnice, Kreševa i Kruščice, dobijene su sljedeće konkordantne starosti magmatizma: 1498±39 miliona godina i 494±12 miliona godina, a konkordantne starosti naslijeđenog jezgra cirkona variraju od 536±6,1 do 637±7,3 miliona godina (Hrvatović, i sar., 2015 i Hrvatović, 2018). Tom prilikom je izvršeno mjerenje na 90 kristala cirkona a dobijeni rezultati jezgra mjerenjem izotopa Pb-U (208/232) dobijene su vrijednosti obruča od 511 do 732 miliona godina i od 1037 do 1119 miliona godina. Starost naslijeđenog jezgra cirkona je od 545 do 680 milona godina i od 1435 do 1768 miliona godina. Analizom izotopa Pb-U (208/232) iz obruča jezgra cirkona dobijena je jedna starost od **4314 miliona godina**. U tabeli 2 su prikazani zbirni podaci starosti izotopa cirkona.

Garašić i sar., (2015) navode da su slični metavulkaniti iz baze zapadnih Karpata (Putiš i sar., 2008) interpretirani kao ostaci sjeverne aktivne kontinentalne margine Gondvane kao i prevarscijske jedinice iz baza Alpa (von Raumer i sar., 2003). Geohemijske karakteristike metariolita s planine Vranice



Slika 53: a) Kontakt metariolita, dolosparita, mermerisanih krečnjaka i mermera na planini Kruščici b) Kontakt metariolita sa parametamorfitima – planina Kruščica, 1. Masivni metariolit; 2. hloritno-sericitisko-kvarni škriljac; 3. grupa slojeva kvarcita s "listastim" glinovitim proslojcima; 4. zeleni uškriljeni metamorfizirani tufiti s filitima i sočivima kvarca; 5. škriljavi metariolit (Hrvatović, 1997).

ukazuju na parcijalno topljenje kore u subdukcijskom tektonskom okruženju (Garašić i sar., 2015). Kroner i Stern (2004) navode da su nakon konsolidacije superkontinenta Gondvana, na kraju prekambrija, koji su kao nezavisne mikro ploče transportovani prema sjeveru i sad se nalaze kao "egzotični tereni" u Evropi (Cadomian i Armorican) i Sjevernoj Americi (Avalonian) te u raznim dijelovima središnje i istočne Azije. Jedan takav fragmnet bi mogao predstavljati i Srednjobosansko škriljavog gorje (Hrvatović, 2018).

Dobijeni rezultati o starosti metariolita daju poboljšanje o razumijevanju starosti metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Naime, metamorfni kompleks je na Osnovnoj geološkoj karti, list Zenica, prikazan

silur-devonske (S, D?) starosti (Živanović i sar., 1971), međutim rezultati o starosti metariolita ukazuju na njegovu kambrijsku i prekambrijsku starost.

Metarioliti Vranice (kojima pripada i Nadkrstac) ordovicijske starosti (Garašić i dr. 2015) mlađi su od okolnih metamorfnih stijena (škriljci, kvarciti, mermeri). Da su metarioliti mlađi ukazuju nam i metapiroklastiti okoline Prokoškog jezera koji sadrže fragmente okolnih parametamorfita (kvarcita i različitih vrsta škriljaca). To se može vidjeti i na planini Kruščici, gdje se u metariolitnoj masi nalaze fragmenti dolosparita veličine od 10 do 30 cm i da su pri kontaktu pukotine i prsline u dolosparitskoj masi prožete metariolitom (sl. 53a, Hrvatović 1997).

Postojanje starije faze stvaranja riolita može se vidjeti na slici 53b, gdje je prikazan odnos metariolita, hloritsko-sericitskih škriljaca i zelenih škriljavih tufitičnih stijena koje sadrže sočiva kvarca. Prikazani geološki profil se nalazi u metamorfnom kompleksu koji se nalazi ispod stijena dokazane devonske starosti i riolita ordovicijske starosti. Rekonstrukcija profila ukazuje na to da je vjerovatno u periodu prekambrij-kambrij, u početnoj fazi došlo do snažne efuzije kisele magme, koja je u prvo vrijeme bila submarinska, da bi kasnije zadobila tipične vulkanske odlike sa površinskim pojavama piroklastita. Može se pretpostaviti da su kopnene površine nastale efuzijama bile male i predstavljale su vulkanska tijela s manjim sedimentacionim oreolom, odnosno sa strmim prijelazima u podmorski reljef.

Na više faza stvaranja metariolita ukazuju i metapiroklastiti planine Berberuše, koji sadrže anklavirane fragmente starijeg metariolita i okolnih metamorfita.

Katzer (1926) piše da glavni izlivi metariolita (kvarcporfira) izgrađuju slivove, raščlanjene rasjedima i erozijom. Ovi izlivi se prostiru preko kristalastih i polukristalastih uslojenih stijena. Metarioliti, koji zauzimaju prvenstveno visoravni i grebene planina (vrh planine Vranica), manje su metamorfisani i manje uškriljeni, dok su oni, naročito prema sjeveroistočnoj granici planina (područje Busovače, Fojnice i Viteza), više uškriljeni i metamorfisani.

Metarioliti planine Vranice

Najveće prostiranje metariolita u Srednjobosanskom škriljavom gorju nalazi se na planini Vranici. Jurković i Majer (1954) izrazili su mišljenje da metarioliti Nadkrstaca, Krstaca i Rosinja predstavljaju jedan lakolit. Ovo je također prihvatio Sofilj, 1980). Svi dosadašnji istraživači su isticali posebnost riolitnog tijela Nadkrstac – Rosinj, u odnosu na ostale u Srednjobosanskom

škriljavom gorju. Ta posebnost se prvo ogleda u tome da su to najsvježiji metarioliti sa makroskopski vidljivim feldspatima veličine i do 1 cm.

Na južnim padinama Nadkrstaca i Rosina, uz kontakt metariolita i škriljaca, vide se brojni ostaci starih ilirskih i rimskih rudarskih radova na zlato.

Metarioliti Krstaca su sive boje i porfirne strukture. Sadrže fenokristale kvarca, K-feldspata i rijetko albita (Jurković i Majer, 1954). Hemijski sastav je prikazan u tabeli 3.

Metarioliti Rosina su čvrste stijene, tamnosive boje i porfirne strukture (Jurković i Majer, 1954). Hemijski sastav metariolita je prikazan u tabeli 3.

Tabela 2. Pojedinačne vrijednosti starosti zrna cirkona (Hrvatović, 2018).

Proba		pozicija	207/238 Starost- miliona godina +/-2 S.D.		207/235 Starost (mg) +/- 2 S.D.		207/206 Starost (mg) +/- 2 S.D.		208/232 Starost(mg) +/- 2 S.D.		Konkordantna star. Starost (mg) +/- 2 S.D.	
0c04b05 05	40	jezgro	592	8	583	7	544	40	545	6	587	5.8
0c04b06 06	40	jezgro	604	8	597	7	568	40	581	5	600	6.2
0c04b07 07	40	jezgro	1801	23	1875	10	1954	30	1768	19	----	----
0c04b08 08	40	jezgro	604	12	638	15	756	70	620	8	----	----
0c04b09 09	40	jezgro	646	13	676	20	774	96	684	14	----	----
0c04b10 10	40		281	5	283	8	292	76	266	5	281	4.7
0c04b11 11	40	jezgro	1380	20	1484	16	1630	44	1435	18	----	----
0c04b12 12	40	jezgro	532	8	541	8	572	46	585	9	536	6.1
0c04b13 13	40	jezgro	634	8	642	9	666	42	636	7	637	7.3
0c04b14 14	40	obruč	523	5	549	5	650	24	511	5	----	----
0c04b15 15	40	jezgro	628	8	632	9	640	40	628	10	629	7.5
0c04b16 16	40	jezgro	510	7	531	8	618	36	567	12	----	----
0c04d05 05	20	obruč	680	24	806	38	1168	132	1119	69	----	----
0c04d06 06	20	jezgro	2104	46	1994	34	1880	60	1940	70	----	----
0c04d07 07	20	obruč	551	15	1034	30	2272	88	**4314**	198	----	----
0c04d08 08	20	obruč	434	11	460	20	592	108	502	16	----	----
0c04d09 09	20	obruč	494	12	494	27	492	144	654	52	494	12
0c04d10 10	20		281	12	302	27	464	272	266	17	281	12
0c04d11 11	20	obruč	461	14	490	28	630	154	732	63	----	----
0c04d12 12	20	jezgro	1316	36	1690	51	2190	102	1880	169	----	----
0c04d13 13	20	obruč	492	18	604	31	1048	200	1037	76	----	----
0c04d14 14	20	jezgro	664	74	880	91	1468	558	808	66	----	----
0c04d15 15	20	obruč	477	13	463	24	394	158	513	35	**476**	12
0c04d16 16	20	obruč	1483	44	1513	43	1552	108	1311	41	**1498**	39

Zapadno od Krstaca nalazimo metariolitni masiv Nadkrstac.

Ove metariolite su ispitivali Majer i Garašić (2001). U podini 200 metara debelih metriolita nalaze se filiti. Za riolite sa ovoga lokaliteta, Majer i

Garašić (2001) navode da su po hemijskom sastavu to rioliti do daciti, na što ukazuje odnos glavnih elemenata (Na_2O+K_2O):SiO_2, ali i odnos elemenata u tragovima Zr/TiO2:Nb/Y. Hemijski sastav metariolita prikazan je u tabeli 3.

Metarioliti Nadkrstca su umjerenog do naglašenog kalijskog karaktera, pri čemu omjer K_2O/Na_2O varira između 1,0 i 13,8. Oni su također peraluminijski, što je izraženo njihovim visokim peraluminijskim indeksom ($Pi=Al_2O_3/CaO+Na_2O+K_2O$) koji varira između 1,5 i 4,1. Primjenom kriterija za razlikovanje tektonskog smještaja granitnih stijena metarioliti Nadkrstaca prema omjeru Rb : (Y + Nb) i Nb : Y pripadaju stijenama koje se formiraju u području vulkanskih lukova (Jurković i sar., 2014). Na temelju analize fengita, politipu muskovita sa visokim sadržajem Si, Mg i Fe-komponente (Majer i Garašić, 2001) zaključuju da su pojave tog minerala, iako vezane za stijene visokog pritiska, prvenstveno posljedica hemijskog sastava njihovog protolita, a ne visokog pritiska koji je vladao pri metamorfizmu.

Dva pojasa metariolita, između kojih se javljaju platformni krečnjaci donjeg i srednjeg devona (lokakitet Ločike-Krstac), izdvojio je Hajdarević (2003): 1) prvi pojas, istočno od Prokoškog jezera, na potezu Hrid – Zelena gromila – Podine, koji se dalje nastavlja u područje Jezernice i Fojnice; 2) drugi pojas, zapadno od Prokoškog jezera, obuhvata najviše dijelove Vranice (Nadkrstac, 2110 m) i jugozapadne padine Krstaca, te prostor sve do Crnodol potoka i uzvišenja Kolo (jugozapadno od Ločike), koji se dalje produžava na sjever do Bijele Gromilice, Zlatan Vrela te Rosina, Devetaka i Zlatnog Guvna na zapadu.

U centralnom dijelu Vranice, na potezu od istoka prema zapadu Krstac (2069 m) – Nadkrstac (2112 m) – Rosinj (2059 m), prostire se tijelo najsvježijih metariolita, za koje je određena starost ordovicij (Garašić i sar. 2015). Istoj generaciji riolita mogli bi pripadati i svježi rioliti uzvišenja Tikva (1922 m).

U najistočnijem dijelu riolitnog masiva, na Krstacu, metarioliti debljine do 50 m, najvećim dijelom "leže" preko srednjedevonskih metamorfiziranih mikrosparitskih krečnjaka, dolosparita, krinoidnih biomikrosparita, mikrita i mermera koji su izdvojeni kao "Horizont Ločika – Krstac" (Hajdarević, 2003). Hajdarević navodi da su krečnjaci u kontaktnoj zoni, naročito uz granicu s metariolitima, pretrpjeli jasno vidljive hemijske promjene kao što je silifikacija i limonitizacija. Također, može se vidjeti da je i metariolitno tijelo uz kontakt kataklazirano i da su komadi jedrog porfirnog metariolita uvaljani u glinovitu poluuškriljenu masu. U sjeverozapadnom dijelu Krstaca, metarioliti zaliježu pod krečnjake vrha Krstac. Na sjevernom i južnom kontaktu između metariolita i krečnjaka nalaze se filiti i filitični škriljci debljine do deset

metara. Ovo nas upućuje na zaključak da su metarioliti Krstaca navučeni na karbonate "Horizonta" Ločike – Krstac. Na ovo ukazuje i orijentacija osa nabora, u krečnjacima, sjever-jug. Katzer (1926) navodi da svugdje gdje između porfira i krečnjaka postoji umetak filita, oni su u vezi sa tektonikom. Sjeverno od vrha Krstac, krečnjaci spomenutog horizonta Ločika – Krstac "leže" preko 7-10 metara debelog paketa filita, a oni preko uškriljenih metariolita. Fizičko-hemijske promjene, koje se mogu zapaziti u kontaktnoj zoni metariolita i karbonata su najvećim dijelom vezane za procese metamorfizma.

Istočno od Prokoškog jezera, na potezu Hrid – Zelena gromila – Podine, u pravcu sjever-jug prostire se pojas škriljavih metariolita dužine oko 3 km, a prosječne širine 1 km. Na zapadnom dijelu tog pojasa (prema Prokoškom jezeru), u njegovoj neposrednoj krovini, nalazi se pojas filita, filitičnih škriljaca, metapješčara i podređeno pjeskovitih krečnjaka, koje je Hajdarević (2003) izdvojio kao član metapješčara. Preko ovoga člana "leže" sivi organogeni sparitski prekristalisali krečnjaci i dolomiti, podređeno mermeri i crveni "željezoviti krečnjaci", što je Hajdarević izdvojio kao "član sa ortocerasima". U istočnom dijelu, na uzvišenju Stražica (1806 m) jasno se vidi da su ovi metarioliti skupa sa dvadesetak metara debelim "paketom" filita tektonski navučeni na devonske krečnjake. Hajdarević (2003) navodi da se u obodnom dijelu ovoga metariolitnog tijela nalaze bjeličasti, svjetlozeleni ili zelenkasti sitnozrni metarioliti. Ovo nas upućuje na pretpostavku da se u obodnom dijelu nalazi metamorfizirani piroklastični materijal (breče i tufovi), što je isti autor utvrdio i na uzvišenju Ćoso (1864 m), sjeverno od Prokoškog jezera, odnosno u produžetku metariolitnog tijela Hrid – Zelena gromila – Podine.

Oko 1 km sjeverozapadno od Prokoškog jezera nalazi se metariolitno tijelo Tikva koje podsjeća na vulkansku kupu dimenzija 250 X 500 m. Centralni dio masiva je izgrađen od svježijih, sivih i tamnosivih metariolita s jasno vidljivim fenokristalima kvarca i feldspata veličine do 5 mm. U obodnom dijelu masiva metarioliti su uškriljeni, a zapažaju se vulkanske breče i tufitične stijene kao i na uzvišenju Ćoso.

Metarioliti rijeke Kozice

To su stijene zelenkastosive, bjeličaste i sivosmeđe boje, "pločastog" ili "bankovitog" lučenja, koje je paralelno sa okolnim stijenama (parametamorfiti) u obliku silova i fakolita. Mogu se razlikovati jako škriljavi i masivni, izbijeljeni, argilisani, piritisani, limonitizirani, sericitisani i hloritisani metarioliti. Hemijski sastav metariolita je prikazan u tab. 3.

Škriljavi i masivni metarioliti su zelenkastosive boje blastoporfirske strukture i škriljave teksture. Imaju dobro izraženu folijaciju i lineaciju koje su saglasne orijentaciji ovih planara i lineara u okolnim stijenama. Naziv za masivne i škriljave metariolite proizašlo je iz smjene dobro uškriljenih i slabije uškriljenih, pa i masivnih partija što je rezultat pločastog ili bankovitog lučenja. Osnovna masa ovih stijena izgrađena je od mikrozrnastog kvarca, sericita, muskovita i biotita.

Od fenokristala uočavaju se kvarc i feldspati, koji ukazuju na njihovu kristalizaciju u dubljim nivoima. Fenokristali kvarca su uglavnom kataklazirani i veličine su do 3 mm. Feldspati su predstavljeni ortoklasom i mikropertitom. Najčešće su sericitisani. Od akcesornih minerala javljaju se pirit, cirkon, turmalin, granat i apatit. Sericit, muskovit i biotit (najčešće hloritisan) su orijentirani u jednom pravcu (folijacija).

Uz ove škriljave metariolite izdvojena je jedna uska kontaktna zona **kvarc-epidot hloritskih ortoškriljaca nastalih od riolita**. Oni imaju sivozelenu boju, škriljavu teksturu i lepidoblastičnu strukturu. Mineralni sastav je: hlorit, kvarc, epidot, slabo limonitizirani pirit, sfen sa sekundarnim leukoksenom, coisit i rjeđe amfibol tremolitsko-aktinolitske serije. Kvarc i kalcit grade lokalno isprekidane trake i izdužene sočivaste nakupine koje se smjenjuju sa litažima zelenih minerala hlorita i epidota. Pojave epidota i amfibola tremolit-aktinolitske serije ukazuju nam da su ove stijene metamorfisane u uslovima facije zelenih škriljaca.

Tabela 3. Hemijski sastav metariolita (iz Hrvatović, 2018).

Pozicija uzorka	stijena	SiO_2 %	TiO_2 %	Al_2O_3 %	Fe_2O_3 %	FeO %	MnO %	MgO %	CaO %	K_2O %	Na_2O %	P_2O_5 %	H_2O %
Krstac	metariolit	74,63	0,36	12,93	1,13	1,16	trag	1,03	0,38	3,38	3,13	0,07	1,27
Rosin	metariolit	73,32	0,34	12,98	1,11	1,19	0,015	1,16	0,49	1,11	3,40	0,09	0,51
Nadkrstac	metariolit	70,30	12,25	12,25	0,63	1,15	0,01	0,95	0,10	6,30	1,68	0,08	1,05
Dubovički potok (Kozica)	metariolit	65,88	0,68	15,02	1,16	3,16	0,08	1,12	1,27	2,89	5,72	0,10	2,28
Kruščica	metariolit	65,58	0,75	14,21	2,39		0,07	1,43	1,43	3,5	4,83	0,15	2,37
Ljubić Brdo – planina Kruščica	metariolit	77,72	0,55	14,32	1,28	0,85	0,09	0,81	0,03	4,03	0,25	0,27	2,45
Veliki Pozmanj – planina Kruščica	metariolit	66,50	1,82	13,77	1,64	2,19	0,16	1,60	3,58	0,17	4,14	0,22	2,85

Izbijeljeni biotitski škriljavi metarioliti izdvojeni su u Dubovičkom potoku (lijeva obala Kozice – donji dio toka). Ove stijene imaju izražene porfiroblaste i izgledom podsjećaju na gnajs (sl. 54a). Kao porfiroblasti, javljaju se zdrobljeni fenokristali kvarca, sericitisani feldspati i biotit. U njima su naročito interesantni okruglasti kristalni oblici kvarca veličine i do 2 cm (nalikuju na sferolite). Također, vidljiva su sočiva i žice kvarca koje su tektonizirane tako da su zadobile izgled kvarcnih ptigmi. Veličina fenokristala kvarca je do 1 cm, a feldspata do 0,5 cm. Porfiroblasti biotita su veličine od 1 do 5 mm i oni su djelomično hloritisani. Porfiroblasti biotita nastali su u procesu metamorfizma, tj. prvobitni biotit magmatskog porijekla je potpuno alterisan.

U osnovnoj masi stijene dominira kvarc i sitnolistićavi sericit. Usljed obilja sericita, stijene imaju sedefast sjaj.

U sastav ovih metariolita kao orto škriljaca ulaze još muskovit, hlorit, sfen, pirit, granat i dolomit. Dolomit se javlja u žilicama i kao sočivaste nakupine. Iz hemijske analize (tabela 3) se vidi da je sadržaj natrija dva puta veći od kalija, što znači da je stijena bogata kiselim plagioklasima, a kalij je uglavnom vezan za liskunovite minerale. Analizom (prema Niggliju) utvrđeno je da ove stijene pripadaju alkalno-granitskom tipu magme. Ovi izbijeljeni metakvarcporfiri imaju uklopljene crne grafitične škriljave kvarcite u obliku sočiva debljine i do nekoliko metara.

Piritizacija se zapaža duž čitavog toka rijeke Kozice, a najintenzivnija je uz kvarcne žice. Hemijskom analizom utvrđen je sadržaj srebra od 6,6 g/t na



Slika 54. a) Metaroliti u Dubovičkom potoku (s kvarcnom ptigmom), b) Metarioliti područja Kruščice sa zlatonosnom kvarcno-sideritskom žicom (Hrvatović, 2018)

lokalnosti Podstijene. Argilizacija je prisutna u zonama, širine do 2 m i u njima su metarioliti intenzivno ispucali, izbijeljeni i piritisani.

Kontakti sa okolnim stijenama su jasni i oštri i markirani intenzivnom limonitizacijom i pojavama kvarcnih žica uz koje ima nakupina hlorita i pirita.

U području rijeke Kozice izdvojeni su i intenzivno uškriljeni metarioliti, i to jugozapadno od sela Ferhati, u pravcu uzvišenja Modri kamen (lijeva obala Kozice) i sela Bukovci (desna obala Kozice).

Kvarcno-liskunoviti ortoškriljci (škriljavi metarioliti) lijeve obale Kozice izdvojeni su u obliku izdužene zone, pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad. Boja im je zelenkastosiva, tekstura škriljava sa izduženim nakupinama kvarca. Struktura je granolepidoblastična. Fenokristali kvarca su potpuno zdrobljeni, a feldspati sericitisani. Mineralni sastav je isti kao kod metariolita duž toka rijeke Kozice, s tim što je potrebno naglasiti da se na sjeverozapadnom obodu ove zone (duž cijelog kontakta sa crnim kvarcitnim škriljcima) zapažaju mnogobrojni fenokristali kvarca, koji preovlađuju nad osnovnom masom i uglavnom su kataklazirani.

Na području sela Bukovci izdvojena je jedna uska izdužena zona škriljavog metariolita pravca pružanja sjeroistok-jugozapad. Ovdje on ima zelenkastosivu boju, škriljavu teksturu, veoma rijetko sitne fenokristale kvarca, dok se fenokristali feldspata ne primjećuju.

Feldspatsko-sericitski ortoškriljci (sericitisani metarioliti) izdvojeni su na prijevoju (uzvišenje Kapak) između rijeke Kozice i Ivančice. Također, metamorfizirani sericitisani metarioliti utvrđeni su na području Fojnice. Stijene su svjetlastozelenkaste boje s limonitskim okcima nastalih od pirita. Tekstura je škriljava, struktura blastoporfirska, rjeđe lepidogranoblastična (sa fenokristalima kvarca veličine i do 4,5 mm). Kvarc gradi samostalne sočivaste nakupine i trake. Fenokristali feldspata su rijetki i sericitisani (ortoklas i rjeđe plagioklas). U osnovi se nalaze mikro i sitnozrnasti kvarc, sericit, hlorit, cirkon i turmalin. U žilicama, nalaze se krupna zrna kvarca, karbonata i limonita. Biotit je uglavnom sericitisan, ali mjestimično nalazimo i svježe minerale.

Za ove ortoškriljce je karakteristično metarsko smjenjivanje uškriljenijih i masivnijih partija sa i bez biotita. Uz kontakt s okolnim paraškriljcima zapažaju se: limonitizacija, kvarcne žice i turmalinizacija. Uz kvarc se nalaze nakupine hlorita. Ovi ortoškriljci imaju dobro izraženu folijaciju s blagim padom prema sjeverozapadu.

Metarioliti planine Kruščice

Metarioliti planine Kruščice se po svome petrografskom sastavu ne razlikuju od onih sa područja Kozice. Razlika im je u stepenu metamorfizma, asocijaciji mikroelemenata i kontaktnim promjenama s okolnim stijenama. Oni imaju pločasto lučenje, tekstura im je masivna do blago škriljava sa slabije izraženom folijacijom, dok im je lineacija jače izražena. Struktura im je blastoporfirska, a rjeđe mirmekitska. U holokristalastoj osnovi nalaze se fenokristali kvarca i feldspata veličine i do 2 cm. Feldspati su predstavljeni ortoklasom, a rjeđe i plagioklasima. Djelomično su kaolinitisani i sericitisani. Biotit je pretežno sastojak osnove, a rijetko nalazimo i hloritisane porfiroblaste. Akcesorni i sekundarni minerali su pirit, granat, cirkon, sericit, hlorit, glinoviti minerali i limonit. Veoma često se u metariolitima planine Kruščice zapažaju žice siderita debljine od 2 do 15 cm. Sadržaj hemijskih komponenti prikazan je u tab. 3.

Na lokalitetu Duboki potok nalaze se radioaktivni metarioliti. Oni se pojavljuju u zonama debljine do 1 m. Imaju zelenosivu boju i masivnu teksturu sa fenokristalima kvarca veličine do 4 mm. Struktura im je holokristalasto-porfirska. Bitni sastojci su kvarc i znatno alterisani feldspati, koji se nalaze u osnovnoj masi u vidu fenokristala. Zapažaju se trakasto raspoređene liske sericita, hloritisanog biotita, leukoksenizirana zrna titanovih minerala, apatit i čestice glinovitih minerala. U njima je određen sadržaj ukupnog urana od 29 g/t (Hrvatović i Golo, 1985). U metariolitima, na lokalitetu Veliki Pozmanj utvrđeni sadržaj hemijskih komponenti je prikazan u tabeli 3.

Metarioliti Sebešića

Metarioliti Sebešića su manje metamorfizirani, imaju slabo izraženu folijaciju, masivne su teksture i holokristalasto-porfirske strukture. Osnovna masa stijene je izgrađena od mikrozrnastog kvarca i sericitisanog feldspata. Zapažaju se i ljuspice biotita uz koji dolazi magnetit, a prisutni su još pirit i cirkon. Nalaze se na kontaktu s formacijom Vranica, gdje se primjećuje ankeritizacija i limonitizacija kao produkt djelovanja prinosa materije iz riolita u krečnjake i dolomite. Fenokristali kvarca dostižu veličinu do 4 mm. Mjestimično su oni zdrobljeni, tako da izgleda da je jedno veće zrno odnosno fenokristal izgrađen od više sitnijih. U njima ponekad nalazimo uklopljene idiomorfne kristale cirkona.

Ortoklas je čest kao fenokristal dimenzija 1,8 X 1,5 mm. Zrna su mjestimično sericitisana. Plagioklasi su rijetki kao fenokristali. Zrna su im skoro

potpuno sericitisana tako da se samo nazire njihova lamelarna građa. Biotit se javlja u tabličastim zrnima sa jasno izraženom liskunovitom cjepljivošću i pleohroizmom.

U kontaktu s okolnim stijenama (mermerisani krečnjaci) utvrđena je turmalinizacija. Spektrohemijskim analizama utvrđeni su povećani sadržaji, u odnosu na vrijednosti klarka, Cu, Zn, Sb, W, Ag, Ni, Co, Sn, Zr i Cd. Uz kontakt s paraškriljcima zapaža se hloritizacija, a uz breče Kruščice se zapažaju magnetiti u vidu sočiva debljine i do nekoliko metara.

U obodnom dijelu metarioliti se mjestimično nalaze u tektonskom kontaktu sa gornjopermskim sedimentima, a većim dijelom preko njih transgresivno leži formacija Kruščica. Metarioliti Sebešića predstavljaju krajnji sjeverozapadni dio riolitnog masiva planine Šćit. U jugozapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja javljaju se metarioliti na Vitreuši, Zecplanini i Pogorelici. Svugdje su to sivozeleni do tamnosivi uškriljeni metarioliti u kojima se zapažaju kataklazirana zrna kvarca i feldspata. Duž ravni škriljavosti zapaža se sitnoljuspičasti muskovit i tamnozeleni hlorit. Metarioliti su ponekad bogato impregnirani piritom koji je limonitiziran. Najčešće se nalaze u kontaktu sa škriljcima, a ponekad i sa dolomitima.

ANU BiH AHY EvX

Metarioliti Fojnice i Kreševa

Značajne mase metariolita sa metapiroklastitima pružaju se od doline Hrmze kod Kreševa, preko Berberuše, Grašice, Jasekovice do Bakovićke Citonje, te na prostoru između doline Kreševice i doline Rjekavac između Otigošća i Višnjice (područje između Kreševa i Fojnice).

Zapadno od samostana u Kreševu, uzvodno od ušća potoka Kojsine, nalazi se škriljavi metariolit. U gornjim kontaktnim zonama, sa crnim kvarcnosericitskim škriljcima, ima i tufitičnih stijena. Ovi metarioliti se dalje na jug pružaju prema selu Vranci, predjelu Kostajnice i Visočice te prema Bitovnji planini. U predjelu Kostajnice, metarioliti su uškriljeni, zelenosive boje sa primjetnim fenokristalima feldspata i kvarca. Na području sela Deževice, metarioliti se uglavnom nalaze u kontaktu sa dolomitima. Za ove metariolite Katzer (1926) navodi da su stariji od dolomita. Metarioliti su škriljavi a po ravnima škriljavosti zapažaju se nakupine sericita. U oblasti Visočice, na Debelom brdu (1614 m), metarioliti su manje uškriljeni. Katzer (1926) posebno ističe interesantnost riolitnih masiva područja Tmor-Planine zato što su oni intenzivno sericitizirani i kaolinizirani. U krovini ovih kaoliniziranih metariolita nalaze se muskovitom bogati filiti.

U oblasti Berberuše, Grašice, Jasekovice i Bakovićke Citonje metarioliti su uškriljeni i masivni s dosta piroklastičnog materijala. Berberuša, po svim geološkim pokazateljima, predstavlja dio paleovulkanskog centra Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Hrvatović, 2008). Paleovulkanski centar je izgrađen od vulkanskih breča, metariolita, argilitisanih metariolita, kvarcno-sericitskih škriljaca, kvarcdiorita, kvarcno-sericitskih škriljaca, glinaca i tufitičnih stijena. U dolini Kreševljanke, počev od Kiseljaka prema Kreševu, metarioliti i vulkanske breče su izvanredno otkriveni. Tu se može sastaviti čitava zbirka uzoraka različitih teksturnih oblika ovih stijena. Javljaju se kao masivni, "bankoviti", škriljavi, kaolinizirani; sive i sivozelenkaste boje. Na mjestima se zapažaju kvarcne žice (debljine do 30 cm), nastale duž pukotina koje sijeku folijaciju metariolita. Bliže Kreševu metariolit je više masivan, sivozelen, po površinama presvučen limnonitskim skramama i liskama muskovita i sericita. Često se uočavaju zrna pirita.

Na potezu od Gromiljaka prema Fojnici nailazimo na dobro otkrivene profile metamorfiziranih piroklastita sa sočivcima i žicama kvarca od kojih ima najmanje dvije generacije. Na Osnovnoj geološkoj karti (list Zenica, Živanović i Milojević, 1975) tu su izdvojeni rioliti međutim detaljnim pregledom otkrivenih profila može se zapaziti da su to metamorfizirani piroklastiti. Zapažaju se i fragmenti parametamorfita (kvarcno-sericitni škriljci i filiti), kvarcita i krečnjaka.

Metarioliti, posmatrani makroskopski, imaju žućkastu do zelenkastu boju, masivnu do škriljavu i, rjeđe, paralelnu teksturu. Često su dosta trošni, pod prstima se lahko drobe, ostavljajući bijeli glinoviti trag. Struktura im je holokristalasto porfirska i blasto porfirska sa paralelno trakastom orijentacijom liskunovitih minerala osnove. Veličina zrna u osnovi se kreće 0,009–0,150 mm, dok veličina fenokristala varira od 0,6 do 7,0 mm. Bitni sastojci su kvarc, feldspati (ortoklas i plagioklas) i biotit. Akcesorni minerali su sfen, cirkon, apatit, turmalin, rjeđe granat, leukoksen, sericit, limonit i glinoviti minerali. Kvarc se javlja kao sastojak u dvije generacije. U osnovi je mikrokristalast, dok su fenokristali krupni, najčešće potpuno kataklastično zdrobljeni te podsjećaju na fragmente kvarcita. Feldspati su također sastojci osnovne mase i u vidu fenokristala. Znatno su rjeđi od kvarca. Najčešće su potpuno alterisani i resorbirani od osnovne mase. Često su sačuvane samo konture prvobitnih fenokristala, ispunjene sekundarnim produktima.

Biotit je rijedak sastojak. Javlja se u fenokristalima znatno oksidisan i rjeđe hloritisan. Sadržaj sekundarnih minerala kreće se od 15 do 75%. Povećan

sadržaj sekundarnih minerala se odnosi na intenzivno kaolinisane i sericitisane metariolite.

Metamorfizirani piroklastiti U metamorfiziranim piroklastitima nalazimo uklopljene fragmente kvarcno-sericitskog škriljca, kvarcita, pješčara, metariolita i rjeđe kvarcita. Među akcesornim mineralima javljaju se zrna gvoždevitog karbonata. Na pojedinim mjestima u osnovnoj masi uočeni su fragmenti riolita što nam ukazuje na višefaznost riolitnog vulkanizma.

Termičkim ispitivanjem (diferencijalno-termička i termogravimetrijska) aparaturom "Derivatograf" u temperaturnom intervalu od 20 do 1000 ^{0}C, pri čemu je brzina zagrijavanja prilikom snimanja bila 10^0/min., izvršena je identifikacija u prvom redu glinovite materije, liskuna i drugih minerala (Vujnović, 1984). Na osnovu dobijenih termičkih efekata u ispitivanim uzorcima iz metariolita i breča određen je kvarc, ilit, kaolinit, sericit, getit. Kvarc je prisutan u svim ispitivanim uzorcima. Njegov karakterističan efekat na 573 ^{0}C je jakog intenziteta što pokazuje da je sadržaj kvarca u svim uzorcima znatan. Sadržaj kaolinita varira od 5 do 15%. Manje zastupljen je ilit.

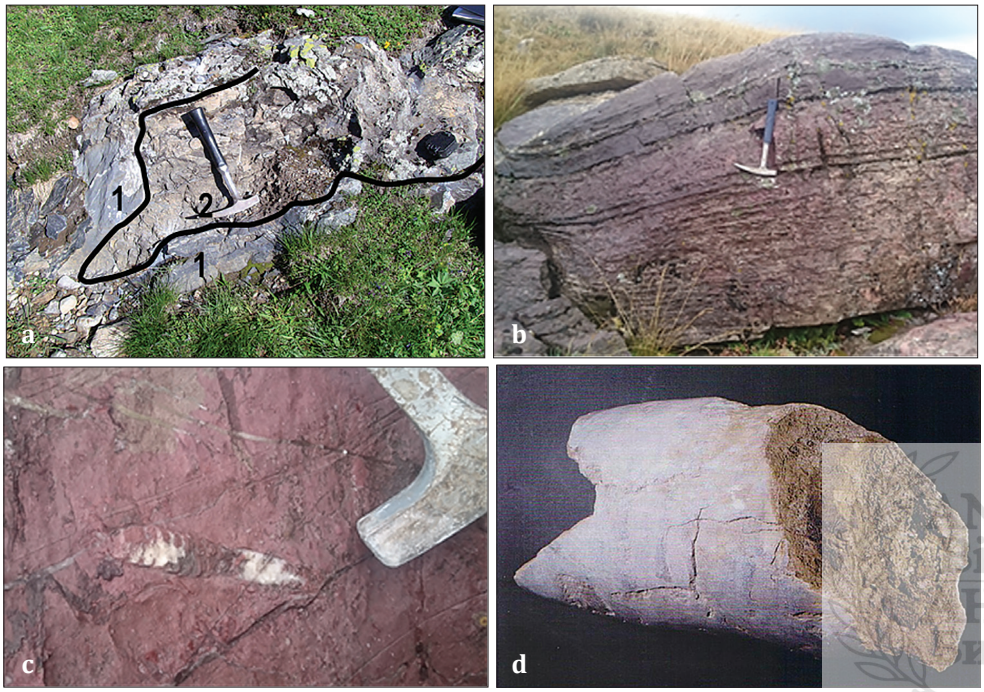
Na 528 uzoraka, koji su petrografski ispitani, izvršeno je određivanje sadržaja žive. Maksimalno zabilježene vrijednosti su preko 6500 ppb, dok je prosječni sadržaj 750 ppb. Ovako veliki broj uzoraka je urađen u cilju izrade karte alteracija područja Berberuše za potrebe istraživanja urana.

U oblasti Bakovićke Citonje, prema dolini Fojnice i rijeci Željeznici metarioliti se smjenjuju sa kvarcno-sericitskim škriljcima, kvarcitima i filitima. Katzer (1926) navodi da je u jamskim radovima rudnika zlata u Bakovićima kod Fojnice, utvrđeno postojanje metamorfisanih vulkanskih breča, jako kaoliniziranih i piritisanih metariolita koji su u kontaktu sa crnim i sivim filitičnim škriljcima. Hrvatović je (2008) uočio mogućnost izdvajanja zona sa tufitima, metamorfisanim vulkanskim brečama i metariolitima. Za ove vulkanske formacije vezano je nalazište zlata Bakovići.

6.2.3.3. Formacija Vranica

Preko različitih vrsta škriljaca, kvarcita, metapješčara i metariolita leže fosiliferni devonski mermerisani krečnjaci, dolomiti i mermeri (Katzer, 1926; Živanović, 1975; Sofilj, 1980, Hrvatović, 1997, 1999; Hajdarević, 2003). Ove naslage, imaju veliko rasprostranjene i značajnu debljinu (oko 400 m), a u literaturi su poznate kao krečnjaci i dolomiti Vranice (Katzer, 1926; Živanović, 1979), formacija Vranica (Hrvatović, 1989, 1997) i karbonatna formacija (Hajdarević, 2003), sl. 55.

Ova formacija "leži" diskordantno preko metamorfita kambrija i metariolita ordovicija. Kontakt je markiran bazalnim brečama koje sadrže fragmente kvarcno-sericitskog škriljca, kvarca i kvarcita povezanih karbonatnim vezivom.



Slika 55. a) Kontakt (diskordancija): *1) kambrijski metaklastiti* (fragmenti) *i 2) krečnjaci formacije Vranica* (devonski) *– iznad Prokoškog jezera, b) Crveni stromatolitni željezoviti krečnjaci na Vranici* (lokalitet Sarajevska vrata), *c) krečnjaci sa ortoceratidima* (Hrvatović, 2018), *d) Nautiloid iz dolomitičnih krečnjaka sa sjevernih padina Treskavice, okoline Prokoškog jezera* (Hajdarević, 2003).

Formacija Vranica izgrađuje terene okoline Kreševa, Deževice, Pogorelice, Zec-planine i centralne dijelove planine Vranice (na površini od preko 120 km^2). Na Osnovnoj geološkoj karti (listov Zenica, Živanović i sar., 1971 i list Prozor, Sofilj 1980) formacija je prikazana uglavnom kao neraščlanjen donjo-srednji devon ($D_{1,2}$).

Na lokalitetima gdje je pronađena bogata fauna izvršena su detaljnija izdvajanja. Tako je iz sivoplavih pločastih krečnjaka, na području Suhodola (zapadni obod planine Vranice), Živanović (1975, 1979) sakupio i odredio bogatu faunu korala, briozoa i konodonti (lohkovija i pragija) i to:

Stromatoporide *Clathrodictyon*,
Tetrakoralji *Streptelasma*, *Pseudomicroplasma devonica*,
Tabulatni koralji *Thamnopora brezovicenzis*, *Tabularia suhodolensis*,
Konodonti: *Belodella Triangularis*, *Neopriniodus bicurvatus*, *Panderodus unicostatus*, *Neopriniodus excavatus*, *Oneotodus beckmanni*, *Ozarkodina denckmani*.

Srednji devon, predstavljen je krečnjačko-dolomitskim facijama koje sadrže Amphipora ramos (Philips) i Favosites vranicae Živanović (1979).

Iz slojevitih krečnjaka, sa lokaliteta Kostajnica (južno od Kreševa), određeni su konodonti gornjeg devona (Hrvatović i sar. 2006; Ćorić i sar.2006): Palmatolepis rhomboidea (?), P. glabra lepta Ziegler & Huddle, P. glabra distorta Branson & Mehl, Pa. perlobata schindewolfi Müller, P. minuta minuta Branson & Mehl, Polygnathus glaber glaber Ulrich & Bassler, P. nodocostatus nodocostatus Branson & Mehl, Icriodus cornutus Sannemann.

Na području Kreševa, krečnjaci su jako metamorfisani, tako da prelaze u mermere, a djelomično su i silificirani. U Kreševu su zastupljeni mermeri plavičasto-bijele boje, grubo zrnasti i prožeti bijelim žicama kalcita. Oni su masivni do slojeviti. Na mjestima se u njima uočavaju smeđe mrlje koje predstavljaju limonitizirane pirite.

Južno od Kreševa, od sela Vranci pa preko Stražice, Zlatarice i Bijele Stijene do Deževice, preovlađuju dolomiti. Dolomiti su rasprostranjeni i na uzvišenjima Gradac, Opogor i Fratarska Lopata. Ovi dolomiti se uglavnom nalaze u tektonskom kontaktu s metariolitima, dok su u istočnom dijelu, na lokalitetu Kojsina, preko njih navučeni donjotrijaski kvarcni pješčari.

Dolomiti su žućkasto-sivi i bjeličasto-sivi, debelouslojeni i "bankoviti" i često silificirani. Na mnogobrojnim mjestima dolomiti su prožeti žicama i sočivima barita (vršena eksploatacija do 1992. godine) koji mjestimično sadrže impregnacije tetraedrita. Idući dalje, zapadno od pojava dolomita Vranci – Deževice, prema planini Zec, Vitreuši, također preovlađuju dolomiti, dok u produžetku prema Vranici preovlađuju krečnjaci. Dolomiti ovoga područja se nalaze na kontaktu sa filitima i krečnjacima. Krečnjaci su u različitom stepenu metamorfizirani tako da prelaze u sitnozrne mermere kao što je na lokalitetima Duboki Potok i Otunjski Vis (južno od Zec planine). Krečnjaci na ovim lokalitetima su prožeti sa žilicama kalcita, siderita, limonita, barita, tetraedrita i pirita.

U Dubokom potoku (produžetak Neretvice) ovi rudonosni krečnjaci se mogu pratiti po pružanju oko 2 km. Katzer (1926) navodi da se u podini ovih

rudonosnih krečnjaka, koji sadrže tetraedrit, barit i cinabarit, nalazi jedan sloj hematita, koji ima izgled breče, gdje je u devedesetim godinama 19. stoljeća vršena eksploatacija. Slični krečnjaci nalaze na području Fojnice: predjeli kod Kamenice, južno od franjevačkog samostana, u oblasti Trošnika, Kozograda. Merdžanića i Bakovića. Najrasprostranjeniji su u predjelu Kamenice odakle se preko jaruge (kojom se spustio glečer sa Motorca – južno od Fojnice) pružaju do Tješila.

Idući prema planinskom nizu Pogorelica – Zec – istočna strana Vitreuše – Kotlov do – Marina Stijena, preovlađuju, također dolomiti. Oni ovdje "leže" diskordantno na filitima (Katzer, 1926) i imaju žućkastosivu i plavičastu boju te zrnastu strukturu.

Na glavnom grebenu planine Vranice uglavnom su zastupljeni slabo mermerisani krečnjaci, a veoma malo dolomiti. Na brdu Goletica, Ločikama, Treskavici i Krstacu, krečnjaci su dobro uslojeni sa padnim uglom 25-40° u smjeru zapada i jugozapada.

Značajne mase karbonatnih stijena nalaze se i na sjevernoj strani bila planine Vranice, u okolini glacijalnog Prokoškog jezera, gdje "leže" na metapješčarima i filitičnim škriljcima. Hajdarević (2003), je na osnovu litoloških razlika, izdvojio dva člana:

1. Donji "krečnjačko-dolomitski član sa ortocerasima",
2. Gornji "krečnjački član Ločika – Krstac".

Krečnjačko-dolomitski član može se pratiti na dužini od oko 4,5 km. Maksimalna debljina mu je oko 180 m. Utvrđen je na sljedećim lokalitetima: Ćoso, Hrid, Smiljevačka kosa, Krstac, Debelo brdo, Sarajevska vrata, na Treskavici i istočnim padinama Ločike.

Krečnjaci su slabije metamorfizirani, dobro uslojeni i rjeđe bankoviti, sive ili tamnosive boje. Slojne plohe su najčešće talasaste, dok se u najnižim dijelovima ovog člana (u zoni granice sa metapješčarima kambrija) zapažaju grudvasti ili sočivasti krečnjaci. Ovo ukazuje na diskordantan odnos sa metamorfnim stijenama kambrija koji su pretežno silikatnog sastava.

Iznad ovih grudvastih krečnjaka slijedi "mikročlan" crvenih željezovitih krečnjaka. Debljina ovih željezovitih krečnjaka je od 1,5 do 3,0 m. Mogu se pratiti na dužini od preko 4 km od uzvišenja Ćoso pa preko južne padine Smiljevačke kose, sjeveroistočne padine Debelog brda, pa sve do južne padine Treskavice i jugoistočnog podnožja vrha Ločike (šire područje Prokoškog jezera). Mikročlan crvenih željezovitih krečnjaka predstavlja smjenu crvenkastih slojevitih krečnjaka i slojeva hematita debljine do 1 cm. Pored crvene

boje ovaj horizont se odlikuje i sadržajem fosilne faune (krinoidi, ljušture ortoceratida, bivalve, sl. 55). Porijeklo hematita nije ispitivano. Porijeklo željeza bi se moglo vezati za prinos materijala za vrijeme sedimentacije. Okoliš gdje su stvarani ovi sedimenti su dubine do pedesetak metara gdje je bilo prinosa materijala iz otvorenog mora. O ovim crvenim željezovitim krečnjacima pisao je i Katzer (1926) i on smatra da je porijeklo željeza iz metariolita.

Posebno su interesantni tamniji mermerisani krečnjaci u kojima je pronađena fosilna fauna-ortoceratida (sl. 55c). Fosilna fauna pronađena je na jugoistočnim padinama uzvišenja Ćoso, sjevernim i sjeveroistočnim padinama Debelog brda, jugoistočno od Sarajevskih vrata i na sjevernim padinama planine Treskavice. Pronađena fosilna fauna ortoceratida predstavljena je izduženim, pravim i uskokoničnim ljušturama dužine 10–20 cm, s prečnikom u središnjem dijelu od 12 do 25 mm.

U građi krečnjačko-dolomitskog horizonta učestvuju i dolomiti, dolomitični krečnjaci i mermerisani krečnjaci. Dolomiti i dolomitični krečnjaci zauzimaju niže nivoe ovoga horizonta. Debljina im varira od 20 do 50 m. Mermerisani krečnjaci i, rjeđe, mermeri imaju značajno rasprostranjenje u formaciji Vranica. Često se nalaze u krovini crvenih željezovitih krečnjaka. Tada se na izdancima može vidjeti postepeni nestanak hematita i prijelaz u rumenkaste (svijetloroze), svijetlosive i bijele mermerisane krečnjake.

U oblasti koja se prostire od Roga, Timočke Kose i Goletice na zapad do rijeke Bistrice rasprostranjeni su ovi mermerisani slojeviti do masivni mermerisani krečnjaci i mermeri bjeličastosive, svijetloplavičaste i svijetloroze boje, koji pokazuju dobre osobine kod poliranja i mogu se koristiti kao arhitektonsko-građevinski kamen. Debljina slojeva je od 30 do 60 cm, a ponekad izgrađuju i "bankove".

Značajne mase mermera bijele boje (u kojima je otvoren kamenolom mermera na lokalitetu Dolovi) utvrđene su i na Brezovači, Medeniku, Petiboru i Oštroj Glavi. Ovi mermeri i mermerisani krečnjaci nalaze se na kontaktu s paleozojskim metariolitima i srednjetrijaskim gabrodioritima planine Radovan. Preko njih transgresivno slijede gornjopermske klastične naslage formacije Kruščica (poznata u literaturi kao Bojska i Oparska serija). Mermeri navedenih lokaliteta su sitno do krupnozrnasti, uglavnom bijeli i rjeđe prožeti žućkastim i tamnosivim žicama kalcita. Po pukotinama, a ponekad i po ravninama, ima nakupina muskovita, u čemu liče na cipoline. Na nekim mjestima su veoma uškriljeni pa mjestimično liče na škriljce. Često se zapažaju bijele žice kalcita koje su ponekad paralelne slojevima, dok ih češće sijeku pod određenim uglom (tada su paralelne pukotinama).

Na uzvišenju Medenik, koje predstavlja sjeverozapadni obodni dio razvoja karbonata planine Vranice, mermeri su veoma zastupljeni, ali nalazimo i dolosparite i mermerisane dolomikrosparite. Oni su mliječno bijele boje i izrazito kristalastog izgleda. Uglavnom su razvijeni na sjevernom dijelu Medenika uz tektonski kontakt sa karbonatnim brečama, kvarcno-sericitskim škriljcima, argiloštistima i metapješčarima formacije Kruščica. Po površini mermera vide se pojave crvenomrkih skrama od hidroksida željeza. Struktura im je granoblastična. Stijena je izgrađena od kalcitskih zrna nepravilnog oblika i približno jednake veličine. Veličina kalcitskih čestica varira u granicama sitnozrne do srednjerzne strukture (od 0,05 do 0,5 mm). Navedena zrna su nepravilnih kontura, česti su polisintetički blizanci. Od sporednih sastojaka rijetko se zapažaju nepravilne kratke žice sa krupnijim kalcitom veličine zrna od 0,5 do 1 mm.

Dolomikrospariti su svijetlosmeđe boje. Struktura im je kripto do mikrokristalasta i izgrađeni su od alotriomorfnih kristala dolomita. Mjestimično sadrže uklopke kalcita, a zapažaju se zrna kvarca i Fe hidroksida. Stijena je ispresjecana limonitskim i ankeritičnim žicama. Hemijskom analizom dolomikrosparita utvrđeno je da se oni odlikuju visokim sadržajem MgO do 21,42%.

Mermerisani dolomikrosparit je kripto do mikrokristalaste strukture. Dolomitska osnova je neravnomjerno rekristalisana. Granoblasti dolomita se javljaju u obliku gnjezdastih nakupina u mikrosparitskoj osnovi.

Mermerisani krečnjaci su sive boje i masivne teksture. Struktura je granoblastična sa reliktima kriptokristalaste osnove. Stijena je izgrađena od kalcita neujednačene veličine i ispresijecana kalcitskim žilicama. Ovi mermerisani krečnjaci se javljaju uglavnom na južnim padinama Medenika i uz kontakt sa metariolitima.

U formaciji se zapažaju ankeritični dolospariti koji su svijetlosmeđe boje i masivne teksture. Izgrađeni su od kristalastog dolomita i reliktne kriptokristalaste kalcitske osnove. U stijeni se javljaju nakupine idiomorfnih kristala ankerita te gnjezdašca autigenog kvarca što ukazuje na silicifikacju. Javljaju se i zrna pirita te limonitske žice.

Direktno preko krečnjačko-dolomitskog člana (zapadno od Prokoškog jezera) leže krečnjaci koji se odlikuje smjenom slojeva i bankova bjeličastosivih i žućkastih krečnjaka. Debljina "bankova" bjeličastosivih krečnjaka varira od 0,9 do 2 m, dok je debljina žućakstih krečnjaka od 0,5 do 1,5 m. U ovom je članu zastupljenost bjeličastosivih krečnjaka veća u odnosu na žućkaste krečnjake. Žućkasti krečnjaci se odlikuju prisustvom terigene kompnente koja gradi

veoma tanke lamine. Te lamine sadrže glinovitu materiju i nakupine sericita. Na pojedinim izdancima se zapažaju krečnjačke breče koje su vjerojatno tektonskog porijekla. Ukupna debljina krečnjačkog člana je oko 150 m. U nižim nivoima ovoga člana nalaze se rijetki krinoidi (Hajdarević, 2003).

Devonski karbonati (formacija Vranica) u jugozapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljastog gorja ima debljinu oko 400 m. To je područje planine Vitreuše, Smiljeve Kose i Otunjskog Visa koje je izgrađeno od sivih, masivnih, a rjeđe i debelo uslojenih krečnjaka i dolomita ispresijecanih žicama i nepravilnom mrežom barita i kalcita. Dolomiti sadrže loše očuvane ostatke korala i krinoida.

Transgresivno preko metamorfnog kompleksa, formacije metariolita i formacije Vranica leže postvariscijske formacije: **Formacija Kruščica, Formacija crvenih klastita Voljevca, Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka i Formacija Travnik.**

6.2.3.4. Postvariscijske formacije

Preko metamorfnog kompleksa starijeg paleozoika transgresivno leže postvariscijske formacije gornjopermske i permotrijaske starosti. U okviru transgresivnih formacija gornjeg perma izdvojene su: a) Formacija Kruščica, b) Formacija crvenih klastita Voljevac i c) Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka. Permotrijaskoj starosti pripada Travnička formacija (na Osnovnoj geološkoj karti list Zenica izdvojena kao Travnička serija; Živanović 1971).

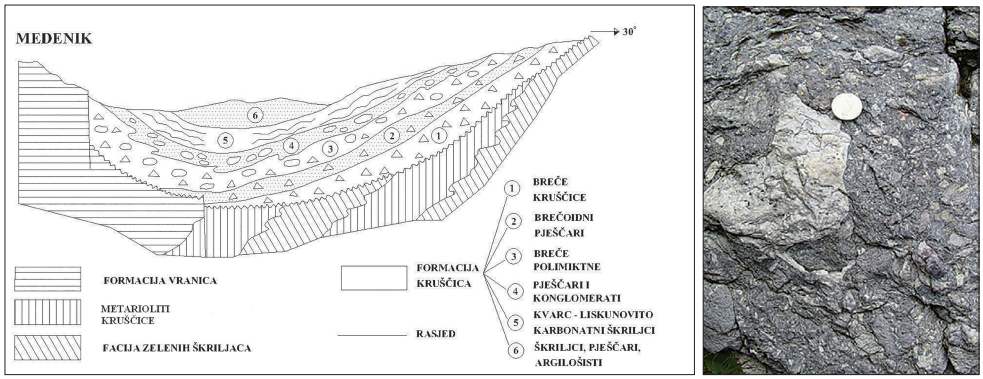
6.2.3.4.1. Formacija Kruščica

Formacija Kruščica predstavljena je polimiktnim brečama, pješčarima, konglomeratima (na OGK list Zenica (Živanović i sar., 1971) izdvojena kao Oparska serija – $^{2}P_{3}$), zatim kvarcno-liskunovitim karbonatnim škriljcima (na Osnovnoj geološkoj izdvojeno kao donji dio Bojske serije – $^{1}P_{3}$), i liskunovitim škriljcima, pješčarima-grauvaknim i argilošistima, koji su na OGK Zenica izdvojeni kao donji karbon C_{1} ?.

Formacija Kruščica nazvana je po planini Kruščici pošto je ona tu najbolje razvijena i otkrivena. Na slici 56 prikazan je shematski profil kroz formaciju Kruščica.

Starost formacije nije paleontološki dokumentovana, ali se jasno vidi na otvorenim profilima da transgresivno slijede preko metamorfnog kompleksa formacije Vranica, a ispod crvenih klastita i evaporita gornjeg perma te

Travničke formacije permo-trijaske starosti. Vjerovatna starost formacije je donji dio gornjeg perma.



Slika 56. a) Šematski profil kroz formaciju Kruščica; b) breča Kruščice (veliki fragment je kvarcit), Hrvatović, 1989.

Formacija je zahvaćena veoma niskim stepenom metamorfizma i podijeljena u članove koji predstavljaju litološki homogenu sukcesiju slojeva koji grade kako vertikalni tako i horizontalni dio formacije. Članovi su dobili nazive po litološkom sastavu (sl. 56a).

Najstariji član formacije su breče Kruščice koje predstavljaju polimiktne stijene izgrađene od fragmenata hlorit-sericit-kvarcnog i sericit kvarcnog škriljca, te kvarcita, metapješčara, mermera i metariolita. Za ove breče Katzer (1926) navodi da je moguće da pripadaju gornjem karbonu, a ne permu.

Veličina fragmenata je od 1 do 15 cm. Oni imaju oštrobridan oblik, odnosno često su zgnječeni i razdrobljeni, što ukazuje na dinamometamorfozu. Rijetko se zapažaju zaobljeni odlomci. Breče često sadrže i zrna metaličnih minerala, među kojima se ističu pirit i magnetit. Vezivo je pornog do kontaktnog tipa. Inače ove breče su transgresivne preko starijih tvorevina, facije zelenih škriljaca i metariolita. Kod Potkraja, Seone i iznad sela Bistro one se nalaze u tektonskom kontaktu sa navedenim stijenama. Debljina ovih breča varira od 35 do 100 m. U gornjim dijelovima prelaze u srednjezrne pješčare koji se proslojavaju sa slojevima breča decimetarske do metarske debljine, tako da je ovaj litološki horizont izdvojen kao formacijski član "Brečoidni pješčari".

Brečodni pješčari iz krovine breča Kruščice su sive boje, zrnatog habitusa, slabo metamorfizirani i uškriljeni. Struktura stijene je blastopsamitska s prelaskom u granolepidoblastičnu. Zrna su izdužena, malo zaobljena i mjestimično kataklazirana. Izgrađena su od kvarca, kvarcita, kalcita, hlorita

i rijetkih zrna plagioklasa. Vezivo je sericitsko, a javlja se u obliku izduženih mjestimično ubranih traka. Od akcesornih minerala javljaju se turmalin, cirkon, pirit i ilmenit. Kao proslojci u ovim pješčarima javljaju se sitnozrne breče sa fragmentima kao i u brečama Kruščice. Uočava se postepen prijelaz iz pješčara u breče, odnosno zapaža se gradacija od breča pa do sitnozrnih i krupnozrnih pješčara. Debljina ovoga člana formacije je oko 100 m.

a **b**

Breče-polimiktne su sljedeći član formacije i predstavljaju sedimentne stijene Fragmenti breča su dolospariti, metapješčari, kvarcno-sericitsko-hloritski škriljci, kvarc kao i strarije breče Kruščice. Najuočljiviji su fragmenti žućkastog dolosparita koji po sebi ima skrame minerala hlorita. Ovi dolospariti vjerovatno potiču iz formacije Vranice jer se na lokalnosti Sebešić i Medenik ove breče nalaze u direktnom kontaktu s njome. Po ovome se ove breče i najviše razlikuju od člana "Breče Kruščice", a fragmenti su mjestimično i zaobljeni, što ukazuje na određeni transport materijala. Dolospariti su izgrađeni od kristala dolomita ujednačene veličine od 0,03 do 0,05 mm. Ti kristali sadrže mikronske uklopke kalcita, a javljaju se i zrna kvarca. Kvarcna zrna se nalaze kao pojedinačna ili u obliku agregata. Ivice su im obično razuđene.

Fragmenti metapješčara iz ovih breča su u svome sastavu isti kao u prethodnom članu formacije. Paraškriljci koji ulaze u sastav ovih breča manje su zastupljeni, a porijeklom su iz metamorfnog kompleksa paleozoika. Na lokalnosti Medenik, uz kontakt s formacijom Vranica, ove breče su orudnjene željezom (Zgonovi). Debljina ovih breča je oko 50 m.

Član pješčari i sitnozrni konglomerati. U tom članu pješčari su sive i sivozelene boje, slabo uškriljeni i blastopsamitske strukture. Sastojci su: kvarc, plagioklas, sericit, kvarcit i hlorit. Zrna su uglasta do zaobljena i često kataklazirana. Liskunoviti minerali se javljaju u obliku traka. Mjestimično su i zrna kvarca orijentirana u pravcu izduženja. Akcesorni minerali su turmalin i cirkon. Konglomerati su slabije zastupljeni, sitnozrnaste su strukture i uglavnom izgrađeni od kvarcnih valutica.

U članovima ove formacije može se zapaziti promjena energije vode u sedimentacijskom bazenu, počevši od breča Kruščice, gdje je veća energija, pa do "brečoidnih pješčara" i "pješčara i konglomerata" gdje dolazi do smanjenja energije. Smanjenje energije u sedimetacijskom bazenu se očituje u članu, gdje su zrna sitnija, a slojevi tanji. Snažno povećanje energije vidljivo u polimiktnim brečama, gdje ima fragmenata veličine i do 30 cm i slojeva debljine preko 0,5 m.

U brečama Kruščice, tamo gdje ima i pljosnatih fragmenata, zapaža se imbrikacija. Ova sedimentna tekstura nastala je orijentacijom planarnih

elemenata (duža osa fragmenata) pri kretanju, najčešće pri transportu, zrno po zrno, a rjeđe u suspenziji. Ovo je veoma tipično za priobalska tečenja (kanali) i fluvijalne sedimente kad je relativni pad pljosnatih fragmenata suprotan od smjera toka.

Član kvarc-liskunovito-karbonatni škriljci razvijen je na području Rostova. To su stijene sivozelene boje, paralelne teksture i lepido-granoblastične strukture. Izgrađeni su od izduženih zrna kalcita koja su neravnomjerno limonitizirana. U karbonatnoj osnovi se javljaju paralelne trake listićavih minerala (muskovit, hlorit). Kvarc je grupisan u trakasto raspoređene nakupine ili su pojedinačna zrna izmiješana s karbonatnom osnovom. Ovi škriljci imaju veoma dobro izraženu lineaciju, a često se zapažaju i kvarcno-kalcitske ptigme s orijentacijom osa sjeverozapad-jugoistok. U sklopu ovoga člana često se javljaju proslojci, ili sočiva kvarcno-sericitskih škriljaca, s jasno izraženom sedefastom sjajnošću.

Ponekad se u ovom članu javljaju i proslojci mermera i krečnjaka. Izgrađeni su od kalcita uz prisustvo kvarca i liskuna. Kristali kalcita su izduženi i orijentirani, što ukazuje na regionalni metamorfizam.

Liskunoviti škriljci, grauvakni pješčari i argilošisti izrađuju sljedeći član formacije Kruščica. On direktno leži preko prethodnih karbonatnih škriljaca i prostire se na području Rostova, Hasa i uzvišenja Busije.

Liskunoviti škriljci su izgrađeni od kvarcno-sericitskih minerala, sive do sivomrke boje i lepidoblastične strukture. Oni imaju jasno izraženu škriljavost i paralelnu orijentiranost sastojaka u stijeni. U sastav kao bitni mineral ulazi sericit koji se javlja u izduženim ljuspicama. Kvarca ima u zrnima nepravilnog oblika veličine do 0,12 mm. Zrna su raspoređena u vidu nizova i djelomično su izdužena. Ove stijene zahvaćene su procesom kalcitizacije što se manifestuje pojavom kalcita koji je neravnomjerno raspoređen.

Grauvakni pješčari su sive boje i blastopsamitske strukture. Veličina zrna varira od 0,25 do 0,50 mm. Kvarc je najzastupljeniji sastojak. Feldspati su rjeđi. Muskovit se javlja u krupnijim izduženim listićima koji su pod djelovanjem pritiska izuvijani. Zapažaju se i zrna krečnjaka oivičena limonitom. Od akcesornih sastojaka javljaju se turmalin i cirkon. Vezivo je izgrađeno od mikrokristalastog kvarca i sitnolističavog sericita i obilno zastupljene limonitske materije.

Argilošisti su sivocrne boje. Kod njih je jako izražena milimetarska slojevitost. Po površini slojevitosti zapaža se svilasta sjajnost. Stijena je pelitske strukture i izgrađena je od minerala glina, organske materije, sericita i kvarca. Često se primjećuju kristali turmalina, a rjeđe cirkona. Ovaj član je na

lokalnosti Medenik u direktnom kontaktu s formacijom Vranica, pa se može steći utisak da je konkordantan preko nje, što je jednim dijelom i navelo ranije autore (Živanović i Milojević, 1975) da ovaj litološki član stavi u donji karbon.

Kontakt sa formacijom Vranica je tektonski i sigurno je i to da se jednim dijelom on razvijao i direktno na njoj, jer donji dijelovi formacije Kruščica nisu ravnomjerno razvijeni na cijeloj površini, pogotovo kad se vidi da su njeni pojedini članovi genetski vezani za kanalsku sedimentaciju.

6.2.3.4.2. Formacija crvenih klastita

Formacija crvenih klastita je izdvojena u gornjem toku rijeke Vrbas na širem području lokaliteta Voljevac. Stijene ove formacije su diskordantni preko različitih vrsta škriljaca, kvarcita i metapješčara kambrija i manjim dijelom preko devonskih mermerisanih krečnjaka i dolomita. Formacija je predstavljena crvenim brečama, kvarcnim konglomeratima, pješčarima i alevrolitima. U najvišim dijelovima zastupljene su crveno obojene sitnozrne grauvake, subarkoze i alevroliti Debljina ove formacije je oko 180 m.

6.2.3.4.3. Formcija evaporita i šupljikavih krečnjaka

Formacija evaporita i šupljikavih krečnjaka je izdvojena na desnoj obali rijeke Bistrice kod Gornjeg Vakufa nalazi se ležište gipsa na kojemu se vrši eksploatacija. Dosadašnjim istraživanjima utvrđeno je da gipsne naslage, debljine od 40 do 50 m, pripadaju gornjem permu, što je karakteristika u cijelim Dinaridima. Na pojedinim izdancima i istražnim bušotinama koje su izvedene u ležištu Bistrica, utvrđeno je da se u podini gipsa nalazi anhidrit, a u krovini pjeskoviti i šupljikavi krečnjaci preko kojih dolaze klastititi predstavljeni kvarcnim pješčarima i alevrolitima vjerovatno permotrijaske starosti.

Gips sadrži proslojke, lamine ili samo relikte ranodijagenetskih dolomita, obično sa "enterolitnim boranjem" (što je detaljnije poisano u poglavlju 6.1.). Sadržaj gipsa je od 80 do preko 90%, a u prosjeku iznosi 87,80%. Struktura gipsa je uglavnom srednjezrnasta i krupnozrnasta, hipidiomorfna i alotriomorfna. Tekstura je masivna, trakasta i "gomoljasta". Diferencijalno-termička ispitivanja pokazuju da gips sa ovoga ležišta sadrži i magnezit i malo pirita.

ANU BiH AHУ БИХ

6.2.3.4.4. Formacija Travnik

Formacija Travnik, je na Osnovnoj geološkoj karti izdvojena kao Travnička serija alevrolita, pješčara i šupljikavih krečnjaka. Razlozi zbog čega je označena starost P, T jest što nisu nađeni značajniji paleontološki dokazi izuzev rijetkih jezgra-kalupa fosila koji podsjećaju na Myacites.

Formacija je rasprostranjena, u zapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja, na širem području Novog Travnika i Travnika. Na osnovu litoloških karakteristika mogu se izdvojiti dva člana i to: član alevroliti-škriljavi i niskometamorfni škriljci i član liskunoviti pješčari, metapješčari i kvarcni liskunoviti pješčari (Hrvatović, 2018 i Hrvatović i sar., 2010).

Alevroliti i škriljci predstavljaju zastupljeniji član formacije. "Leže" konkordantno preko formacije Kruščica. Alevroliti su stijene zelenkaste boje i paralelne teksture. Izgrađeni su od sericita, ilita i sitnozrnog kvarca. Često sadrže grafitičnu materiju (metamorfiziranu organsku materiju) i najčešće su škriljavi tako da prelaze u liskunovite škriljce s dobro izraženom folijacijom.

U drugom članu, liskunoviti pješčari, metapješčari i kvarcni liskunoviti pješčari, najzastupljeniji su pješčari koji imaju masivnu ili paralelnu do škriljavu teksturu kada čine postepeno prelaze u metapješčare i liskunovite kvarcne škriljce. Izgrađeni su od kvarca, kao dominirajućeg sastojka, zatim izduženog ljuspastog muskovita, sericita i ponekad plagioklasa. Od akcesornih minerala pojavljuju se zrna apatita, epidota, cirkona i turmalina, a veoma često i magnetita te pirita.

U ovim pješčarima uočljiva karakteristika su valutice od limonitiziranog pješčara koje su nastale mehaničkim putem kao produkt rasklizavanja po klivažu. U ovom članu utvrđena je i talasana kosa slojevitosti koja ima blagi pad do 15°. Debljina lamina varira od 1 do 2 mm, a ukupna debljina naslaga, gdje se javlja kosa slojevitost, manja je od 3 m.

Također, zapaža se i sinsedimentacijsko kliženje koje se ogleda u tome da su slojevi ili paketi pješčara debeli nekoliko centimetara raskinuti i na krajevima elipsoidno zaobljeni. Ova pojava ukazuje na vrlo brzu sedimentaciju i na sedimentacijski bazen s nagnutim dnom.

6.2.4. *Metamorfizam*

Srednjobosansko škriljavo gorje predstavlja najveće alohtone paleozojske terene u Dinaridima. To je prostor, veoma složene geološke historije, podvrgnut je višefaznom metamorfizmu na koji ukazuju različiti podaci.

Radiometrijska ispitivanja stijena i minerala vršena su na uzorcima sa područja Fojnice i Busovače (Hrvatović, 1989, Palinkaš i dr. 1996, Pamić i dr. 2004).

Rezultati ispitivanjaukazuju na tri faze metamorfizma. Prva faza, starosti iznosi 343 miliona godina, kad su nastali filiti, druga je od 120 do 190 miliona godina, a metamorfisala je riolite i ostale okolne stijene, dok je treća između 46 i 37 miliona godina i uzrokovala je formiranje otrelitskih škriljaca. Starosti metamorfizma riolita ukazuju na alpski "overprint", a K-Ar podaci iz žice hijalofana od 16 do 25 miliona godina ukazuju na retrogradni metamorfizam.

6.2.5. *Strukturni genetski model*

Ovdje prikazani tekst je u cijelosti preuzet iz Hrvatović, 2018. Osnovni podaci o strukturi potiču od Katzera (1926). Prema njemu, struktura je jednostavna s osnovnim površima shvaćenim kao slojevitost. Centralni dio gradi naborni horst, sa starijim izdizanjima pravca sjeveroistok-jugozapad ("Bosnisches Kreuzstreichen") i s mlađom osom sjeverozapad-jugoistok, vezanim za obodne dislokacije. Ova dva smjera su se prema Katzeru smjenjivala sa promjenljivim intenzitetom sve do početka kvartara, kad je preovladao "dinarski" pravac sjeverozapad-jugoistok. Današnji položaj SSBŠG Katzer objašnjava samo mladom tektonikom, vezanom za obodne rasjede i kretanja koja su kompenzovala tonjenja sjeveroistočne Bosne.

Strukturna ispitivanja u okviru izrade Osnovne geološke karte M 1:100 000 nisu dala egzaktnije podatke o strukturi terena Srednjobosanskoga škriljavog gorja, rezultirala su samo uopćenim tvrdnjama o postojanju variscijskih nabora sa osama pravca jugozapad-sjeveroistok i mladih nabora sa osama sjeverozapad-jugoistok (Živanović i Milojević, 1975, Živanović i Sofilj 1971). Za razliku od originalnog Katzerovog shvatanja, u ovim radovima je pravac sjeveroistok-jugozapad "bosanskog unakrsnog ubiranja" shvaćen kao variscijski.

Detaljna strukturna obrada Srednjobosanskoga škriljavog gorja započeta je 1987. godine, u okviru izrade nove geološke karte Bosne i Hercegovine. Osnovne podatke prikupila je ekipa H. Hrvatovića (S. Ćorić, J. Halamić, Lj. Gajić, Z. Pudar i Ž. Jurić) i to na sjeveristočnom obodu SBŠG (područje Fojnica – Busovača – Vitez – Novi Travnik). Ti podaci su prvi put objavljeni kao preliminarni strukturni model Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Hrvatović i Dimitrijević, 1991, Hrvatović 1998).

Najmarkantnije strukture su Busovačka rasjedna zona (Busovački rasjed), koja čini sjeveroistočnu granicu, i Vrbaska rasjedna zona, koja čini

jugozapadnu granicu Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Busovačka rasjedna zona se može pratiti od Ilidže pa preko Kiseljaka, Busovače i Viteza do Travnika i Jajca. Pravac pružanja ove strukture je sjeverozapad-jugoistok. Na avionskim i satelitskim snimcima je jasno izražena u reljefu terena. Busovačka rasjedna zona predstavlja složenu strukturu čija širina je preko pet kilometara. Prvotna starost Busovačke rasjedne zone je vjerovatno paleozojska, ali je kroz geološku istoriju ova zona više puta reaktivirana. Naročito jako izdizanje Srednjobosanskoga škriljavog gorja bilo je krajem paleozoika, u gornjoj juri (nakon obdukcije ofiloita) i u gornjem oligocenu (Hrvatović, 2015). Na ovo nam ukazuju transgresivni odnosi gornjopermskih naslaga (formacija Kruščica) i metamorfnog kompleksa, sastav Bosanskog fliša (jursko-kredne starosti) koji ukazuje na porijeklo minerala iz metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja i podaci o starosti dobijeni metodama K/Ar i U-Th/He koji ukazuju na izdizanje sa dubinie 6-8 km (Hrvatović i sar. 2015). Duž njene trase javljaju se mineralni i termalni izvori (Ilidža, Kiseljak, Lepenica, Klokoti), te mnogobrojne pojave zlata, arsena, barita, željeza, bakra, kvarcnih žica i drugih.

Dosadašnja saznanja ukazuju da se radi o strukturi čija je aktivnost višestruko obnavljana kao normalni, horizontalni "strike-slip" i inversni rasjed.

Uz Busovačku rasjednu zonu uočavaju se manje strukture (lokalne) predstavljene poprečnim, dijagonalnim i paralenim rasjedima u odnosu na ovu rasjednu zonu. Na terenu, ovi rasjedi najuočljiviji su duž rijeka Kozice, Ivančice, Kruščice, Fojničke, Željeznice, Lepenice i dr. Pravac pružanja ovih rasjeda je sjeveroistok-jugozapad i sjeverozapad-jugoistok i oni ovaj teren dijele na tektonske blokove.

Rasjedi paralelni Busovačkoj rasjednoj zoni odgovaraju sistemu pukotina sa pravcem pružanja sjeverozapad-jugoistok, sa strmimim padom (85°) prema sjeveroistoku, teže su uočljivi na terenu zbog velike pokrivenosti, ali se mogu pretpostaviti zbog poremećenih orijentacija folijacija i slojevitosti. Ovi rasjedi se po svom pravcu pružanja poklapaju sa debelim kvarcnim žicama (to je najbolje izraženo na planini Berberuši, gdje se na dužini od preko 100 m može pratiti kvarcna žica debljine od preko 1 m). Time se nameće zaključak da su ovi rasjedi ujedno i rudonosne strukture. Na terenu se zapažaju rasjedne zone širine od 30 do 50 m.

Također, potrebno je napomenuti da je bilo izvjesnog kretanja po kontaktnim plohama između metariolita i parametamorfita što se naročito vidi na kontaktu gdje su prisutne kvarcne žice (debljine do 15 cm) koje su ubrane.

Druga po veličini struktura je rasjedna zona locirana u dolini rijeke Vrbas. Ova rasjedna zona je jasno izražena u reljefu, ima pravac pružanja sjeverozapad-jugoistok i imala je izraženu aktivnost u neogenu i kvartaru. Analizom satelitskih i avionskih snimaka uočava se da rijeka Vrbas odstupa od trase ove rasjedne zone. Ovo ukazuje na postojanje brojnih manjih rasjeda pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad.

U jugozapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja utvrđeno je navlačenje metamorfnog kompleksa preko gornjopermskih sedimenata koje se može vezati za kompresiju krajem eocena i manjim dijelom za neogen.

Najstariju fazu oblikovanja predstavlja nabiranje koje je postepenim jačanjem intenziteta prešlo u izoklino, uz stvaranje klivaža aksijalne površi i rasklizavanja po njemu do pune transpozicije s-površi. U pogledu produkata ovoga oblikovanja, razlikuju se dvije strukturne etaže (sl.57):

– **Donja**, s potpuno izoklinim nabiranjem, punom transpozicijom s-površi, folijacijom koja se razvija i po klivažu aksijalne površi (pretežno) i po slojevima i izvrsnom lineacijom. Ona izdanjuje u području "Katzerovog azoika" i može da se prati od Busovače, preko Fojnice do Tarčina.

– **Gornja** sa slabije izraženim ubiranjem, bez pune transpozicije s-površi, sa nešto slabije razvijenom folijacijom koja prati slojevitost i rjeđe klivaž, i sa mjestimično dobro razvijenom lineacijom. Stijene ove strukturne etaže nalazimo u području Kruščice (sjeverozapadni dio Srednjobosanskoga škriljavog gorja), odakle se one prostiru u smjeru jugoistoka, preko planina Vranice i Zeca do Bitovnje.

Područje između ove dvije zone je prijelazno, s karakteristikama sklopa bližim donjoj strukturnoj etaži. Metamorfizam je izražen uglavnom u donjoj strukturnoj etaži, sa strmim gradijentom. Započet je prekinematskim rastom sericita. Ovaj mineral, a dijelom i biotit, rastao je prvenstveno sinkinematski, a ponegdje i postkinematski. Tokom kinematske faze otrelit se pojavljuje relativno kasno, pa se nastavlja kristalizacija mimetski i postkinematski, bez uticaja na pređašnje simetrije sklopa. Kvarc kristališe tokom cijelog kinematskog akta kao i poslije njega, tako da on ne pokazuje jasno preferiranu orijentaciju osa. Opaki štapićasti minerali rastu posljednji, mimetski ili bez geometrijske veze sa simetrijom sklopa.

Vertikalni odnosi strukturnih etaža različitog sklopa (puna transpozicija – izoklino nabiranje – nabiranje nižeg indeksa) i stepena metamorfizma (zeleni škriljci sa folijacijom po klivažu i slojevima – prijelaz slabi metamorfizam sa slabije izraženom folijacijom i lineacijom) upućuju na mogućnost geneze sklopa kliženjem cijelokupnog bloka Srednjobosanskoga škriljavog gorja

sa njegovim jugozapadnim mezozojskim obodom po zoni donje strukturne etaže, izazvanim pomjeranjem oboda Jadranske ploče prema sjeveroistoku. Donja strukturna etaža se tada nalazila u PT-uslovima koji su doveli do visoke srednje duktilnosti, izoklinog nabiranja, transpozicije s-površi (F1 i F2) i metamorfizma. Ova faza počinje vjerovatno u trijasu, pošto Travnička formacija (P,T-starosti) zapadnog dijela (Vitez, Novi Travnik) pokazuje slabije izražen, ali kvalitativno isti sklop kao metamorfni kompleks ispod nje.

Na naprijed navedeni model ukazuju i radiometrijska ispitivanja stijena i minerala vršena na uzorcima iz donje strukturne etaže sa područja Fojnice i Busovače (Hrvatović, 1987, Palinkaš i dr. 1996, Pamić i dr, 2004). Dobijeni rezultati ukazuju na polifazni metamorfizam Srednjobosanskoga škriljavog gorja. Prva faza, starosti iznosi 343 miliona (rano variscijski metamorfizam), druga je od 120 do 190 miliona godina (jura-kreda), treća između 46 i 37 (eocen) miliona godina, dok je četvrta od 16 do 25 (miocen) miliona godina i ukazuje na retrogradni metamorfizam.

Pomjeranje (podvlačenje) s jugozapada nastavlja se kroz cijeli mezozoik, rezultirajući nizom navlaka jugozapadno od Srednjobosanskoga škriljavog gorja u kojima se na površini terena prema jugozapadu generalno pojavljuju sve mlađe tvorevine. Na krajnjem jugozapadnom dijelu Srednjobosanskoga škriljavog gorja zapaža se navlačenje metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja preko geoloških formacija gornjopermske starosti.

Sjeverni i sjeveroistočni dio bloka, posebno područje Zahora (područje između Fojnice i Busovače), izdižu se prije gornje jure i obrazuju se krupne naborne forme sa blagim sekundarnim zatalasanjima (F3). Katzer je (1926) smatrao izdizanje njegove "antiklinale" neogenskim (pošto je osnovne s-površi Zahora smatrao slojevima), kao kompenzaciju tonjenja Zeničkog bazena. Nema sumnje da su diferencijalna kretanja ova dva prostora bila vrlo izrazita u neogenu i poslije njega, ali navlake sjeveroistočno od palezoika, koje sadrže jurske sedimente, postavljaju ova vertikalna kretanja niže u mezozoik. Na izdizanje prije gornje jure, ukazuje mineralni sastav Bosanskog fliša koji sadrži minerale i fragmente stijena iz Srednjobosanskoga škriljavog gorja.

Analizom U-Th/He iz cirkona (Zircon fission track dating) dobijeni su podaci o starosti od 24,4, 25,0 i 28,8 miliona godina koji ukazuju da se Srednjobosansko škriljavo gorje izdiglo na površinu sa dubine od oko 6-8 km i sa temperature od oko 180 ^{o}C, na granici oligocen-miocen (Hrvatović i sar., 2015). Gravitacioni rasjedi (na planini Berberuši), koji su zapunjeni sa kvarcnim žicama, debljine



Slika 57. Strukturne etaže Srednjobosanskoga škriljavog gorja (na osnovu Hrvatović i Dimitrijević, 1991)

1-2 i dužine preko 50 m, vjerovatno su rezultat tog velikog izdizanja na granici oligocen-miocen. Za navedeno, finalno izdizanje Srednjobosansko škriljavo gorje je vezan i postanak velikog broja kvarcnih žica.

Analizom svih dijagrama uočava se povijanje elemenata sklopa (folijacije i slojevitosti) u obliku "S" strukture. Orijentacija ove "S" strukture je sjeverozapad-jugoistok a vrijeme ovoga povijanja bi se moglo povezati s navlačenjem "Zone Bosanskog fliša" sa jugoistoka, što je vjerovatno prouzrokovalo i stvaranje Sarajevske sigmoide (Sl. 57). Za Sarajevsku sigmoidu nije jasno je li njen oblik prvobitan ili dobijen naknadnim povijanjem. Navlačenja, prikazana na Osnovnoj geološkoj karti (list Kalinovik) dozvoljavaju pretpostavku o sekundarnom obliku sigmoide ili bar o sekundarnom pojačanju njenog oblika sve do u tercijar (Hrvatović i Dimitrijević, 1991). Već i jedno od ova dva ukrivljenja dovoljno je da sugeriše jednu komponentu pritiska u smjeru sjeverozapad-jugoistok. Time bi se objasnilo i Katzerovo "poprečno bosansko pružanje".

Podvlačenje Jadranske karbonatne platforme sa jugozapada (tokom cijelog mezozoika), komponenta pritiska s jugoistoka (kraj mezozoika i paleogen) i generalno suženje prostora pravca jugozapad-sjeveroistok (do u neogen) morala su se po intenzitetu smjenjivati kroz drugo vrijeme, pa time dati i smjenu uzajamno upravnih preovlađujućih napona i kompresije.

6.2.6. Najvažniji genetski i paragenetski tipovi ležišta mineralnih sirovina

Glavni genetski i paragenetskih tipova mineralnih sirovina u Srednjobosanskom škriljavom gorju (preuzeto i z Hrvatović, 2018, sl. 57-1) jesu:

a. Masivni piriti (framboidalni piriti) u kvarcitnim grafitičnim škriljcima, na lokalitetu Crna rijeka kod Tarčina (Hrvatović, 2018).

b. Sinorogene i postorogene monomineralne kvarcne žice i nepravilna kvarcna tijela na područjima Busovače, Fojnice, Kiseljaka i Kreševa (Katzer, 1926; Jurković, 1956; Hrvatović, 1997).

c. Ležišta željezne rude na lokalitetima Mačje Jame i Vranjska rijeka (Jurković i Hrvatović, 2014). To su ležišta nastala na temperaturi od 350 do 400°C i pritisku od 3 do 5 kbara (Majer i sar., 1991). Glavni minerali su sideriti i ankeriti (50-90%), sa magnetitom, hematitom, albitom i oksidima titana (10-30%).

Prvu fazu slijedi vrlo podređeno pneumatolitska faza sa kvarcom, piritom i arsenopiritom (5-10%) sa pratećim kasiteritom (0,024%) i ferberitom (0,012%). Završna faza mineralizacije u ova dva ležišta je hidrotermalna faza koja sadrži Cu, Zn, Fe, As, Sb-sulfide. Ruda sadrži i do 35 mg/kg Ag, 0.73 mg/kg Au, 0,7 do 4% Cu, 0,6% As, 1% Bi i do 25 mg/kg Se.

Ležište je nastalo iz metamorfogene tekućine generirane iz S-granitoidne magma i njenog protolita (sedimenti) uglavnom tokom razdoblja između Visean-Moscovian faza, dijelom čak i ranije. Ležišta se nalaze u biotit-hloritnoj zoni, prijelazu između amfibolitne zone i zone zelenih škriljaca. U najmlađe variscijsko vrijeme (od 290 do 260 miliona godina) i u periodu gornji perm – donji trijas (od 260 do 240 miliona godina), a djelovanjem metamorfnog podmlađivanja, doneseni su Bi, Se, Hg, Ag, Au i obojeni metali Cu, Pb, Zn (Jurković i Hrvatović, 2014).

d. Siderite, ankerite i podređeno albite kao glavne minerale, sa pneumatolitskom fazom koja je dala kasiterit, stanit i molibdenit nalazimo na lokalitetu Vrtlašce kod Fojnice (Jurković, 1956., 1958). Hidrotermalna faza sadrži 0,02% Cu, 2,2% Pb i 0,5% Zn. Ovo ležište sadrži i više od 300 ppm srebra, koje je u srednjem stoljeću eksploatirano od strane saskih rudara.

e. Brojne kvarcne žice (dužine i do 1500 metara) sa sfaleritom koji sadrži srebro, antimonit, Pb antimonide od kojih je najvažnije ležište Čemernica sjeveroistočno od Fojnice (Katzer, 1926; Jurković, 1956; 1962; Jurković i sar. 1999, Kubat, 1995). Rezerve rude u Čemernici su preko 300 000 tona i koja sadrži 5,9% Zn, 4,0% Sb i 114 gr/t Ag. U rudi je utvrđen i ferberit sa 74% WO_4, 18,5% Fe i 6,2% Mn (Ramović, 1956).

f. Zlatonosne kvarno-sideritno-piritne žice na lokalitetu Bakovići. Ruda sadrži 10-20% SiO_2, 5-10% Mn-siderita i 50-75% zlatonosnog pirita. Srednji sadržaj zlata u ležištu Bakovići je 21 gr/t a srebra 13 gr/t (Jurković, 1995).

g. U SBŠG postoje dva paragenetski različita žična tipa ležišta barita. Prvi tip sadrži male količine (<10%) različitih sulfida (pirit, halkopirit, sfalerit, galenit, arsenopirit i tetraedrit bez žive), dok drugi tip ležišta je gotovo monosulfidan sa manjim sadržajem Hg-tetraedrita (Jurković i sar., 2010). Prvi tip polisulfidnih ležišta barita je nastao u kasnoj fazi variscijske orogeneze, dok je drugi tip nastao na početsku alpske orogeneze.

Ležišta barita, u Srednjobosanskom škriljavom gorju, su:

– Žična ležišta tipa Maškara (kod Gornjeg Vakufa) koja sadrže siderit, barit i Hg-tetraedrit i smještena su u metapelitima i metapsamitima metamorfnog kompleksa.
– Žice smještene u metaklastitima kambrij-ordovicij koje nalazimo na lokalitetu Cvrče – Borova Ravan sadrže barit, siderit i Hg-tetraedrit.
– Žice barita na lokalitetu Sabeljine Pećine (kod Gornjeg Vakufa) smještene su u devonskim metamorfiziranim krečnjacima i dolomitima.

– Baritno-sideritne žice sa Hg-tetraedritima, na lokalitetu Mračaj smještene su u gornjopermskim sedimentima (pješčari, konglomerati i alevroliti).

h. Uran u Srednjobosanskom škriljavom gorju:

– U dolini rijeke Neretvice utvrđen je uran s halkpiritom, piritom, bornitom i tetraedritom u kvarcnim žicama smještenim u metariolitima.

– U paleovulkanskom centru Berberuša (planina između Kreševa i Kiseljaka) utvrđen je uran u: a) autunit u kvarcno-kalcitskim žilicama, debljine do 2 cm, koje su smještene u metapiroklastitima; b) uranonosni limonit u žicama, debljine od 10 do 30 cm smještenih u intenzivno alterisanim metariolitima; c) uranonosna limonitsko-baritna žica debljine 10 do 50 cm.

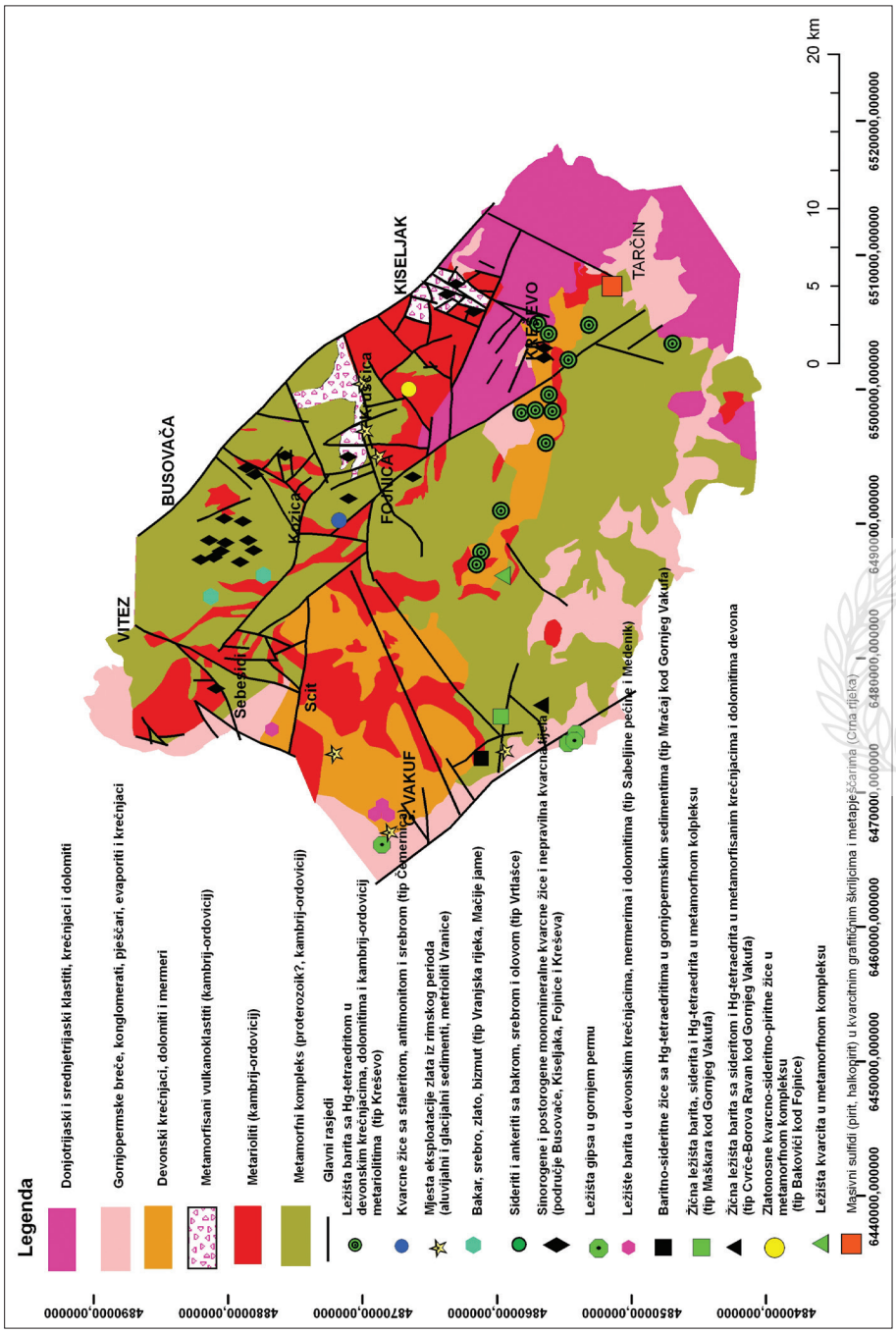
– Uranonosni apatit na lokalitetu Baljevac (južno od Fojnice) koji se nalazi u mermerisanim prekambrijskim krečnjacima.

i. Ležišta gipsa koja se nalaze u gornjem permu koji se nalazi na obodu Srednjobosanskogaa škriljavog gorja (Gornji Vakuf, Donji Vakuf, Visoko, Parsovići, Prozor).

j. Ležišta zlata u kvartarnim sedimentima:

1. Zlatonosni aluvijalni sedimenti,
2. Zlatonosni deluvijalni sedimenti i
3. Gornjopleistoceni zlatonosni glacijalni sedimenti. (Rucker, 1896)

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju u Srednjebosanskom škriljavogm gorju su: arhitektonsko-građevinski kamen, tehnički kamen, gips, željezo, barit, silicijske sirovine, zlato, mineralne i termomineralne i pitke vode.



Slika 57-1: Distribucija najvažnijih genetskih i paragenetskih tipova ležišta mineralnih sirovina Srednjobosanskoga škrljavog gorja (Hrvatović, 2018)

Stratigrafski stub Srednjobosanskoga škriljavog gorja

Na ovom području izdvojene su stratigrafske jedinice od prekambrija do gornje jure.

PREKAMBRIJ-KAMBRIJ-ORDOVICIJ-SILUR

-Parametamorfiti i metarioliti okoline Busovače, Fojnice i Kreševa.
-Metariloliti na vrh planine Vranice na lokalitetu Nadkrstac starosti 463 miliona godina (analiza izotopa Pb-U iz cirkona), na području Busovače i Fojnice 545 do 774 miliona godina, na području Kruščice 687 miliona godina.

DONJI DEVON (LOHKOV, PRAG, EMS)

- Kod Gornjeg Vakufa u sivomodrim krečnjacima su konodonti, koralji i briozoji.
Stromatoporide Clathrodictyon
Tetrakoralji Streptelasma, Pseudomicroplasma devonica
Tabulatni koralji Thamnopora brezovicenzis tabularia suhodolensis
Konodonti: Belodella Triangularis, Neopriniodus bicurvatus, Panderodus unicostatus, Neopriniodus excavatus, Oneotodus beckmanni, Ozarkodina denckmani
- Iz slojevitih krečnjaka, sa lokaliteta Kostajnica (južno od Kreševa), određeni su konodonti gornjeg devona: Palmatolepis rhomboidea (?), Pa. glabra lepta ZIEGLER & HUDDLE, Pa. glabra distorta BRANSON & MEHL, Pa. perlobata schindewolfi MÜLLER, Pa. minuta minuta BRANSON & MEHL, Polygnathus glaber glaber ULRICH & BASSLER, Po. nodocostatus nodocostatus BRANSON & MEHL, Icriodus cornutus SANNEMANN.

SREDNJI DEVON (AJFEL, ŽIVET)

Živet Gornji Vakuf: krečnjaci sa koraljima (Favosites) i stromatoporatima (Amphipora)
Srednji devon, predstavljen je krečnjačko-dolomitskim facijama koje sadrže Amphipora ramos (PHILIPS) i Favosites vranicae ŽIVANOVIĆ (1979).

GORNJI DEVON (FRAN, FAMEN)

Fran: konodonti u krečnjacima kod Gornjeg Vakufa.
Slojeviti krečnjaci sa lokaliteta Kostajnica (južno od Kreševa), konodonti gornjeg devona Palmatolepis rhomboidea (?), P. glabra lepta ZIEGLER & HUDDLE, P. glabra distorta BRANSON & MEHL, P. perlobata schindewolfi MÜLLER, Pa. minuta minuta BRANSON & MEHL, Polygnathus glaber glaber ULRICH & BASSLER, P. nodocostatus nodocostatus BRANSON & MEHL, Icriodus cornutus SANNEMANN.

GORNJI PERM (KAZAN, TATAR)

Bojska i Opare: breče, konglomerati, pješčari, kvarc-karbonatni škriljci.
Kod Kiseljaka: belerofonski krečnjaci.
Kod gornjeg Vakufa (lokalitet Bistrica) naslage gipsa i šupljikavih krečnja.
U dolini Vrbasa (na području Voljevac-Jelići) crveni konglomerati, crveni kvarcni pješčari i alevroliti.

DONJI TRIJAS (INDUAN, OLENEKIJ)

Kampil kod Hadžića, Tarčina i Turbeta: pješčari, alevroliti, šupljikavi krečnjaci.

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TOARC)

Kalin poviše Bugojna: breče, konglomerati preko kojih direktno leže krečnjaci s verneilinidama i glomospirama (Vujnović, 1980, 1980a, 1981)

GORNJA JURA (OKSFORD, KIMERIDŽ, TITON)

Kimeridž – titon na Kalinu poviše Bugojna: pizolitni krečnjak sa algama (Clypeina),i hidrozojima (Cladocoropsis) i foraminiferama Ellipsactinia ellipsoidea

6.3. Jugoistočna Bosna

Oblast Jugoistočne Bosne zahvata područje Foče, Goražda i Prače. Krajnja zapadna granica nalazi se na jugoistočnim padinama Jahorine (sl. 58).

Najstarije naslage, stariji paleozoik, otkrivene su između Foče i Goražda gdje je očuvan hercinski pravac pružanja slojeva. Kod Ustikoline su otkriveni silurski "bankoviti" krečnjaci (sl.58-1) (Spasov i Filipović, 1966; Kulenović, 1981, 1983; Kulenović i Kubat, 1964b). .Tankoslojeviti krečnjaci ovog lokaliteta pripadaju gornjem siluru sa konodontima Ozarcodina i Panderodus (Buzaljko, 1971; Ramovš, i sar., 1989).

Na području Prače (potez Vlaška stijena- Kiseljak-Veliki potok) izdvojena je zona silurskih krečnjaka. Pripadnost siluru je dokazana nalazom konodonti (Spasov i Filipović, 1966). Konstatovane su dvije konodontske asocijacije: starija (donji silur-valent) i mlađa (gornji silur).

U sklopu Pračanske navlake, na istočnom kraju Jahorine (Klek) ispod trijasa nalaze se "ortoceraski krečnjaci" koji sadrže konodonte donjeg i gornjeg silura, kao i tentakulite silura (Kostić-Podgorska, 1958).

Silur na području Prače, kod Kiseljaka i Vlaške stijene, izgrađuju sivi i plavičastosivi, masivni, mjestimično škriljavi i mermerisani krečnjaci. To je uska, tektonski isprekidana I dijelom kataklazirana zona krečnjaka (Vujnović, 1981). Sedimentološkim ispitivanjima utvrđeni su biomikriti, mikriti, fosilonosni mikriti i dolomitični biomikriti. Osim ortocerasa i tentakulita unutar navedenih krečnjaka određena je i konodontna asocijacija (Spasov i Filipovic – 1966) koja nesumnjivo ukazuje na gomjosilursku pripadnost. U mermerastim dolomitičnim krečnjacima „konodontna zona", određena je sljedeća konodontna asocijacija: *Petrosphitthodus amorphognatlwides*, *Spathognathodus pennatus procerus*, *Spathognathodus steinhorensis*, *Inclinatus inclinatus*, *Ozarcodina media*, *Carniodus cf. carnulus*, *Panderodus cf. gracilis*, *Acantiodus sp. Neoprionioaus sp. Ozarcodina sp. Ptioniodina sp*. i dr. Vidljiva debljina ovih krečnjaka iznosi oko 100 m.

Donjem devonu jugoistočne Bosne pripadaju tamnosivi pločasti krečnjaci sa konodontima (Neopriniodus, Plectospatodus) dok se u gornjem devonu pored konodonata (Palmatolepis) javljaju briozoji i krinoidi.

U krečnjacima donjeg i srednjeg devona nađena je bogata fauna koralja, stromatoporata, hidrozoa, briozoa, brahiopoda i krinoida (Kostić-Podgorska 1958 i 1961; Pantić, i sar., 1963, 1965, 1969; Buzaljko, 1971) neke tvorevine u fočanskom području smatra devonskim. Debljina starijeg paleozoika na tom području iznosi do 800 m.

Donjem i srednjem devonu pripadaju i prekristalisali krečnjaci sa konodontima Ozarcodina sp. Pandorinellina sp., Neopanderodus sp. i Belodella sp. (Kolar-Jurkovšek, T. i sar. 2011).

Preko devonskih naslaga slijedi fliš donjeg karbona (vizea) u debljini do 1000 m. Pored foraminiferske faune taj fliš sadrži faunu glavonožaca (goniatiti, ortoceratidi), školjkaša, puževa, brahipoda i koralja. Knežiček i Grimmer (1898) u blizini Podkorana otkrili su goniatite kulmskog tipa koje je Kittl (1904) dopunio i obradio. Frech (1906) je analizom goniatita potvrdio vize što je učinio i Schmidt 1924. Podgorska (1939) objavljuje nalazak bogate faune iz krinoidskih krečnjaka okoline Prače.

Donjokarbonski fliš je istraživan prvo kod Prače, naročito od Dimitrijevića (1970), Pantić i sar., (1967), Kulenovića (1971), i Vujnovića (1981) te Buzaljka (1971) na području Foča-Goražde-Rudo.

Donjem karbonu pripadaju grafitični škriljci i "listasti" pješčari sa proslojcima rožnaca i krečnjaka. U ovim "listastim" pješčarima je na području Podgraba (šire područje Prače) određena fosilna flora: *Asterocalamites scorbbienplatus*, *Lepidodendron lasseni* i *Diplotnnema pateartisinum* (Pantić

i Kulenović, 1967). Na području Prače u krečnjacima i škriljcima su utvrđeni fosilni ostaci goniatita, lamelibranhiata, brahipoda i koralja (Kittl, 1904; Bittner, 1880; Katzer, 1926; Kostić-Podgorska, 1939 i 1958).

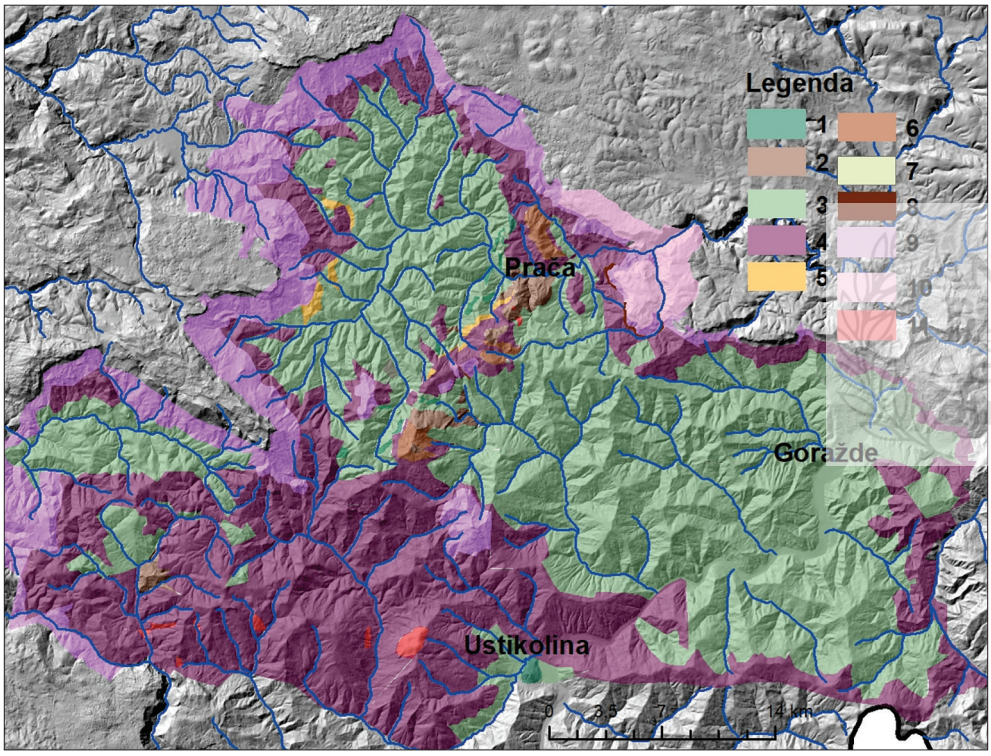
Donjem karbonu pripadaju i kulmske naslage na području Foče: Orahova, Ilovina brda, istočnoj obali Drine od Foče prema Šćepan polju i dolini Čehotine.

Ovdje se zapaža prekid sedimentacije u gornjem karbonu i donjem permu. Gornji perm je diskordantan i predstavljen je, u donjim dijelovima stuba, crvenkastim klastitima, a u gornjem krečnjacima sa puževima (Bellerophon) i vapnenim algama (gimnokodijum). Belerofonske krečnjake prvi je zapazio Bittner (1880), a zatim je fosilima kod Han Orahovice to potkrijepio Kittl (1904), Katzer (1926) kod Zbišća i Musića i Kostić-Podgorska (1958) kod Vihara, Lunja i Razbojišta. U okolini Tjentišta, Cadet (1966) je naišao na tamnosive "bankovite" krečnjake sa brahiopodima, školjkašima i puževima najvišeg nivoa perma. Također su otkriveni sideritično-ankeritični krečnjaci sa sulfidima u dolini Koline, Fočanske Jabuke i dalje prema Prači. U ovim krečnjacima od sulfida javljaju se pirit, halkopirit, arsenopirit, galenit i antimonit. Detaljnije izdvajanje perma izvršio je Buzaljko (1971) na području Jabuke (sl.58-2), dok je na području Prače detaljno izdvajanje gornjeg perma izvršeno prilikom izrade "Nove geološke karte Bosne i Hercegovine" razmjere 1:10000 (Hrvatović i sar., 1989a; Hrvatović, 1989b)

U slivu rijeke Koline i Jabuci, otkrivene su naslage gipsa iz gornjeg perma (Katzer, 1926; Podupsky 1963, 1976; Buzaljko i Pamić, 1982). Analogna pojava gipsa nađena je i prilikom gradnje tunela Prača. Donji trijas je u donjem dijelu stuba klastičan a u gornjem karbonatan (krečnjački) sa vapnenim algama. Klastiti su: alevroliti, pješčari i kvarcni pješčari (Sarajevski pješčari). Sjeverno od Prače (na obodu paleozoika Prače) izdvojena je bioturbatna formacija (Hrvatović i sar. 1989a; Hrvatović 1989b) koja pripada najgornjim dijelovima donjeg trijasa. Donji anizik predstavljen je "pločastim" krečnjakom, srednji krečnjacima sa brahiopodima, gornji buloškim amonitskim krečnjakom. U ladiniku se uz krečnjake javljaju izmijenjeni dijabazi i spiliti u obliku zelenih stijena ("pietra verde"), ali i dubinske granitsko-sijenitskog sastava (Okosovići i Čajniče), pa andeziti, daciti, dioriti i eruptivne breče (Zavajt, Čelebići), (Katzer, 1926; Trubelja, 1963, 1969; Pamić, 1978, 1984c). Geneza navedenih magmatskih stijena je vezana za kontinentalno riftovanje u vremenu gornji perm-srednji trijas (ladinik).

Između Drine i Čehotine okrivene su naslage donje jure (laporoviti krečnjaci sa glavonošcima Aptychus i belemniti), srednje jure (školjkaš Posidonia),

vulkanogeno-sedimentne "svite" titon-berijasa, te starije donje krede (neokom). Zapadno od Foče, u donjem toku rijeke Bistrice očuvano je od erozije područje sa slatkovodnim ugljonosnim miocenom. Mjesto i rudnik Miljevina dobili su ime po mehkom sedrastom krečnjaku koji se tamo od starina vadio. Profil ovih naslaga ukazuje da se radi o starijem miocenu. U laporima neposredne krovine glavnog ugljenog sloja, Kovaček i sar.(1993) definisali su bogatu asocijaciju makroflore (Pinaceae, Taxodiaceae, Lauraceae, Ulmaceae, Fagaceae, Betulaceae, Myricaceae, Juglandceae, Salicaceae, Leguminosae, Aceraceae, Sapindaceae, Potamogetonaceae i Palmae) na osnovu čega su zaključili da ovi sedimenti pripadaju starijem miocenu.



Slika 58. Pojednostavljena geološka karta paleozoika Prače (prema podacima OGK, List Prača (Vujnović, 1982) OGK List Foča (Buzaljko i Pamić, 1980); Nova geološka karta Bosne i Hercegovine-list Prača, Hrvatović, i sar. 1989a).

Legenda: **1. Donji i gornji silur**: krečnjaci sa ortoceras, tentakulitima i konodontima (lokalitet Prača) i gornji silur:bankoviti krečnjaci sa konodontima Ozarcodina i Panderodus (lokalitet Ustikolina); **2. Donji i dio srednjeg devona:** sprudni krečnjaci sa koraljima, briozojima, hidrozojima, brahiopodima, stromatoporatima i krinoidima; donjo-srednjedevonski "pločasti" krečnjaci (biopelspariti) sa konodontima Neoprioniodus Paulectopatodus (Klek kod Prače); **donji devon**: pločasti krečnjaci sa konodontima (Neoprionodus, Placetospathodus

i Spathognathodus) na lokalitetu Ustikolina; **3. Donjo-srednje karbonski fliš tipa Prača**: sericit-kvarcitni škriljci škriljci Osanice; alevrolitični i pješčarski turbiditi Podgorana; konglomerati, umetci krečnjaka i laporaca kod Prače; sprudni krečnjaci kanjona Prače sa koraljima, brahiopodima i školjkašima; klastiti kanjona Prače i vulkanogeno-sedimentna formacija na lokalitetu Vejzagići; **4. Donji-srednji perm**: alevoliti, glinci i pješčari; **Gornji perm**: 5. Breče; 6. Konglomerati; 7. Tufogeni glinci; 8. Belerofonski krečnjaci; **9. Donji trijas**: alevroliti, pješčari; kvarcni pješčari (Sarajevski pješčari), Bioturbatna formacija; **10. Srednji trijas** (anizik): masivni i slojeviti krečnjaci; **11. Srednji trijas** (ladinik): spiliti.

Deb (m)	Starost	Opis		Fosili
<100	P_3		-šupljikavi krečnjaci, -gips, anhidrit -belerofonski krečnjaci, -crveni kvarcni konglomerati i pješčari -crveni škriljci, -alevroliti	*Bellerophon sp.Archaeocidaris ladina*
850	$P_{1,2}$		-crveni konglomerati, i kvarcni pješčari, -sivi škriljci, mermerisani pločasti krečnjaci -liditske breče	*Naneionella, Mizzia cornuta, Globivalvulina, Tubertina sp.*
100	C_3		pješčari, glinci, konlomerati, škrljci	*Lepidodendron veltheimianum*
	C_2		Fliš	*Verneulites librovithi*
700	C_1		Fliš Subgrauvake, pješčari, glinci, kvarc-sericitski škriljci, konglomerati, krečnjaci	*Lepidodenron lasseni, Glyphyoceras sphaericum, Aviculopecten pračaensis, Cyathocarinia rasliana, Chonetes,Nercites*
200	D_3		Slojeviti krečnjaci	*Hindeodella sp. Palmatolepis glabra pectinata, P. rhomboidea, Belodella triangularis*
450	D_2		Masivni sprudni krečnjaci	*Favosites sp. Polygnathus linguformis*
200	D_1		Slojeviti krečnjaci proslojeni škriljcima	*Neoprioniodus bieurvatus, Plectospadus, Panderodus unicostatus*
100	S_3		Masivni krečnjaci	*Ozarcodina, Panderodus*

Slika 58-1. Paleozoik Jugoistočne Bosne (Buzaljko i sar., 1979)

ANU BiH АНУ БиХ

Deb.(m)	Starost	Opis	Fosili
	T_1	Crveni pješčari, alevroliti, kvarcni pješčari, zeleni škriljci	
100	P_3	-šupljikavi krečnjaci -gips, -tamnosivi pločasti belerofonski krečnjaci, -mermerizirani pločasti krečnjaci sa Gymnocodium bellerofontis -crveni škriljci	
850	P_3	(crveni slojevi): -crveni kvarcni konglomerati, crveni kvarcni pješčari, crveni škriljci	
	P_3	-crveni škriljci, -mermerisani sivi pločasti krečnjaci	
	P_3	-sideritično-anakeritični krečnjaci sa sulfidima olova, cinka i bakra.	
	P_{1-2}	-svijetlosivi krečnjaci -tamnosivi liditi i liditske breče	- *Mizzia cornuta*
	C_1	-tamnosivi šriljici i pješčari	

Slika 58-2. Geološki stub permotrijaskih tvorevina JI Bosne (Buzaljko i sar., 1979)

Ekonomski inetresantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: ugalj, gips, antimon, cink, olovo, barit i mineralne vode.

Distribucija mineralnih sirovina

Analizom dostupnih podataka o historijskim istraživanjima mineralizacija u jugoistočnoj Bosni (Katzer 1926; Polić 1952; Ramović 1954, 1956, 1957, 1979, 1984; Jeremić 1963; Kulenović, 1987; Jurković i i sar. 2010, i dr.), uočeno je da se pojave i ležiša mineralnih sirovina javljaju u gornjopermskim-donjotrijaskim crvenim klastitima, u slojevima krečnjačka unutar karbonskog fliša; devonskim, silurskim i permskim krečnjacima; srednjetrijaskim vulkanitima i krečnjacima.

Mineralizacije u silur-devonskim krečnjacima i krečnjacima gornjeg perma

Na kontaktu gornjosilurskih i devonskih krečnjaka sa karbonskim flišom pojavljuju se limonitisani sideritično-ankeritični krečnjaci koji su nosioci mineralzacija željeza, olova, cinka i barita. Ovi sideritično-ankeritični krečnjaci su izdvojeni na području Prače i Kozije Luke.

Sjeveroistočno od Prače (na dužini od preko 1 km – na potezu Prača-Mastilove stijene-Šarulje) u podinskim dijelovima silursko-devonskih krečnjaka, izdvojeni su ankeritično-sideritični krečnjaci sa pojavama baritizacije, silifikacije i mineralizacije sa galenitom, sfaleritom, halkopiritom i

tetraedritom. Debljina ovih limonitisanih krečnjaka varira od 30 do 50 m. U navedenom potezu mogu se pronaći tragovi starih rudarskih raskopavanja. Pronađena su rudna tijela bogata galenitom debljine do 1 m. Sadržaj olova varira od 0,24% do 2,40%, cinka od 0,40 do 10,34%. U pojedinim olovo-cinkanim žicama, debljine 10–20 cm, sadržaj olova idu i do 7,9%, cinka 36,5% i antimona 1,5%.

Na lokalitetu Ranoprge, u najnižim nivoima limonitisanih sideritično-ankertičnih krečnjaka, pred drugi svjetski rat, vršena su istraživanja olovo cinkanih mineralizacija. Ova istraživanja su nastavljena u periodu od 1954 do 1955. godine, kada je urađen potkop dužine 18 m. Debljina rudnih tijela varira od 0,5 do 1,5 m. Srednji sadržaj Pb+Zn u rudi je 8%. Uz sfalerit i galenit uočavaju se barit, siderit, kvarc, podređeno halkopirit i tetraedrit.

Na lokalitetima Vojnić i Poplatići utvrđene su diseminacije pirita, galenita i sfalerita u najnižim nivoima sideritično-ankeritičnih krečnjaka.

Mineralizacije u kompleksu paleozoika jugoistočne Bosne obuhvataju i mala, ali brojna ležišta barita. Javljaju se kao nepravilna metasomatska tijela barita i epigenetske žice u karbonatnim stijenama i sadrže tragove ili veće koncentracije Pb, Zn i pretežno sulfida Cu i Fe. Pored toga, javljaju se kao epigenetske baritne žice smještene u metaklastitima, ali obogaćene sulfidima (do 10%).

Utvrđena su dva paragenetska tipa ležišta rude barita. Stariji tip potječe iz kasnovariscijske faze (donji perm), a mlađi iz postvariscijske/ranoalpske faze. Starija vrsta ležišta baritne rude sadrži više od 90% barita, male količine kvarca, lokalno siderita i kalcita, te polisulfide (Fe-, Cu- Pb-, Zn- i Sb (As) -sulfidi), što ovisi o stijeni domaćina (5–10% u klastitima, 1–2% u karbonatnim stijenama). Ovaj tip dominira u paleozoiku jugoistočne Bosne. Mlađa vrsta ležišta rude barita javlja se samo sporadično u području Fočanske Jabuke), a zatim kao mlađe žice barita i gnijezda se s Hg tetraedritom (Jurković, i sar. 2010).

Mineralizacije u karbonskim klastitima i krečnjacima

U Podkozari, oko 7 km jugoistočno od Goražda, lokalizovane su kvarcno-antimonitske žice u krečnjacima koji se nalaze unutar karbonskog fliša. Rudnu paragenezu čini antimonit sa produktima oksidacije (valentinit, senarmontit, stubiokonit i kermezit, te rjeđe prateći minerali: halkopirit, pirit, cink, olovo i zlato. Srednji sadržaj antimona je 2,5% (Kulenović 1987). Mineralizacije antimona su pronađene i u dolini Odske rijeke.

U karbonskim klastitima, na lokalitetu Kopilovi (dolina Drine južno od Foče), su istraživane kvarcno-sidetriske žice sa piritom halkopiritom,

sfaleritom, galenitom i tetraedritom. Debljina kvarcnih žica je od 5 do 20 cm. Žice su male dužine-brzo isklinjavaju. Ruda sadrži 50% galenita i 16% halkopirita (Kulenović, 1987).

Mineralizacije u gornjem permu – donjem trijasu

U crvenim klasititima (pješčari, alevroliti i konglomerati), na prelazu gornji perm-donji trijas, utvrđeno je rasprostranjenje obojenih metala (olovo, cink, bakar) i ležišta barita. Najznačajnije pojave ovih ruda su registrovane na lokalitetima: 1) Šajinovići-Renovica 2) Renovica-Donje Bare-Osječani—Deševa i Orahovica-Jabuka. Na području Renovice otkrivene su nove pojave mineralizacija sa samorodnim bakrom (sl. 59).



Slika 59. a) samorodni bakar i malahit, b) rudonosni (Cu, Ag) *kvarcni pješčari proslojeni sa alevrolitima,* foto Hrvatović, 2020.

Podaci o ovim ležištima i pojavama su prikupljeni izradom geološke karte i geološko-rudarskim istraživanjima iz doba Austrougarske. Osnovna karakteristika je da je stepen istraženosti veoma nizak. Na pojedinim pojavama su vršena raskopavanja i jamski radovi manjeg obima, kao što je na lokalitetu Osječani.

Prema podacima Ramović M. (1979): Sjeverno od Goražda na udaljenosti od oko 7 km otkrivene su kvarcno-sideritske žice od nekoliko cm do 0,2 m i više, mjestimično su jako bogate halkopiritom, galenitom i tetraedritom. Ima sfalerita i pirita. Jedno rudno tijelo debljine 0,5 m su istraživali Austrijanci u blizini sela Osječani. Oko 300 m sjevernije od ovog istražnog rada nalaze se mineralizacije bakra. Zapaženi su uz halkopitit, tetratedrit i kvarc, još i kovelin, ceruzit, malahit, azurit, hidroksidi željeza i mangana. Prema podacima Kulenovć (1987), u izvještaju iz 1911. godine (”Ekspoze o srebronosnom galenitu u okolini sela Osječani, Srez Čajniče”-Telurija, A. G. Zagreb) rudište je istraživano površinskim raskopavanjem, stepeničasto niz padinu brda. U najnižoj etaži ruda je bila debljine 7,0 m, na središnjoj 6,0 m i u gornjoj 2,0 m,

što bi odgovaralo sočivastom rudnom tijelu pružanja jugozapad-sjeveroistok, uz rasjed duž kojeg su, prema Kosmatu (1924), dovedeni karbonski i permski klastiti u isti hipsometrijski nivo. Dužina otkrivenog rudnog tijela od najniže do najviše etaže iznosila je 440 m.

Istraživanja na ovom nalazištu su nastavljena nakon drugog svjetskog rata. Pored površinskih raskopavanja urađeni su i kratki potkopi u blizini džamije u selu, na lijevoj obali potoka, sa ciljem da se istraže nivoi ispod starih radova (iz doba Austrije). U rudnim žicama, otkrivenim u potkopima utvrđena je sljedeća parageneza: sfalerit, galenit, pirit, halkopirit, tetraedrit, limonit, kvarc i siderit (Ramović, 1957). Minerali bakra se javljaju u crvenkastim škriljcima i pješčarima te u kvarcnim žicama, koje se pružaju pravcem sjeverozapad-jugoistok, sijekući dijagonalno slojeve pješčara i škriljaca (Kulenović, 1987).

Bakarne mineralizacije su utvrđene na nekoliko lokaliteta na području Čajniča (Gramusovići, Nekosinj i Klak). U Gramusovićima su vršena isražna bušenja i jamski radovi manjeg obima. Mineralizacije bakra su u silifikovanim kvarcno-sericitskim škriljcima permo-trijaske starosti (prema podacima OGK list Pljevlja, Mirković i sar., 1977, 1980). To su žična i sočivasta rudna tijela koja sadrže bornit, halkopirit, halkozin, malahit i azurite. Na lokalitetima Nekosinj i Klak mineralizacija bakra se nalazi unutar limonitisanih krečnjaka koji su uloženi u škriljavim pješčarima i listastim škriljcima.

Na području Fočanske Slatine u crvenim pješčarima i argilošistima gornjeg perma, otkrivene su kvarcne i kvarcno-sideritske žice (debljine 0,1 do 0,5 m) koje su mjestimično obogaćene sfaleritom, halkopiritom i tetraedritom. Ima tu i galenita, pirita (uz pirit su određene pojave samorodnog zlata) i siderita. Mineralizacija je istraživana i eksploatirana raskopima i potkopima uglavnom zbog povećanog sadržaja bakra.

Kvarcno-sideritske žice sa olovom, cinkom i bakrom su istraživane u dolini rijeke Čehotine na području Godijena. Tu su u škriljavim limonitisanim pješčarima vršena istraživanja između dva svjetska rata. U žicama galenita su utvrđeni sadržaji olova 71,45% i 1 g/t zlata (podaci iz Kulenović, 1987). Kvarcno-sideritske žice sa olovom, cinkom i bakrom su eskploatisane i na području Zavajta (jugoistočno od Foče).

Stratigrafski stub jugoistočne Bosne

Na ovom području su izdvojene stratigrafske jedinice počev od silura do gornjeg miocena.

SILUR (LANDOVERI, VENLOK, LADLOV, PRIDOLI)
Ustikolina: bankviti krečnjak sa konodontima (Ozarcodina, Panderodus) – gornji silur.
Prača – donji i gornji silur – krečnjaci sa ortoceras, tentakulitida i konodonta.

DONJI DEVON (LOHKOV, PRAG, EMS)
Klek poviše Prače: sprudni krečnjaci sa koraljima, hidrozojima, briozojima, brahiopodima, stromatoporatima i krinoidima koji pored donjeg zauzimaju i srednji devon (700 m).
Ustikolina: tamnosivi pločasti krečnjak sa konodontima (Neoprinodus, Plectospathodus, Spathognathodus)

SREDNJI DEVON (AJFEL, ŽIVET)
Klek poviše Prače: sprudni krečnjaci sa faunom, iz donjeg prelaze u srednji devon.
Ustikolina: krečnjak sa konodontima (Polygnathus, Spathognathodus), koraljima (Favosites) i briozojima.

GORNJI DEVON (FRAN, FAMEN)
Ustikolina: tamnosivi pločasti krečnjak sa konodontima (Palmatolepis), briozojima i krinoidima.

DONJI KARBON (TURNE, VIZE , NAMIR)
Ustikolina-Kovač planina : fliš tipa Prača.
Prača: fliš sa umetcima krečnjaka i laporaca u kojima je fauna mikroforaminifera, koralji, brahiopodi, puževi, školjkaši, glvonošci (Orthoceratida, Goniatida) i umetci spilita –1000 m.

GORNJI KARBON (GORNJI SERPUKOV, BAŠKIR, MOSKOV, KASIMOV, GŽEL)
Baškir - pješčari i crni krečnjaci sa goniatitima (Verneulites).

GORNJI PERM (KAZAN, TATAR)
Ustikolina-Kovač planina: krečnjaci sa algama (Gymnocodium) i puževima (Bellerophon); obojeni klastiti.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)
Ladinik Kovač planina: "pločasti" krečnjak, laporac,rožnac, zelene stijene nastale raspadom dojabaza, sijeno-graniti Luka i Okosovići, spiliti Zavajt i Čelebići.
Anizik Kovač planina: krečnjaci sa "buloškom faunom"; "trebevićki" brahiopodni krečnjaci; "pločasti" krečnjaci.

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK, RET)
Kovač planina: krečnjaci sa konodontima i školjkašima (Megalodon).

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TOARC)
Područje između Drine i Čehotine: laporoviti krečnjak sa glavonošcima (Aptychus, Belemnitida).

SREDNJA JURA (ALEN, BAT, KELOVIJ)
Područje između Drine i Čehotine; krečnjaci sa školjkašima (Posidonia).

STARIJI MIOCEN
Bazen Miljevina: svijetlosivi sedrasti krečnjak sa umetcima klastita i proslojcima uglja (150 m(|); laporci sa florom listova (Glyptostrobus, Laurus, Ilex) i plodova (Carpolithes)-160 m; ugljonosni laporci sa glavnim ugljenim slojem (20 m); gline pješčari i bazalni konglomerat.

MLAĐI MIOCEN
Bazen Miljevina: brečasti konglomerati, pješčari, gline, proslojci lignita (200 m).

6.4. Područje Jahorine, Bjelašnice i Treskavice

Južno i jugoistočno od Sarajeva su "olimpijske planine" Jahorina sa Trebevićom i Bjelašnica sa Igmanom te nešto udaljenija Treskavica.

Planine Jahorina i Trebević čine debelu, pretežno trijasku, karbonatnu ploču koja je rasjedima razbijena na blokove ali i kraljušti. Na jugoistok tone ispod Pračanske navlake. Bjelašnica i Igman pripadaju drugoj strukturno-facijalnoj jedinici i čine zajedno prostranu tektonsku klipu između Busovačkog i Konjičko-prozorskog rasjeda kao i rasjeda Rakitnice na jugoistoku. Razbijena na blokove ispod sebe otkriva fliševe na koje je navučena. Klipa Bjelašnice je blago ubrana dinarskim pravcem. Njezino glavno bilo predstavlja sjeveroistočno krilo nabora. Planina Igman je sinklinala polegla na jugozapad, a

njeno sjeveroistočno krilo prelazi u antiklinalu sa donjim trijasom u jezgru (u Sarajevskom polju).

Najstarije naslage pripadaju gornjem permu koji je diskordantan preko karbonskog fliša na jugoistočnim padinama Jahorine. Predstavljen je prvo crvenkastim klastitima preko kojih leže krečnjaci sa puževima (Bellerophon), brahiopodima, ježincima i crvenim algama (Gymnocodium). Donji trijas (induan) je pjeskovit u donjem, a karbonatan u gornjem dijelu (600 m) i sadrži silove i dajkove dijabaza koji su produkt inicijalnog alpskog kontinentalnog riftovanja (Hrvatović, 2006).

Donji trijas debljine 400-700 m, izgrađuju areniti pretežno tipa subgrauvaka i grauvaka, podređeno feldspatskih grauvaka, zatim metaareniti, glinci i glineni škriljci i rijetko sitnozrni konglomerati. U zavisnosti od zastupljenosti pojedinih litoloških članova mogu se izdvojiti "Sarajevski pješčari" (Kittl, 1904), areniti i glinci. Sarajevski pješčari se sastoje od dominantnog kvarca, zatim muskovita i feldspata u različitim procentima (najviše do feldspatskih grauvaka) kao i fragmenata kvarcita i rožnaca, a u teškoj frakciji nalaze se cirkon, turmalin i hematit.

Anizički kat srednjeg trijasa je krečnjački, u dnu sa krinoidima, u srednjem dijelu sa znamenitom brahiopodskom faunom "Trebevićki krečnjaci", a u gornjem sa još poznatijom faunom u Bulozima istočno od Sarajeva koja se sastoji od ortoceratida, nautilida i starijih (ceratitskih) amonidea.

Naziv "Brahiopodski krečnjaci Trebevića" je ustanovio Kittl (1903). To su izrazito brečoidni i crveni krečnjaci bogati sitnim brahiopodima. U podini "trebevićkih krečnjaka" nalaze se prekristalisali krečnjaci (mikrit i mikrosparit) sive do tamnosive, ponekad i crne boje. Ovi krečnjaci su bankoviti do masivni i rjeđe slojeviti. Njihova starost je donji dio anizika (Sudar, 1986). U krovini "Trebevićkih krečnjaka" su intrabiospariti koji pripadaju pelonskom potkatu anizijskog kata odnosno konodontskoj zoni bulgarica – R.z. (Sudar, 1986), a dalje slijede Hanbuloški krečnjaci.

Hanbuloški krečnjaci su kroz geološku literaturu opisivani kao facija crvenih cefalopodskih krečnjaka "Kalke von Han Bulog" (Hauer, 1887), ili "Buloger Kalke" (Kittl, 1904) ili "Buloški krečnjaci" Dimitrijević (1983). Po svim dosadašnjim rezultatima istraživanja, starost buloških krečnjaka je gornjoanizijska. U okviru ove "formacije" proučavanjem konodonata na lokalitetima Studenkovac i Blizanac (na Trebeviću) i Han Bulogu kod Sarajeva određena je biostratigrafska pripadnost pojedinih njenih horizonata (Sudar, 1986).

"Formaciju" buloških krečnjaka sačinjavaju svijetlocrveni do crveni gvoždeviti krečnjaci. Uglavnom su bankoviti, rjeđe slojeviti, ponekad laminirani,

često brečasti i grudvasti (kvrgasti). U donjim nivoima buloških krečnjaka zapažaju se svijetlosivi, skoro bijeli masivni krečnjaci. U buloškim krečnjacima okoline Sarajeva se mogu razlikovati dvije vrste krečnjaka: 1)bijeli kriptokristalasti krečnjaci sa formaniniferama i algama i 2)crveni biopelmikriti sa cefalopodima i konodontama (Sudar, 1979).

Preko anizika "leže" izlivi andezita pa ladinički krečnjaci sa rožnacima te faunom stromatoporata i florom vapnenih algi (Teutloporella). Najbolji profili sa ladiničkim krečnjacima se nalaze na lokalitetu Hreša (sjeveroistočno od Sarajeva). Područje Hreše je u geološkoj literaturi dobro poznato zbog velikih rezervi krečnjaka (poznat pod imenom Hreša). Tu je kamenolom (sl. 60) koji ima dugogodišnju tradiciju i poseban značaj za grad Sarajevo zbog svestrane upotrebe kao arhitektonsko-građevinski kamen, kojeg odlikuje visok kvalitet i boja. Lokalitet Hreša leži sjeveroistočno od Sarajeva i nalazi se u geotektonskoj jedinici Durmitorska navlaka (Hrvatović 2006).

Kontinuirano preko ladiničkih naslaga slijede gornjotrijaski krečnjaci. Na lokalitetu Draguljac (Trebević) određena je ispitivanjem konodonti karnijska starost ovih krečnjaka, dok je na lokalitetu Brus (Trebević) utvrđena starost donji norik (Sudar, 1986).

U okviru bilateralnog naučnog projekta Slovenija – Bosna i Hercegovina (2010–2011) izvedena su mikropaleontološka ispitivanja iz krečnjaka koji se nalaze u krovini ladiničkih krečnjaka sa kamenoloma Hreša.

Mikroplaeontološkim analizama (Kolar-Jurkovšek, T. i sar., 2011) utvrđena je prisutnost raznovrsne asocijacije fosila, u kojoj su prisutne foraminifere, holoturiji, planktonski krinoidi, ostrakodi, spongije i konodonti. U zajednicama su zastupljeni gondolelidni konodonti rodova Paragondolella i Epigondolella, koji mogu da ukažu na dubokovodni pelagički okoliš. Na osnovu napravljenih analiza ustanovljene su dvije konodontske zajednice. Prva zajednica, u kojoj se javljaju vrste Paragondolella polygnathiformis i Metapolygnathus nodosus, karakteristična je za tuvalijsku starost (gornji karnik). Druga zajednica predstavljena je sa elementom vrste Epigondolella bidentata, čiji stratigrafski raspon je ograničen na sevatski potkat (gornji norik). Na osnovu ovih podataka moguće je zaključiti, da su krečnjaci iz krovine krečnjaka iz kamenoloma Hreše gornjotrijaske starosti. Već na osnovu do sada prikupljenih konodonata možemo ustanoviti, da je sedimentacija krečnjaka bila vezana najmanje na interval od gornjeg karnika (tuval) pa do gornjega norika (sevat).

Istražena konodontska fauna iz Hreše, koja je predstavljena sa elementima Gondolelida, ima značaj za biostratigrafsku korelaciju toga prostora sa

drugim lokalitetima Tetisa, a naročito za korelaciju slovenskog i bosanskog bazena (Sudar, 1986; Kolar-Jurkovšek, 1991).

Južno od Sarajeva izdiže se planina Igman (2067 m) koja je sjeverno predgorje visoke Bjelašnice. Igman predstavlja krečnjačko-dolomitski masiv sa karakterističnim strmim odsjecima i siparima, a razvijeni su i svi oblici karstne erozije; pećine, vrtače, uvale, škrape i dr. Glečerska erozija je također ovdje imala značajnu ulogu.



Slika 60. Kamenolom Hreša: ladinski krečnjaci proslojeni sa crvenim i sivim rožnacima.

Najstarije naslage na Igmanu su sedimenti donjeg trijasa koji su izdvojeni na jugoistočnom i sjeverozapadnom obodu planine (Jovanović i sar., 1978). Na jugoistočnom obodu, na putnoj komunikaciji Krupac-Igman, utvrđeni su donjotrijaski sedimenti predstavljeni smeđim i crvenkastim alevrolitima, limonitisanim trošnim laporima i pješčarima. Navedeni sedimenti su intenzivno ubrani i ispucali. Nalaze se u tektonskom kontaktu sa gornjotrijaskim karbonatnim sedimentima koji leže ispod njih. Pravac pružanja slojeva je sjeveroistok-jugozapad sa strmim padom prema jugoistoku. Vergence nabora

su sjeverozapadne što nas upućuje na kretanja iz pravca istok-jugoistok. Ovi sedimenti predstavljaju donje dijelove Durmitorske navlake koja je navučena na Igman i Bjelašnicu.

Na sjeverozapadnom obodu Igmana na području Hadžića izdvojene su donjotrijaske naslage koje se nalaze u podini trijaskih karbonatnih stijena Igmana. Na terenu se mogu jasno prepoznati dva nivoa (donji i gornji nivo) tih sedimenata.

Donji nivo izdvojen u samom podnožju Igmana. Predstavljen je crvenim i smeđim alevrolitima i pješčarima koji su izoklino ubrani. Vergence nabora su sjeverozapadne što ukazuje na kretanje iz pravca jugoistoka prema sjeverozapadu. Na pojedinim mjestima može se vidjeti i rasklizavanje po klivažu aksijalne površine što ukazuje na najmanje dvije tektonske faze (Hrvatović, 2004).

Gornji nivo, koji se može vidjeti na putnoj komunikaciji od Hadžića prema Igmanu, predstavljen je laminiranim "tabličastim" slojevitim liskunovitim pješčarima sive, sivozelene i crvene boje, pjeskovitim laporima, glincima i veoma podređeno glinovitim krečnjacima. Prilikom izrade Osnovne geološke karte list Sarajevo sa ovog lokaliteta određena je sljedeća fauna: Myophoria costata Zenk, Naticella costata Munst, Tirolites cassianus Quenst itd (Jovanović, i sar., 1978).

Donjotrijaske naslage sjeverozapadnog oboda Igmana, u tektonskom smislu pripadaju navlaci Bosanskog fliša, dok one sa jugoistoka pripadaju Durmitorskoj navlaci (Hrvatović, 2006).

Kao anizijski karbonatni sedimenti izdvojeni su krečnjaci i dolomitični krečnjaci na potezu Vojkovići – Krupac – Igmanski put. Dosadašnjim istraživanjima nije jasno utvrđeno kojoj zoni anizika pripadaju ovi krečnjaci. Po svojim litološkim karakteristikama mogli bi da pripadaju gornjim dijelovima zone Rhynchonella decurtata i zoni Ceratites trinodosus. Na području kamenoloma Krupac, predstavljeni su masivnim i slojevitim, svijetlosivim, tamnosivim i crvenkastim mikritima i biomikritima. Ovi krečnjaci su intenzivno karstifikovani a pukotine i kaverne zapunjene su crvenom glinovitom materijom i sitnozrnom krečnjačkom drobinom.

U podnožju Igmana, na potezu od vrela Večerice pa preko vrela Bunice do Krupca utvrđen je razvoj crnih krečnjačkih breča i krečnjaka (Hrvatović, 2004). Navedene breče i krečnjaci nemaju tragove tufa, crvenih breča i stilolita što je tipično za razvoj anizika (nivo zone Dadocrinus gracilis-zona breča) područja Sarajeva.

Konkordantno preko anizika slijede naslage ladinika predstavljene slojevitim krečnjacima, laporima, glincima i rožnjacima. Krečnjaci su tankoslojeviti, boje su crvene i sive. Na ovom području uglavnom su zastupljeni

lapori, glinci i krečnjaci. Na lokalitetu kamenoloma Krupac utvrđena su mala geološka tijela spilita, koji su limonitisani.

Duž istočnog oboda Igmana (na putu od kamenoloma Krupac prema Igmanu i Bjelašnici) izdvojeni su crni slojeviti laminirani krečnjaci koji ukazuju na anoksične uslove sedimentacije. Na to nam ukazuje crna materija koja ima miris bitumije. Nalaze se u tektonskom kontaktu sa srednjetrijaskim i donjotrijaskim naslagama.

Ovi krečnjaci vjerovatno predstavljaju najviše dijelove ladinika ili najniže dijelove karnika (Hrvatović, 2004).

Najveći dio planine Igman je izgrađen je od karbonatnih sedimenata nastalih u uslovima plitkovodne, isključivo, karbonatne sedimentacije (sl. 61). Na Osnovnoj geološkoj karti, list Sarajevo (Jovanović i sar., 1978), na sjevernom obodu Igmana, izdvojene su uglavnom naslage $T_{2,3}$ starosti predstavljene dolomitima i krečnjacima. Međutim, detaljnim obilaskom terena jasno se vidi da od podnožja Igmana (500 mnv) pa do kote od oko 900 m nije zastupljen razvoj dolomita i krečnjaka nego da su tu zastupljene crne krečnjačke breče sa paketima krečnjaka (Hrvatović, 2004). Po svojim karakteristikama ne pripadaju klasičnom razvoju ladinika (nema rožnaca, tufova, glinaca, "pločastih" krečnjaka), tako da bi vjerovatno odgovarale zoni najviši ladinik-najniži karnik.

U profilu dalje slijedi razvoj slojevitih krečnjaka i dolomita. Preko ovog razvoja krečnjaka i dolomita dolaze megalodonski krečnjaci i dolomiti gornjeg trijasa. U najnižim horizontima srednje-gornjeg trijasa izdvojeni su grusificirani dolomiti koji predstavljaju kasnodijagenetske dolomite (sekundarni ili epigenetski dolomiti) koji su nastali potiskivanjem kalcita dolomitom na većoj dubini. Na ovo nam ukazuju razmjerno veliki kristali dolomita i njihova mozaična struktura. Dolomiti se javljaju kao mikrokristalasti ili makrokristalasti odnosno tzv. "šećerasti" dolomiti. Ovakvi dolomiti utvrđeni su na obodu Igmana (kod Krupca, Vojkovića, Blažuja i Hadžića).

Na području Krupca oni se nalaze u tektonskom kontaktu sa srednjetrijaskim krečnjacima koji su navučeni preko njih, dok su kod Vojkovića i Blažuja (vidi se na kamenolomu Igman) preko ovih dolomita navučene naslage jursko-krednog fliša. U ovim grusificiranim dolomitima otvoren je kamenolom Igman kod Blažuja a na širem području u Rakovici i Lokvama. Ovi grusificirani dolomiti vjerovatno pripadaju karniku.

U podnožju Igmana od Blažuja, pa preko Vrela Bosne do Vojkovića razvijene su naslage krečnjačkih breča sa crnim fragmentima što se može vidjeti na Igmanskom putu od Hrasnice prema vrhu Igmana.

Breče predstavljaju čvrsto vezane stijene koje se sastoje od uglastih i poluzaobljenih fragmenata sivog-crnog krečnjaka cementovanog sa također crno-sivim matriksom. Fragmenti imaju veličinu 1 do 15 cm. Rijetko imaju međusobnu potporu i uglavnom «plivaju» u matriksu (Hrvatović, i sar. 2004).

Po svojim karakteristikama ove breče najviše odgovaraju **intraformacijskim** brečama. **Breče sa crnim fragmentima** nastale su pretaložavanjem erozijskih ostataka crnih krečnjačkih taloga priobalnih močvara bogatih organskom materijom. Nastale su pretaložavanjem u depresijama, plimnim kanalima i plitkim potplimnim okolišima. Crni krečnjački talozi nastali su prvobitno u supratajdalu (natplimna zona) sa humidnom klimom. Karbonatni talozi dobili su crnu boju zbog redukcije sulfata i zbog obilja organske materije. Takvi talozi tokom povišenja nivoa mora bivaju eriodirani, a odlomljeni komadi crne boje bivaju naplavljeni u depresije i plimne kanale.

U sklopu ovog nivoa sa brečama mogu se izdvojiti i **emerzijske** breče i breče **okršavanja**. Emerzijske breče koje ukazuju na pradavno okršavanje (paleokarst) pojavljuju se isprekidano (nemaju kontinuitet u pružanju). One nam ukazuju na procese fizičkog i hemijskog trošenja u subaerskim uslovima na površini Zemlje ili u vadoznoj zoni. Debljina ovih breča je 150 do 200 m (Hrvatović, i sar. 2004).

Konkordantno preko ovih breča razvijena je jedinica u kojoj se smjenjuju **slojeviti krečnjaci i dolomiti**. Na otvorenim profilima jasno se zapaža konkordantna smjena dolomita i krečnjaka. Dolomiti su pretežno sastavljeni od minerala dolomita. Njihove strukturno-teksturne osobine kao što su sitni kristali dolomita, laminacija i fenestralna građa ukazuju da su to vjerovatno ranodijagenetski dolomiti koji nastaju dolomitizacijom još nelitifikovanih sedimenata plitke sedimentacione sredine (supratajdal). Granica prema krečnjacima je nepravilna ali oštra pošto je dolomitizacija krečnjačkog sedimenta izvršena prije taloženja novog sedimenta. Gornje slojne plohe dolomitnih "paketa" su često erodirane na što nam ukazuju tanki proslojci desikacijskih breča (na putu od Hadžića prema Igmanu).

Preko prethodne jedinice krečnjaka i dolomita konkordantno slijede **krečnjaci sa megalodonima, breče i dolomiti-gornjeg trijasa**. Po svojim karakteristikama mogu se nazvati "**Loferitima**" (Fischer, 1964). Na profilu duž puta, na Igmanu, mogu se vidjeti dobro razvijeni sljedeći članovi loferita: jedan član čine "paketi" slojeva krečnjaka sa megalodonima sa ostacima bioklasta koralja, algi i foraminifera, drugi je predstavljen sa brečoidnim krečnjacima a treći sa stromatolitskim krečnjacima i dolomitima. Sličan razvoj se može vidjeti na južnoj padini planine Bjelašnica (sl. 62). Navedeni članovi

ukazuju na oscilaciju nivoa mora i na uslove sedimentacije sa visokom energijom vode na što nam ukazuju i oštre granice među članovima "lofeferita".

deb.	starost	opis		fosili
400	T_3		Krečnjaci s megalodonima, stromatolitski krečnjaci, breče i dolomiti	*Megalodon triqueter, Megalodon sp.,*
250	$T_{2,3}$		Slojeviti krečnjaci i dolomiti	*Orthoceras dubium,*
400	$T_{2,3}$		Crne i sive krečnjačke breče i krečnjaci	
200	$T_{2,3}$		Dolomiti i krečnjaci	
250	T_2^2		Krečnjaci, rožnaci, tuf, pješčari, spiliti.	*Daonella, Posidonia*
350	T_2^1		Masivni i slojeviti krečnjaci, brečasti krečnjaci	Zone: *-Dadocrinus gracilis, -Rhynchonella decurtata, -Ceratites trinodosus*
	T_1		Kvarcni pješčari, škriljci, alevroliti, glinoviti krečnjaci.	*Myophoria costata, Naticella costata, Tirolites cassianus*

Slika 61. Geološki stub planine Igman (Hrvatović, 2004).

deb.	starost	opis
250	$^4T_2^2$	Pločasti krupnozrni pješčari
400	$^3T_2^2$	"Tankopločasti" crveni rožnaci i silifikovani lglinoviti krečnjaci
50	$^2T2^2$	Crveni rožnaci sa glinovitim krečnjacima
200	$^1T_2^2$	Krečnjaci sa muglama i proslojcima rožnaca, tufovi, dijabazi
100	$^2T_2^1$	"Pločasti" i "bankoviti" sivi i crvnkasti krečnjaci, breče i brečasti krečnjaci
300	T_2^1	Masivni i slojeviti krečnjaci, brečasti krečnjaci
200	T_1	"Bankoviti" i "pločasti" pješčari, raznobojni glinci (bijeli, žuti, crveni).

Slika 62. Litostratigrafski stub trijasa u planini Treskavici (Mojičević, 1978).

U podnožju planine Igman se nalazi Sarajevsko polje poznato po debelim sedimentima kvartara. Sarajevsko polje predstavlja prostranu fluvijalnu ravnicu, ograničenu s JZ krečnjačkim masivom Igmana, a sa svih ostalih strana je okruženo miocenskim sedimentima na kojima najvećim dijelom leži.

U fluvijalne sedimente Sarajevskog polja uključen je širok spektar sedimenata koji potiču od aktivnosti rijeka i potoka. Na raznolikost fluvijalnih sedimenata u Sarajevskom polju ukazuju izvedena obimna istražna bušenja za potrebe vodosnabdijevanja Sarajeva.



Slika 63. "Lofer facija" na južnoj padini Bjelašnice, a) stromatolitski član lofer facije, b) član sa megalodonima, c) član sa megalodonima i kalcitnim cementom d) sloj (debljine 10 cm) izgrađen od lumakela magalodona.

U Sarajevskom polju mogu se prepoznati klastični sedimenti plavinske lepeze koji su nastali od materijala transportovanog rijekom Željeznicom koji je deponovan na izlazu iz uske doline kod Vojkovića u vidu lepeze koja se dalje pruža u široku riječnu dolinu. Sedimenti su uglavnom nastali tečenjem periodičnih voda koje sadrže puno klastičnog materijala. Sedimenti se sastoje od loše sortiranih šljunkova i pijeskova sa sočivastom slojevitošću te dosta mulja a ponekad i komada drveća. Sedimenti su različite veličine zrna.

Na postanak fluvijalnih sedimenata najviše uticaja je imala rijeka Željeznica. Na bazi strim morfologije ona bi spadala u upletenu rijeku koja

se karakteriše blagim sinusoidnim oblikom toka sa brojnim kanalima. Kanali su krivudavi i vrlo široki u odnosu na dubinu. Kada je Željeznica bivala zasićena materijalom dolazilo je do odlaganja materijala i uplitanja kanala što je pruzrokovalo stvaranje prudova koji mogu biti uzdužni i poprečni. Vertikalna sukcesija slojeva facija je sljedeća: Grubo uslojeni šljunak sa matriksom koji je infiltriran poslije sedimentacije a u šljunku se javljaju sočiva gline, alevrolita i pijeska., zatim srednjezrni šljunak do krupnozrni pijesak a dalje slijede finozrne facije pijeska, alevrita i mulja.

Najveća debljina fluvijalnih sedimenata je na području Bačevo – Vrutci – Stojčevac – Semizov bunar i iznosi oko 70 m. odakle se radijalno smanjuje. Gornju zonu do 30 – 35 m dubine izgrađuju šljunkovito – pjeskovite naslage, zatim je glinoviti sloj, a dublje šljunkovito-drobinski materijali. Tako su ovdje formirana dva odvojena vodonosna horizonta: prvi – plići velike izdašnosti sa slobodnim nivoom vode i drugi s vodama pod pritiskom.

U izvještajima različitih autora koji su urađeni u različita vremena proizlazi, da je vrlo mala ili nikakva infiltracija voda iz krških akvifera u krovne kvartarne sedimente zbog postojanja vodonepropusnih naslaga neogena i kvartarnih glina, koje leže direktno na krečnjacima. Jedino u području termomineralnih voda Ilidže (tektonski blok 1bušotine PP-1 i IB-2) moguća je direktna komunikacija voda iz krečnjaka u fluvijalne sedimente, jer ovdje nema niti neogena niti kvartarnih glina na krečnjacima. Ovo ujedno pokazuju rezultati svih bušotina na termomineralne vode, koje su sve registrirale arteške vode u kvartaru, a ove tople vode u kvartar dolaze iz krečnjaka u njihovoj podini (Miošić i sar. 2000).

Kao "geološki objekat prvog reda" potrebno je označiti izvor termomineralne vode na Ilidži. Ovaj prostor predstavlja jedinstven hidrogeološki i hidrogeotermalni sistem (Čičić i sar., 1976, Miošić i sar., 2000, 2016; Skopljak, 2006,) gdje na relativno malom prostoru susrećemo složene odnose pitkih, mineralnih, termalnih i termomineralnih voda uz izuzetno komplikovanu tektonsku građu (sl. 64 i 65). Izvor terme Ilidža leži na lijevoj obali rijeke Željeznice, ima kapacitet od 100 l/s i temperaturu vode 57,50C. Voda sadrži glauberovu so, ugljen-dioksid, hlor-kalcijum, nešto sumporvodonika. Ovaj izvor dobro djeluje kod liječenja, kupanjem kao i pijenjem, protiv bolesti želudca, jetre, reumatskih oboljenja, bubrega itd. Svježa voda, koja primjetno miriše na sumporvodonik, je čista i bezbojna, ali se na zraku ipak zamuti radi izlučivanja karbonata, tako da oko izvora ima naslaga sedre. Interesantno je pomenuti da su u sedri pronađeni umjetnički predmeti i novac iz rimskog doba.

Postanak termalnog vrela Ilidža istraživači vežu za poznatu Busovačku rasjednu zonu duž koje ima oko 60 vrela mineralnih i termalnih voda (Čičić i sar., 1984). Akviferi ovih voda su trijaski karbonati koji su na mjestima veoma plitki, na pojedinim mjestima odmah ispod kvartara. Dubina do trijaskih karbonata na Ilidži prikazana je na tektonskoj karti jugozapadnog dijela Sarajevskog polja (sl. 64).

Na slici broj 64. prikazani su izdvojeni tektonski blokovi od 1 do 16 sa dubinama do karbonatnih trijaskih naslaga u jugozapadnom dijelu Sarajevskog polja na potezu Ilidža – Sokolovići – Dobrinja – Hrasnica (Hrvatović, 2004).

Izdvajanje tektonskih blokova izvršeno je analizom rezultata istražnog bušenja geoelektričnih, gravimetrijskih i seizmičkih ispitivanja. Također su korišteni podaci geološkog kartiranja i analize satelitskih i avionskih snimaka.

Dobijeni rezultati bušenja i geofizike su potvrdili da je na stvaranje paleoreljefa u ovom dijelu terena presudnu ulogu odigrala Busovačka rasjedna zona što je evidentirano istražnim bušenjem. Značajnu ulogu u formiranju današnje strukture ovog dijela Dinarida imao je i Sarajevski poprečni rasjed (rasjedna zona) koji je maskiran navlačenjima i neogenskim sedimentima Zeničkog-sarajevsko bazena.

Tip struktura u Zeničko-sarajevskom bazenu, njihova orijentacija i pravac tonjenja ukazuju na činjenicu da je Busovačka rasjedna zona, pored vertikalnih pomjeranja i oscilacija pojedinih blokova bio i rasjed horizontalnog tipa u periodu kompresije, što je prouzrokovalo stvaranje dijagonalnih rasjeda i nabora u bazenu.

Blok 1 izdvojen je u zoni banje Ilidže, u kome su istražno-eksploatacionim bušenjem (IB-2, IB-1, B-10 A, B-III, PP-1 itd.) utvrđene termomineralne vode temperature 58 C^o. Blok ima površinu od oko 1 km^2. Nalazi se u centralnom dijelu Busovačke rasjedne zone. Sjeveroistočnu granicu ovog tektonskog bloka čini Kasindolski rasjed. Svim dosadašnjim istraživanjima (bušenje i geofizika) utvrđeno je da ovaj blok ima termomineralne vode najviših temperatura.

Bušotina PP-1 dubine 92 m, je na 54 m ušla u dolomite i nabušila vode temperature 58^0C sa samoizljevom od Q = 50 l/s. Bušotina B-10a, dubine 77 m ostala je u kvarcnim pijescima, (vjerovatno pliocena), a bušotina B-3a od 21,6 m, nabušila je termomineralne vode 57^0C i Q = 22 l/s.

Bušotina IB-1 dubine 43,7 m (dno bušotine je ostalo u konglomeratima vjerojatno kvartara) sa samoizljevom od Q = 75 l/s i tv = 58°C. Već na dubini od 9,20 m došlo je do erupcija s visokim pritiskom vode i plina. Zbog nepovoljnih uslova bušenja, bušotina je zaustavljena na 43 m dubine, ali nije

pretvorena u eksploatacioni objekat. Planirana dubina ove bušotine bila je 500 m.

Bušotina IB-2 (kod Zmijske stijene) ima dubinu 246,1 m. Bušotina je ušla u karbonate trijasa na dubini od 47,70 m iz kojih nije izašla do dna bušotine. Karbonati su predstavljeni dolomitičnim krečnjacim. Prilivi vode su od 74 – 238 m. Ukupna arteška izdašnost je Q = 100 l/s, prosječna temperatura 58,5^{0}C.

Iz naprijed navedenog blok 1 možemo nazvati glavni geotermalni blok Ilidže u kome bi trebalo izvesti buduća istražna bušenja (IB-10, sl.65a i 65b) u cilju utvrđivanja termomineralnih voda viših temperatura. Istražnim bušenjem i geofizičkim istraživanjima utvrđeno je da se trijaski karbonati, koji su akviferi termomineralnih voda nalaze neposredno ispod kvartarnih naslaga debljine 40 do 50 m.

Blok 2 izdvojen je jugoistočno od bloka 1. U površini ovog bloka izvedene su duboke bušotine IB-4 i IB-7 gdje je utvrđena dubina do karbonata trijasa. u ovom slučaju do karbonata, od 76 do 200 metara. U jugozapadnom dijelu bloka u zoni bušotine IB-4 dubina do trijasa (karbonati $T_{2,3}$) je 188,9 m i veća je nego u sjeveroistočnom dijelu u zoni bušotine IB-7. Ova razlika u dubinama je vjerovatno posljedica što dio bloka u zoni bušotine IB-4 zahvata centralne dijelove Busovačke rasjedne zone gdje je tektonsko kretanje bilo najintenzivnije.

Bušotina IB-7 – Poljoprivredno dobro Butmir, nabušila je kvartar (29 m), miocen (29 – 76,80 m), karstificirane krečnjake vjerojatno gornjeg trijasa (76,80 – 161,00 m), glinovite pretaložene, alterisane dijabaze ladinika (?) (161,00 – 174,00 m. Ovdje je potrebno naglasiti da razlike u litološkim članovima između bušotina IB-4 i IB-7 ukazuju na postojanje jednog rasjeda između ove dvije bušotine, čiji je skok najmanje 100 m. Prema rezulatima bušenja i geofizičkog geoelektričnog profiliranja dubina do trijaskih karbonata u sjeveroistočnom dijelu bloka je 70-100 m a u jugozapadnom od 180-200 m. Temperature vode u ovom bloku su od 17 do 22°C, a hemijski sastav se dosta razlikuje od voda iz bloka 1.

Blok 3 nalazi se između D. Kotorca i rijeke Željeznice, ima dubinu do trijaskih naslaga, koja je određena seizmičkim ispitivanjima duž jednog profila pravca SI – JZ, oko 370 metara. Sjeveroistočno od ovog bloka, koji je omeđen rasjedom, dubina do trijasa je preko 600 m.

Sa jugozapadne strane ovog bloka je tektonski **blok 4** u sklopu kojeg je seizmičkim ispitivanjima utvrđena dubina do trijaskih naslaga oko 550 m.

Ovaj blok je izdvojen u vidu uske zone pružanja SZ – JI u centralnom dijelu Busovačke rasjedne zone. Blok predstavlja tektonski rov.

Dalje u pravcu jugozapada prema Hrasnici dolazi do oplićavanja do trijaskih naslaga prema Igmanu do dubine oko 40 metara. U toj zoni je izdvojen **blok 5**.

U graničnom dijelu **bloka 5** prema **bloku 4** (neposredno jugozapadno od Željeznice) dubina do trijaskih naslaga je 250 m, a na potezu od kote 508,5 do 512,1 m je 310 m do trijasa. Dalje prema bušotini SK – 3 dolazi do oplićavanja, gdje je dubina do trijaskih naslaga oko 120 m. Bušotina SK – 3 je nabušila "Koševsku seriju" sa ugljenim slojem na dubini od oko 100 m.

Blok 6 izdvojen je u centralnom dijelu terena (Sokolović Kolonija – Duge Njive), gdje dubina do trijaskih naslaga ide do 400 m, što je određeno na osnovu geoelektričnih (geofizičkih) ispitivanja. Nalazi se sjeverozapadno od **bloka 5**, prema Sokolović Koloniji. Sjeveroistočnu granicu bloka čini središnji dio Busovačke rasjedne zone, a jugozapadnu rasjed uz podnožje Igmana. U zoni ovog bloka nema istražnih radova na dublje horizonte (trijas – neogen), kao što su trijaski karbonati, po pitanju vodosnabdijevanja.

Blok 7 izdvojen je u produžetku **bloka 6** u smjeru sjeverozapada od Sokolović Kolonije do Bačeva. Dubina do trijasa varira od 150 do 300 m. Blok je smješten između blokova 1 i 9 i predstavlja tektonski rov. Ova navedena dubina do trijasa dobijena je geofizičkim, geoelektričnim sondiranjem i istražnim bušenjem.

Blok 8 je izdvojen između blokova 2 i 3 predstavlja rov između njih. Dubina do trijaskih naslaga u površini ovog bloka je veća od 600 m, što je određeno geofizičkim ispitivanjima. Imajući u vidu tektoniku na jugoistoku i istoku Sarajevskog polja moguće je pretpostaviti da ovaj blok predstavlja zonu čela Durmitorske navlake koja je maskirana neogenskim sedimentima.

Blok 9 izdvojen je sjeverozapadno od bunara Baćevo, gdje su izvedene bušotine PS-10, PS-6a i druge koje su nabušile karbonate trijasa. Dubina do trijaskih karbonata je 75 – 100 m, a preko njih leže naslage "Koševske serije" sa fragmentima uglja.

Blok 10 izdvojen je jugozapadno od bloka 7 sa užom osom pravca Bare – Stojčevac. Dubina do trijaskih naslaga (karbonata) u sjeverozapadnom dijelu bloka utvrđena je bušotinom F-9 i ona je 65 m, a u području Bara je oko 115 m, dok u pravcu Glavogodine, prema geofizičkim podacima, dolazi do produbljavanja do trijaskih naslaga (vjerovatno karbonata) do 250 metara.

U tektonskom **bloku 11** na njegovoj jugozapadnoj granici uz Igman, karbonati trijasa izdanjuju, dok se u smjeru udaljavanja od oboda prema bloku 9 i 10 dubina povećava do 100 m.

Dubina do karbonata u tektonskom **bloku 12** je 40–100 m, dok uz obod Igmana karbonati su na površini i u njima se nalaze izvori pitke vode.

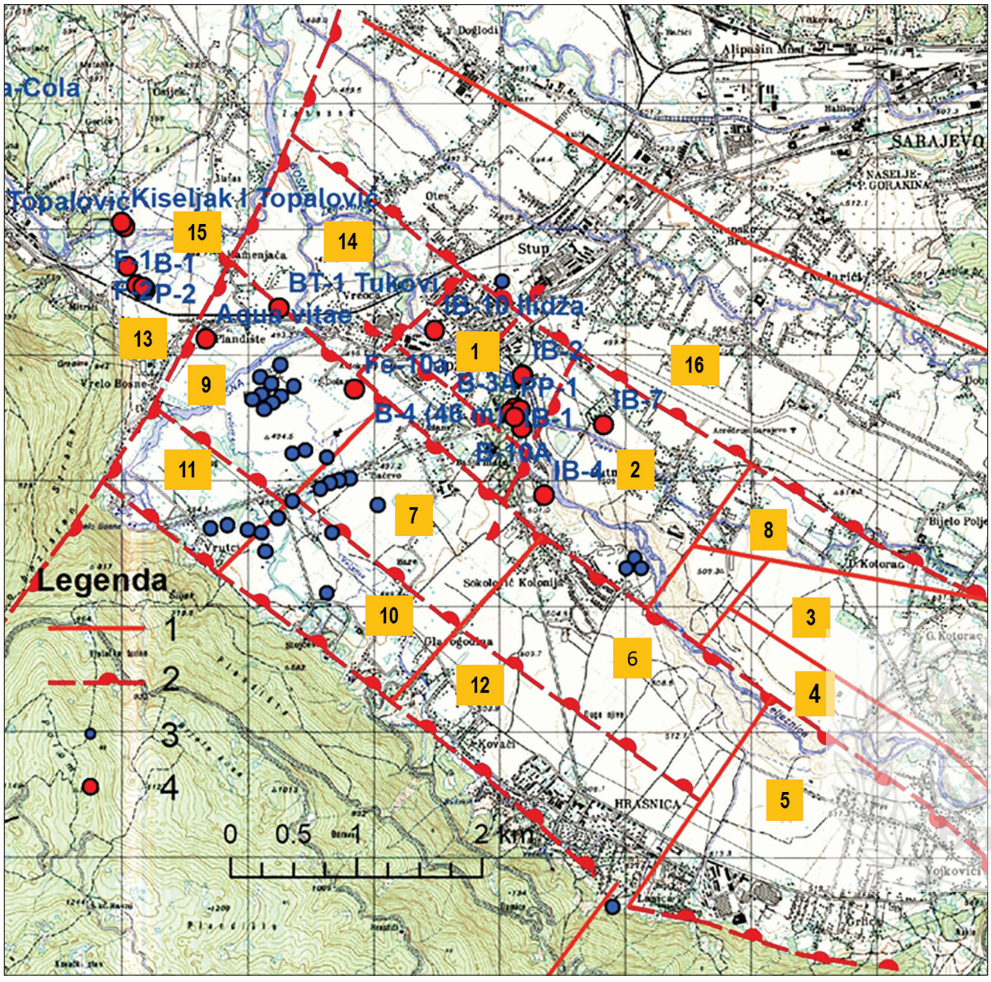
Tektonski **blok 13** nalazi se istočno od Plandišta. Dubina do karbonata trijasa utvrđena je istražnim bušenjem i ona iznosi od 6–40 m. Ova dubina utvrđena je istražnim bušenjem (B-1-Ilidžanski dijamant, te bušenjem šipova za mostove zaobilaznice oko Ilidže).

Tektonski **blok 14** izdvojen je u sjeverozapadnom produžetku **bloka 1**. U sklopu ovog bloka nije izvedena ni jedna bušotina do sada. Prema geofizičkim podacima ispod kvartarnih naslaga nalaze se neogenski sedimenti koji "leže" preko karbonatnih a prema električnim otporima i klastično-karbonatnih stijena. Blok je smješten između dva najbitnija rasjeda, za prodor vode iz podzemlja, na Ilidži kao i blok 1. Vjerovatno predstavlja graničnu zonu između termomineralnih voda temperatura 58^0C i niskotermalnih voda kao što je Ilidžanski dijamant. Također je potrebno naglasiti da granicu blokova 13 i 14 čini Brezovački rasjed, kod koga je došlo do gravitacionog kretanja jugoistočnog bloka (blok 14).

U produžetku prema sjeverozapadu izdvojen je tektonski **blok 15**. U sklopu ovog bloka u podini neogenskih sedimenata najvećim dijelom su zastupljene formacije Bosanskog fliša, na što nas upućuju izdanci na obodu polja na lokalitetu Mratnjevača. Bosanski fliš ovog lokaliteta je navučen preko gornjotrijaskih grusificiranih dolomita

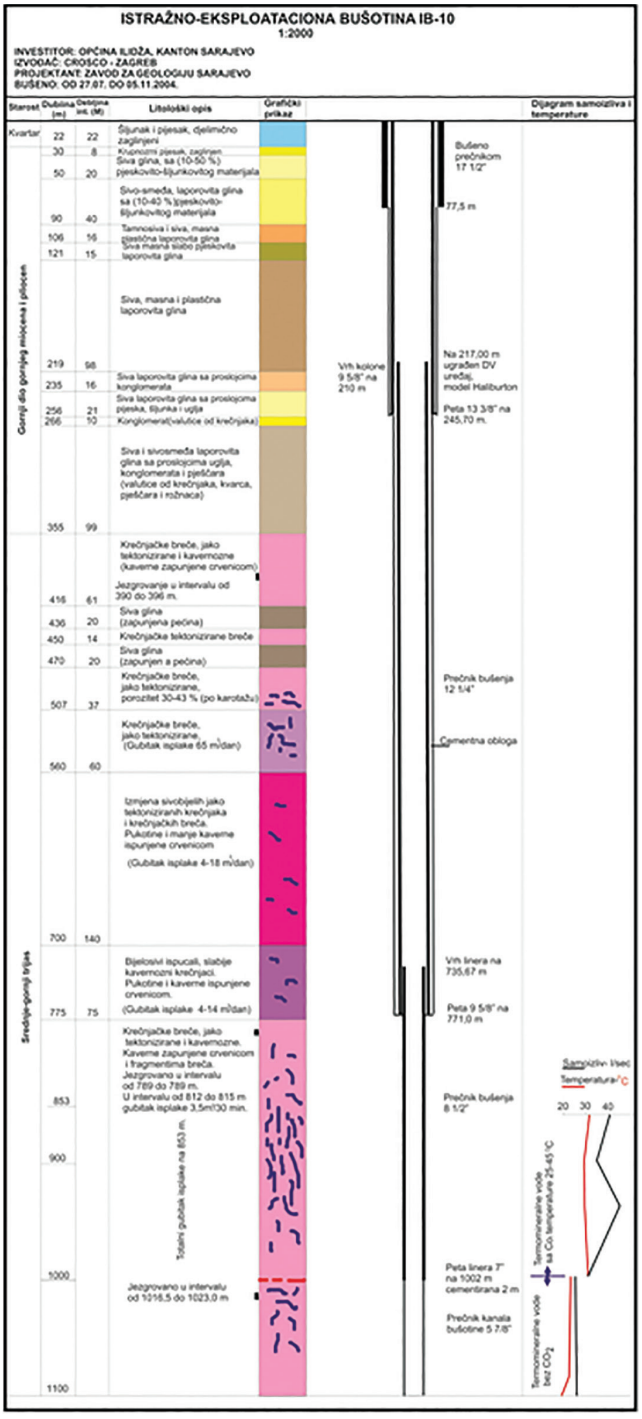
Tektonski **blok 16** izdvojen je sjeveroistočno od blokova 1, 2 i 14. Granicu između navedenih blokova i bloka 16 čini Kasindolski vertikalni rasjed koji predstavlja krajnju sjeveroistočnu granicu geotermalne zone Ilidža. Dubina do karbonata trijasa je veća od 1000 m na što nam ukazuju i podaci bušotine IB-6 koja je nabušila neogenske sedimentne dubine preko 624 m.

Iz naprijed navedene analize može se zaključiti da je Kasindolskim rasjedom, koji se pruža sjeveroistočno od bušotina IB-2 i IB-7, pravcem SZ – JI spušten sjeveroistočni dio basena nekoliko stotina metara, na što nas navodi i bušotina IB-6 koja je u tom dijelu terena ispod "Koševske serije" nabušila donjotrijaske sedimente. To je na karti tektonski **blok 16** koji se pruža od Kasindola preko Dobrinje do Dogloda. Idući dalje, prema Rajlovcu dubina do karbonata se povećava i vjerovatno iznosi oko 1500 m.



Slika 64. Tektonska karta Sarajevskog polja, 1:50 000 (Hrvatović, i sar. 1996)

Legenda: 1.Rasjed: gravitacioni predpostavljen i geofizičkim ispitivanjima indiciran; 2. Gravitacioni rasjed indiciran na osnovu geofizičkih ispitivanja i istražnog bušenja; 3. Bušotine/bunari pitkih voda; 4.Bušotine na termomineralne. **Tektonski blokovi (1-16)**: Blok 1. Dubina do karbonata manja od 100 m, Blok 2. Dubina do karbonata od 76-200 m, Blok 3. Dubina do trijaskih sedimenata 370 m, Blok 4. Dubina do trijaskih sedimenata 550 m, Blokovi 5 i 6. Dubina do trijaskih sedimenata 40-300 m, Blok 7. Dubina trijaskih karbonata 200-500 m, Blok 8. Dubina do trijaskih sedimenata preko 600 m, Blok 9. Dubina do trijaskih karbonata 75-10 m, Blok 10. Dubina do trijaskih karbonata 60-350 m, Blok 11. Dubina do trijaskih karbonata oko 100 m, Blok 12. Dubina do trijaskih karbonata 40-100 m, Blok 13. Dubina do trijaskih karbonata 15-10 m. Blok 16. Dubina do trijaskih karbonata oko 900-1000 m.



a



Slika 65. a) Geološki stub istražno-eksploatacione bušotine IB-10 na Ilidži (Miošić, i sar., 2005), *b) Jezgro bušotine IB-10, sa dubine od 390 do 396 m*

6.5. Područje Vareša

Iz jugozapadnog dijela Ofiolitne zone, u predjelu Ponikvi, ulazi se u krečnjački masiv planine Zvijezde. To je tipično karstno područje, puno špilja, ponora i vrtača, a sve to pokriveno divnom jelovom šumom. U Ponikvama, vrtače su nastale na kontaktu melanža Ofiolitne zone i krečnjaka srednjeg trijasa. To područje je poznato vareško izletište. Potok Ponikve na izlazu iz pećine, iznad Vareša, zajedno sa potokom Zarađe čini rijeku Stavnju. Nizvodno, 300 do 400 m od ušća potoka, u lijevoj obali Stavnje je izvor vode kapaciteta u maximumu oko 100 l/s. Voda izvire iz pećine, koja je zatvorena padinskim materijalom. Preko puta izvora otvoren je poznati kamenolom krečnjaka (Stijene) dobrog kvaliteta za proizvodnju agregata za beton i asfalt. U ovim srednjetrijaskim krečnjacima se nalazi i pećina u kojima su pronađeni ostaci fosila životinja.

Od izvora u dolini rijeke Stavnje, putem na desnoj obali dolazi se u grad Vareš poznat po rudarenju na željezo, olovo, cink i barit za vrijeme bosanskih vladara na ovom području vađeno je olovo što se vezuje za njemačke rudare, Saksonce (njem. Sachsen) ili kako mi u Bosni i Hercegovini kažemo, Sase. Od njih su ostala razna njemačka imena (Orti za rudarska radilišta, Dahštansko za njemački Dachstein-kamen za pokrivanje krovova, Saski dol i dr.).

Temelje željezne proizvodnje u Varešu, postavio je 1485. godine Jakubpaša (preuzeto iz Mikolji 1969). U cijelom starijem srednjem vijeku o Varešu kao mjestu rudarenja na željezo nema ni spomena, a da je bio i od najmanje važnosti za rudarski rad sigurno bi bio spomenut kao i mnoga druga mjesta. Nad Varešom nema ni gradina iz Rimskog doba, a nema ni traga jačem srednjevjekovnom naselju. Vareš ne spominju ni Dubrovčani, koji su itekako vodili računa o trgovačkim i proizvodnim krajevima Bosne. Ne spominje ga ni visočki biskup Frano Visočanin u svom izvještaju Rimu, iako mu je najbliži, pa otuda proizilazi da je u Varešu tek kasnije počela proizvodnja željeza. Godine 1626. spominje ga apostolski vizitator zagrebački, kanonik Atanasije Jurjević kao staru rudarsku varoš, koja se u rimsko doba zvala Vare–Varelica.

Vjerodostojan dokument o rudarenju u Varešu je darovnica staleža vareških rudara crkvi biskupa fra Jeronima Lučića. Fra Pavao Pelicarić iz Istre boravio je u Bosni 1640. kada je obilazio Vareške Potoke i proizvođače željeza. U to vrijeme je cvala i proizvodnja željeza u Borovici (30 km od Vareša), gdje se spominje majdanski emin, a bilo je i rudarenje u Brgulama na Zvijezdi planini (Spaho, Stari rudarski turski zakon, Glasnik 1913, str. 137). Vareš se u to doba naglo razvijao, zbog rudarenja, tako da je mamio nezaposlene rudare iz

obližnjih mjesta. Oko Vareša se širi proizvodnja željeza u Očeviji, Dubošticiі, Vijaci i Kokošinjcu (danas Ivančevo). Netačno je da je Duboštica, sjeverno od Vareša, bila glavna rudarska varoš, od koje je tobož nasilnim preseljenjem, pošto rudari ubiše majdanskog emina, nastao Vareš (Mikolji, 1969).

Pred dolazak Austrije na ove prostore, bosanski valija Derviš paša Lovčalija (valija Bosne od 1874) sastavio je konzorcij za podizanje moderne topionice željezne rude. Svoj ulog u konzorcij dali su Hajdarbeg Čengić (sin čuvenog Smailage), Fazlipaša Šerifović, Javer ef Baruh-sarajevski bogataš i dr. Tada je izgrađena i cesta Vareš-Podlugovi i pilana u Varešu. Međutim demirdžije (demir=željezo, turski) se pobojaše za svoje uloge tako da konzorcij propade. U Varešu su se izgrađivali i kotlovi za varenje soli u Tuzli.

Interesantan podatak je, da je 1875. godine zakupnina desetinskih prihoda samih birtija (kafana) u Varešu iznosila 40 kesa novca, dok je recimo od cijele zakupnine fojničke nahije, za majdane, sakupljeno 900 kesa novca. Ovo ukazuje da su birtije u Varešu toga doba bile brojne iako ih turske vlasti nisu volile. Po turskim podacima, u maju 1877. godine predano je vareškoj demirhani (željezari) 2236 oka željeza u polugama, 360 oka u sačevima i 36 oka u čeliku.

Na području Vareša, lokaliteti Borovica, Orti, Veovača, nalaze se tragovi starog rudarenja na olovo, zlato i srebro.

Nastavljajući geološki profil, sa kamenoloma Stijene i izvora preko puta njega, ulazi se u donjotrijaske klastične sedimentne stijene. Inače donjotrijaske naslage imaju znatno rasprostranjenje na širem prostoru Vareša. Izdvojena su dva razvoja, sjeverni i južni. U početku su sedimentacioni uslovi u cijelom bazenu uglavnom slični, a pošto je istražnim bušenjem utvrđeno postojanje gipsa i anhidrita nameće se zaključak da se radi o priobalnom plitkom moru, ali i toplim klimatskim uslovima. U "sjevernom" razvoju zbog oplićavanja i blizine obale talože se uglavnom pješčari različite krupnoće u kojima su otkrivene pojave urana (istočno od Vareša, Hrvatović 1981, Golo i Hrvatović 1985). One se uglavnom nalaze u sivim, zelenkastim žućkastim i brečastim pješčarima i metapješčarima sa ugljevitim biljnim detritusom ili proslojcima uglja (antracit). Debljina pješčara je 0,1-3,0 m. Utvrđeni su sljedeći sadržaji urana: ukupni uran=17-323 gr/t, oksidni uran=0,9-296 gr/t. Također su utvrđeni povećani sadržaji vanadijuma, cinka, molibdena, olova, antimona i bakra. Sve te pojave urana pripadaju egzogenom epigenetskom infiltracionom tipu urana, nastalog odlaganjem urana na redukcionim geohemijskim barijerama u sivim pješčarima donjeg trijasa ili najmlađeg paleozoika, iz uranonosnih rastvora na što ukazuje povećan sadržaj oksidnog urana.

U "južnom" razvoju talože se slojeviti pješčari i "listasti" glinci sa krečnjacima. Naslage su sitnozrnije nego u "sjevernom" razvoju što ukazuje na produbljavanje depozicione sredine.

Slabo uškriljeni, "listasti" i slojeviti pjeskovito-liskunoviti glinci i pločasti pjeskoviti krečnjaci su na osnovu detaljnih studijskih istraživanja (Atanacković i sar., 1968) određeni kao gornji dio donjeg trijasa (kampilski sojevi). U njima je određena sljedeća fauna: *Nodontophora* (*Myacites*) *fassaensis*, *Myophoria costata*, *Myophoria cf. goldfussi*, *Gervillia sp*., *Pecten sp*., *Naticella costata*, *Natica gregoria*, *Dinarites dalmatinus* i *Natiria costata*.

Preko sedimenata donjeg trijasa konkordantno slijede srednjetrijaske stratigrafske jedinice koje su glavni nosioci ekonomski značajnih količina kompleksne rude olova, cinka, barita, srebra, zlata, bakra, antimona i dr. Dosadašnjim različitim geološkim istraživanjima, kroz duži period (od 1955. do 1990. godine; Atanacković i sar. 1968, Pamić i sar., 1978, Vejković, 1983, te 2017. i 2020. godine; Hrvatović, 2017), izdvojene su sljedeće jedinice:

- sivozeleni i zeleni glinci, pjeksoviti krečnjaci i dolomiti (prelaz donji trijas – srednji trijas)
- dolomiti, dolomitični krečnjaci i krečnjaci (anizijski sedimenti – T_2^1)
- zona manganovito-željezovitih glinaca (prelaz anizik-ladinik – T_2^{1-2})
- spiliti- ββab
- zona rožnaca ($^1T_2^2$)
- zona krečnjaka i rožnaca ($^2T_2^2$)

Prelazna "zona" donji – srednji trijas se karakteriše prisustvom raznobojnih, pretežno sivo-zelenih i rumenih glinaca, žućkastim pjeskovitim šupljikavim krečnjacima, pjeskovito-glinovitim krečnjacima, tankoslojevitim dolomitima koji se izmjenjuju sa glincima. Ovi sedimenti slijede preko donjotrijaskih slojeva sa tirolitesima, a ispod žućkastih i rumenkastih krinoidskih krečnjaka Dadocrinus zone. Ovi sedimenti su izoklino ubrani i imaju izraženu škriljavost. Procijenjena debljina ove "zone" je oko 15 metara.

U sedimentima anizijske starosti (T_2^1) utvrđena je "zona" sa krionidima i cefalopodima. Zapaženo je bočno smjenjivanje krečnjaka, dolomita, gvožđevitih krečnjaka i manganovitio-gvožđevitih škriljaca

Zona sa krinoidima je predstavljena sivim, smeđim, rumenkastim, brečastim i crvenim gvožđevitim krečnjacima sa Dadocrinus gracilis. Ova zona je pouzdano utvrđena u Donjoj Borovici, ispod manganovito-gvožđevite "zone" u Gornjoj Borovici.

Zoni sa brahiopodima odgovaraju bjeličasti, čvrsti krečnjaci sa sitnim brahiopodima. Debljina ove zone je oko 20 metara.

ANU BiH АНУ БиХ

Cefalopodska – trinodosus zona ima značajno rasprostranjenje u aniziku. Ovoj zoni pripadaju svijetlosivi, smeđi i rumenkasti krečnjaci sa cefalopodima (amoniti), gvožđeviti i kvrgavi krečnjaci sa amonitima. Pripadnost ovih facija zoni Ceratites trinodosus (Atanacković, 1968) je utvrđena na osnovu sljedeće faune: *Acrochordiceras fischeri*, *Acrochordiceras enode*, *Arcestes quadratus*, *Monophylites sphaerophyllum*, *Procladicites connectens*, *Procladicites cf. brancoi*, *Elexoptychites acutus*, *Dinarites ornatus*, *Balatonites sinsovinii* i dr.

Anizijskim sedimentima, pripadaju slojeviti dolomiti sa krečnjacima na području Brstića u kojima se nalaze uže "zone" sa Pb-Zn-Cu-$BaSO_4$ rudnim tijelima i novoi sa gvožđevito-manganovitim glincima. U gornjim nivoima, prema prelazu u ladinske sedimente ovi krečnjaci su crvenkasti i gvožđeviti i izgledom podsjećaju na Han-buloške krečnjake. Na samom kontaktu sa ladinikom javljaju se krečnjačke breče sa gvožđevito-glinovitim vezivom. Na području Borovice utvrđena je sljedeća mikrofauna: Meandrospira dinarica, presjeci ostrakoda, ostaci radiolarija, dazikladaceje i sitni fragmenti gastropoda. U ovim krečnjacima u malim pukotinama su utvrđene mineralizacije Pb i Zn.

Aniziku pripadaju i žućkasti slojeviti dolomiti kod crkve u Borovici. U njima se podređeno javljaju krečnjaci i manje pojave mineralizacija Pb i Zn. U tim krečnjacima je utvrđena bogata fauna cefalopoda kao što su: *Gymnites incultus*, *Gymnites cf. humbolidti* i *Sibylites planorbis*. Debljina ove "zone" je oko 20 metara.

Na području istražnog polja Rupice-Juraševac-Brstić izdvojeni su rudonosni dolomiti. To su sivi, tamnosivi, plavičasti i silifikovani dolomiti sa uloščima dolomitičnih krečnjaka debljine 15 do 60 cm. Dolomiti su kristalastozrnaste strukture: u njima su utvrđeni sljedeći minerali: dolomiti, kvarc, kalcit, limnoit, galenit i sfalerit. Dolomiti sa više sadržaja kvarca su izdavajani kao silifikovani dolomiti. Srednji hemijski sadržaj dolomita je sljedeći: SiO_2 =1-6,7%; Fe_2O_3=0,9-2,3%; MgO=19,5-21,3%; CaO=26,8-29,5%. Slifikacija dolomita je uzrokovana blizinom rudnih tijela a uočljiva je pravilnost da su dolomiti više silfikovani što su bliže rudnim tijelima.

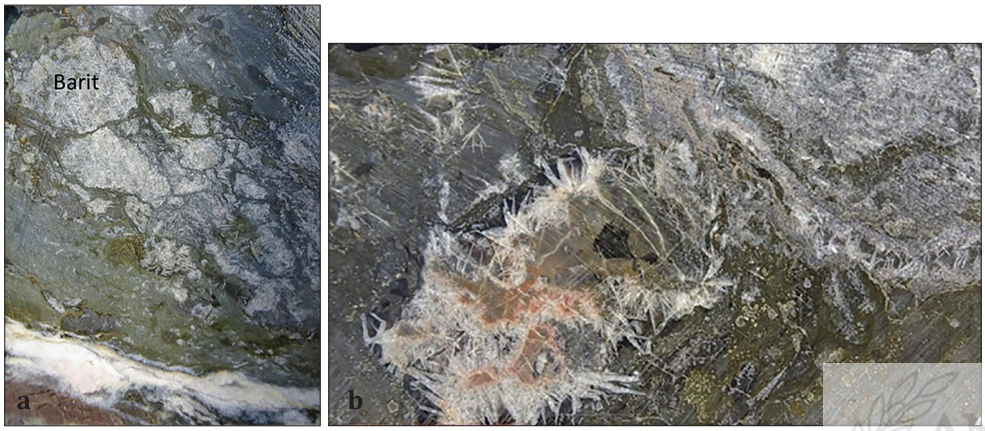
U gornjim nivoima anizika nalaze se krečnjačke breče koje nisu mineralizovane i djelimično su jako deformisane što se ogleda u pojavama zona škriljavosti (sl. 66). Ove breče su zastupljene na području Borovice i Brgula (istočno od Vareša). Mineralizovane breče su prikazane na sl. 67.



Slika 66. Krečnjačke breče anizika sa vidljivim deformacijama koje nisu mineralizovane: a) jezgro bušotine sa lokaliteta Rupice, b) izdanak krečnjačkih breča na području Brgula (istočno od Vareša).

Između orudnjenih dolomita anizika i orudnjenih breča i "zone" rožnaca ladinika zapaža se "zona"/nivo gvoždevito-manganovitih glinaca, rožnaca i škriljaca, koji su izdvojeni kao prelazna "zona" anizik-ladinik (T21-2). Ova zona gvoževito-manganovitih glinaca je izdvojena u krovini ležišta mineralnih sirovina na lokalitetima Borovica, Smreka i Droškovac. U gornjim nivoima, prema kontaktu sa rudnim tijelom ili sa rožnacima ladinika ova jedinica gvoževito-manganovitih sedimenata je intenzivno silifikovana. Gvoždevito-manganoviti sedimenti (hematit, grudvasti krečnjaci i breče) nazivaju se "produktivna vareška serija" za koju su vezane značajne koncentracije ruda gvožđa (hematit i siderit) i sulfida olova i cinka sa baritom. Ove tvorevine su direktno vezane za trijaski riftni magmatizam (Hrvatović i sar., 2019). Pojave hematita prate grudvasti krečnjaci ("Kremenckalk, Katzer

1906) koji "plivaju" u glinovito-karbonatnoj masi mrkocrvene i zelenkaste boje u kojoj se mogu pronaći amoniti iz zone Ceratites. Glinci su mjestimično i veoma manganoviti kao što je na području Borovice na lokalitetima Ceo i Radakovac. Pored hematita i glinaca javljaju se i rožnaci u vidu tankih slojeva koji se dosta često smjenjuju. Hematit se uglavnom javlja u donjem dijelu Fe-Mn tvorevina. Debljina ovih naslaga varira od 1 do 20 m.



Slika 67. Rudonosne breče: a) baritna tijela u brečama koje su deformisane i sa izraženom škriljavošću, b) radijalno zrakasti kristali barita u brečama

Na širem području Vareša izdvojena je zona spilita (Pamić i sar.,1978, Veljković 1983, Trubelja, 1969). Prema današnjem položaju spilita, dobija se utisak da su oni izliveni duž jednog pravca. Da su izlivi bili submarinski ukazuju jastučaste(pillow) teksture i direktni kontakti spilita i krečnjaka te uklopci krečnjaka u spilitima (peperiti). Ova zona spilita je produt srednjetrijaske naprednne faze kontinentalnog riftovanja za što je vezan postanak ležišta željeza i suflidnih ležišta metala i barita na području Vafreša (Hrvatović i sar., 2019; Kiss, i sar., 2012). Te stijene praćene su rožnacima koji ukazuju na prekid vulkanske aktivnosti. Tufovi i lapili (na Veovači) ukazuju da su postojale i eksplozivne erupcije iznad vode i da su takve kupe piroklastita bile brzo erodovane (Veljković, 1983). Za vrijeme trajanja vulkanske aktivnosti, u više faza, stvoreni su i sedimenti označeni kao "kremenckalk" (od njem. kremenzelkalk=grebajući krečnjak, Katzer 1906). To su grudvasti krečnjaci u ležištu gvozdene rude (Droškovac) i heterogene breče "turbiditskih " karakteristika, cementovane baritom i sulfidima olova i cinka (Veovača, sl. 70). Ove tvorevine vulkanogeno-sedimentnog porijekla najvjerovatnije predstavljaju prelazne sedimente između anizika i ladinika. Po prestanku vulkanske aktivnosti uglavnom se talože rožnaci sa

glincima i tufitičnim pješčarima koji su nastali pretaložavanjem vulkanogenog materijala. Prema kraju ladinika sve se više zapaža povećanje karbonatne komponente u sedimentacionom prostoru.

Na većem dijelu prostora izdvojena su dva člana ladinika. Na geološkoj karti (Atanacković 1968, Hrvatović 2017) je izdvojena "zona" rožanaca ($^1T_2^2$) i "zona" krečnjaka sa rožnacima ($^2T_2^2$).

"Zona" rožnaca ($^1T_2^2$, Sl.68) je izgrađena uglavnom od crvenih i zelenih dobro uslojenih rožnaca, a podređeno su zastupljeni sivi i crni rožnaci, silifikovani krečnjaci, crni manganoviti škriljci, tufiti i tufitični pješčari. U višim nivoima ove zone pronađene su lumakele daonela (Atanacković, 1968) u zelenim kompaktnim rožnacima iznad zarušenog potkopa na vrhu Kiprovac ("zon" ležišta Rupice), na lokalitetu Medujak.



Slika 68. Zona rožnaca-($^1T_2^2$) (dm do m nabori-lijeva slika i zone klizanja paralelene slojevima-desna slika kao rezultat komresije sjeveristok-jugozapad)-lokalitet Kiprovac (područje ležišta Rupice kod Borovice, Hrvatović, 2017)

Tufitični sedimenti iz ove "zone" su jasno prepoznatljivi na terenu po svijetlozelenoj i sivozelenoj boji a poznate su pod imenom zelene stijene (pietre verde). To su uglavnom sitnozrne i rjeđe krupnozrne stijene izgrađene od minerala vulkanskog i terigenog porijekla. U finozrnim zelenim stijenama na lokalitetu Kiprovac uočavaju se bjeličasta zrna kvarca i fledspata i rjeđe listićavi biotit. Matriks stijene je predstavljen kvarcom i zelenim seladonitom.

Direktno preko "zone" rožnaca slijedi "zona" crvenkastihih, bjeličastih kompaktnih i djelimično ispucalih slojevitih krečnjaka koji se proslojavaju sa crvenim rožnacima i muglama rožnaca unutar krečnjaka ($^2T_2^2$), (Sl. 69) Mjestimično se zapažaju i metarski ulošci crvenih alevrolita. Istražnim bušenjem je utvrđeno da u donjim nivoima ove "zone" preovlađuju crveni rožnaci dok u gornjim nivoima preovlađuju krečnjaci. Paleontološkim ispitivanjima

utvrđene su radiolarije koje ukazuju na ladinsku starost sedimenata ove zone. Maksimalna debljina ove "zone" je oko 90 m.



Slika 69. "Zona" crvenih krečnjaka i rožnaca ($^2T_2^2$) – na površini terena – područje Rupica (sjeverozapadno od Vareša)

Vareška ležišta željezne rude eksploatisana su do 1992. na dva lokaliteta, Smreka (površinski kop) i Droškovac (jama).

Smreka je najveće ležište sa rezervama od oko 150 miliona tona. Oblik rudnog tijela je slojevit do sočivast, a predstavljen je sideritom i hematitom. "Podinu" rudnog tijela čine masivni brečasti krečnjaci trijasa. Zatim u profilu slijedi sideritna "serija" prosječne debljine oko 40 m (maksimalna 150 m u centralnom dijelu ležišta) izgrađena od siderita i sideritinih krečnjaka. Preko ove "serije" slijedi "kremenckalk" debljine 2–5 m, rjeđe i do 10 m i ona dijeli prethodnu sideritnu od hematitne serije. Hematitna serija ima debljinu 15–20 m, međutim zbog intenzivne tektonike, kraljuštanja, na pojedinim mjestima je i 60 m debela. Krovinu hematitne "serije" čine tektonski navučeni donjotrijaski sedimenti .

Ležište Droškovac se nalazi na lijevoj obali Stavnje i u početku je eksploatacija vršena površinskim kopom da bi se kasnije prešlo na jamsko otkopavanje. Ležište je izduženog oblika (oko 1000 m), a debljina mu je 100–150 m. Pružanje mu je skoro istok-zapad. Za ovo ležište je karakteristična antiklinalna struktura, gdje je u jezgru siderit a na krilima hematit. Profil ležišta je sljedeći: sideritna "serija" debljine 50–100 m, kremenckalk-krečnjaci debljine 2–5 m, hematitna "serija" debljine 15–30 m, tufitično-pjeskoviti glinci i lapori do 20 m debljine, sideritne breče sa sulfidima debljine 3–10 m. Krovinu ležišta predstavljaju donjotrijaski sedimenti Bodulić, i sar., 1979).

deb (m)	starost	Litologija	Litostratigrafske jedinice	Ležišta i mineralizacije								
				Rupice	Juraševac -Brestić	Borovica	Smreka	Droškovac	Brezik	Veovača	Barice	Debele Međe
	J_3,K		Vranduk fliš									
80-100	$^2T_2^2$		Crveni krečnjaci, rožnaci i alevoliti									
80-100	$^1T_2^2$		Rožnaci, tufovi, pješčari, glinci									
1-50	T_2^{1-2}		Glavna rudna tijela sulfida: Pb, Zn, $BaSO_4$, Ag, Cu, Au (Rupice, Veovača, Orti)	-masivni bariti sa Pb, Zn, Ag, Au, Cu, -breče sa baritom, Pb, Zn, Cu, Ag, Au, Sb			Hematiti (masivni i škriljavi) -15-20m	-Tuf, pjeskoviti laporci, glina, sideriti i breče sa Pb, Zn, Baritom i Cu -Hematit (masivni i škriljavi)-10-30m	-Hematiti	Breče sa Pb, Zn, Ba, Ag, Hg (40-50m)		
1-20			-Crveni i zeleni "Kremencklak" -Fe-Mn glinci	-Fe-Mn glinci (2-10m)	-Fe-Mn glinci (2-10m)		-Kremenckalk (2-5m).	-Kremenckalk (3-5m).	Glinoviti sedimenti (1-2m)	Kremenckalk (12m).		
90			Glavna rudna tijela (Fe): hematiti, sideriti, breče sa Pb, Zn, $BaSO_4$ (Smreka, Droškovac, Brezik)				.-Sideriti (40m).	.-Massive siderites (60m). -Plate siderites	-bariti (sočiva i žice) -Limoniti --Sideriti (20-40m			

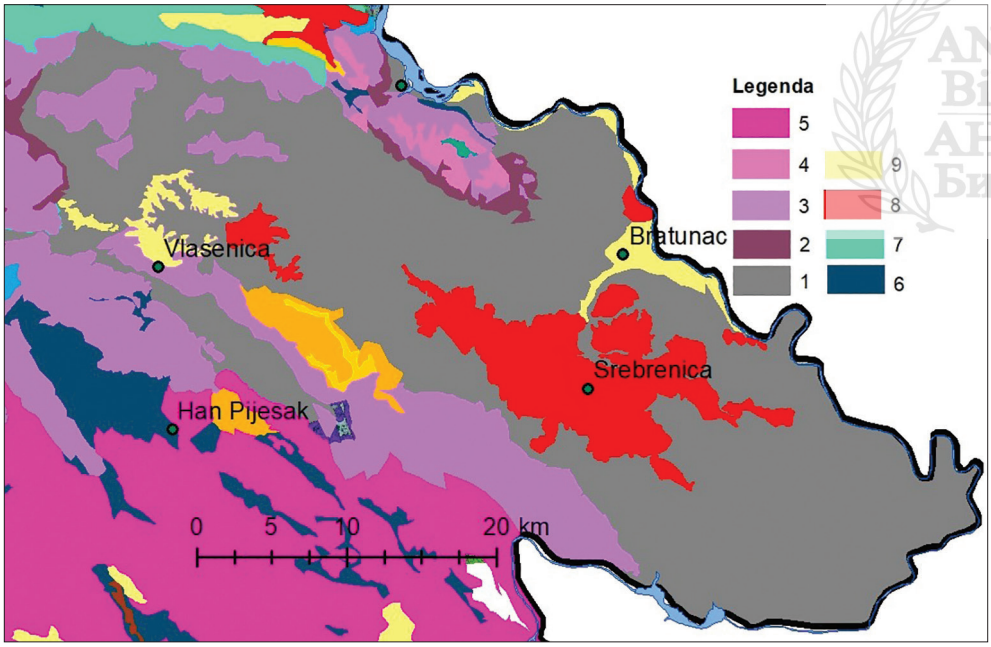
ANU BiH АНУ БиХ

0-12	T_2^1		Krečnjačke megabreče									
40-60			Krečnjaci									
100			Dolomiti i dolomitični krečnjaci i siderite. Rudna tijela: Pb, Zn, Ag, Cu, Juraševac-Brestić, Kraljeva jama, Radakova stijena		-Pb, Zn, Ag (sočiva, žice, štokverk, -impregnacioni tip rudnih tijela: Zn, Pb, Ag, Cu, -Masivni piriti	-Pb, Zn, Ag (sočiva, žice, štokvdrk), impregnacioni tip rudnih tijela (Zn, Pb, Ag, Cu, Sb						
1-14	$T_{1,2}$		Porozni sedrasti krečnjaci									
250	T_1		Kvarcni pješčari, gline,škriljci		Impregnacioni tip rudnih tijela (Zn, Pb, Ag, Cu, Sb)	Impregnacioni tip rudnih tijela (Zn, Pb, Ag, Cu, Sb)	-Bariti, sideriti, Pb, Zn, Ag (sočiva i žice),					
200			Pjeskoviti krečnjaci, laporci, pješčari. Rudna tijela: Cu, Ag, $BaSO_4$ (Ljevaci, Juraševac-Brestić, Brezik)								Kvarc-halkopiritne i piritne žice i impregnacije pirita i halkopirita	
>200	Pz		Crni i sivi kvarcno-sericitski kvarcitni škriljci, filitični škriljci, metapješčari, kvarciti, kongolemrati. Rudna tijela: Cu, $BaSO_4$, Ag (Barice, Debele Međe, Grubanovići, Brgule								Kvarc-halkopiritne i piritne žice i impregnacije pirita i halkopirita; konglomerati sa baritom, Cu, Ag i V.	Sočiva i žice barita i limonita sa Ag.

Slika 70. Shematski prikaz litostratigrafskih jedinica i rudnih tijela na području Vareša (na osnovu radova Ramović, 1966 i 1971, Veljković, 1983, Ramović i sar. 1979 i Hrvatović, 2017).

6.6. Istočna Bosna

Istočnoj Bosni pripadaju rudama bogata područja Srebrenice i Vlasenice (sl. 71). Istočnobosanske paleozojske formacije predstavljaju najzapadnije dijelove velikog Drinsko-ivanjičkog paleozojskog kompleksa, koji se naziva i Golija zona (Aubouin i sar., 1974), a koja je navučena na Ofiolitnu zonu Dinarida. U literaturi su poznate kao "Drinski paleozoik" koji se može pratiti do Zapadne Morave u Srbiji, a na njega se dalje na jugoistoku nadovezuje antiklinorij Ivanjice. Paleozojske formacije prate mezozojske naslage koje sačinjavaju veliku navlaku Ravne Romanije koja daleko na jug, do Sokoca i Višegrada. Ispod te navlake proviruju (tektonski prozor) stijene Ofiolitske zone u Žepi i Sokolovićima kod Rogatice. Iznad gornjotrijaskih krečnjaka slijede donjojursko-srednjejurske karbonatne stijene, jurski radiolariti pa transgresivna donja i gornja kreda. Između Kladnja, Vlasenice i Višegrada navlaka Ravne Romanije razbijena je na pojedine klipe i kraljušti koje grade visoke dijelove planina Javor i Devetak te vrhove Stoborane i Krivače u Žepi.



Slika 71. Pojednostavljena geološka karta područja paleozoika istočne Bosne (na osnovu OGK list Vlasenica, Strajin i sar.1982 i Ljubovija, Kubat i sar.1975).

Legenda: 1. Formacije karbonske starosti: a) Drina formacija (glinoviti škriljci, filiti, alevroliti, areniti, konglomerati, krečnjaci), b) Golija formacija (metapješčari, filiti, alevroliti, sericitski i glinoviti škriljci, sericitski kvarciti i aktinolit-epidotski škriljci), c) Birač formacija (kulmski fliš: areniti, alevroliti, glinaci i krečnjaci); 2. Donjotrijaski kvarcni

pješčari, glinci, konglomeratim alevroliti i rijetko krečnjaci; 3. Anizijski slojeviti, "bankoviti" i masivni krečnjaci; 4. Ladinski krečnjaci, rožnaci, pješčari, dijabaz, tuf; 5. Gornjogtrijaski krečnjaci i dolomiti; 6. Jurski ofiolitni melanž; 7. Gornjokredni glinoviti krečnjaci i laporci; 8. Postorogeni magmatizam; 9. Postorogeni oligoceni, neogeni i kvartarni sedimenti.

Drinski paleozojski "kompleks" je najbolje istražen u dolini Drine, između Zvornika i Skelana. Na zapad seže do Tišće, a kod Bajne Bašte prelazi u Srbiju. Za razliku od paleozoika Jadarske zone ovdje se zapaža prekid sedimentacije u gornjem karbonu (za vrijeme kasimova i gžela) te kroz čitav perm.

Stariji paleozoik (kambrij-ordovicij) nije dokumentovan fosilima. Njemu vjerovatno pripadaju filiti i metapješčari jugoistočno od Bratunca i istočno od Srebrenice, te serpentiniti i amfiboliti na području Drinjače (Ramović 1963, Podubsky 1968, Kostić-Podgorska i Sikošek 1961, Kulenović i Kubat 1964b, Kubat, 1963, 1972, 1975, 1979, 1981, 1982).

Nakon prekida sedimentacije za vrijeme silura i dijelom devona slijedi sukcesija stijena starosti turne-donji baškir. U toj sukcesiji stijena, Đoković (1980) je izdvojio dvije formacije; 1) Drina formacija i 2)Golija formacija (sl.72). Drina formacija je izgrađena od glinovitih škriljaca, filita, alevrolita, arenita, konglomerata, krečnjaka, spilita i tufova. Golija formaciju čine metapješčari, filiti, alevroliti, sericitski i glinoviti škriljci, sericitski kvarciti i aktinolit-epidotski škriljci. Navedena formacija je naviše u stubu predstavljena konglomeratima debljine od nekoliko do 50 m, poznata u geološkoj literaturi kao kvarcitsko-liditske naslage.

Najrasprostranjenija jedinica paleozojskih naslaga u istočnoj Bosni je Birač formacija (sl.72) (Đoković, 1985), koju je Kubat (1979) izdvojio kao "gornji superpozicioni paket karbona". Izgrađena je pretežno od arenita, zatim alevrolita, glinaca i krečnjaka ukupne debljine do 700 m. Veći dio jedinice ima turbiditske osobine ("Kulm"). Donji dio formacije izgrađen je od arenita, alevrolita i glinaca. Pri vrhu ovog dijela formacije karakteristični su "paketi" tamnosivog krečnjaka debljine do 40 m. Gornji dio Birač formacije sastoji se od arenitskih i argilitskih turbidita sa "paketima" slojevitih krečnjaka debelim do 30 m. Ovdje rijetko dolaze i "paketi" arenita debeli do 10 m i sa slabo izraženim fluksoturbiditskim osobinama.

Turbiditi Birač formacije sastoje se od tankoslojevitih arenita, "pločastih" do tankoslojevitih alevrolita, dok je završni interval predstavljen glincima i rijetko laporcima.

U crnim krečnjacima Raševa Gaja i Dragosavaca nađene su foraminifere koje po starosti odgovaraju intervalu od gornjeg baškira do donjeg moskova. Ta su nalazišta bliže lokalitetu "Hodžin gaj" sa kog mjesta je Katzer (1926)

Deb. (m)	Starost	Opis		Fosili
	$K_2^{1,2}$		Glinoviti krečnjaci i laporci	
	T_2^2		Krečnjaci, rožnaci, pješčari, dijabaz, tuf	*Daonella, Teutloporella, Diplopora*
	T_2^1		Slojeviti, bankoviti i masivni krečnjaci	*Ceratites, Ptychites. Orthoceras, Meandrospira, Crinoidea*
	T_1^2		Pjeskovito-dolomitično-ankeritični krečnjaci	
	T_1^1		Kvarcni pješčari, glinci, konglomerati, alevroliti i rijetko krečnjaci	
350-700	$^3C_{1,2}$		Birač formacija: areniti, alevroliti, glinci, krečnjaci ("Kulm" fliš)	*Cordaites goldenbargianus, C.peincipalis, Odontapteris, Calamites major, Laphophyloides carnicum*
50	$^2C_{1,2}$		Škriljavi konglomerati	
500-600			Golija formacija (srednja "serija"): metapješčari, filiti, alevroliti, sericitski i glinoviti škriljci, sericitski kvarciti i aktinolit-epidotski škriljci	
1500	$^1C_{1,2}$		Drina formacija (donja "serija"): glinoviti škriljci, filiti, alevroliti, areniti, konglomerati, krečnjaci, spiliti, tuf	
	D			
	S			
	Cm,O?		Terigeni sedimenti, serpentiniti, amfiboliti	Polen

Slika 72. Geološki stub Istočnobosanskog (Drinskog) i Ivanjica paleozoika i pratećih mezozojskih sedimenata (poslije Kubat, 1979. i Đoković 1985).

opisao floru lepidodendra, kalamita, cikadofilikala i kordaitala. "Crnim krečnjacima" pripada i lokalitet Kuline, na sjeverozapadu od Bratunca, gdje su ispitivani konodonti. Kako je Katzerova flora sabrana u "gornjim metapješčarima" koji su znatno iznad "crnih krečnjaka" ona je u svakom slučaju mlađa od donjeg moskova odnosno gornjokarbonska kako je taj autor i tvrdio. Debljina karbonskih naslaga cijeni se na 700 m.

Preko paleozojskih tvorevina transgresivno su klastiti induana debljine 200–300 m. Donji potkat donjeg trijasa izgrađen je od konglomerata i

kvarcnih pješčara sa glincima pri vrhu, dok olenekiju pripadaju tamnosivi krečnjaci. Oba potkata dokazana su nalazima mekušaca.

Preko sedimenata donjeg trijasa slijede naslage srednjeg trijasa. U nižim dijelovima su to tamnosivi krečnjaci sa krinoidima, u sredini svjetliji krečnjaci i dolomiti sa meandrospira i makroporela, a pri vrhu crvenkasti krečnjaci sa "buloškom" amonitskom faunom debljine oko 300 m. Ladinski kat grade kvrgavi krečnjaci sa proslojcima rožnaca i tufitima, pa tankouslojeni krečnjaci sa školjkašima (Daonella, Halobija), te oni sa spužvama, foraminiferama i vapnenim algama (Teutloporella, Diplopora). U klisuri Gostilje, između Đurđevika i Stupara, ovaj profil se završava bankovitim i masivnim sprudnim krečnjakom i dolomitom, vjerovatno gornjotrijaskie starosti. Ukupna debljina te trijaske "ploče" koja se pomjera prema jugu, cijeni se na 1300 m (sl. 73).

Na malim površinama na Ravnoj Romaniji se vide diskordantne krpe donjojurskih-srednjejurskih krečnjaka sa amonitima (Hildoceras) i foraminiferama (Spirillina), ali i oni sa krinoidima ili koraljima i drugi, oolitični ili silifikovani, rumenkasti, "pločasti" do bankoviti. U podlozi je gornjetrijaski krečnjak sa krupnim školjkašima (Megalodon). Tih naslaga nema na području između Srebrenice i Vlasenice (sl. 74). One su tamo erodovane i pretaložene u niža područja, tako da bogate naslage boksita "leže" neposredno na krečnjacima srednjeg trijasa, a prekrivene su tek u turonu svježim morskim talogom. Pri dnu tog pokrova su pjeskoviti glinoviti krečnjaci sa puževima (Natica), a preko njih masivni i "bankoviti" krečnjaci gornjeg turona, pa senonski krečnjaci sa rudistima.

Kod Srebrenice su očuvani i sedimenti miocenske starosti. Preko bazalnih konglomerata slijede pretaloženi piroklastiti, pa zaglinjeni pijesci i šljunci. U Srebreničkim tufovima nađena su mineralizovana debla šumskog drveća.

Centri vulkanske aktivnosti srebreničkog područja jasno su izraženi na satelitskim skanogramima kao prstenaste morfostrukture. Strukturološke studije eruptivnih tijela Srebrenice ukazuju na postojanje plutona u dubljim dijelovima današnjeg rudnog područja. Duž rasjeda dinarskog pružanja došlo je u donjem miocenu (u karpatu) do proboja i izliva, prvo andezitskih, a kasnije dacitskih lava, posebno na mjestima gdje se sučeljavaju rasjedi SZ-JI sa onima SI-JZ pravca. Nešto mlađi su spletovi sanidinskog dacita.

Ove stijene pripadaju tercijarnim andezitnim magmatskim formacijama konvergentnih rubova ploča. One imaju jako veliki metalogenetski značaj, jer su za njih vezana ležišta obojenih metala, naročito olova, cinka ,srebra i kalaja. Na osnovu modernih geodinamskih interpretacija stijene ove formacije se vežu za drevni magmatski luk koji je egzistirao u završnim fazama alpinskog ciklusa dinarskog dijela Tetisa.

Deb (m)	Starost	Opis		Fosili
600-700	$T_{2,3}$		Slojeviti do "bankoviti" sprudni krečnjaci i dolomiti	
20	$^{1}T_{2}^{2}$		Krečnjaci i dolomitični krečnjaci	Halobia cf. bukoviensis, Daonella sp., Teutoporella nodosa, Diplopora anulata, Trocholina sp.
300	$^{1}T_{2}^{2}$		Pješčari, dijabazi, tufiti, glinci, krečnjaci sa kvrgama rožnaca, masivni krečnjaci, raznobojni rožnaci	
300	T_{2}^{1}		Slojeviti i masivni krečnjaci, dolomiti i breče	Meandrospira dinarica, Glomospira densa, Neoendothyra reicheli, Vidalina martana, Macroporella alpina, Ceratithes bosniensis, Gymnite cf. incultus,
80	T_{1}^{2}		Slojeviti tamnosivi krečnjaci	
150	T_{1}^{1}		Kvarcni pješčari, glinci, konglomeratim alevroliti i breče	

Slika 73. Stratigrafski stub trijasa u području Đurđevik-Vlasenica
(poslije Čičić i sar., 1984)

Deb (m)	Starost	Opis		Fosili
100	K_{2}^{3}		"Bankoviti" i masivni krečnjaci	Rudisti
500	$K_{2}^{1,2}$		Slojeviti i "bankoviti" krečnjaci i kalkareniti	
	$^{1}K_{2}^{2}$		Pjeskovito-glinoviti krečnjaci i lapori, rijetko pješčari	Nerinee
			Boksit	
20-50	$T_{2,3}$		Sprudni krečnjaci	Korali, briozoe, alge
300	T_{2}^{2}		Krečnjaci, rožnaci, pješčari, dijabaz, tuf	Daonella, Teutloporella, Diplopora
300-500	T_{2}^{1}		Sivi licrveni krenjaci i dolomiti	Meandrospira dinarica
200-250	T_{1}^{1}		Kvarcni pješčari, glinci, konglomeratim alevroliti i rijetko krečnjaci	
	C_{2}			

Slika 74. Stratigrafski stub mezozoika između Vlasenice i Srebrenice
(Poslije Čičić i sar., 1984)

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: olovo, cink, boksit, arhitektonsko-građevinski kamen, tehnički kamen

Stratigrafski stub područja

Na području istočne Bosne izdvojene su stratigrafske jedinice počev od gornjeg devona do starijeg miocena.

GORNJI DEVON (FRAN, FAMEN)
Zvornik-Skelani: filit i metapješčari stariji od karbona.

GORNJI KARBON (GORNJI SERPUKOV, BAŠKIR, MOSKOV, KASIMOV, GŽEL)
Zvornik-Skelani: ortometamorfiti sa tufovima; Fe-Mn pješčari i glinci; konglomerati; gornji metapješčari sa florom prečica iz reda Lepidodendrales, rastavića iz familije Calamitaceae, te nekih papratosjemenjača (Pteridospermae) i golosjemenjača iz reda Cordaitales; sericitski glinci; crni krečnjaci sa foraminiferama i konodontima gornjeg baškira i donjeg moskova; donji metapješčari; filitni škriljci.

SREDNJI TRIJAS (ANIZIK, LADINIK)
Ladinik: Gostilja; krečnjaci sa školjkašima (Daonella) i algama (Teutloporella, Diplopora) te kvrgavi krečnjaci sa rožnacima i tufovima "porfirit-rožnjačke formacije".

Anizik: "Hanbuloški" krečnjak sa amonitima (Ceratites, Ptychites) i ortoceratidima (Orthoceras); krečnjaci sa foraminiferama (Meandrospira) i algama (Macroporella); tamnosivi krečnjaci sa krinoidima (Crinoidea)

GORNJI TRIJAS (KARNIK, NORIK ,RET)
Krečnjaci sa školjkašima (Megalodon).

DONJA JURA (HETANG, SINEMUR, PLINSBAH, TOARC)
Ravna Romanija: crveni krečnjaci sa foraminiferama (Spirillina, amonitima (Hildoceras) – prelazi u srednju juru.

STARIJA GORNJA KREDA (CENOMAN, TURON)
Vlasenička ležišta boksita: "bankoviti2 i masivni krečnjaci; pjeskoviti i glinoviti krečnjaci sa puževima Natica; boksit.

MLAĐA GORNJA KREDA (KONIAK, SANTON, KAMPAN, MASTRIHT)

Vlasenička ležišta boksita: rudistni krečnjaci više krovine.

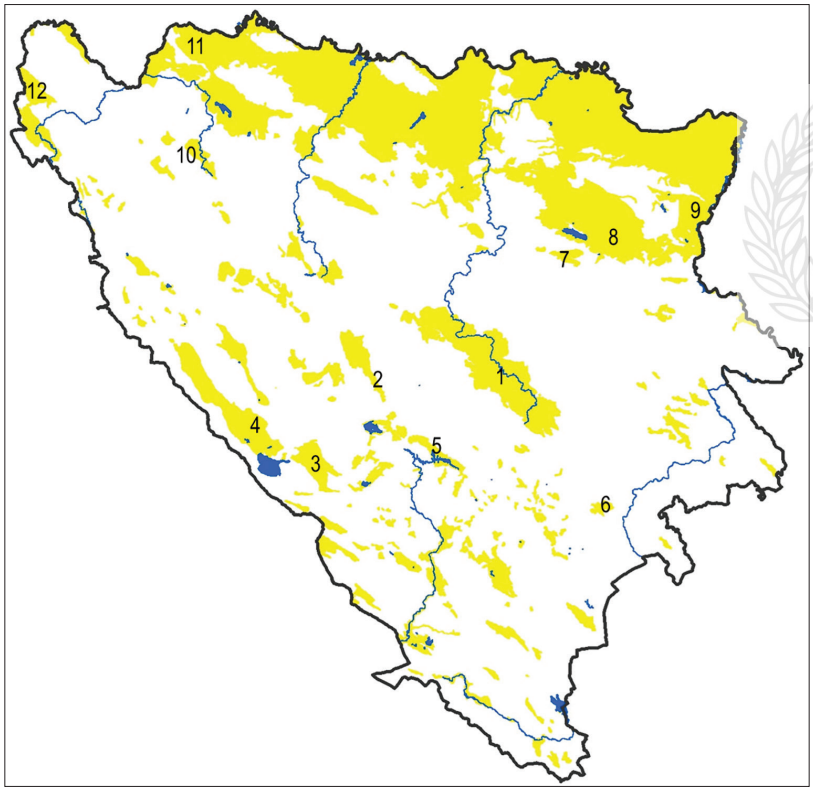
STARIJI MIOCEN

Karpatski ekvivalent Srebrenica: zaglinjen pijesak i šljunak: pretaloženi piroklastiti sa fosilnim deblima

ANU BiH
АНУ БиХ

7. POSTOROGENSKI OLIGOCENSKI, NEOGENSKI I KVARTARNI SEDIMENTI

U geološkoj građi Dinarida veoma važnu ulogu imaju oligocensko-neogenski slatkovodn-marinski sedimenti južnih dijelova Panonskog bazena i neogenski sedimenti koji su nastali nakon konsolidacije Dinarida, nakon pirinejske faze (kraj eocena). U bosansko-hercegovačkom dijelu Dinarida ima preko 150 manjih i većih slatkovodnih bazena (sl. 75), koji pripadaju Dinarskom jezerskom sistemu ("Dinaride Lake System", Harzhauser i Mandić, 2008).



Slika 75. Distribucija oligocenskih, neogenskih i kvatarnih sedimenata u Bosni i Hercegovini (Na osnovu listova Osnovne geološke karte Bosne i Hercegovine)

Legenda: 1.Zeničko-sarajevski bazen, 2. Bugojanski bazen, 3. Duvanjski bazen, 4. Livanjski bazen 5. Konjic-Jablanica bazen, 6. Bazen Gacko, 7. Bazen Banovići, 8. Tuzlanski bazen, 9. Bazen Ugljevik, 10. Bazen Kamengrad, 11. Bazen Lješljani, 12. Bazen Bihać-Cazin.

ANU BiH АНУ БиХ

7.1. Zeničko-sarajevski bazen

Po stratigrafiji, litologiji, sedimentologiji, tektonici i prostranstvu najinteresantniji je Zeničko-sarajevski bazen (u literaturi poznat i kao Sarajevsko-zenički bazen i Srednjobosanski bazen). Površina bazena je preko 1500 km^2, širina 20 a dužina oko 70 km. Zeničko-sarajevski bazen kao jedan od najvećih neogenih bazena u Dinaridima Bosne i Hercegovine, bio je predmet različitih istraživanja i studijskih ispitivanja od kojih su najvažnija prikazana u radovima: Katzer (1903, 1906, 1910, 1918, 1926), Milojković 1929, Jakšić 1930, Soklić (1951, 1957), Mihajlović 1957, Pantić 1961, Stevanović 1964, Milojević 1964, Muftić 1965, Čičić i sar., 1977, De Leeuw i sar., 2012, Saletović, 2010, Kamberović, 2012; Mandić i sar., 2012, Andrić i sar., 2017, Sant, sar., 2018 i Demir i sar., 2019.

Zeničko-sarajevski bazen Bosne i Hercegovine bio je dio Dinarskog jezera, velike mreže miocenskih dugovječnih slatkovodnih bazena na jugoistoku Evrope. Bazen sadrži gustu sedimentnu sukcesiju karbonata, ugljena i mješovite siliciklastične naslage koje odražavaju paleoklimatsku i tektonsku evoluciju regije.

Sedimenti bazena pokrivaju kontakt dvije tektonostratigrafske-paleogeografske jedinice: 1. Srednjobosansko škrljivo gorje i 2. Zonu Bosanskog fliša. Istražnim bušotinama na termomineralne i pitke vode (na potezu Sarajevo-Kiseljak) utvrđen je navlačni karakter kontakta ove dvije jedinice. Naime, formacije Zone Bosanskog fliša su navučene na naslage Srednjobosanskoga škriljavog gorja.

Srednjobosansko škriljavo gorje je izgrađeno od različitih vrsta metamornih facija (uglavnom metamorfisane sedimentne i manjim dijelom magmatske stijene) starosti prekambrij-kambrij-ordovicij-silur (Garašić, i dr. 2015, Hrvatović i dr. 2015. i Hrvatović, 2018), devonskih karbonata, sedimenata gornjeg perma, klastita donjeg trijasa i kabonata srednjeg trijasa. Ove naslage se nalaze u podini jugozapadnog dijela bazena. U centralnom dijelu bazena, na lokalitetu Javorci (šire područje Kondžilo, kod Visokog) otkrivene su naslage gornjopermskog gipsa u čijoj se krovini nalaze šupljikavi dolomitični krečnjaci i dolomiti preko kojih slijede tipični sedimenti donjeg trijasa (liskunoviti crveni kvarcni pješčari i alevroliti). Da su naslage gipsa gornjopermske starosti potvrđeno je izotopnim analizama od strane američke kompanije AMOCO-a, prilikom naftno-geoloških istraživanja tokom 1989. godine (Tasker, 1990).

Pored proterozojsko-paleozojskih metamorfita, u jugozapadnom obodu bazena utvrđeni su i anizijski karbonatni sedimenti koji predstavljaju manje

ili veće erozione ostatke neposrednog jugozapadnog oboda bazena. To su masivni, grusificirani dolomiti, dolomitični krečnjaci, krečnjačke masivne breče i krečnjaci. Ovi anizijski karbonati izgrađuju i podinu bazena, što je utvrđeno u potoku Kondžilo ispod Lašvanske "serije", te u području Dobrinja, duž velikog rasjeda. Posebno interesantna je pojava u Dobrinju, gdje 10-ak kilometara od sjeveroistočnog kontakta bazena, u podini Lašvanske serije nalazimo 100 m izdanačku zonu uglavnom biointrasparita i rjeđe kalkrudita. Ova pojava nije ucrtana na Osnovnoj geološkoj karti – list Vareš (Pamić i sar., 1977) ali je detaljno opisana u monografiji Muftić (1965) u kojoj se navedeni krečnjaci vezuju za osnovno gorje. Paleontolškim ispitivanjima (prikazano u Vjunović, 1985) biointrasparita određena je sljedeća mikrofosilna zajednica: Meandrospira dinarica. Endothyranella cf. wirzii, Neoendothyra sp., Duostominidae, Glomospira sp., i druge forme koje nesumnjivo ukazuju na anizijsku starost krečnjaka na lokalitetu Dobrinje.

Sjeveroistočni obod i podinu bazena izgrađuju formacije Zone Bosanskog fliša. U sklopu ove Zone izdvajene su dvije subgrupe formacija (Olujić, 1978, Hrvatović, 2006): 1. Starija subgrupa Vranduk, debljine 1500 m, (gornja jura – berijas) koju čine sljedeće jedinice flišnih i paraflišnih osobina: a) laporoviti mikriti, b) laporoviti mikriti, areniti i laporci, c) areniti, laporci, laporoviti mikriti, d) areniti 2)Mlađu subgrupu formacija (alb-senon) naziva Ugar, koja ima debljinu oko 2200 m. Ona je predstavljena karbonatnim flišom u kojem su izdvojeni areniti, mikriti, intramikriti i intramikruditi, intramikriti i laporoviti mikriti, intramikruditi i intramikriti, laporci i intramikriti.

Stvaranje bazena je započelo u gornjem oligocenu i kontrolisano je velikom rasjednom zonom (Ilidža-Kiseljak-Busovača-Travnik) koja je poznata pod imenom Busovačka rasjedna zona. Duž Busovačke rasjedne zone, koja duboko prodire (dubinski rasjed) u orogen, krajem gornjeg oligocena dolazi do horizontalnog ("strike-slip") rasjedanja što je uzrokvalo stvaranje transtenzijske depresije. U nastaloj depresiji dolazi do razvoja "pull-apart" strukture i nastavak razvoja bazena sa fluvijalnim i jezerskim sedimentima (Hrvatović, 2006).

Nedavno je provedeno intenzivno terensko istraživanje i laboratorijska ispitivanja kako bi se utvrdila međusobna povezanost tektonike, sedimentacije i klime u Sarajevsko-zeničkom bazenu (Andrić i sar., 2017; Sant i sar., 2018. i Demir, 2019).

Andrić i sar. (2017) prikazuju novi niz deformacijskih događaja, sa analizom veze između normalnih rasjeda i sedimentne evolucije u bazenu. Korištenjem novih kinematskih mjerenja i sedimentološkog kartiranja na

izdancima i korelacije sa postojećim rezultatima istraživanja proizašao je geološki evolucijski model za bazen. Model ukazuje na usku vezu između kretanja normalnog rasjeda i sedimentološkog ciklusa, dok je cjelokupni ekstenzijski bazen bio ispunjen uglavnom jednosmjernim snabdijevanjem sedimenta iz susjednih planinskih lanaca. Sa migracijom u vremenu i prostoru normalnih rasjeda, koji padaju prema sjeveroistoku, bila je povezana i postupna promjena sedimentološkog okoliša.

Prvi tektonski događaji, vezani za evoluciju bazena, su sa kraja eocena i početka oligocena kada je u sedimentima zone Bosanskog fliša (koji se nalazi i u podini bazena) došlo do formiranja navlaka ili normalnih rasjeda. Tokom gornjeg oligocena započinje sedimentacioni ciklus preriftne faze koju nasljeđuje donjo-srednjemicenska sinriftna faza što je praćeno stvaranjem asimetričnog bazena duž lističnog sistema normalnog rasjedanja, sa padom na sjeveroistok. Ovo se povezuje sa izdizanjem Srednjobosanskoga škriljavog gorja (na jugozapadnom obodu bazena) sa dubine od 7 do 8 km (Casale, 2012, Hrvatović i sar., 2015).

Sant i sar., (2018) su predstavili nove integrirane magneto-bio-stratigrafske i sedimentološke podatke i dala rekonstrukciju paleoekološke evolucije bazena tokom njegove dvije glavne faze evolucije (navlačenje i ekstenzija). Bazalni oligomiocenski slatkovodni okoliš kojeg karakteriše naizmjenično izmjenjivanje palustrinske, plitko jezerske i distalne fluvijalna faze je mogao biti kontrolisan finalnom tektonskom fazom navlačenja u Unutrašnjim Dinaidima. Većinu ove sukcesije smatraju donjim miocenom, što je u suprotnosti sa dotadašnjim podacima o oligocenu. Faza ekstenzije započela je najkasnije prije 18,4 miliona godina (Miocen-Burdigal). Sedimentacija i produbljenje bazena tokom ove faze bila je kontrolisana normalnim rasjedima sa evidentnim klimatskim promjenama. Sedimentacija u u bazenu, vezana za ekstenziju, prekinuta je prije 15–14 miliona godina (Miocen-Langij), što se slaže s oba kraja klimatskog optimuma kao i prestanku ekstenzije u Dinaridima. Brza sedimentacija zabilježena u slivu bazena nakon 15 miliona godina također označava kraj faze ekstenzije. Zaključak je da je dugovječnost postojanja Zeničko-sarajevski jezera istovjetna ostalim Dinarskim i južnopanonskim jezerima i vremenski se poklapa s miocenskim klimatskim optimumom.

Na svim postojećim geološkim kartama, prikazano je da je područje Zeničko-sarajevski bazena izgrađeno od oligocensko-miocenskih sedimenata starosti od 24 do 5 miliona godina. Za vrijeme zadnjih 7–8 miliona godina je bila jaka sedimentacija tako da ukupna debljina sedimenata u basenu iznosi

oko 2000 m. Postojeće geološke karte ukazuju i na neke određene male geološke diskordancije koje su vezane za lokalne tektonske pokrete.

Cijeli bazen je bio tako lahko punjen debelim slojevima sedimenata, a koji su odraz turbulentne historije Dinarida za vrijeme miocenske epohe. Naslage miocenskih stijena mogu se nazvati ogroman "sendvič", prikazan kao stotine različitih slojeva po vrsti i debljini (od nekoliko milimetara do 1,5 metara) i svaki od ovih slojeva odgovara epizodi geološke historije basena. Stijene koje se u bazenu mogu pronaći: gline ili lapori koji su nastali za vrijeme mirnih faza stvaranja basena; pješčari nastali cementacijom manje ili više finozrnih pijesaka; konglomerati i breče nastalih od grubozrnih odlomaka za vrijeme olujnih vremena (brzi unos materijala u basen).

Za ovaj bazen, srednje Bosne, postoji čitav niz publikovanih i fondovskih radova koji su još u 19 stoljeću tretirali geološku građu ovog područja. U tim radovima, obrađivana je geološka problematika sa različitih aspekata i za raznovrsne potrebe počevši od onih za istraživanje uglja, nafte, urana, glina, termomineralnih voda, tehničkog kamena, gipsa i drugo.

Istraživanja uglja u bazenu su bila veoma intenzivna dok su naftnogeološka istraživanja bila često ne sistematska, povremena i skokovita. Ipak, česte pojave etana i nafte u bušotinama i rudarskim radovima podsticale su mnoge geologe na gotovo kontinuirano razmišljanje o mogućim stijenskim ambijentima za stvaranje i akumulaciju fluida ugljovodonika.

Katzer (1918, str. 80) je utvrdio da materijal za nastanak stijena u bazenu vodi porijeklom iz mezozojskih naslaga sa SI i SZ oboda i Srednjobosanskog škriljavog kompleksa jugozapadno od Busovačkog rasjeda. Dalje, za ugljonosne naslage koje izbijaju na površinu na sjeveroistoku bazena, smatra da su otkriveni erozijom kvartarnih sedimenata.

Katzer (1918) u okviru oligomiocena izdvaja sljedeće "horizonte":

1. konglomerat, često crveno ili šareno obojen;
2. bituminozni slatkovodni krečnjaci, dijelom oolitični;
3. izdanci podinske grupe ugljenih slojeva;
4. pretežno željezoviti pješčari uz slatkovodne krečnjake i "bankove" laporovitih i kremenastih stijena;
5. slatkovodni krečnjaci i "krečnjački" lapori, pored bujavih laporovitih glina i škriljavih glina, sa ucrtanim izdancima glavnog ugljenog sloja te podinskih i krovnog sloja;
6. lapori i pjeskovito glinoviti lapori, od kojih prvi prevladavaju na sjeverozapadu, a drugi na jugoistoku bazena, a u višem dijelu sadrže umetke pješčara;

7. konglomerati i pješčari, u nižem dijelu sa umecima lapora;
8. zona slojeva visoke krovine, pretežno kaolinske i obojene gline.

Engelhardt, E. (1902) je determinisao mnoštvo biljnih vrsta, na osnovu kojih je došao do zaključka da su sedimenti ovog basena oligocenske starosti. Ovaj zaključak o oligocenskoj starosti izveo je na osnovu uporedbe s fosilnim florama srednje Evrope.

Važne geološke podatke nalazimo i u radu Kittla (1904) koji je pored sedimenata basena uspješno istraživao i šire terene na obodu, kada je pored ostalog utvrdio navlačenje trijaskih sedimenata preko jursko – krednih flišnih tvorevina kod Crepoljskog (područje Sarajeva). U sklopu bosansko – hercegovačkog "kopnenog" oligocena Milojković, M. (1929) je razmatrao i sedimente Zeničko-sarajevskog bazena, za koje smatra da zaista pripadaju oligocenu.

Nakon izbijanja nafte na bušotni 10 kod Kaknja, Jakšić (1930) raspravlja o gelogiji i mogućnosti daljih istraživanja nafte na ovom području. Tom prilikom je utvrdio da nafta dolazi iz podine glavnog ugljenog sloja, odnosno oligomiocenskih naslaga. Nakon istraživanja autor je rekonstruisao antiklinalni položaj jurskih slojeva ispod tercijarnih naslaga, te tvrdi da je nafta epigenetskog porijekla, odnosno da dolazi iz dubljih slojeva. Za razliku od prethodnog, mišljenja, grupa istraživača na čelu sa Lukovićem (1933) istražuju šire područje Kaknja, te kategorički tvrde da je nafta nastala u bigrovitim krečnjacima gdje je i nabušena.

Soklić (1951,1957) je izvršio stratigrafsku podjelu tercijara, odnosno izvršio identifikaciju slojeva i geoloških "horizonata". Od posebne važnosti je njegov zaključak (Soklić, 1957) o problematici oligocenske starosti bazalne zone bazena u kojem on kaže da za slatkovodne sedimente ne možemo pouzdano tvrditi da su svojim bar i u najdonjim dijelovima oligocenski. Također je važno pomenuti da je ugljenu zonu podijelio u četiri stratigrafska člana: Limnaeus socialis Schubler, Fossarulus tricarinatu Brus., Carpolithes foveatus Engelh. i Glyptostrobus europeaus Heer. Za glavnu zonu od Kaknja do Breze navodi da se sve više istanjuje na račun podinske "serije" kao posljedica promijenjenog režima tonjenja na granici od donjeg prema srednjem miocenu. Podinske naslage je uvrstio u donji a naslage glavne ugljene zone u srednji miocen.

U vezi pojave ugljovodonika Mihajlović (1958) je detaljnije ispitivao terene Kaknja i Zenice. Tom prilikom on je prezentirao dvije "grupe dokaza" o problemu naftonosnosti ovih područja. U prvoj grupi zastupljena su ranija

istraživanja i mišljenja dok je drugoj za grupi dokaza dao rezultate vlastitih istraživanja. Prvenstveno ističe antiklinalnu građu jurskih flišnih sedimenata i krednih krečnjaka kod sela Bijele Vode, koju sijeku paralelni rasjedi utvrđeni u jamama rudnika. Zatim, kao važnu činjenicu da je rezultate "hladnog" izdvajanja bitumena iz zrnastih krečnjaka tercijara, što predstavlja osnovni dokaz o sekundarnoj akumulaciji nafte u njima. Što se tiče prisutnih gasova, autor smatra da po zrelosti ne odgovaraju ugljenoj supstanci. Dakle, autor smatra da su fluidi ugljovodonika duž rasjednih zona domigrirali u tercijarne stijene ovog bazena.

Na osnovu palinoloških ispitivanja Pantić, (1961), je sedimente Zeničko-sarajevskog bazena podijelio u tri miocenska stratigrafska "horizonta". Na osnovu odredbi makroflore i rezultata palinoloških istraživanja došao je do zaključka da naslage sa ugljem pripadaju miocenu i to da dijelovi "serije" s podinskim ugljenim slojevima donjem miocenu, dok je dio ugljonosne "serije" od glavnog ugljenog sloja pa naviše da pripadaju srednjem miocenu. Naslage iznad njih bi pripadale gornjem miocenu.

U opširnoj monografiji Milojević (1964) je obradio geološki sastav i tektonski sklop bazena. Izdvojio je 4 ciklusa sedimentacije, odnosno polifacijalna kompleksa sa litofacijalnim i biostratigrafskim karakteristikama: oligocenski, stariji miocenski, mlađi miocenski i pliocenski ciklus.

Stariji miocenski kompleks Zeničko-sarajevskog bazena počinje "glavnom ugljonosnom serijom" koja ima debljinu do 500 m (u Zenici) i do osam ugljenih slojeva, šest podinskih, zatim "glavni" i "krovni". Slijede "prelazna" zona (600 m) koju grade trošni alevroliti, pjeskoviti laporci, pješčari i konglomerati. Kompleks završava sa oko 1000 m debelom Lašvanskom "serijom" "bankovitih" konglomerata, pješčara i laporaca. Ti konglomerati na području ušća Lašve u Bosnu grade znamenite prirodne kule (ostjenjake) visine tridesetak metara.

Mlađi miocenski "kompleks" počinje Koševskom "serijom", nazvanom po sarajevskom kvartu u kome su bile ciglane i njihova gliništa. Serija je izgrađena od trošnih pješčara, laporaca, glina i konglomerata, ali i uglja slabijeg kvaliteta. Jedan izdanak uglja otkriven je na Betaniji, sjeverno od pomenutih ciglana, drugi u Kasindolu, na krajnjem istoku bazena (u poleđini Trebevića), idući prema sjeveru bazena, pojave uglja vezane su za blizinu "Busovačke rasjedne zone" i istraživane su u Rakovici, Gomionici i Bukvi kod Viteza. "Kompleks" završava "orlačkim" konglomeratima debljine 200 m, koji su od starina služili za izradu mlinskog kamena i koji je otkopavan podzemno. Daleko od Panonskog mora koje nikad nije sezalo dalje na jug

od Sprečanske dislokacije, ovaj bazen imao je endemičnu slatkovodnu faunu mekušaca i ostrakoda svojstvenu za slatkovodne bazene Dinarida. Kongerije i klivunelidi nađene su u "prelaznoj" zoni a naročito u velikom broju u "koševskoj seriji" u kojoj su nađene i fosilne ribe izložene u stratigrafskoj zbirci Zemaljskog muzeja u Sarajevu.

Diskordantno preko mlađeg miocenskog kompleksa kao i preko jugozapadnog oboda bazena (preko stijena koje u dolini Lašve pripadaju gornjoj kredi), istaložena je glinovito-pjeskovita "serija" slabovezanih stijena koja bi prema odredbama polena bila pliocenske starosti. Ciklus počinje glinovitim pijescima i glinama među kojima je posebno karakteristična posve bijela glina korištena za izradu prostije porcelanske robe. Preostali dio "serije" su kvarcni šljunci i ilovače.

Način postanka ugljenih slojeva tolike debljine i kontinuiteta, posebno glavnog i krovnog sloja nije moguće objasniti monoklinalnim tonjenjem bazenskog dna. Monoklinala je nesumnjivo nastala tek nakon što su istaloženi sedimenti glavne ugljonosne serije. Tada je i došlo do postanka uzdužnih rasjeda tenzionog karaktera, kao i ostalih poprečnih i dijagonalnih pucanja vezanih za pokrete u podlozi bazena. Relativno blagi dijagonalni nabori velike dužine koji se zapažaju u mlađem miocenskom "kompleksu" mogli su nastati tek u pliocenu i to horizontalnim pomjeranjem duž "busovačkog rasjeda", prvenstveno desnim pomjeranjem njegovog bazenskog krila, po principu djelovanja horizontalnog sprega.

Oligocenski ciklus, Milojević (1964) je podijelio na 4 litostratigrafske jedinice i to:

1. OlM – bazalna zona: pješčari, konglomerati, krečnjaci i gline,
2. OlM – pločasti krečnjaci, "glinoviti" lapori i pješčari sa košćanskim ugljenim slojem,
3. OlM – crvena serija: konglomerati, pješčari, laporci i gline (šarena serija),
4. OlM – sedrasti bituminozrni krečnjaci.

Stariji miocenski ciklus je podijelio u 5 stratigrafskih jedinica i to:

1. M_1 – Podinska ugljena zona: gline i glinoviti pješčari sa VII, VI, V i IV podinskim ugljenim slojem,
2. M_{1-2} – Glavna ugljena zona: laporci, pješčari, gline sa III, II, I i glavnim ugljenim slojem,
3. $^1M_2$ – Povlatna ugljena zona: slojeviti krečnjaci sa povlatnim ugljenim slojem,

4. $^{2}M_{2}$ – Prelazna zona: tankoslojeviti laporci, pješčari i konglomerati,
5. M_{2-3} – Lašvanska "serija": konglomerati, pješčari, laporci i krečnjaci.

Mlađi miocenski "kompleks" dijeli na dvije stratigrafske jedinice:

1. $^{1}M_{3}$ – Koševska "serija": laporci, trošni krečnjaci, glinoviti pješčari, gline i ugalj,
2. $^{2}M_{3}$ – Orlački konglomerati: debelo-bankoviti sitnozrni konglomerati, pješčari i krečnjaci.

U pliocenski kompleks izdvojio je gline, pijeskove i šljunkove.

U monografiji Muftić (1965) detaljno su obrađeni geološki podaci bazena. Autorica ne prihvata zoniranje, već oko 1500 m polifacijalnog "kompleksa" lakustričkih sedimenata determinira u jedinstvenu miocensku cjelinu. Na temelju detaljne analize superpozicionih odnosa sedimentacijskih i paleontoloških osobina litoloških članova izvršena je korelacija facijesa i izdvojeno 8 stratigrafskih jedinica:

1. M_{1}^{1} – Bazalna slojna grupa: konglomerati, pješčari, podređeno lapori i gline sa Nelicina sp., Bythinia sp., Kelania sp. i mnoštvo oogenih hara.
2. M_{1}^{2} – Bliža podinska slojna grupa: oolitični, laporoviti i bituminozni krečnjaci, lapori i gline sa Limnaeus subovatus HATMAN, Helix osculum THOME, Ancilus sp., i ugljenim slojevima Brajkovića, Crkvica, Mutnice, Bijelih voda, Kraljeve Sutjeske i Koščana.
3. M_{2}^{1} – Donja grupa ugljeva glavne zone u četiri facijesa (Bile, Zenice, Modrinja te Kakanj-Breze) sa Limnaeas dilatatus Noult i Sphaerium c f. picteti Locard.
4. M_{2}^{2} – Gornja grupa ugljenih slojeva (III-I podinski, te glavni sloj) sa glinama, ugljevitim laporima, laporima i konglomeratima sa Fossarulus tricarinatus Brus., Carpolithes valvatus Engelh i florom Pantića (1961).
5. $_{1}M_{3}^{1}$ – Slojna grupa krečnjaka i lapora sa krovnim ugljenim slojem paleontološki okarakterizirana sa Carpolithes foveatus, Fossarulus bulići Brus i Opercula gastropodum.
6. $_{2}M_{3}^{1}$ – Slojna grupa krečnjaka i lapora u krovini krovnog sloja sa Pisidium solitarum Neum., Sphaerium ožegovići Brus., Glyptostrobus europaeus Hee.
7. $_{1}M_{3}^{2}$ – Slojna grupa lapora sa uloščima pješčara (prelazna zona Milojevića iz 1964) u kojima su utvrđeni Velutinopsis sp., Pisidium ovulum Brus. i druga fauna.

8. $_2M_3^2$ – Konglomeratsko-laporasta slojna grupa Bile i Zenice, te pješčara i lapora na profilima Kaknja i Breze sa Congeria ornithopsis.

Sa aspekta naftnogeoloških istraživanja interesantne su samo prva dva stratigrafska člana.

U pliocenske naslage, Muftić je izdvojila sljedeće:

1. Pl_1^1 – konglomerati Bile i Zenice, odnosno pješčari Kaknja i Breze (Lašvanska "serija");
2. Pl_1^2 – kvarcni konglomerati poviše Zenice (Preočica i Lupac)- Orlački konglomerati;
3. Pl_1^3 – glinovito-pjeskovite naslage sa lignitom (Koševska "serija").

Miladinović i sar. (1966) razmatraju geološke odnose s naftnogeološkog aspekta i tom prilikom unutar tercijarnog bazena izdvajaju 8 "paketa", odnosno litostratigrafskih članova. Zatim Miladinović (1977) raspravlja o mogućnosti akumulacije ugljovodonika, unutar bazena. Tom prilikom autor daje detaljnu istraživačku hronologiju s podacima o pojavama ugljovodonika. Na kraju se priklanja autorima koji smatraju da je nafta stvarana u starijim "formacijama".

U tumačima Osnovne geološke karte (list Vareš-Pamić i sar., 1970, Sarajevo-Jovanović i sar., 1978. i Zenica, Živanović i Milojević, 1967), su obrađeni mnogobrojni stratigrafski članovi šireg područja bazena. Važno je napomenuti da su autori pojedinih tumača različito tretirali i izdvajali oligocenske, odnosno oligomiocenske sedimente jedinstvenog basena.

Od 1960. godine u rudnicima Zeničko-sarajevskog ugljonosnog bazena istraživački rade geološke službe čiji su radovi najvećim dijelom prikazani u elaboratima o rezervama i kvalitetu uglja. Značajan doprinos na rješavanju geoloških problema u bazenu dali su Gopčević, Pudar, Bjelaković, Kuveljić, Drobnjak, Saletović, Alajbegović, Kasapović i drugi geolozi koji rade u rudnicima uglja u Zenici, Kaknju i Brezi.

Stratigrafija i sedimentologija

Taloženje u Zeničko-sarajevskom bazenu za vrijeme oligocena i miocena bilo je pretežno kontrolirano tektonski izazvanim promjenama koje su utjecale na geometriju smještajnog prostora i područje izvora materijala za nastanak sedimenata. U bazenu se mogu izdvojiti tri glavna ciklusa sedimentacije, koji su najvjerojatnije povezani s tri različite tektonske faze (sl.76).

Prvi ciklus sedimentacije, u oligocenu-donjem miocenu započeo je crvenim aluvijalnim klastitima taloženim preko bosanskog fliša. To je od 10

do 100 m debeli "paket" rastresitih konglomerata i pješčara. Zatim slijede karbonatne naslage sa sekvencom uglja (tzv. Košćanski sloj uglja) protkan aluvijalnim sedimentima (Milojević, 1964). Ovi sedimenti, debljine 100-300 m, izgrađuju središnji dio oligomiocenskih naslaga a odlikuju se smjenom lapora, glinovitih krečnjaka, algolikih krečnjaka, pjeskovitih lapora i glinaca sa proslojcima uglja i tzv. košćanskim ugljenim slojem.

Preko sedimenata sa "košćanskim ugljenim slojem" slijede sedimenti ''šarene serije'' ^{3}Ol,M koji zauzimaju najveći dio stuba oligomiocenskih sedimenata. To su "bankoviti" često i masivni konglomerati različitih dimenzija i sastava valutica sa obično slabim pjeskovito-laporovitim vezivom, mada se sreću paketi krečnjačkih konglomerata sa čvrstim karbonatnim vezivom tzv. ''beton'' konglomerati. Kad ne dolaze u odvojenim "paketima" obično su u smjeni sa trošnim pješčarima a sasvim rijetko i glinovitim pješčarima. U središnjim superpoziciono višim dijelovima granulacija zrna opada te dominiraju "bankoviti" pješčari sa laporovitim proslojcima. Sedimenti ''šarene serije'' ^{3}Ol,M, za područje Breze, Kaknja i dalje do Zenice, predstavljaju završni "paket" oligomiocenskih sedimenata.

U sjeverozapadnom dijelu bazena su otkriveni sedrasti krečnjaci ^{4}Ol,M koji predstavljaju sljedeći član oligomocenskih sedimenata. Sedrasti krečnjaci predstavljaju najviši dio oligomiocenskog stuba, odnosno smješteni su ispod produktivne miocenske ugljonosne serije.

Opća regresija rezultirala je taloženjem crvenih aluvijalnih klastita koji su lokalno prekriveni poroznim bituminoznim krečnjacima (Muftić, 1965). Fauna uključuje mekušce Lymnaea sp. Helix? sp. (Milojević, 1964).

Drugi ciklus sedimentacije, donjo-srednji miocen, započinje s odlaganjem jezerskih karbonata, uglja (tj. devet slojeva uglja) interkaliranih sa uškriljenim pješčarima i glincima (Milojević, 1964; Muftić, 1965). Postepeno ih zamjenjuju alevroliti, pješčari i konglomerati. Prvo pojavljivanje fragmenata stijena iz Srednjobosanskog škriljavog gorja označava zonu između prelazne jedinice u sediment Lašvanske "serije" (Lašvanska "formacija") starosti $M_{2,3}$. Ciklus je završen grubozrnim klastičnim deltnim facijama praćenih aluvijalnim i fluvijalnim konglomeratima. Najčešći fosili su mekušci Lymnaea sp., Fossarulus sp. i Unio sp. (Milojević, 1964) i sisar Prodeinotherium bavaricum (pronađen u rudniku uglja Kakanj; Milojković, 1929).

Lašvanska "formacija" leži konkordantno preko prelazne zone izgrađene od tankoslojevitih lapora sa proslojcima pješčara (srednji miocen) i diskordantno preko metamorfnog kompleksa Srednjebosanskog škriljavog gorja. Debljina Lašvanske "formacije" varira od 400 do 800 m. Ona se proteže, na

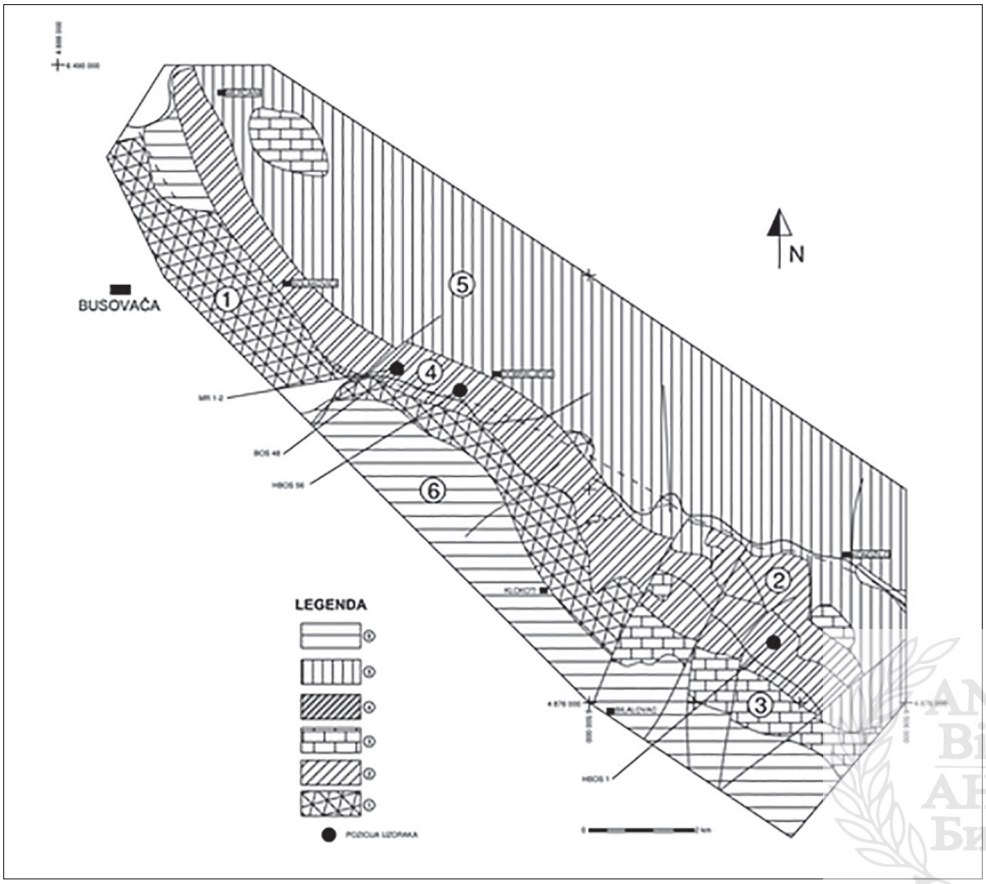
dužini od oko 40 i širini 5-9 km, duž jugozapadnog obodnog i u središnjem dijelu bazena, od Zenice i Kaonika (zona rijeke Lašve) pa do Reljeva kod Sarajeva. Lašvanska formacija je sukcesija aluvijalno-deltnih konglomerata i pješčara (Milojević, 1964) sa distalnim prodeltnim jezerskim turbiditima i podvodnim klizanjima ("slampovima"), (Hrvatović, 2009, Andić, i sar., 2017).

Željezoviti konglomerati predstavljaju posebno karakterističan član Lašvanske "formacije" (Hrvatović i sar., 2019). Ta posebnost se ogleda u crveno-smeđoj boji, sastavu i sadržaju željeza koji varira od 18,5 do 34,5%. Željezoviti konglomerati sadrže valutice nastale erozijom metamorfnog kompleksa Srednjobosanskoga škriljavog gorja, u kojem su poznata nalazišta željeza (željezni šeširi) sa povećanim sadržajem zlata, bakra i srebra (na primjer: Mačije Jame kod Busovače i Vranjska rijeka kod Viteza, Jurković i sar., 2014). To su krupnozrni konglomerati sa valuticama metariolita, različitih škriljaca (kvarcno-sericitski, hloritski, amfibolski, filitični, otrelitski, kvarcno-grafitični i dr.), kvarcita i kvarca koje su vezane sitno do srednjezrnim matriksom, koji oko 90 % čini kvarc. Oblik valutica je sferoidan, pločast, diskoidan i vretenast, s tim da preovlađuje sferoidan. Sadržaj matriksa je oko 50 %. Debljina željezovitih konglomerata je oko 50 m. Po pružanju se mogu pratiti na dužini od oko 6 km (Slika 75-1).

Na jugozapadnom obodu bazena, konglomerati leže diskordantno na gornjopermskim šupljikavim krečnjacima (lokalitet Prževine i Kondžilo) i metamorfnom kompleksu Srednjobosanskoga škriljavog gorja (lokalitet Klokot gdje su poznate pojave CO_2). Konglomerati su intenzivno liminitisani a pod mikroskopom se vide zrna getita, limonita i kvarca. Laboratorijskim ispitivanjima je utvrđeno da sadržaj željeza varira od 18,5-34,4% (Hrvatović i sar., 2019). Posebno su interesantni visoki sadržaji As(0,9%) i V(0,03%). Uzorci za laboratorijska ispitivanja su sa područja Dobraljeva i lokaliteta Pržine gdje su željezoviti konglomerati najbolje razvijeni. Područje Dobraljeva je ispitivano kroz projekt istraživanja nuklearnih mineralnih sirovina (Golo i Hrvatović 1981; Golo i sar., 1987)

Imajući u vidu sadržaj željeza i porijeklo materijala za stvaranje konglomerata, preporučuje se geološko istraživanje željezovitih konglomerata u svrhu definiranja njihove ekonomičnosti kao rude željeza i mogućeg pronalaska zlatonosnih "nivoa" (unutar željezovitih konglomerata).

Treći sedimentacioni ciklus, nakon srednjeg miocena, sastoji se od škriljavih lapora, uglja i krečnjaka koji ukazuju na postepeno "utapanje" močvarnog okoliša i stvaranje višegodišnjeg jezera (Milojević, 1964). Ove naslage lokalno preplavljuju tzv. Orlački konglomerati i aluvijalni sedimenti pliocena



Slika 75-1. Pojednostavljena geološka karta jugozapadnog dijela Sarajevsko-zeničkog bazena (Hrvatović i sar., 2019)

Legenda:1.Metamorfni kompleks Srednjebosanskog škriljavog gorja (prekambrij-kambrij), 2.Crveni klastiti, gips i šupljikavi krečnjaci (gornji perm), 3.Masivni i slojeviti krečnjaci i dolomitični krečnjaci (anizik), 4.Željezoviti konglomerati (srednje-gornji miocen; član Lašvanske formacije), 5.Pješčari i konglomerati (srednje-gornji miocen; član Lašvanske formacije), 6. Gline, pjeskovite gline, zaglinjen kvarcni šljunak (pleistocen).

koji su taloženi na većem području tako da dijelom "leže" i na metamorfnom kompleksu Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Milojević, 1964).

Tektonska evolucija i određivanje starosti

Ciklus taloženja oligocen – donji miocen bio je povezan sa pritiscima orijentisanim u smjeru sjeveroistok-jugozapad, dok je dominantan smjer transporta materijala bio na jugozapad. Bazen je formiran kao klinasti bazen u podnožju aktivnih pritisaka tokom završne faze strukturiranja Dinarida (Andrić i sar., 2018).

Naknadna ekspanzija za vrijeme ranog srednjeg miocena rezultirala je taloženjem novog tektono-sedimentnog ciklusa. Taloženje je pokretano sistemom normalnih rasjeda koji padaju ka sjeveroistoku uz istovremeno izdizanje Srednjebosanskog škriljavog gorja, duž jugozapadne margine bazena, stvarajući asimetričnu geometriju bazena. O tome svjedoče sjeverozapadni aluvijalni klastični klinovi poredani duž ruba jugozapadnog bazena. Glavno izvorišno područje za aluvijalno-deltatske klastite bilo je Srednjobosansko škriljavog gorje.

Prostorna migracija normalnih rasjeda u smjeru jugozapada postupno povećava bazen i dovodi do retrogradnog trenda taloženja. Proksimalne facije prekrivaju distalne facije tokom slijeganja stvorenih sljedećim događajem normalnog rasjedanja. Postoje tri pod-sekvencijalna događaja rasjedanja, gdje je svaki povezan sa transgresivno-regresivnim ciklusom taloženja.

Detaljno magnetostratigrafsko ispitivanje izvedeno je na uzorcima iz serije sedimenata (prelazna zona) taložene između ugljene "zone" i Lašvanske "serije". Dobijeni rezultati sugeriraju da se taloženje dogodilo između ~ 18 i 15 miliona godina, što je slično bazenima u Sinju i Livnu (De Leeuw i sar., 2010). "Najdublja" i najmirnija jezerska faza nastala je prije 17 miliona godina. Glavna ekstenzivna faza rifovanja započela je između 16 i 15 miliona godina, što bi moglo biti slično erozivnoj fazi bazena u Livnu. Finozrne karbonatne stijene na lokalitetu Greben (gdje se vrši eksploatacija laporaca za cementaru u Kaknju) reprezentativne su za niskoenergetsko, jezersko okruženje koje je postojalo na početku "drugog ciklusa", nakon taloženja glavnog sloja uglja. Na ovom dijelu dominiraju glinci i lapori, koji sadrže rijetke ostatke golosjemenskih biljaka, riba i mekušaca (školjkaši).

Starost dijela Grebena je između 17,5 i 16,5 miliona godina. Ovo se djelomično proklapa sa srednjim miocenskim klimatskim optimumom i moglo bi biti u korelaciji sa sličnim otvorenim jezicima otvorenog jezera Livanjsko-duvanjskog basena Ar / Ar od ~ 17 Ma (De Leeuw i sar., 2011). U blizini Zenice (u laporima debljine 90 m koji prekriva najviši sloj uglja), Kochansky-Devidé i Slišković (1972) izvještavaju o prisustvu *Clivunella sp.* Ovaj slatkovodni gastropod je fosilni marker za najviši dio donjeg miocena u Dinarskom sistemu jezera (~ 16,7 i 16,0 miliona godina; De Leeuw i sar., 2011).

Tektonski sistem	Starost sedimentacionog ciklusa	Debljina (m)	Litostratigrafija	Opis	Fosili	Paleookoliš
Post-rift	Pliocen	200		Aluvijalni sedimenti: gline, pijesci, šljunak		
	Gornji miocen	200		Orlački kongomerati: masivni finozrni konglomerati proslojeni sa pješčarima i krčnjacima		
		400		Koševska "serija": lapori, krečnjaci, gline, pijesci, glinoviti pješčari, ugalj	*Congeria ornithopsis, Ribe*	
Sin-rift	Srednji-gornji miocen	600-1000		Lašvanska "serija2: konglomerati i pješčari proslojeni sa laporima i krečnjacima		Delta i fluvijalni okoliš
	-15 miliona godina Donji-srednji miocen	400-800	Srednjobosansko škriljavo gorje (Pr-Pz)	Prelazna "zona": tankoslojeviti lapori u izmjeni sa pješčarima i konglomeratima	*-Velutinopsis sp., Pisidium ovulum Brus*	
Pre-rift	Donji miocen -18,4 miliona godina	350-550		– Povlatna ugljena zona: slojeviti krečnjaci sa povlatnim ugljenim slojem -Glavna ugljena zona: lapori, pješčari, gline sa III, II, I i glavnim ugljenim slojem -Podinska ugljena zona sa VII, VI, V i IV ugljenim slojem	*-Pisidium solitarum Neum., Sphaerium ožegović i Brus., Glyptostrobus europaeus Hee. -Fossarulus tricarinatus Brus., Carpolithes valvatus Engel h. clivunele*	Jezerski i močvarni okoliš
	Oligomiocen	20-200		Sedrasti, bituminozni krečnjaci	Puž:*Helix*	-Plitko-jezerski okoliš -Močvarni i poplavni okoliš sa dominantnim riječnim okolišom
		100-500		Crvena serija:konglomerati, pješčari, lapori		
		100-300		Košćanski ugljeni sloj sa slojevitim krečnjacima, pješčarima i laporima		
		10-100		Bazalna zona:konglomerati, pješčari, krečnjaci		
			Bosanski fliš (J, K)			

Slika 76. Geološki stub Sarajevsko-zeničkog/Zeničko-sarajevskog/Srednjobosanskog bazena,
(stratigrafija Milojević, 1964; tektonski sistem Andrić i sar., 2017; magnetobiostratigrafija i paleookoliš, Sant i sar., 2018).

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: ugalj, termomineralne i mineralne vode, gline, kvarcni šljunkovi, željezo, nafta i uran

Stratigrafski stub Zeničko-sarajevskog bazena

U Zeničko-sarajevskom bazenu izdvojene su stratigrafske jedinice počev od oligomiocena do pliocena.

PLIOCEN
Bilalovac: glinoviti pijeci, gline kvarcni šljunkovi, ilovine

GORNJI MIOCEN
Ekvivalenti sarmata i panona
-slatkovodni sedimenti sa profilom: Orlac: mješoviti konglomerati za izradu mlinskog kamena i drugi klastiti; Počulica: glinoviti i sedrasti krečnjak sa mekušcima (Congeria); Koševo: ciglarski laporac-tegl, klastiti, ugalj duž zapadnog oboda bazena od sjevera prema jugu: Bukva kod Viteza, Gomionica kod Busovače, Rakovica, Kasindol i Bistrik kod Sarajeva; gornji dio Lašvanske "serije" sa konglomeratima i laporcima. Debljina oko 1000 m.

STARIJI MIOCEN
Ekvivalent badena: Donji dio Lašvanske "serije"-konglomerati, pješčari i lapori sa faunom mekušaca (Congeria) debljine 600 m; Prelazna serija- lakše trošni laporci sa umecima pješčara i jednim paketom konglomerata u donjem dijelu debljine 600 m.
Ekvivalent karpata i otnanga: Glavna ugljonosna "serija" bazena sa profilom – sedrasti krečnjaci sa florom šumskog lišća (Glyptostrobus, Laurus) i krovinskim ugljenim slojem debljina 70 m; lapori, pješčari i sjajni ugalj glavnog sloja debljina 170 m; pjeskovite gline i lapori sa sedam podinskih slojeva uglja debljine 300 m i sa plodovima vodenog bilja (Carpolithes).

OLIGOMIOCEN
Sjeveroistočni obod bazena: sedrasti i bituminozni krečnjaci sa kopnenim puževima (Helix); crvena "serij"; "pločasti" lapori i krečnjaci sa "košćanskim" ugljenim slojem; bazalni konglomerati.

7.2. Južni Panonski bazen na području Bosne i Hercegovine

Nakon završetka eocenske deformacije Dinarida dolazi do stvaranja Panonske kotline u oligocenu (32-28 miliona godina), započete transpresijom. Na području, sjeverno od izdignutih Dinarida, došao je do izražaja sistem većih SSI-JJI i JJI-SSZ orijentisanih, plitkih do dubokih transtenzijskih udubljenja, u kojima su se nakupljali morski i brakični sedimenti Centralnog Paratetisa. Nastajanje ovih izoliranih bazena kontrolirano je snažnim horizontalnim ("strik-slip") rasjedanjem. Duž ovih rasjeda odvijala se intenzivna vulkanska aktivnost oligocenskih andezita (npr. andeziti područja Maglaja i Srebrenice). Oligocenski sedimenti su s povremenim vulkanitima, kako pokazuju podaci bušenja na naftu, barem djelomično, predstavljali bazu na kojoj je kasnije započela evolucija Panonskog bazena.

Horizontalni ("strike-slip") rasjedi u oligocenu su također bili prisutni unutar uzdignutih Dinarida. To je potaknulo postanak brojnih manjih i većih intramontanskih udubljenja u kojima je nakon snažnih klimatskih promjena tokom neogena, počelo njihovo punjenje, tj. stvaranje slatkovodnih neogenih bazena. Vrlo je vjerojatno da je veliki rasjedni sistem Busovače u oligocenu predisponirao nastanak budućeg Zeničko-sarajevskog neogenog slatkovodnog bazena.

Nakon oligocenske transpresijske deformacije područja sjeveroistočno od uzdignutih Dinarida, geodinamički procesi koji kontroliraju evoluciju Panonske kotline iz temelja su se promijenili. Diapirizam gornjeg omotača i rezultirajuće slabljenje donje kontinentalne kore odrazilo se na površinskim dijelovima rasjedima vezanim uz ekstenzijsko riftovanje koje je nastupilo u otnangu i karpatu (18-17 miliona godina) – Royden i sar. (1983). Ekstenzijska evolucija Južnog Panonskog bazena uglavnom je bila predisponirana sistemom rasjeda Drave i Save nastalim tokom oligocenske transpresije. Kao rezultat proširenja, dolazi do trasngresije mora, a prve faze evolucije Panonskog bazena odvijale su se uglavnom, morskim sredinama vezanim uz riftovanje. Donjo/srednje miocensko punjenje u Panonskm bazenu povezano s rasjedima, bilo je popraćeno sinsedimentnom vulkanskom aktivnošću koja se odvijala tokom karpata i badena. Prva faza evolucije Panonskog bazena povezana s riftovanjem završila je krajem sarmata. Nakon toga slijedi druga evolucijska faza u kojoj se nastavlja s gornjemiocenkim i pliocenskim intenzivnim punjenjem Panonskog bazena u slatkovodnim uslovima.

Snažna kontrakcijska tektonska aktivnost dogodila se na početku pliocena (4-5 miliona godina). Refleksioni seizmički podaci ukazuju na to da su u

južnoj Panoniji jedinice najsjevernijih Dinarida (zona Sava-Vardar) potisnute preko Tise (Tari i Pamić, 1998). O tome svjedoči i činjenica da su gornjokredne formacije sjevernih Dinarida potisnute u susjednu Slavoniju preko neogenih sedimentnih nizova mlađih od panona. Štoviše, strukture nabora i pritisaka unutar "kompleksa" gornje krede na planinama Motajica i Prosara pokazuju očitu sjevernu vergencu za razliku od dominantnih jugozapadnih vergenci karakterističnih za Dinaride u cjelini.

7.2.1.Tuzlanski bazen

U geološkom istraživanju Tuzlanskog bazena učestvovao je veliki broj geologa. Najveći doprinos dali su Katzer (1926), Soklić (1950, 1955, 1959, 1963, 1965, 1970, 1974, 1975, 1977, 1977a, 1977b, 1978, 1982, 1986, 1988, 1994, 2001), Soklić i sar., (1969, 1970, 1980), Miljuš (1963), Kranjec (1965 i 1969), Atanacković (1977), Stevanović (1953, 1958, 1960, 1961, 1966, 1977), Stevanović i sar., (1959), Vrabac (1987, 1990, 1991, 2001, 1995, 1999, 2003, 2004, 2007), Vrabac i sar., (1990, 1997, 2005, 2008, 2008a, 2013, 2015, 2019) Čičić i sar. (1987, 1990, 1990a), Ćorić i sar., (2007, 2009, 2018), Jovanović (1977, 1980), Ferhatbegović (2010) i dr. Geološki stubTuzlanskog bazena prikazana je na sl. 77.

U strukturnom pogledu to je rovsinklinorij koji se proteže između horst-antiklinorija Majevice na sjeveru i Sprečkog dubinskog rasjeda odnosno Ofilitske zone na jugu (Soklić, 1986). U mlađoj gornjoj kredi, paleocenu i eocenu to je područje dio sjevernobosanskog rubnog korita, u oligocenu je izloženo snažnom ubiranju (rupelsko doba odnosno helvetska orogenetska faza), a nakon toga ulazi (svojim istočnim dijelom-do linije Kreka-Tinja) u sklop velikog slatkovodnog jezera koje se održava tokom katova hat, akvitan i postepeno nestaje tokom burdigala (otnang i karpat). Početkom badena ovo područje zahvaćeno je tzv. drugomediteranskom transgresijom tada normalno slanog Paratetisa proširujući se postepeno prema jugu i zapadu u toku srednjeg miocena (badena). Bazen još egzistira i tokom sarmata i panona uz dalje širenje na jug i zapad ali i prema istoku do Drinskog rasjeda. Već u sarmatu bazen je odvojen ostrvima Majevice i Trebovca od Loparskog bazena i Posavine, a istočni dio bazena (Tuzlanski ubrani plato) više nije pod morem, tada već poluslanim (brakičnim) Paratetisom. Taj proces se nastavlja tokom panonskog i naročito pontskog vijeka kad more (već dobro oslađeno) prekriva u međuvremenu formirani Krekanski bazen koji je u vezi sa Posavinom kroz kanale: gračanički, tinjski i hočanski (Soklić, 1963).

Dubokim istražnim bušenjem za naftu (1934–1950) prikupljeni su podaci o sastavu i starosti podloge neogena. Utvrđeni su klasititi i krečnjaci gornje krede (bušotina Tuzla-1), slojevi mastrihtskog–paleocensko-donjoeocenskog fliša (bušotina Požarnica), slojevi srednjeg eocena sa faunom foraminifera, mekušaca i koralja, slojevi gornjeg eocena (kvarcni pješčari i crveni laporci), slojevi slatkovodnog oligomiocena završno sa "slavinovićkim krečnjakom" koji je dobro vidan i ogoljen i u većem dijelu bazena na površini.

Donjem miocenu pripadaju "slavinovićki krečnjaci", "crvena " i "šarena" serija (sl. 77). On se dijeli na dva planetarno priznata kata, akvitan i burdigal, odnosno na područje Centralnog Paratetisa na regiokatove: gornji eger, egenburg, otnang i karpat. Približno, moglo bi se reći, da svaka od tri gore navedene "svite" pripadaju po jednom od navedenih regiokatova. Za "slavinovićke krečnjake" Požarnice karakteristične su pojave pukotina isušivanja suhog jezerskog mulja u kome se tu i tamo zapažaju kalupi slatkovodnih puževa (Soklić, 1963). Debljina slavinovićkih krečnjaka je svega oko 100 m.

Slijedi crvena "serija" koju izgrađuje pretaloženo tropsko tlo doneseno vodama i vjetrom sa pomalo peneplinizirani Dinarida na jugu. Intenzivno je crvene boje zbog izdašnih primjesa Fe-oksida. Neki od slojeva obrazovani (taloženi) su u redukcionoj vodenoj sredini i oni su intenzivno zeleni. Pored navedenih pretežno alevritskih taloga u sklopu crvene serije su i "paketi" slabo vezanog konglomerata u kome prevlađuju valutice od rožnaca i peridotita, ali i drugih više ili manje silikatnih stijena, dok valutice krečnjaka izostaju.

"Šarena serija" je sličnog porijekla materijala, ali ona pripada periodu obnovljene tektonske aktivnosti. Pored materijala iz stijena Ofiolitne zone, ona sadrži valutice krečnjaka sa tintinidima (kalpionela) titon valanga koji su trangresivni na ofiolitima. Osim toga valutice šarene serije su veoma krupne, nekad čitavi blokovi, napr. na Pješevici kod Tojšića. Tada su već aktivni vulkani donjeg Podrinja, pa se bazen zatrpava vulkanskim pepelom donesenim vjetrom, ali i dno samog bazena ne miruje, što se vidi po djelovanju vrelih voda koje po pukotinama stijena talože opal. Od fosila masovno se javljaju kalupi krupnih puževa (melanija), a kod Gornje Tuzle nađeni su i dijelovi skeleta surlaša (Mastodon angustidens) – jedna vilica, dio kljove i jedan kutnjak. Pelitski slojevi šarene serije su nepravilno crvenkasto i zelenkasto mrljavi što je karakteristika muljeva često plavljenih aluviona, tzv. oglejenog tla. Na području Soline crvena serija zajedno sa šarenom ima debljinu oko 300 m.

U donjem badenu dolazi do transgresije normalno slanog mora Centralnog Paratetisa, iz Panonskog bazena. Ukupna debljina sedimenata badena je oko 700 m. U donjem badenu dolazi do taloženja soli.

Taloženja soli u laguni odvijalo se u više ciklusa. Ciklotemi počinju "trakastim laporcima" (pretežno su to dolomikriti) uz koje se nadovezuju i drugi, pretežno hemijski talozi (posebno anhidrit), a završavaju taloženjem kamene soli (Na-hlorida) i tenardita (Na–sulfata). Povremeno se taložio i vulkanski pepeo. Najdeblji je sloj tufita (14 m) iz petog ciklotema poznat pod imenom "kvarcnohalitni pelit". Drugi i četvrti ciklotem su palinološki ispitivani. Neke vrste odgovaraju suptropskoj klimi (mirika, karija), a druge umjereno toploj (naprimjer javori). Međutim, nije dat odgovor sa koje daljine i sa kojeg područja je taj polen mogao da stigne na obale lagune i u nju samu.

Geološki stub u okviru sone formacije detaljno je obrađivao Vrabac i sar., (2008, 2008a). Ležište soli u Tuzlanskom bazenu je nastalo na južnoj margini Centralnog Paratetisa za vrijeme donjeg badena (Vrabac i Ćorić, 2008). Sona formacija je izgrađena od laminiranih i tankslojevitih lapora, tufova, anhidrita i kamene soli. Maksimalna debljina naslaga soli je oko 180 m. Tokom istraživanja bile su prisutne različite interpretacije nastanka sone formacije. Tako, Soklić (1959, 1982), Soklić i sar., (1980), i Kranjec (1969) smatraju da je Sona formacija nastala u gornjem burdigalu ili karpatu u zalivu Centralnog Paratetisa. Suprotno mišljenje imaju Jovanović (1980) i Čičić i Jovanović (1987) koji kažu da je sona formacija nastala u slanom jezeru.

Pronalazak planktonskih forminifera, Globigerina praebulloides BLOW i Globigerina bulloides d' ORBIGNY, u laporcima iz sone formacije (na području Tuzle) ukazuje da je ona marinskog porijekla (Vrabac, 1991). Isti autor je utvrdio i bentoske forme kao što su: Bolivina, Cibicidoides, Anomalinoides, Nonion, Uvigerina i Quinqueloculina i rijetke fragmente ehinoida.

U krovini naslaga soli su klastični sedimenti badena, sarmata i panona. U krovinskim sedimentima su izdvojene zone foraminifera (sl. 77). U donjem badenu su izdvojene dvije zone: 1) starija-*Ammonia viennensis*-*Nonion commune* i 2) mlađa-*Globigerinoides trilobus*-*Orbulina suturalis* (sl. 77).

U srednjem badenu je izdvojena *Pappina parkeri* zona izgrađena od laporaca sa proslojcima pješčara. Debljina ove zone je do 20 m.

U gornjem badenu su izdvojene dvije zone: 1) starija-*Bolivina dilatata maxima* i 2) mlađa- *Ammonia viennensis*. Debljina gornjeg badena je oko 80 m i predstavljen je laporcima, pješčarima i rjeđe slojevima konglomerata.

Sedimenti donjeg sarmata su podijeljeni u tri forminiferske zone: 1) *Anomalinoides dividens*, 2) *Elphidium hauerinum* i 3) *Porosononion granosum* (Vrabac i Đulović, 2015)

Bez ikakvog prekida taloženja, na sonu formaciju, nastavlja se sedimentacija prašinastog lapora sa pokojim tanjim slojem sitnozrnog pješčara

(izdvojeni kao zona Ammonia viennensis, sl.77). Laporci sadrže dosta mikrofaune kako foraminiferske tako i sitnih gastropoda, posebno onih lebdećih (pteropoda), zatim sitnijih formi puževa, školjkaša i nautilida iz roda aturija i pojedinih formi ježinaca (brisopsis). U ovim sedimentima su utvrđene brojne formanifere od kojih dominantno učešće imaju bentoske forme sa *Ammonia viennensis*, zatim *Nonion commune*, *Spirorutilus carinatus* i dr. (Ferhatbegović, 2010).

Na ove sedimente, u gornjem dijelu donjeg badena, talože se tankoslojeviti i slojeviti lapori, pješčari, konglomerati i krečnjaci. U laporima su utvrđeni taksodontni školjkaši *Nucula nucleus* (LINNE) i *Glycimeris pilosus* (LINNE). U ovim sedimentima su određene foraminifere, među kojima su dominantne vrste *Globigerinoides trilobus* i *Orbulina suturalis* (sl. 77).

Gornji baden sadrži krupnije forme sa debelim ljušturama, a i sami klastiti u kojima se fauna nalazi su znatno krupnijeg zrna. Da se za razliku od prethodno opisanih, mahom dubokovodnih, radi o plitkovodnim tvorevinama dokazuje i ne baš rijetka pojava koraljnih kolonija u zapadnom dijelu bazena, na potezu od Lukavca do Gračanice.

Gornji baden je raščlanjen na stariji i mlađi dio. Stariji dio gornjeg badena predstavljen je laminiranim i tankoslojevitim laporima u kojima je izdvojena foraminiferska zona *Bolivina dilatata maxima* i *Bulimina elongata elongata*.

Debljina badena registrovana na bušotinama u Bukinjima je oko 500 m, dok je naredni kat, sarmat, imao debljinu od 300 m (Soklić, 1963). To su sedimenti brakičnog mora. U donjem dijelu to su lapori sa proslojcima pa i "bancima" pješčara i konglomerata i sitnom faunom puževa morenšternija) i školjkaša (abra). Gornji dio sarmata obiluje kalcijskim karbonatom, pa su mekušci debljih ljuštura, krupniji. Za razliku od marinskog badena, brakični sarmat ima faunu sa malim brojem vrsta, ali jako velikim brojem individua (jedinki). To važi i za mikrofaunu (foraminifere, ostrakodi).

Sedimenti donjeg sarmata su na osnovu makrofaune i foraminifera raščlanjeni na stariji i mlađi dio (Vrabac i Đulović 2015). Stariji dio donjeg sarmata čine laminirani i tankoslojeviti laporci sa školjkašem *Abra reflexa* (EICHWALD) na osnovu kog je definisano da ovi sedimenti pripadaju Mohrensternia slojevima. Asocijacija foraminifera nađena u ovim naslagama odgovara zoni *Anomalinoides dividens*. Mlađi dio donjeg sarmata karakterišu laminirani i tankoslojeviti laporci, pješčari i krečnjaci. U laporcima su nađeni mekušci: *Cerastoderma sp*., *Cerastoderma lithopodolicum* (DUBOIS) i *Acteocina lajonkaireana sinzowi* (KOLESNIKOV). Ovi sedimenti pripadaju Ervilia slojevima odnosno zoni *Porosononion granosum* (sl. 77).

Na istim bušotinama kod Bukinja registrovana je i debljina slojeva panona. To su sedimenti kaspibrakičnog Panonskog jezera koje je pokrivalo Krekanski bazen (Sjeverni i Južni sinklinorij stvoreni su naknadno ubiranjem naslaga tog bazena). Panon izgrađuju kvarcni pijesci i pjeskovito-laporovite gline. Karakteristični i najbolje zastupljeni su školjkaši (Congeria, Limnocardium) puževi (Melanopsis) i sitni račići (ostrakodi). Objavljen je veći broj radova o Krekanskom bazenu čije rezultate je detaljno prikazao Stevanović (1977).

Tokom mlađeg panona obrazovano je u Krekanskom bazenu pet ciklotema, od kojih peta samo u dijelu južno od grebena Čaklovice. Ciklotemi su dobili ime po ugljenom sloju sa kojim se završavaju. Svaki od njih počinje ponovnim potapanjem bazena od strane Panonskog jezera uz taloženje laporovitih glina sa gore pomenutom faunom, zatim nastupa dug period taloženja pijeska koji u svom sastavu ima i preko 95% kvarca, zatim minerala i stijena iz Ofiolitne zone. Taj proces taloženja trajao je dok bazen nije zatrpan do nivoa jezera kada nastaje slatkovodna močvara kroz koju teku rječice koje donose sitan šljunak sa obližnjeg kopna. Uskoro zatim teren obraste i pretvara se u visoku močvarnu šumu koja daje materijal za stvaranje uglja. To taloženje lignina i celuloze traje sve dok jezero ponovo ne prodre u bazen, što je posljedica naglog spuštanja bazenskog dna, ili, kad je Krekanki bazen u pitanju, probijanjem brane koja je bazen odvajala od otvorenog Panonskog jezera. Ukupna debljina mlađeg panona istaloženog u Krekanskom bazenu iznosi danas oko 600 m.

Tonjenje bazenskog dna nastavljeno je i nakon panona. Središnji dijelovi Sjevernog sinklinorijuma spušteni su za daljih 400 m, a barem toliko je spušteno i dno Sprečkog polja, što su pokazale bušotine kod Miljevaca (Tc-14 i 15), (Soklić, 1977). Presječene naslage pripadaju pliopleistocenskoj oglejenoj sviti, analognoj onoj u Posavini. U tim bušotinama tek u malim intervalima nalazimo neoglejene gline sa fosilima. To su barski školjkaši (Pisidium), slatkovodni puževi (Planorbis, Neritina, Valvata), suvozemni puževi (Clausilia, Helix, Nondrula), ostrakodi (Candona). Pronađen polenov prah pripadao je predstavnicima naših današnjih šuma (bor, smrča, joha, brijest, lješnjak, breza), ali i nekog danas za nas stranog drveća crnogorice (Cedar, Keteleeria, Tsuga) i bjelogorice (Caria, Pterocarya). Sprečko polje je tonulo kroz čitav kvartar, dok su istodobno izdizani njegovi obodi. Kako su rasle planine, Majevica na sjeveru te Javornik i Djedinska planina na jugu, možemo se uvjeriti po terasama (napuštenim aluvijalnim ravnima) Spreče i njenih pritoka. Stare terase rijeke Jale i Soline očuvane su i u Tuzli, napr. ona

starija pleistocenska na kojoj je bolnica na Gradini, i druga mlađa, u kojoj se mogu naći artefakti sojeničara-starih stanovnika Tuzle (holocenska terasa).

U centralnom dijelu bazena smješten je grad Tuzla koji se u u srednjem vijeku zvao Soli. To ime je dobilo po slanim izvorima oko Donje i Gornje Tuzle (Glušac, 1923). Po nekim podacima postoji vjerovatnoća da se tu so dobijala još u prehistorijsko doba. Brojni spomenici iz srednjeg vijeka nam govore da je taj kraj bio u to doba prilično naseljen. Ima podataka o crkvama kao što je Sv. Marije na Gradovrhu poviše Tuzle. Turci su došli u ovaj kraj oko 1521 i od tog vremena spominju se dvije Tuzle (Donja i Gornja). Iz turskog perioda najstarija vijest o dobivanju soli je iz 1572, kada je Turali-beg na osnovu jednog sultanovog poklona došao do četvrtine prihoda od soli. U Tuzli je sjedio carski povjerenik (emin), koji je vršio kontrolu nad slanim izvorima i od prihoda isplaćivao službenike.

Najljepši opis dobijanja soli u stara vremena dao je Splićanin Atanasije Georgiceo. "On piše kako se finija so varila u tepsijama. Krupnija so dobivala se u velikim, do dva boja (uzrasta) dubokim jamama. Na sredini tih jama napravila bi se golema lomača od drveta u obliku piramida. Kad bi se lomača ražarila, polijevali bi je slanom vodom. Na vrelim zidovima jame i na raspaljenom granju brzo bi se isparila voda, a osušena so lijepila bi se uz njih. Slana voda lijevala se sve dok ne ponestane žara, pa bi se na dnu jame sakupljala osušena so u velikim grumenima. Istina, so sadržavaše ugljena i pepela, koji je činiše mrkosivom, ali je ona služila za potrebe stoke, koja ju je rado lizala. Postojao je i drugi, također zanimljiv postupak za proizvodnju soli. Od gusto spletenog granja pravljena je neka vrsta velikih sita, postavljenih jedno ispod drugoga, na koja bi se polahko lijevala slana voda. Na granju bi ostala nataložena so". U to doba turski činovnici prodavali su slanu vodu mjesnom stanovništvu, koje je iskuhavanjem dobivalo so. Tako se u ovom kraju stvorilo i posebno zanimanje. Pored bunara postojalo je nekoliko izvora slane vode.

Deb (m)	starost		Litostratigrafija	Opis	Paleookoliš
100	Gornji miocen	Mlađi panon	Ugljeni bazen Kreka	-Drugi krovni ugljeni sloj -Pjeskovite gline -Prvi krovni ugljeni sloj	Jezersko-močvarni -kaspibrakični
320				-Pijesci, pjeskovite gline -Glavni ugljeni sloj -Pjeskovite gline i pijesci -Podina ugljenih slojeva i podinski ugljeni sloj	
450		Stariji panon	Kongeria slojevi	Pješčari, lapori	Jezerska-kaspibrakična
80	Srednji miocen	Donji sarmat	Ervilia slojevi –Porosonion granosum	Pješčari, lapori, konglomerati, glinoviti krečnjaci	Marinski-brakični
120		Donji sarmat 11,6 miliona godina	Risoa slojevi – Anomalonoides dividens zona	Lapori, pješčari, konglomerati sa ostrakodama, gastropodima, foraminiferama, moluskama: Abra (Syndosmya) reflexa (EICHWALD) i Ervilia dissita (EICHWALD).	Marinski-brakični
30		Gorni baden	Ammonia viennensis	Laminirani lapori, pješčari i rjeđe konglomerati	Marinski-brakični
80		Gornji baden	Bulimina dilatata max. i Bulimina elongata zona	Laminirani lapori, pješčari i rjeđe konglomerati	Marinski-brakični
20		Srednji baden	Papina markeri	Lapori i pješčari	Marinski-normalno slani
200		Donji baden	Globigerineoides trilobus i Orbulina suturalis zona	Lapori, pješčari, konglomerti, sa forminiferama, ostrakodima, fragmentima školjkaša, gastropoda i fragmentima bodlji ehinida.	Marinski-normalno slani
90		Donji baden	Amonnia viennensis, Nonion commune zona	Masivni, tamnosivi lapori sa moluskama: Aporrhais dactylifera (BOETTGER) i Tellina sp.	Marinski-normalno slani
300		Donji baden 16 mliona godina	Sona formacija	Kamena so, trakasti lapori, anhidrit, gips, dolomikriti	Marinsk-lagunski
200	Donji miocen	Ekvivalent otnanga i karpata	Šarena serija	Lapori, konglomerati, pješčari, gline, tuf	Jezersi-slatkovodni
200		Ekvivalent egenburga	Crvena serija	Laporci, pješčari, konglomerati, gline	Jezersi-slatkovodni
100		Ekvivalent egeriana	Slavinovići krečnjaci	Slojeviti krečnjaci	Jezersi-slatkovodni
>700	Oligomiocen			Konglomerati, pješčari, lapori, laporoviti krečnjaci, gline	Fluvijalni-jezerski

Slika 77. Geološki stub Tuzlanskog bazena-bez razmjere (poslije Soklić, 1957,1963; Jovanović, 1977; Čičić i sar. 1990; Vrabac, 1999, Vrabac, i sar., 2008, 2013; Vrabac i Đulović, 2015; Ferhatbegović, 2010).

Stratigrafski stub Tuzlanskog bazena

U Tuzlanskom bazenu su izdvojene stratigrafske jedinice od oligomiocena do pliopleistocena.

OLIGOMIOCEN

Požarnička naftonosna serija po debljini i sastavu identična podini slavinovićkih krečnjaka profila Gnjice.

DONJI MIOCEN (ekvivalen egeru, egenburgu, otnangu i karpatu))

Šarena serija (ekvivalent otnangai karpata) – oglejeni glinoviti slojevi, pješčari i konglomerati slatkovodnog porijekla i terestrički sa puževima (Melania), sisarima (Mastodon angustidens) i vulkanskim tufom.
Crvena serija (egenburg) – laporci, pješčari, konglomerati, gline
Slavinovićki krečnjaci slatkovodni razvoj (eger)

SREDNJI MIOCEN (BADEN, SARMAT)

Sarmat – sedimenti sarmatskog brakičnog mora sa profilom: kalcitične gline; oolitni i školjčani krečnjak; laporci i pješčari; lapori sa proslojcima i bancima pješčara i konglomerata. Fauna mekušaca (Mohrensternia, Donax, Irus), puževa (Cerithida), foraminifera (Elphidium) ostrakoda, lišćem suptropskog drveća i dr.

Baden – Laporci i pješčari sa foraminiferama (Globigerinoides, Orbulina, Bolivina, Streblus), mekušcima (Pteropoda, Corbula, Aporrhais, Aturia), koraljima (Balanophyllia, Ceratotrochus, Heliastreae, Porites) i ježincima (Brissopsis), debljine 500 m
Solna formacija sa više ciklotema koji imaju profil ozgo prema dolje: kamena so; tenardit; anhidrit; trakasti laporac (dolomikrit), a izvan tog rasporeda, pretežno uz laporac je vulkanski tuf.

GORNJI MIOCEN (PANON)

Mlađi panon – Kaspibrakično-limnički ciklotemi debljine 600 m koji imaju profil: sloj lignita; sitni riječni šljinak; čisti jezerski kvarcni pijesak; zaglinjen pijesak; laporovita glina sa puževima, školjkašima (Limnocardium, Dreissenomya, Prosodacna), ostrakodima i florom listova i polena suptropskog drveća Taxodium, Glyptostrobus, Laurus, Persea, Plattanus i Ilex u ciklotemu glavnog sloja.

Stariji panon – Kaspibrakično-limnički ciklotemi sa školjkašima (Limnocardium, Parvidacna), puževima (Melanopsis), ostrakodima i dr. (debljine 200 m).

PLIOPLEISTOCEN

Miljanovci u Sprečkom polju: oglejeni aluvioni potoline (400 m) sa fosilima u neoglejenim vapnenim glinama i to školjkaši (Pisidium), puževi (Planorbis, Neritina, Valvata, Helix, Clausilia, Chondrula), ostrakodi (Candona) i polen šumskog drveća (Carya, Pterocarya, Cedrus, Keteleeria, Tsuga)

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: ugalj, kvarcni pijesak, gline, nafta i so

7.2.2. Posavski bazen u širem smislu

Posavski bazen u širem smislu obuhvata prostor sjeverno od Majevice pa preko Dervente i Prnjavora do Kozare i Prosare.

Na području sjeverozapadne Majevice izdvojeni su marinski sediment badena i brakični sedimenti sarmata. Badenski sediment leže trangresivno preko slatkovodnih sedimenata oligomiocena i flišnih sedimenata eocena (Đulović, 2008). Sedimentacija u badenu počinje sitnozrnim pjeskovitim i kalcitičnim glinama u kojima su utvrđene velike foraminifere vrste Planostegina gigantеoformis. Pored njih utvrđene su globigerine, orbuline, *Ammonia viennensis*, *Nonion commune* i dr. Direktno preko klastita slijede masivni i "bankoviti" litotamnijski krečnjaci sa brojnom faunom mekušaca: *Pycnodonte cochlear navicularis*, *Ostrea lamellosa* BROCCHI, *Pecten besseri* i dr.

Trangresvino preko litotamnijskih krečnjaka istaloženi su sedimenti donjeg sarmata. Sedimentacija počinje bazalnim konglomeratima debljine nekoliko metara. U njima su utvrđeni kalupi lamelibranhiata i gastropoda. Utvrđene su formanifere *Elphidium sp*. i *Sinzowella sp*. kao i osrakode. Preko ovih bazalnih sedimenata slijede "bankoviti" i slojeviti pjeskoviti i glinoviti krečnjaci donjeg sarmata (Đulović, 2008). U ovim krečnjacima su utvđeni sljedeći makrofosili: *Mactra eichwaldi* LASKAREV, *Irus gregarius dissitus* EICHWALD, *Cardium latisulcum* MOONSTER, *Pirenella sp.* i dr. (Soklić i Vrabac, 1995). Korelacija sarmatskh sedimenata prikazana je na sl. 77.

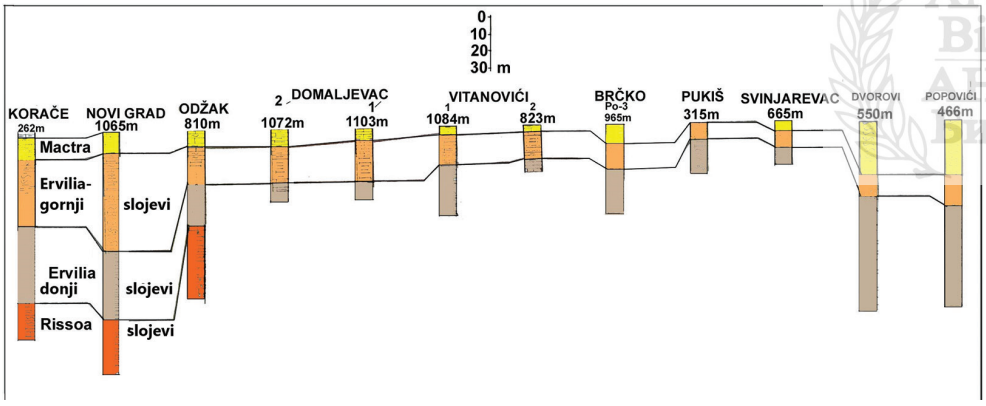
Na području planina Kozare i Prosare utvrđeni su badenski marinski sedimenti predstavljeni krečnjacima, laporcima, pješčarima, pjeskovitim glinama, glinovitim pjescima i laporcima. "Leže" konkordantno preko donjomiocenskih jezerskih sedimenata. U sedimentima badena utvrđeni su makrofosili:

Arca turonica, *Corbula gibba*, *Venus multillamela*, *Ostrea digitalina*, a od mikrofosila *Spiroplectamina carinata*, *Rotalia beccarii* i *Amphistegina lesconi*. U krečnjacima je utvrđen *Lithothamnium*, *Pecten latissimus*, *Ostrea lamellosa* i dr. (Jovanović i Magaš, 1980; Šparica i sar., 1983)

U prostoru između Kozare i Prosare izdvojeni su sarmatski brakični sedimenti sa fosilnom zajednicom: *Cardium vindobonense*, *Pirenella picta*, *Cerithium rubiginosum*, *Ervilia disstita* i dr. (Šparica i sar., 1983).

Pojas sarmatskih naslaga može se pratiti uz južni obod Panonskog bazena, te oko ostrvskih planina (Prosara i Motajica) te oko bivšeg poluostrva (Vučjak). Velike površine pokriva sarmat u Dubičkom i Prnjavorskom bazenu te u okolini Dervente.

U dijelovima Posavskog bazena, koji su dublje spušteni, i danas prekriveni kvartarom, naslage badena, sarmata, panona i ponta te postpanona poznajemo samo iz bušotina (sl. 78). Jedan takav primjer je Šamačko-oraška depresija koja se nalazi u južnom dijelu Panonskog basena. To je prostor nadmorske visine oko 100 m, koji je izgrađen od tercijarnih sedimenata debljine preko 2500 m koji zahavata površnu od oko 500 km^2.



Slika 78. Korelacija profila sarmata iz bušotina u Bosanskoj Posavini i Semberiji (Soklić, 1971).

Šamačko-oraška depresija ima dva odvojena strukturna minimuma: bušenjem i seizmičkim ispitivanjem evidentirana je maksimalna debljina tericijarnih sedimenata oko 3800 m sjeverozapadno od Šamca i oko 3600 m jugoistočno od Orašja. Između ova dva strukturna minimuma izvedene su dvije bušotine Brvnik-1 (Br-1) dubine 3913 m i Obudovac-1 (Ob-1) dubine 3296 m. Pronađene su pojave nafte i gasa ispod dubine 2300–2400 m, u krednim, eocenskim i oligocenskim slojevima.

Tercijarni stratigrafski stub Šamačko-oraške depresije predstavljen je eocenskim, oligocenskim oligomiocenskim (egerian-egenburgian), badenskim, sarmatskim, panonskim i pliocenskim sedimentima koji su prekriveni kvartarnim naslagama. Bušenjem je utvrđena pretercijarna baza predstavljena mezozojskim sedimentima.

Prema podacima istražnog bušenja i strukturnih karata (koje je uradio ECL-Exploration Consults Limited) po bazi paleogena, shematski stratigrafski stub područja Šamačko-oraške depresije prikazan je na sl. 79.

Na osnovu karakteristika oligocenskih i donjomiocenskih sedimenata koji su utvrđeni u bušotinama Ob-1 i Br-1 (Mojičević i sar., 1986 i u svojim zaključcima dao ECL (1990) može se reći sljedeće:

– Oligoceni sedimenti, uglavnom su pronađeni u intervalima od 2250 do 2500 m (Brvnik-1). Oni predstavljaju kontinentalne klastite (pješčari i šejlovi). Slični depozicioni uslovi postojali su i u donjem miocenu. Poseban naftnogeološki značaj imaju oligomiocenski sedimenti. Litološki to su tamnosivi do crni glinci, alevroliti, alevrolitični pješčari i pješčari. Prosječni sadržaj organske materije je 0,60%.
– Analize indiciraju žuti sapropelski kerogen kao dominantan što ukazuje na anoksični paleookoliš. Mogu se često vidjeti makro i mikrolamine sa visokim sadržajem organske materije. Udio kerogena iz uglja je ispod 30%.
– Karakter organskih facija indicira jezerski okoliš koji je bio dominantan na kraju oligocena, u njima su utvrđene i pojave nafte.

Donjomiocenski sedimenti također se karakterišu visokim sadržajem organske materije. Ovi donjemiocenski sedimenti sadrže fragmente uglja i dijagenetski plin.

Navedeni regiokatovi predstavljaju ujedno i velike sedimentacione ciklluse koji nastupaju transgresijom, a završavaju regresijom mora i izvjesnim orogenetskim pokretima (orogenetskim fazama).

Na jugu Panonskog bazena registrovane su ove faze: starija štajerska (otnang/karpat), mlađa štajerska (donji baden/gornji baden), moldavska (baden/sarmat), predatička (sarmat/donji panon), atička (donji panon/gornji panon), rodanska (gornji panon/donji pont), slavonska (donji/srednji paludinski slojevi), vlaška (vrh pliocena) i istočno-kavkaska (u mindel/riskom interglacijalu).

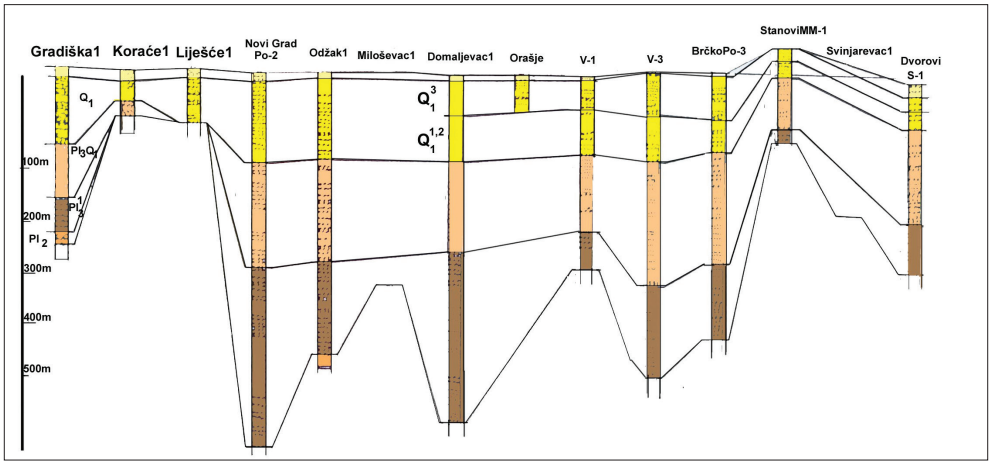
Kako baden, tako i sarmat i panon dostižu u pravilu najveće rasprostranjenje pred krajeve ovih doba, što se tumači pojavom prelivne sedimentacije.

Nakon povlačenja Panonskog kaspibrakičnog jezera, vodene akumulacije u preostalim bazenima pretvaraju se u slatkovodne. Ti bazeni, usljed izdizanja

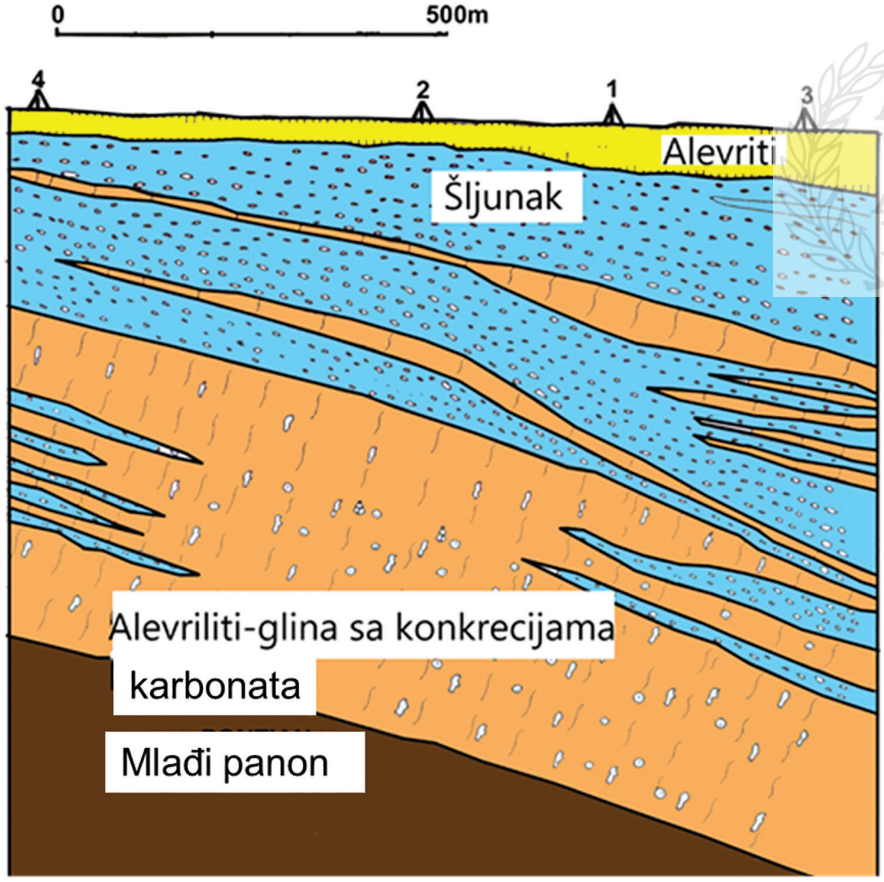
Hronostratigrafske jedinice				Starost –u milionima godina	Opis	Okoliš sedimentacije	Maksimalna debljina i relativna dubina (m)
Q	pleistocen			1,8	pijesak, šljunak. glina	kontinentalni	200 200
Neogen	pliocen		ekv. romana	1,8	glina, pijesak	jezerski	400 600
			ekv. daka	2,0			
	Gornji miocen	lađi panon	gornji	1,5	pijesak, šljunajk, laporci	jezerski	600 1200
			donji	1,9			
		stariji panon		2,5	laporci, glinci	brakični	200 1400
	Srednji miocen	sarmat		1,5			
		baden		3,4	krečnjaci, glinci, pješčari	marinski	300 1800
	Donji miocen	ekvivalent karpata		0,8	glinci, gline, pješčari	kontinentalni	600 2400
		ekvivalent otnanga		1,1			
		ekvivalent egenburga		2,2			
PALEOGEN	Oligocen	ekvivalent egera		13,2	pješčari, šejlovi	kontinentalni-jezerski	600 3000
	Eocen			21,1	glinci, pješčari, gline	marinski	800 3800

Slika 79. Shematski geološki stub Šamačko-oraške depresije (Ercegovac, i sar., 2000).

Dinarida, budu stalno zatrpavani novim materijalom premda njihovo dno i dalje tone. Oni su pretvoreni u aluvijalne ravnice koje su u kišnim periodima pod vodom, a u sušnim izložene suncu. Pored šljunka najveći dio profila postpanona zauzimaju prašinaste gline (ilovine) mahom intenzivno obojene od željeznih oksida, sad modrozeleno, sad crvenkastosmeđe, u ovisnosti da li su zatrpane u redukcionoj ili oksidacionoj sredini. Takav tip tla pedolozi nazivaju "glej". Strukturnim bušenjem južno od Brčkog utvrđena je debljina takvih naslaga od 200 m. Taj novi straton dobio je ime "južnopanonska oglejena svita", jer je utvrđeno da se ona javlja na širem području Panonskog bazena. Obzirom na položaj ove "svite" između mlađeg panona u podlozi i gornjeg pleistocena "druge" terase u pokrovu, može se reći da je ona pliopleistocenske starosti, tj. da zauzima položaj daka, romana i donjeg dijela pleistocena, što približno odgovara položaju "paludinskih slojeva "Slavonije Sl. 80 i 81.



Slika 80. Postpanonski sediment Panonskog bazena (prema podacima naftnih bušotina, Soklić, 1972).



Slika 81. Geološki profil pleistocenskih naslaga Korače kod Broda (Soklić, 1977)

Gornji pleistocen istraživan je u Glavičicama kod Branjeva na Drini (južno od mjesta Janja), gdje je otkriven profil u debljini od 20 m. To bi mogao da bude tipski profil za drugu sembersko-posavsku terasu koja se od Branjeva proteže na zapad prislonjena na krajnje ogranke Majevice i Trebovca u pojasu širine od 10 do 15 km. U Glavičicama vidi se izmjena glinovito-laorovitih slojeva sa slatkovodnim gastropodima i prašinastih slojeva stepe sa kopnenim puževima. Najveću površinu druga terasa zauzima na području između donjih tokova Tinje i Gnjice, gdje seže do samog korita Save koja potkopava njene naslage. Očuvanost terase ukazuje da se tektonski blok na kome ona "leži" epirogeno izdiže, što nije bio slučaj u starijem pleistocenu, kao što pokazuje već pomenuti profil "južnopanonske oglejene svite" južno od Brčkog. Sasvim drugi režim ima danas tektonski blok dijela Posavine južno od Bosanskog Šamca. Tamo nema na površini pleistocena, niti starijeg holocena. Očito je da blok tone i po krivudavim koritima rijeka Tolise i Briježnice.

Područje Posavskog bazena je posebno interesantno za istraživanje nafte. U tom smislu istraživači su izdvojili tzv. "gornju strukturnu etažu" koja obuhvata sedimente oligocena i donjeg miocena. To su pretežno klastični sedimenti koji zauzimaju znatno prostranstvo Posavskog bazena.

Ekonomski interesantni prirodni mineralni resursi za istraživanje i eksploataciju su: nafta, termalna voda, gline i šljunkovi,

ANU BiH АНУ БиХ

Stratigrafski stub Posavskog bazena u širem smislu

U ovom dijelu Bosne i Hercegovine izdvojeni su sedimenti počev od oligomiocena do pleistocena.

OLIGOMIOCEN (HAT, AKVITAN, DONJI BURDIGAL)

Brvnik kod šamca: nafta u bušotini na 2300 m.
Dvorovi kod Bijeljine: uljni glinci sa pratećim stijenama na dubini 845–1050 m.

STARIJI MIOCEN (OTNANG, KARPAT, BADEN, SARMAT)

Ekvivalent otnanga: pješčari i laporci sa starijim kongerijama.
Ekvivalent karpata: lapori i pješčari sa slatkovodnim mekušcima,
Baden: lapori i pješčari sa foraminiferama (Orbulina, Spiroplectammina, Bolivina), puževima, školjkašima (Amussium, Chlamys); sprudni krečnjak sa školjkašima (Chlamys, Glycimeris), puževima (Cerithiida),

ježincima (Echinolampas, Clypeaster) i foraminiferama (Amphistegina), algama (Lithothamnium).
Sarmat: sedimenti sarmatskog brakičnog mora (ozgo prema dolje) sprudni, oolitični i pjeskoviti krečnjaci; pjeskoviti lapori; lapor često bituminozan sa školjkašima (Abra, Ervilia, Mactra), ostacima puževa foraminifera i ostrakoda debljine 170 m.

GORNJI MIOCEN (PANON)
Iz izdanaka po obodima i jezgra bušotina.
Mlađi p a n o n: kaspibrakični i limnički sedimenti sa školjkašima (Dreissena, Paradacna) i puževima (Valenciennius) ukupne debljine 200–300 m.
Stariji p a n o n; sedimenti kaspibrakičnog jezera sa školjkašima, puževima (Radix, Provalenciennesia, Orygoceras) i ostrakodima, debljine 100 m.

PLIOPLEISTOCEN
Dak, roman, donji i srednji pleistocen
Stanovi južno od Brčkog-ogeljeni aluvioni potoline (200–650 m).

PLEISTOCEN (STARIJI KVARTAR)
Mlađi virm – Glavičice kod Branjeva na Drini: alevrit sa gastropodnom faunom stepe; kalcitična glina sa puževima i školjkašima; riječni šljunak, ukupna debljina 20 m.

7.3. Bazen Banovići

Bazen Banovići je izolirani bazen nastao uz sjeveroistočni rub Dinarida, nakon gornjoeocene – donjooligocene tektonske faze (Tari i Pamić, 1998). Podinu bazenskih sedimenata čine stijene Ofiolitne zone Dinarida: peridotiti, serpentiniti, doleriti i amfiboliti (Sunarić-Pamić i sar., 1971; Pamić i sar., 1973; Čičić i sar.,1990a). U zapadnom dijelu bazena su izdvojene transgresivne formacije u Ofiolitnoj zoni Dinarida: 1) gornjojurski-donjokredni krečnjaci (Vijenac) i 2) klastični sedimenti Pogarske formacije donjokredne starosti.

Banovićki ugljeni bazen obuhvata tri revira basena: Seona na zapadu, centralni revir – Banovići i Đurđevik na istoku. Svi ovi reviri su izvorno bili dio istog bazena (Glišić i sar., 1976). Pored ovih dijelova basena postoje manji ugljonosni dijelovi basena (Željova i Bašigovaci). Ugalj Banovićkog bazena po stepenu metamorfizma pripada tvrdim mrkim ugljevima, sa prelazom ka kamenom uglju.

Bazen Banovići je nastao u Oligocenu kao odgovor na dekstralna transpresivna kretanja duž Save, Drave, Busovačke rasjedne zone i Vrbaskog rasjeda (Hrvatović, 2006). Početak sedimentacije u bazenu Banovići je gornji oligocen što je određeno na osnovu biosratigrafskih i magentostratigrafskih ispitivanja te ispitivanja malih sisara (De Leeuw i sar., 2011a).

Oligomiocenski sedimenti leže diskordantno preko stijena Ofiolitne zone (sl. 82). Ovi sedimenti započinju serijom konglomerata, pijesaka i lapora nakon čega slijedi tanki sloj uglja. Preko ovog ugljenog sloja dolaze pjeskoviti krečnjaci s puževima, zatim slijedi interval zelenkastih glina i lapori sa proslojcima uglja a na vrhu je glavni ugljeni sloj.

Ugalj u centralnom dijelu bazena (Banovići) se javlja u vidu jednog, glavnog sloja, koji je jasno odvojen od podinskih i krovinskih sedimenata. Neposrednu podinu ugljenog sloja predstavljaju zelene gline, a u centralnim dijelovima, sive, škriljave i masne gline. Niži dijelovi ugljenog sloja su dosta onečišćeni, laporoviti, dok naviše prelaze u čist i kompaktan ugalj. Granica između glavnog ugljenog sloja i krovinskih sedimenata je uvijek oštra. Debljina glavnog ugljenog sloja je 10-25 m, a prosječna je 18 m. Dubina zalijeganja dostiže 550 m. Unutar sloja se sreću manji proslojci jalovine, naročito u podinskom dijelu ugljenog sloja.

Neposrednu krovinu redovno čini "banak" čvrstih, jako fosilonosnih krečnjaka pjeskovitog habitusa, poroznih, debljine oko 2,5-3,0 m (koji rudari zovu »tvrda plata«). Kontinuirano preko zone glavnog ugljenog sloja leži zona povlatnih laporaca. U stubu dominiraju "pločasti" i uslojeni lapori sive i sivobjele boje. Debljina ovih lapora je preko 300 m u centralnim dijelovima bazena dok se prema periferiji smanjuje na oko 200 m debljine (Glišić i sar., 1976).

U sjevernom dijelu Banovićkog bazena (Grivica u istočnoj Turiji i području Tulovića), u višim dijelovima krovinskih laporaca utvrđeno je postojanje mlađeg krovinskog ugljenog sloja, na oko 320m iznad glavnog ugljenog sloja. Ovaj ugljeni sloj razvijen je samo lokalno i izrazito je raslojen laporovitim proslojcima. Debljina ovog sloja je različita, obično oko 1 m i nema ekonomsku vrijednost.

Deb (m)	Starost	Litologija	Opis	Fosili
10-20	Pl		Pjeskovite gline, konglomerati i pješčari	
200-550	M1		-Lapori i pjeskoviti krečnjaci -Krovinski ugljeni sloj debljine 1 m -Silifikovani lapori, laporoviti krečnjaci i lapori -Pjeskoviti krečnjaci	-biljni ostaci (Glyptostrobus sp.) -mekušaci (Velutinopsis sp., Pisidium sp.) i ostrakodi (Candona sp.) -Helicidae, Planorbis sp., Bythinella sp., Unio sp., Pisidium sp.
12-25	M_1		Glavni ugljeni sloj	-Hemicyon sp., (Vrabac i sar., 2005), -Mali sisari -24 miliona godina i magnetostratigrafija 24-23,2 miliona godina (De Leeuw i sar., 2011)
50-100	Ol,M		-Konglomerati i pijesci, glinoviti pijeci, krečnjaci, lapori, ugalj i gline	
			Jurske ofiolitne formacije	

Slika 82. Šematski geološki stub bazena Banovići
(poslije Glišić i sar., 1964, 1976; Vrabac i sar., 2005; De Leeuw i sar., 2011a)

ANU BiH АНУ БиХ

Revir Seona

Mrki ugalj na području Seone predstavlja izolovani segment banovićkog ugljenosnog bazena i nalazi se na oko 18 km zapadno od Banovića, u slivu rijeke Seone.

U području Seone razvijena su dva sloja mrkog ugalja (glavni i krovinski). Glavni ugljeni sloj je sličan glavnom ugljenom sloju u centralnom banovićkom dijelu bazena, a odlikuje se postojanom debljinom i kvalitetom. Debljina glavnog ugljenog sloja je 3–19.5 m, a prosječna debljina je 9,36 m. Podinu ovog ugljenog sloja čine pjeskovite gline, zelenkaste serpentinske gline i sporadično lapori. Ovi sedimenati leže preko formacija Ofiolitne zone. Krovina glavnog ugljenog sloja je izgrađena od laporovitih stijena debljine od 80–180 m.

Krovinski ugljeni sloj nalazi se na 80–130 m iznad glavnog ugljenog sloja. Ovaj ugljeni sloj je debljine od 2 do 15 m. Njegovu krovinu čine lapori, sa više glinovite komponente.

Revir Đurđevik

Revir Đurđevik nalazi se na istočnom dijelu Banovićkog ugljonosnog bazena. U Đurđeviku, ugalj se javlja u vidu jednog, glavnog sloja, koji je jasno odvojen od podinskih i krovinskih sedimenata. Debljina ovog sloja je 12–25 m. Na cijelom prostoru ovog dijela Banovićkog bazena razvijen je glavni ugljeni sloj sa različitom dubinom zalijeganja. Dubina zalijeganja ugljenog sloja dostiže do 450 m. Na sjevernom obodu dubina zalijeganja ugljenog sloja je manja i u tim područjima se vrši površinska eksploatacija, a u dubljim dijelovima jamska. Unutar sloja se sreće nekoliko proslojaka jalovine koji ne prelaze debljinu od 40 cm.

Podinsku "seriju" ugljenog sloja gradi više litoloških varijeteta koji se međusobno smjenjuju, a čine ih: konglomerati, pješčari, gline, kalcitične-pjeskovite gline i ugljevite gline. Najčešće ugljeni sloj leži na grudvastim kalcitično – pjeskovitim glinama koje prelaze u slojeviti ugalj.
Krovinu čini debela "serija" lapora debljine mjestimično do 40 m. Debljina laporovite "serije" u ovom dijelu basena iznosi 240–300 m.

7.4. Bazen Ugljevik

Bazen Ugljevik je smješten na sjeveroistočnom obodu planine Majevice, u Savsko-vardarskoj zoni naborno-navlačnog pojasa Dinarida. U bazenu se nalaze značajne rezerve uglja koji se danas eksploatiše. Podinu ugljnonosnih sedimenata izgrađuju eocenski pješčari, krečnjaci, lapori, glinci i oligoceni konglomerati, pješčari, lapori i glinci (sl.83).

U ugljonosnim naslagama Čičić (1964) je prepoznao sljedeće članove: najniža serija sedimenata, glavni ugljeni sloj i gornji član (ugljevito-laporovita "serija").

Najniži član izgrađuju zeleni i crveni pelitski sediment, peliti i konglomerati sa proslojcima zelenkastih grudvastih krečnjaka. Glavni ugljeni sloj, prosječne debljine 30 m, sadrži proslojke i sočiva koji čine oko 15% ukupne debljine ugljenog sloja. U glavnom ugljenom sloju su pronađeni slijedeći fosili: Antracotherium minus i Monocolpollenites monoparvus.

Gornji član ugljenih naslaga je izgrađen od pelitskih sedimenata sa brojnim tankim slojevima uglja od koji se prvi eksploatiše. U ovim pelitskim sedimentima su pronađene kosti velikih riba (veličine do nekoliko decimetara).

Između glavnog i krovinskog sloja nalaze se pojave bentonitskih glina. U podini bentonita se nalaze dekametarski slojevi bioklasta charophyita ili limnoidnih krečnjaka. Preko ovog prvog krovnog ugljenog sloja dolazi crveni

terigeni sedimenti predstavljen glinovitim šljunkom. Iznad ovih crvenih slojeva slijede sivi jezerski peliti sa čestim centimetarskim proslojcima laporovitih sedimenata, dok nekoliko "horizonata" sadrže unionidae. Na vrhu dolaze peliti sa ostrakodama (Amplocypris) i moluskama (Pisidium, Planorbis). Naviše, ovi peliti su laminirani sa centimetarskim proslojcima dolomikrita koji sadrže Clivunelliddae i Congerie (Kochansky i Slišković, 1972, 1978). Ukupna debljina ovih naslaga je oko 350 m.

U ugljonosnim naslagama, Vrabac i sar. (1995), su izdvojili 8 članova: 1) podina ugljenog sloja (zelene gline), 2) glavni ugljeni sloj, 3) sivi laporci, 4) organogeni sediment lumakela s brojnim ljuskama mekušaca, 5) prvi krovni ugljeni sloj, 6) zelene tufitične gline, 7) drugi krovni ugljeni sloj i 8) sive gline.

Starost glavnog ugljenog sloja je utvrđena kao gornji oligocen, na osnovu ostataka sisara Anthracotherium minus CUVIER (Laskarev, 1925) i Cadurcotherium rakoveci (Malez & Thenius, 1985).

Na području Ugljevika, preko oligocenih i donjomiocenskih sedimenata transgresivno "leže" sedimenti badena i sarmata (Pezelj i sar., 2013; Mandić i sar., 2019). Na osnovu sedimentoloških i biostratigrafskih ispitivanja u badenu su izdvojena dva nivoa: donji i srednji baden (Vrabac, 1989, 1999). Rundić i sar., (2000) su na osnovu mikropaleontoloških analiza i prethodnih stratigrafskih israživanja badenske sedimente podijelili na tri dijela: 1) donji baden, 2) srednji baden i 3) gornji baden.

U donjem badenu su izdvojene dvije zone: 1) starija, Ammonia viennensis-Nonion commune i 2) mlađa, Trilobatus (= Globigerinoides) trilobus-Orbulina suturalis zona (Vrabac i sar., 2011). Srednji baden je predstavljen sa Spirorutilus zonom (Pezelj i sar., 2013)

U gornjem badenu (Vrabac i sar., 2015) su izdvojene dvije zone: Bolivina dilatata maxima i Ammonia viennensis. U laminiranim laporima gornjeg badena pronađeni su tanki slojevi tufa. Ovi gornjobadenski sediment se odlikuju sa brojnim spikulama spongija.

Debljina badenskih sedimenata je oko 100 m.

Transgresivno preko badena slijede sarmatski sedimenti. Bazalni sedimenti saramata, debljine 2-40 cm) su predstavljeni pješčarima sa fragmentima uglja (Vrabac i Mihajlović, 1990, Vrabac i sar., 2015).

Deb (m)	Starost		Opis	Fosili	Okoliš sedimentacije
50	M_2^2	Sarmat	Bazalni pješčari, laporci i krečnjaci	Abra, Ervilia, Cerastoderma, Sarmatimactra, Granulolabium, Foraminifere, itd.	Paratetis (snižen salinitet-brahihalini
200	M_2^1	Baden	-Laminirani lapori, tuf i krečnjaci -bazalni konglomeratični pješčari	Costellamussiopecten, Corbula, Nucula, Nassarius, Vaginella, Formanifere, itd	Paratetis (normalan sainitet)
270	OI_3-M1	Gornji oligocen-donji mocen	-Laporci i slojevi mrkog uglja i gline. - Bazalni konglomerati i pijesci, glinoviti pijeci, pješčari	Lymnaea, Antracotherium, Cadurcotherium,, ostrakodi, itd.	Slatkovodno jezero i tresetište.
?	E	Eocen	-Laporci i pješčari	Lucina, Natica, Ceithium	Okean Teits

Slika 83. Stratigrafski stub bazena Ugljevik (na osnovu radova; Čičić 1964, Vrabac 1989, Vrabac i Mihaljović 1990, Vrabac i sar. 1995, 2011, 2014, 2015; Pazelj i sar. 2013; Mandić i sar., 2019; Rundić i Renovica 2019).

7.5. Bazeni Kamengrad i Bihać-Cazin

Na Sansko-unskom području razvijene su neogenske naslage jezerskog tipa, a predstavljene su terestrično-limničkom ugljonosnom serijom basenskog razvoja miocenske starosti. To su bazeni Kamengrad i Bihać-Cazin.

Kamengradski bazen se nalazi na sjeverozapadu Bosne i Hercegovine, između Sanskog Mosta Kamengrada. U bazenu su izdvojene dvije jedinice (Sunarić-Pamić, O., 1976):

1) Bazalni polifacijalni "kompleks": Crvena, pretežno klastična "serija" slojeva koja leži u podini glavnog ugljenog sloja. "Serija" počinje trošnim bazalnim konglomeratma i šljuncima, zatim slijede pješčari i pjeskovito-šljunkovite gline debljine nekoliko metara; preko njih slijedi jedna ugljena zona (debljine 2-3 m) izgrađena od slojeva onečišćenog uglja, ugljevite gline i ugljevitog lapora; preko ove zone dolaze žućkasti krečnjaci, zatim alternirajuća "serija" slojeva konglomerata, pješčara i lapora debljine preko 100 metara karakteristične crvene boje.
2) Mlađi miocenski polifacijalni "kompleks": Glavni ugljeni sloj, ugljeviti škriljci, ugljevite gline i ugljeviti lapor. Rasprostranjena je u cijelom

basenu (zapadna i istočna sinklinala). Debljina ugljenog sloja u zapadnoj sinklinali prosječno iznosi 11 m (maksimalna 23 m). U ovom sloju u jami Fajtovci nađen je zub sisara vrste Mastodon longirostris (Vavons, 1925). Iznad glavnog uljenog sloja slijedii zona žućkastosivih krečnjaka debljine oko 250 metara. Pored krečnjaka u donjem dijelu zone nalaze se tufovi debljine do 7 metara. Ovi povlatni krečnjaci sadrže brojnu faunu: Congeria sp. i C. cf. basteroti; gastropodi melanopsisi, planorbisi, hidrobije i dr. Na zoni ovih krečnjaka slijedi povlatna ugljena "zona2 debljine oko 70 metara. Izgrađena je od trakastih ugljevitih krečnjaka, lapora, ugljevitih glina, ugljevitih škriljaca i slojeva onečišćenog uglja. Iznad povlatne ugljene zone leži oko 550 metara debeo paket žućkastosivih kongerijskih krečnjaka i lapora u čijima dijelovima se nalaze rijetki slojevi konglomerata i tufova. U tom "paketu" utvrđena je sljedeća fauna kongeria: Congeria dalmatica, C. zoisi i C. jadrovi, te origocerasa (Orygoceras dentali, O. carnucopiae, O. filicinatum), zatim melanopsisa (Melanopsis kišpatići, Melanopsis pilari), neridonte (Neridonta sinjana, N. pilari), fosaurulusi (Fossaurulus bulići) – Stojčić i sar., 1979).

U mlađi polifacijalni "kompleks" su izdvojene, oko 350 metara, debele naslage lapora, pjeskovitih lapora, glina, konglomerata i kvarcnih pijeskova. U ovom kompleksu se nalaze ležišta glina i kvarcnog pijeska.

U Bihaćkoj kotlini mlađi miocenski polifacijalni "kompleks" predstavljen je sivobijelim laporcima, a mjestimično krečnjacima poznatih pod imenom BIHACIT koji se eksploatiše kao arhitektonsko-građevinski kamen. Najgornji dijelovi ovog "kompleksa" okoline Bihaća izgrađeni su od konglomerata sa krečnjačkim valuticama. U laporima je utvrđena sljedeća fauna kongerija: Congeria cvitanovići, C. bosniaca, C. dalmatica i melanopsisa (Melanopsis lyrata, M. miser)

Mlađi miocenski polifacijalni kompleks na prostoru Cazin-Tražac raščlanjen je na tri "zone": podinska "zona" izgrađena od pješčara i konglomerata debljine 20 metara; ugljena "zona"-ugalj debljine 2–4 m, ugljevita glina i pješčar; povlatna zona predstavljena "serijom" slojeva sivih lapora i kalcitičnih glina. Na području Bosanske Krupe ovaj "kompleks" je predstavljen krečnjačko-laporovitim sedimentima.U njima je pronađena slatkovodna fauna gastropoda: Melania verbaensis Neum., Melania pilari Neum., Melanopsis cognate Brus. i Planorbis cf. Spretus Novl.

Deb. (m)	Starost	Litostratigrafija	Opis	Fosili
350	Pl		Žutosivi krečnjaci i lapori i rijetki slojevi konglomerata i tufova	
550	$^{4}M_{2,3}$	"Zona" kongerijskih krečnjaka	Svijetložuti laporoviti krečnjaci sa obiljem kongerija i ortocerasa	*Congeria dalmatica, C. zoisi i C. jadrovi, te origocerasa (Orygoceras dentali, O. cornucopiae, O. filicinatum), zatim melanopsisa (Melanopsis kišpatići, Melanopsis pilari), neridonte (Neridonta sinjana, N. pilari), fosaurulusi(Fosaurulus bulići)*
70	$^{3}M_{2,3}$	Krovinska "zona"	-Trakasti ugljeviti krečnjaci, lapori, ugljevite gline, ugljeviti škriljci i slojevi onečišćenog uglja -Krečnjaci tufovi	*Congeria sp. i C. cf. basteroti; gastropodi, melanopsisi, planorbisi, hidrobije*
250	$^{2}M_{2,3}$	"Zona" krečnjaka i tufova	-Konglomerati, pjeskoviti lapori, sočiva šljunka -Žuti glinovitii krečnjaci sa "bancima" tufova -Laporoviti krečnjaci sa proslojcima pješara-Šupljikavi krečnjaci sa proslojcima uglja	
30	$^{1}M_{2,3}$	Glavna ugljena zona	Ugalj, ugljeviti škriljci, ugljevite gline i ugljeviti lapor.	*Mastodon longirostris*
100	$M_{1,2}$	Bazalna zona	Crvena, pretežno klastična " serija" slojeva konglomera i šljunkova, pješčari i pjeskovito-šljinkovite gline, ugljena "zona" (onečišćeni ugalj, ugljevite gline i ugljeviti lapor debljine 2-3 m)	

Slika 84. Stratigrafski stub bazena Kamengrad (poslije Sunarić-Pamić, O., 1976)

7.6. Bazen Lješljani

Bazen Lješljani je smješten u krajnjem sjeverozapadnom dijelu Savsko-vardarske zone u Bosni i Hercegovini. Soklić (1955) je izdvojio u produktivnoj ugljenoj seriji, kao slatkovodni sredni mocen, tri "nivoa": 1) donji: gline u podini ugljenog sloja, 2) srednji: neposredna krvina uglja predstavljena pješčarima i kongomeratima i 3)gornju krovinu uglja: glinoviti krečnjaci sa kongerijama. Jovanović (1980) je u bazenu izdvojio tri jedinice: 1) konglomerati, pješčari i pjeskoviti peliti, 2) ugljeni sloj sa proslojcima bentonita i 3) glinoviti i "pločasti" krečnjaci.

Konglomerati su uglavnom sastavljeni od valutica eocenskih pješčara. Bentonit koji se javljaju kao proslojci u ugljenom sloju su različito obojeni (žuti, bijeli, svijetlosivi, svijetlozeleni i ponekad smeđi zavisno od sadržaja željeza). U trećoj jedinici su izdvojena tri "nivoa": 1) tankoslojeviti laminirani peliti sa proslojcima krečnjaka i pješčarima preko kojih u gornjim nivoima leže lapori u kojima su pronađene ostrakode (Jovanović, 1980), 2) karbonatni peliti, sa proslojcima šljunka i konglomerata, u kojima je pronađen Pisidium i 3)slojeviti lapori i tankoslojeviti krečnjaci u kojima je utvrđena Congeria aff.zoisi, Congeria soklici (Kochansky i Slišković, 1978), Melanopsis sinjana i Theodoxus barakovići (Jovanović, 1980); na vrhu ovog "nivoa" nalaze se tufovi. Ukupna debljina ove tri jedinice je oko 250 m.

Deb. (m)	Starost	Litostratigrafija	Opis	Fosili
15	Q	„Zona" pjeskovitih glina	Pjeskovite raznobojne gline sa fragmentima različitih vrsta stijena	
20	$M_{1,2}$	„Zona" pločastih lapora sa kongerijama	Sivobijeli do žuti „pločasti" lapori sa kongerijama	*Congeria friči Bruss, Congeria cf. drvarensis Bruss.*
100	$M_{1,2}$	„Zona" glinovitih lapora sa florom	Sivi do svijetlosiuvi lapori sa proslojcima pješčara, tamnosivih krečnjaka i breča	
10	$M_{1,2}$	„Zona" bijelih slojevitih lapora sa proslojicima bentonita	Lapori sa proslojcima pješčara i bentonita	
35	$M_{1,2}$	„Zona" sivih glinovitih lapora	Lapori sa proslojcima krečnjaka i pješčara	*Cypris aspera Hejjas, Olygoceras sp. (odredba Stojčić, B.)*
80	$M_{1,2}$	„Zona" tankoploča stih lapora	„Tankoploča sti" do „listasti" lapori sa proslojcima glinovitih krečnjaka, rjeđe pješčara i tufova.	
54	$M_{1,2}$	Povlatna „zona" sa pizidijumima	Glinci sa proslojcima krečnjaka i pješčara	
2,8	$M_{1,2}$	Ugljeni sloj	Mrki ugalj sa dva proslojka bentonitskih glina.	
35	M_1	Podinska „zona" glina i pješčara	Raznobojne gline sa proslojcima pješčara	

Slika 85. Stratigrafski stub bazena Lješljani
(poslije, Grković, 1976; Jovanović, i sar.,1986)

ANU BiH АНУ БиХ

7.7. Duvanjski i Livanjski bazen

Krajem eocena dolazi do definitivnog strukturiranja Dinarida i njihovog izdizanja, što je uzrokovalo razdvajanje Tetisa na Mediteran (Sredozemno more) i Paratetis. Usljed jake kompresije generalnog pravca sjever-jug dolazi do redukcije paleogeografsko-strukturnih jedinica cijelih Dinarida, a time i Karbonatne platforme (Vanjskih Dinarida). Rezultat ove redukcije je stvaranje velikih horizontalnih rasjeda u cijelom području Dinarida. Kasnije dolazi do ekstenzije što je uzrokovalo stvaranje depresija u kojima su formirana slatkovodna jezera.

U tim jezerima su tokom više miliona godina istaloženi različiti sedimenti sa naslagama uglja. U tim sedimentima i naslagama ugljena su pronađeni mnogobrojni fosilni ostaci koji su poznati u geološkoj literaturi kao biostratigrafske jedinice Dinarskog jezerskog sustava (Mandić, i sar., 2009). Jednom od tih slatkovodnih jezera pripadaju i sedimenti Duvanjskog i Livanjskog bazena. Litostratigrafske jedinice ova dva bazena prikazane su na sl. 86.



Slika 86. Litostratigrafske jedinice Livanjskog i Duvanjskog bazena (De Leeuw i sar., 2011)

Najstariji slatkovodni sedimenti područja Duvanjskog bazena su oligocenski) konglomerati i pješčari i nalaze se na području Šujice i Mokronoga. Predstavljeni su 450 metara debelom serijom konglomerata, breča, pješčara i glinovitih krečnjaka. Konglomerati su sastavljeni uglavnom od valutica različitih krečnjaka (trijaske, jurske i kredne starosti), djelimčno od dolomita, rožnaca i pješčara. Unutar konglomerata se zapažaju nepravilni ulošci breča sastavljenih od neozaobljenih fragmenata različitih krečnjaka koji su povezani pjeskovito-karbonatnim limonitisanim vezivom. Također, unutar konglomerata se zapažaju proslojci glinovitog krečnjaka i pješčara.

Duvanjsko i Livanjsko polje predstavljaju dva različita, tektonski odvojena karstna polja. U fazi nastajanja tih strukturnih depresija, to je bio jedinstveni jezerski prostor za vrijeme donjeg i srednjeg miocena. Krajem srednjeg miocena usljed tektonskih pokreta dolazi do izdizanja prostora i privremenog prekida sedimentacije. Najviše izdizanje je bilo u prostoru današnje planine Tušnice koje je prouzrokovalo razdvajanje sedimentacionog basena na dva dijela (Duvanjski i Livanjski). Sedimentacija se nastavlja, odvojeno u dva bazena.

Najbolji uvid u razvoj sedimenata zajedničke faze stvaranja Duvanjskog i Livanjskog polja (donji i srednji micen) daju profili na Tušnici i na lokalitetu Ostrožac. Detaljan opis ovih profila prikazao je De Leeuw i sar., (2011, 2012).

U Duvanjskom polju, na osnovu faune, najstarije naslage su pojave uglja kojeg prate lapori sa faunom limneja i fosarulusa (Tušnica, Vučipolje i Eminovo Selo), koji pripadaju donjem miocenu. Slijede glkinoviti krečnjaci sa dreisenidama (”kongerijama”) srednjeg miocena te sedimenti sa melanopsisima gornjeg miocena

Na planini Tušnici profil počinje sa slojem ugljena donjomicenske starosti (17 miliona godina) i debljine 10,5 metara (De Leeuw i sar., 2011). Ove naslage uglja su svjedoci postojanja močvara na početku stvaranja bazena. U donjem dijelu ugljena se nalaze proslojci krečnjaka, a u gornjem dijelu proslojci tufa. U Duvanjskom bazenu donjomiocenski sedimenti utvrđeni su na njegovom obodu, na lokalitetima Eminovo Selo – Mokronoge – Sarajlije (na sl. 86 oznaka M1). Istražnim bušenjem na ugalj utvrđeno je da su tu najstariji sedimenti predstavljeni raznobojnim pjeskovitim glinama s ulošcima konglomerata. Ove stijene čine podinu ugljene serije koju čine četiri ugljena sloja koji su odvojeni sa ugljevitim glinama, pješčarima i glinovitim krečnjacima. Iz podinskih i krovinskih sedimenata ugljenih slojeva, Stojčić (1961) je odredila sljedeće fosile: Chara escheri Unger, Chara congovata Papp, Chara multispira papp, Cypris inaequalis Jon, Fossarulus bulici Brusina, Theodoxus

sp., Hydrobia sp., Orygoceras sp. Ukupna debljina ovih sedimenata je oko 180 m (Milojević, 1964, 1976).

Kontinuirano, na ugljenu "seriju", se talože smeđi, dobro uslojeni glinoviti krečnjaci i lapori sa klivunelidama (M2). Ovi sedimenti su otkiveni na lokalitetima Eminova Sela, Sarajlija i Crvenica. Kod Crvenica prikupljene su i određene školjke Illyricocongeria cf. drvarensis Toula, Andrusoviconcha cf. neumayri Andrusov, Andrusoviconcha hercegovinensis Kochansky-Devide i Slišković. Kod Eminovog sela su utvrđene klivunelide (Kochansky Devide i Slišković, 1972).

Kontinuirano preko sedimenata (M2) talože se krečnjaci, konglomerati, bentoniti i tufovi (M3 i M4). Ove naslage su najbolje opisane na profilu Ostrožac (De Leeuw, i. sar., 2011).

Na profilu Ostrožac sedimenti počinju sa dobro uslojenim, svijetlo obojenim (sivi, žuti i smeđi) jezerskim krečnjacima koji su proslojeni sa slojevima gline i tufa. Na njima slijede smeđi krečnjaci sa korijenjem vodenog bilja koji naviše prelaze u smeđe dobro uslojene krečnjake. Dalje slijede slojeviti krečnjaci sa proslojcima bentonita u središnjem dijelu intervala. U slijedu sedimenata debljine preko 200 m dolazi "serija" dobro uslojenih krečnjaka sa intervalima koji imaju riplove (što ukazuje na plitkovodne sedimente) i proslojke pješčara a završava sa "bankovitim" krečnjacima. Dalje, u stratigrafskom stubu, na niovu od oko 850 metara javljaju se prvi nivoi grubozrnih sedimenata. Grubozrni sedimenti se zapažaju u nekoliko "horizonata" sa karakteristikom okrupnjavanja naviše koji uključuju i 10-tak metara debele tufove. Sukcesija ovih sedimenata se završava sa 30-ak metara debelim megabrečama na vrhu što ukazuje na aktivnu tektoniku koja je urokovala prestanak sedimentacije prvobitnog originalnog bazena (De Leeuw, i sar., 2011). Na prekid sedimentacije ukazuje ugaona diskordancija sa mlađim gornjemiocenskim sedimentima. Ukupna debljina sedimenata prve faza nastajanja jedinstvenog bazena je oko 1700 m.

Nakon toga sedimentacija se nastavlja u dva odvojena bazena (Duvanjski i Livanjski) sa nastankom glinovitih i pjeskovitih sedimenata (M5) te ugljenih slojeva koji su uloženi u različite gline, pijeske i pjeskovite lapore (M6). Ovi sedimenti, u Duvanjskom polju, su otkriveni istražnim bušenjem na ugalj, na lokalitetu Kongora. Iz bušotina na ugalj Stojčić (1979) je odredila sljedeće fosile: Gyraulus pulici (Brusina), Planorbarius cornu Brogniart, Melanopsis cvijici Brusina, Melanopsis inconstans Neumayr, Fossarulus pullus Brusina.

Najstarije naslage Duvanjskog polja otkrivene su upravo uz pojavu ugljena u rudniku Tušnici i rudniku Vučipolje. Iz povlatnih naslaga ugljena sastavljenih

iz sivih pjeskovitih lapora određeni su: Lymnaea fragilis (Linnaeus), Radix socialis (Zieten), Fossarulus tricarinatus Brusina, Ancylus sp., Andrusoviconcha jadrovi (Brusina) i Illyricocongeria dalmatica (Brusina).

Povlatu ovih slojeva čine čvrsti, sivi, mestimično bituminozni laporci. I u njima se sreću pizidijumi, fosarulusi i sitne kongerije. Ovi se laporci nastavljaju u karbonatne laporce školjkastog loma sa klivunelama. Dok neposrednu krovinu ugljenog sloja u Tušnici čine sivi i pjeskoviti lapori sa dosta faune, dotle su u Vučipolju smeđi pjeskoviti lapori sa biljnim detritusom. Ovi lapori prelaze u "pločaste" glinovite krečnjake sa faunom kongerija, koje su, iako slabo očuvane, slične Illyricocongeria pernaeformis (Neumayr). Ovi se glinoviti krečnjaci nastavljaju u glinovite krečnjake sa klivunelama.

U daljem redoslijedu naslaga pojavljuju se Clivunella katzeri (Gorjanović-Kramberger), Illyricocongeria dalmatica (Brusina), Illyricocongeria cvitanovici (Brusina), Trigonipraxis kucici (Brusina). Od Eminovog Sela prema Šujici pojavljuju se lapori sa Illyricocongeria pernaeformis (Andrusov) i Trigonipraxis kucici (Brusina) koje su pronađene u bušotini kod Kongore.

7.8. Bazen Bugojno

Bazen Bugojno nalazi se između Donjeg Vakufa i Gornjeg Vakufa (sl. 75, 87). Sa ukupnom površinom od 125 km^2, on spada u veće neogene bazene Dinarida. Kroz središnji dio bazena protiče rijeka Vrbas. U ovom bazenu je otvoren rudnik uglja u blizini sela Gračanica, oko 10 km jugoistočno od centra Bugojna. Eksploatacija je započela 1939. godine u podzemnom radu, u kojem su pronađeni ostaci sisara, ali je od 1977. godine prešla na površinsku eksploataciju.

Bazen se prostire duž Raduške navlake, u kojoj dominiraju gornjotrijaski karbonati platforme (dolomiti i krečnjaci), koji predstavljaju sjeveroistočni rub Vanjskih Dinarida. Na sjeveroistoku bazena je Srednjobosansko škriljavo gorje u kojem dominira metamorfni kompleks proterozojsko-paleozojske starosti. Podinu bazena čine permski krečnjaci sa belerofonima, naslage gipsa, donjogtrijaski pješčari i alevroliti te srednjetrijaski krečnjaci i vulkanske stijene ladinika. Vrbaski rasjed, duž kojeg je formiran Bugojanski bazen, u velikoj mjeri je prekriven neogenim i kvartarnim sedimentima, razdvaja Radušku navlaku od Srednjobosanskog škriljavog gorja (Hrvatović, 2006).

Miocensko jezero koje je prekrivalo Bugojanski bazen pripadalo je Dinaridnom jezerskom sistemu koji je nastao za vrijeme donjeg i srednjeg miocena.

Njegov postanak se podudara s postroogenom ekstenzijskom tektonikom Dinarida i općenito vlažnom i toplom klimom nastalom globalnim zatopljenjem, događaj poznat kao miocenski klimatski optimum (De Leeuw i sar. 2012). Od 17 do 15 milijuna godina većina bazena predstavljaju stabilna, dugovječna jezera, nastanjena izrazito raznolikom, endemskom faunom mekušaca (Neubauer i sar. 2016). Stratigrafiju Bugojanskog bazena su detaljno predstavili Muftić i sar., (1966) i Čičić (1976).

Naslage Bugojanskog basena imaju debljinu oko 900 m i sastoje se od tri jezerska ciklusa sedimentacije (od baze do vrha: ~ 250 m / ~ 300 m / ~ 300 m) prekrivenih aluvijalnim sedimentima do 100 m debljine (Čičić, 1976).

Bazalna "zona" (debljine 50 m) je prvi ciklus sedimentacije i obuhvata konglomerate, pjeskovitu i šljunkovitu glinu, proslojene sočivima sa laporom i krečnjacima. Slijedi glavni sloj uglja (debljine 35 m) proslojen sa glinom i laporom i sadržava velike ostatke sisara (Mandić i sar., 2016, 2020. U krovini glavnog ugljenog sloja je 150 m debela sukcesija glinovitog i pjeskovitog krečnjaka sa ostacima sferoida i dreisenid-školjkaša čime se zatvara prvi ciklus sedimentacije. Prisutnost dreisenidske školjke Illyricocongeria frici (Brusina, 1906) u gornjem dijelu intervala debljine 150 m koji prekriva lignit omogućuje korelaciju sa bazenom Gacko, podupirući starost donji langij (Muftić i Behlilović 1966; Mandić i sar. 2011).

Drugi ciklus započinje slojem ugljena debljine 5 m koji je proslojen glinom i laporom. Prekriven je glinom i pješčarima.

Gornji ciklus započinje s intervalom debljine 40 m u kojem se nalaze sočiva uglja i glina.

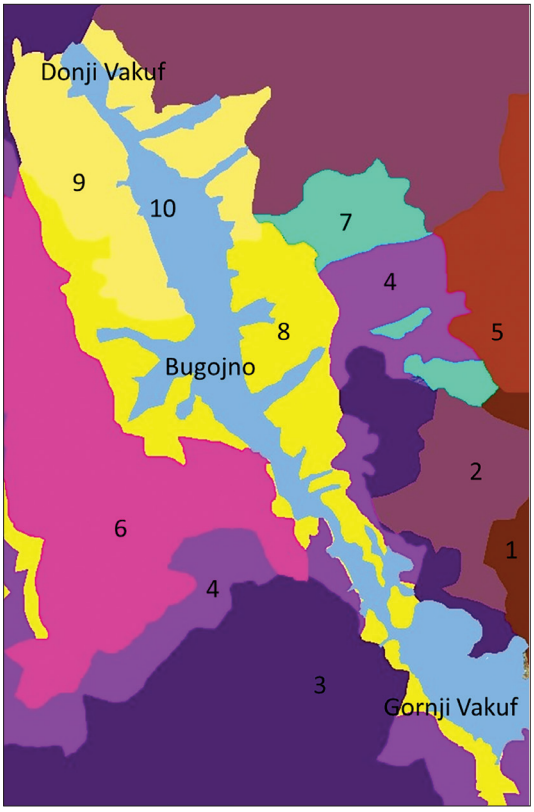
Opća struktura bazena je sinklinala s najstarijim naslagama na južnoj i jugozapadnoj margini. Prema sjeveru i sjeveroistoku, su zastupljeni mlađi ciklusi sedimentacije i postaju transgresivni prema osnovi bazena, ukazujući na postupno pomicanje sedimentacije u tom smjeru (Čičić, 1976). Općenito se donji i srednji ciklus smatraju miocenom, a gornji pliocenske starosti. Fosilni ostaci velikih sisara identificirani kao Prodeinotherium bavaricum i Deinotherium giganteum upućuju na donje ili srednje miocensko doba (Malez i Sliškoviċ, 1976). Njihovo prisustvo u bazalnim slojevima Bugojanskog basena definira ~ 17,5 miliona godina (= Evropski proboscidni datum) kao najveću moguću starost formacije Bugojanskog basena (Pálfy i sar., 2007). Izdanke na površinskom kopu, na lokalitetu Rosulje su detaljno opisali Mandić i sar., 2016 i Göhlich i Mandić (2020).

Ursula B. Göhlich i Oleg Mandić (2020) su u posebnom izdanju prikazali paleontološke rezultate istraživanja faune i flore na lokalitetu Gračanica. U

tom izdanju su prikazani podaci iz 19 objavljenih radova (prikazan je kratki rezime glavnih rezultata) o svim skupinama faune i flore, do sada pronađenim fosilima kao i analiza tadašnjih biocenoza i paleookoliša lokaliteta Gračanica tokom kratkog razdoblja u ranom srednjem miocenu. Tom prilikom je navedeno da su rezultati proizašli iz realizacije naučnog projekta "Evolucija mekušaca neogenog sustava jezera Dinarida". U okviru tih istraživanja identificirani su sisari, mekušci, biljke i mikrofosili (spužve, dijatomeje). Popis faune i flore iz Gračanice dat je u radu Göhlich i Mandić (2020).

Tokom 2008. i 2009. godine (Mandić i saradnici) izvršili su uzorkovanje za paleomagnetska ispitivanja i geofizičku karotažu (magnetska osjetljivost, prirodno gama zračenje). Rezultati su objavljeni u radu (De Leeuw, i sar. 2012).

Gračanica je tipski lokalitet (Göhlich i Mandić, 2020) za novu vrstu nosoroga (Plesiaceratherium balkanicum n.sp.) i četiri nove vrste mekušaca (Baniagoehlichaen sp., Prosostheniakrijgsmanin sp., Paradrobacia hrvatovici n.sp. i Illyricocongeria forcakovici n. sp.).



Legenda:
1. Krečnjaci i dolomiti devona,
2. Gornjopermski klastiti i evaporiti,
3. Donjortijaski klastiti i podređeno krečnjaci,
4. Anizijski krečnjaci i dolomiti,
5. Ladinski granodioriti i gabrovi (Radovan planina),
6. Gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti,
7. Gornjojurske bazalne breče i krečnjaci,
8. Miocenski jezerski sedimenti: bazalna zona, glavni ugljeni sloj, lapori i glinoviti krečnjaci,
9. Pijesci, gline, kalcitične gline,
10. Kvartarni sediment (riječne terase, alluvium, deluvium, proluvium, glacijal sedimenti)

Slika 87. Pojednostavljena geološka karta Bugojanskog bazena (na osnovu podataka Osnovne geološke karte, list Bugojno; Vujnović i sar., 1980).

Deb. (m)	Starost	Litostratigrafija	Opis	Fosili	Paleookoliš
do 50	Q	Fluvijalni i fluvioglacijalni sedimenti	Šljunak, pijesak, gline		fluvijal
65	Pl	"Zona" krovnog ugljenog sloja	-pjeskovite i laporovite gline -ugljeni sloj debljine 5-12 m -šljunkovite gline		močvara
300	Pl	"Zona" lapora sa florom	Sivi do svijetlosivi lapori sa proslojcima pješčara, uglja, tamnosivih krečnjaka i breča	-gimosperm plants	otvoreno jezero
35		Krovina glavnog usljenog sloja	Laminirani lapori	-Bivalve (sferiae, dreisensis) -Gastropodi (limneae, melanopsisi, hidrobie)	otvoreno jezero
68	M_2 – langij	"Zona" glavnog ugljenog sloja	Glavni ugljeni sloj prosječne debljine 35 m proslojen sa laminiranim laporima, pješčarima i glinovitim krečnjacima	-Fosilno drveće -Gastropodi (limneae, melanopsisi, hidrobie) -Prodeinotherium bavaricum i Deinotherium giganteum	močvara
250	$M_{1,2}$	"Zona" glinovitih krečnjaka i lapora	Lapori sa proslojcima krečnjaka i pješčara	Fosilni polen	otvoreno jezero
45	$M_{1,2}$	Zona I podinskog ugljenog sloja	Ugalj sa proslojcima lapora i glina	Laevigatosporites harditi, R. Pot. Ven., Pityosparites sp. (Pinus), Intratripotilenites instructus, R. Pot. Ven. (Tilia)	močvara
40	$M_{1,2}$	"Zona" glina, glinovitih pješčara i laporaca	Gline, glinoviti pješčari i lapori sa proslojcima uglja		otvoreno jezero
do 10 m	$M_{1,2}$	"Zona" II podinskog ugljenoj sloja	Podinski ugljeni sloj sa proslojcima ugljevite gline, glinaca i lapora		močvara
80-100	$M_{1,2}$	Bazalna "zona"	Slabo vezani konglomerati i pješčari laporoviti glinci, pjeskovito-šljunkovite gline, glinoviti pješčari, krečnjačko-dolomitne breče i rijetko proslojci uglja debljine: 0,1-1,0 m, pločasti proslojci pjeskovitih lapora		otvoreno jezero

Slika 87-1. Stratigrafskii stub Bugojanskog bazena (na osnovu radova, Muftić i Behlilović, 1966, Čičić, 1976; Mandić i sar., 2011, 2016, 2020).

Biostratigrafske i biohronološke datacije zasnovane na mekušcima upućuju na apsolutnu starost naslaga nešto mlađe od 15,0 miliona godina (Mandić i sar. 2020.) u korelaciji s MN5 (Hilgen i sar. 2012). Najmlađe od svih biostratigrafskih datiranja faune Gračanice je između 14.0 i 13.7 miliona godina (Van der Made 2020), što korelira s MN6 (Hilgen i sar. 2012). Korelacija paleoklimatskog proksi peludi s parametrima orbite i insolacije ukazuje na starost naslaga u Gračanici između 14,80 i 14,55 miliona godina (Jiménez Moreno i Mandić 2020), što korelira s MN5.

Eksploatacijom uglja u rudniku Gračanica otkriveni su brojni dijelovi skeleta fosilnih kralježnjaka, uključujući značajnu zbirku ostataka sisara. Ovaj bogati fosilni sklop sisara otkrivenih u ležištu rudnika uglja u Gračanici omogućio je rekonstrukciju donjo i srednjemiocenske faune sisara. Ovo je prva rekonstrukcija kopnenih paleookoliša Dinarskog jezerskog sistema i zapadnog dijela Dinaridsko-anadolijskog ostrva, koristeći multiproksi analizu trošenja zuba (Alexandros Xafis, i sar., 2020) .

7.9. Bazen Gacko

Bazen Gacko je tipično krško polje u južnoj Hercegovini, površine 40 km², smješteno u depresiji pružanja sjeverozapad-jugoistok što je paralelno pružanju Dinarida (Milojević, 1966., 1976.; Mirković, 1980.; Mirković i sar., 1974.; Mojićević i Laušević, 1965., 1973.; Muftić, 1964). Miocenski jezerski sedimenti tvore jednostavnu, blago asimetričnu, sinklinalu, pravca sjeverozapad-jugoistok.

Miocenski sedimentni bazena Gacko obuhvataju oko 360 m debelih, isključivo jezerskih sedimenata (Milojević, 1976; Mirković, 1980, sl. 88) Sedimentne sukcesije se tumači kao jedan ciklus transgresije-regresije jezera. Početno plavljenje bazena rezultiralo je bazalnim konglomeratom debljine oko 20 m s matriksom od pijeska i gline. Na vrhu ovog konglomerata slijede tri sekvence lapor-ugljen, svaki debljine oko 50 m u središnjem dijelu bazena. Ugalj ima taksodijacejske stabljike i stabla koja ukazuju na močvarne uslove na obodu jezera. Naviše se javljaju lapori koji ukazuju na potapanje močvarnog okoliša i uspostavljanje višegodišnjeg jezera (Mandić i sar., 2011). Na vrhu ovih laporaca nalazi se vulkanski tuf. Mjerenja 40Ar/39Ar na kristalima feldspata iz sloja tufa u gornjem dijelu sedimentne sukcesije ukazuju na starost od 15,31 ± 0,16 miliona godina (Mandić i sar., 2011) Iznad tufa slijedi drugi interval uglja što ukazuje na povratak močvare kada su nastali novi slojevi uglja. Ovo je završna faza stvaranja bazena Gacko.

Na osnovu ispitivanja magnetnog polariteta i uočenih varijacija u nivou jezera zaključeno je da je bazen Gacko stvaran u periodu od 15,8-15,2 miliona godina (Mandić i sar., 2011).

Deb (m)	Starost	Litološke jedinice	Opis	Fosili
45		II interval ugljenih slojeva	Pjeskovite i ugljevite gline, ugalj, ugljeviti lapori	
20	15,31 ± 0,16 miliona godina	Vulkanski tuf	Tuf	
125	M_2	Lapori	Sivi glinoviti lapori	*Fossarulus moniliferus Brus., Planorbis, Lymnea, Congeria drvarensis Toula, Congeria friči, Brus.*
28	M_2	Mytilopsis lapori	Lapori	
18	M_2	Glavni ugljeni sloj	Ugalj lignit	
26	M_2	Melanopsis lapori	Glinoviti krečnjaci i lapori	*Melanopsis decolata Stol.*
17	M_2	I podinski ugljeni sloj	Ugalj i trakasti lapor	
38	M_2	Fossarulus lapori	Lapori, glinovitii krečnjaci	*Fossarulus bulići Brus. Lymnea klaići Brus.*
10		II podinski ugljeni sloj		
40	M_2	Podinski sedimenti	Sivozelene gline sa proslojcima tufova i konglomerata	
20	M_2	Bazalni sedimenti	Konglomerati	

Slika 88. Pojednostavljeni geološki stub bazena Gacko: položaj litoloških jedinica (Milojević, 1976; Mirković, 1980; paleoekološka analiza mekušaca i položaj transgresije i regresije (Mandić i sar., 2011).

8. GLAVNE TEKTONSKE STRUKTURE

Dinaridi su orogeno područje "južne grane alpsko-himalajskog orogenskog pojasa". Na sjeverozapadu oni se nastavljaju na Južne Alpe, na jugoistoku oni prelaze u Helenide gdje granicu predstavlja poprečni rasjed Skadar-Peć. Na sjeveru Dinaridi graniče sa Panonskom masom, a na istoku sa Moravsko-rodopskom masom.

8.1. Položaj Dinarida unutar alpsko-himalajskog orogenog pojasa

U okviru klasičnog, ali napuštenog geosinklinalnog koncepta, Kober (1911, 1952) je razlikovao "dvije grane" unutar alpsko-himalajskog pojasa i uključio Dinaride, zajedno s Apeninima, južnim Alpima i Helenidima, u "južni krak", dok je njegov "sjeverni" ogranak obuhvatio zapadno-istočne Alpe, Karpate i Balkan.

Produženje Alpa prema Dinaridima nije jasno definirano. Vanjski Dinaridi i južne Alpe nastale su kao rezultat deformacije od eocena do danas u prostoru južno od Periadrijatskog rasjeda, koji se često naziva i Jadranska mikro ploča (npr. Schmid i sar., 2004). Međutim, neki geolozi (npr. Carrulli i sar., 1990; Placer 1998) postavljaju strukturnu granicu između ta dva masiva duž južne vergence čela navlake južnih Alpi. Istočno, južnoalpski navlačni front je potisnut prema Unutrašnjim Dinaridima i pojavljuje se u frontalnim dijelovima Savske navlake koja se može pratiti prema zapadu do slovensko-talijanske granice (Mioč i Pamić 2002).

U tektonskim šemama (Kober 1952, Petković 1958 i 1961, Sikošek, 1967, Sikošek i sar., 1969, Vidović 1974, Miladinović (1966, 1970, 1973, 1974, 1979-1980, 1981), Anđelković 1978 i 1982, Herak 1986), područje između sjeveroistočnih Vanjskih Dinarida, južnih Alpa – Periadrijatske linije u Sloveniji bilo je uključeno u krajnji sjeverozapadni dio unutrašnjih Dinarida. Kober (1952) je ovo nazivao "Zonom Savskih nabora", izrazom koji se još uvijek često koristi u slovenskoj geologiji (npr. Placer 1998). Cousin (1972), Mioč (1984) i Mioč i Pamić (2002) su smatrali da se ova zona u velikoj mjeri sastoji od alohtonih paleozojsko-trijaskih jedinica, odnosno dijela Savske

navlake, koja se prostire preko unutarnjih dinarskih jedinica. Ista zona korespondira najzapadnijem proširenju Srednja transdunavka zona (Mid-Trans-Danubian Zone, Fülöp i sar., 1987), "Zagorje-Mid-Transdanubian Zone" (Pamić i sar., 1998) ili Savske zone (Haas i sar., 2000) kao tektonski sklop sastavljen od blokova izvedenih iz istočno-južnih Alpa i Dinarida kao rezultat tercijarne (oligocensko-miocenske) ekstenzione tektonike (Kázmer i Kovács, 1985; Ratschbacher i sar., 1991).

Odnos između Dinarida i Helenida mnogo je jasniji. To pokazuje činjenica da se sve tektonostratigrafske jedinice unutrašnjih Dinarida nastavljaju jugoistočno prema Helenidama (sa različitim nazivima; npr. Aubouin, 1974; Frasheri i sar., 1996; Meco i Aliaj, 2000), što ukazuje na to da moraju potjecati iz jednog istog okeanskog područja, odnosno Dinaridsko-helenidske Tetide (Pamić 2002) ili Vardarskog okeana (Dercourt 1972; Stampfli 2002).

Granicu između vanjskih Dinarida i nedeformirane Jadranske mikroploče pokriva Jadransko more. Jadransko-jonska zona pozicionirana je između njih (Grandić i sar. 1974). Dinaridi i Karpati su udaljeni oko 400–500 km. Tisija megajedinica, koja predstavlja veliki kontinentalni blok (Fülöp i sar. 1987), odvojen je od Evrope tokom berijasa (Márton, 2000). Granica između Dinarida i Južne Tisije na površini se približno podudara s zonom rasjeda Savske depresije (Tari i Pamić, 1998). Na temelju seizmičkih podataka, promatranja na terenu i rasjeda, Južna Tisija ponire prema jugozapadu ispod Dinarida pod uglom od oko 10-15° (Tari i Pamić, 1998).

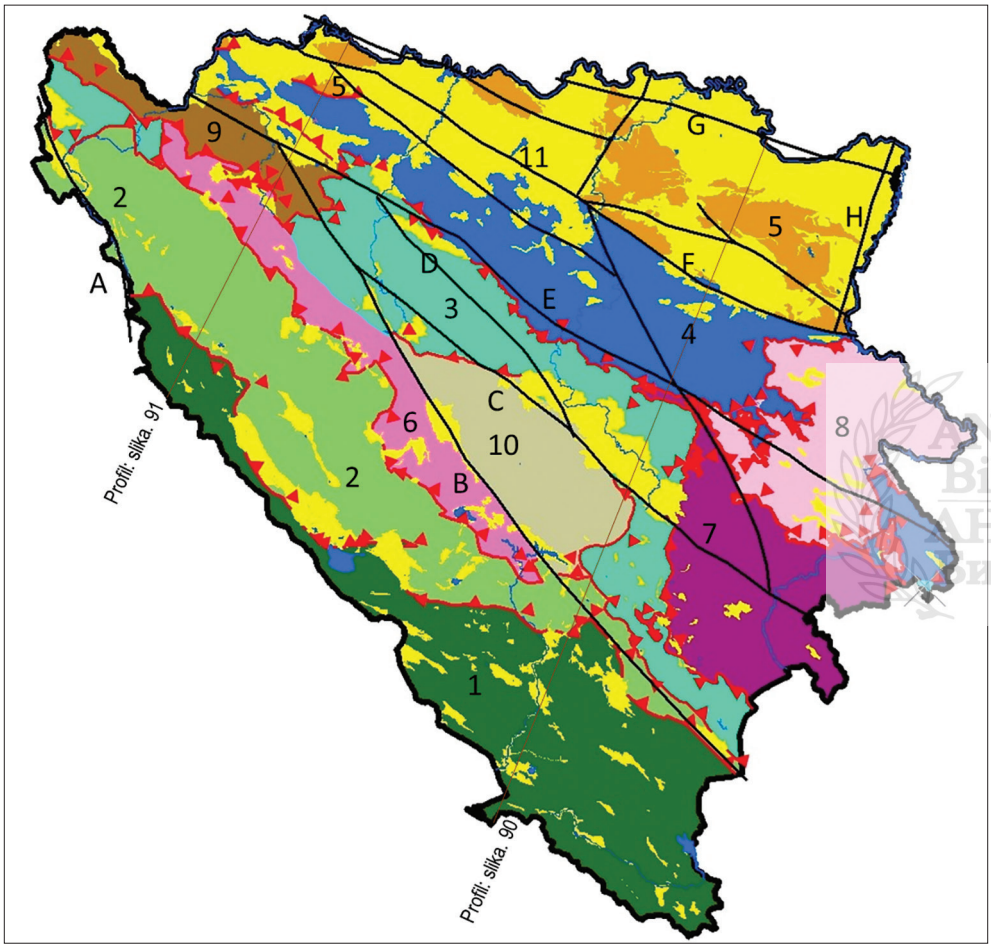
8.2. Glavne navlačne strukture Dinarida

Dijelovi Dinarida, koji nisu bili poremećeni oligocensko-miocenskim rasjedanjem, karakterišu se borano-navlačnim strukturama pružanja sjeverozapad-jugoistok s jasnim jugozapadnim vergencijama. Zanemarujući lokalne tektonske složenosti vidi se da sve velike paleogeografske i strukturne jedinice navučene jedna preko druge, s Vanjskim Dinaridima na dnu i Savsko-vardarskom zonom na vrhu. Te velike navlačno-borane strukture Dinarida deformisane su od gornje jure do eocenske deformacione faze. Imajući u vidu ovu činjenicu izdvojene su velike navlake koje generalno predstavljaju i paleogeografske jedinice Dinarida.

Seizmički podaci duboke refrakcije ukazuju na to da se vrh baze alohtona nalazi na dubini od 8 do 13 km ispod Vanjskih Dinarida i na oko 8–10 km ispod Zone Bosanskog fliša i Ofiolitne zone Dinaida. Nasuprot tome, debljina sedimenta je u južnim dijelovima Panonskog bazena reda veličine 3–5 km.

Slično, granica Zemljine kore uzdiže se od oko 40–45 km ispod Vanjskih Dinarida do 30 km ispod Ofolitske zone Dinarida i na manje od 25 km ispod Južnopanonskog bazena (Dragašević, 1974; Pamić i sar. 1998).

Glavne navlačne strukture Dinarida prikazane su na slikama 89. 90. i 91. Mogu se podijeliti u tri osnovne grupe (Pamić i Hrvatović, 2003; Hrvatović i Pamić, 2005):



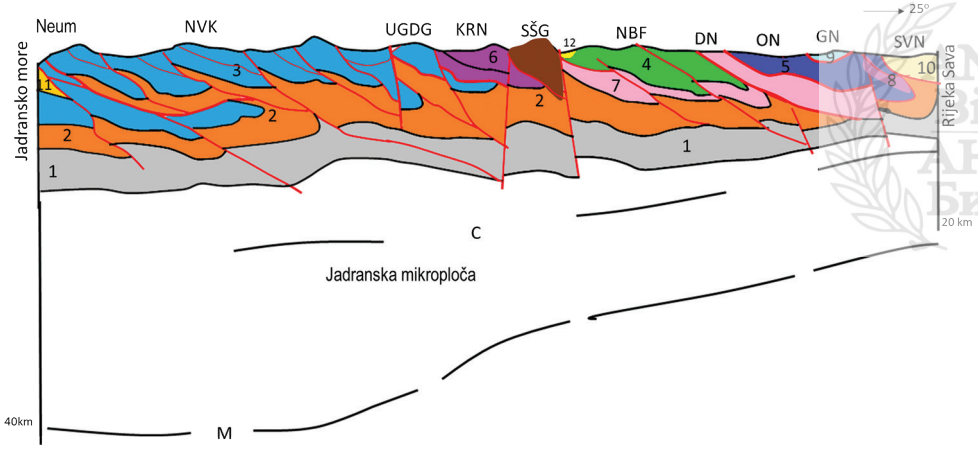
Slika 89. Glavne strukture Dinarida Bosne i Hercegovine (Hrvatović, 2006).

Legenda: 1. Navlaka visokog krša-Karstna navlaka, 2. Navlaka Glamoč-Drežnica-Gacko, 3. Navlaka Bosanskog fliša, 4. Ofiolitna navlaka, 5 Savsko-vardarska navlaka, 6. Ključko-Raduška navlaka, 7. Durmitorska navlaka, 8. Golijska navlaka, 9. Sansko-Unska navlaka, 10. Tektonski blok Srednjebosansko škriljavo gorje, 11. Postorogeni oligoceni, neogeni i kvartarni sedimenti, Profil: slika 90 i 91 – pozicija profila

Dubinski rasjedi: A-Unski, B-Vrbaski, C-Busovački, D-Banja Luka-Zenica, E-Bosanski Novi-Banja Luka-Olovo-Višegrad, F-Sprečansko-kozarački, G-Savski, H-Zvornički

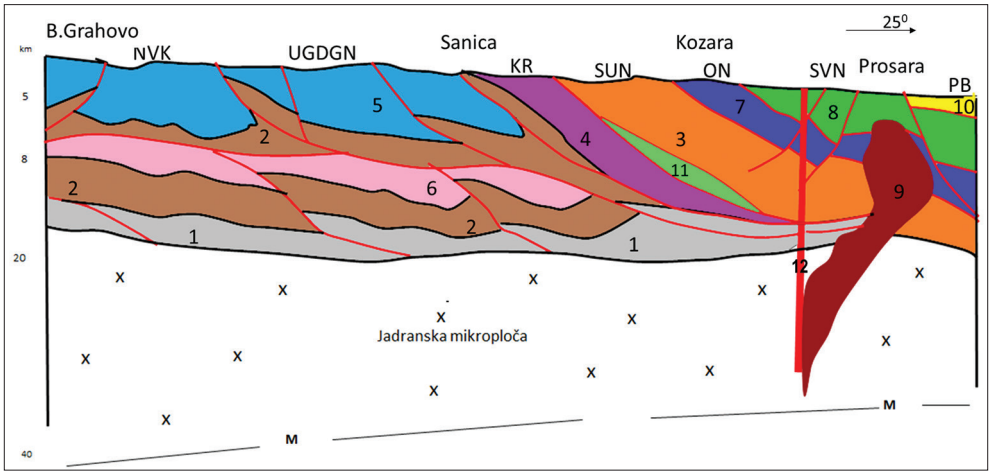
1) Navlake proizašle kretanjem Dinaridske karbonatne platforme, koje se karakterišu relativno jednostavnom geometrijom i umjerenom dužinom kretanja (Navlaka visokog krša-Karstna i Glamoč-Drežnica-Gacko navlaka).
2) Navlake proizašle kretanjem jedinica iz Dinarskog dijela Tetisa, koje se karakterišu kompleksnom geometrijom i značajnom dužinom transporta (Bosanskog fliša, Ofiolitna i Savsko-vardarska).
3) Navlake proizašle kretanjem paleozojsko-trijaskih jedinica, koje se također karakterišu kompleksnom geometrijom i dužinom kretanja i preko sto kilometara (Durmitorska, Golijska, Sansko-Unska, Ključko-Raduška).

Čeoni dijelovi ovih navlačnih struktura mogu se pratiti stotine kilometara. Svaka od ovih navlačnih strukturnih (navlake prvog reda) jedinica su interno ubrane, izrasjedane i podijeljene u navlake drugog reda, koje se mogu pratiti na dužini i do 50 km. Detaljno izdvajanje navlaka drugog reda je prikazao Papeš (1988).



Slika 90. Sh geološki profil od Neuma do Save (Hrvatović, 2006).

1. Konsolidovana kontinentalna kora; 2. Proterozojsko-paleozojske formacije; 3. Dinarska karbonatna platforma (trijas-paleogen); 4. Zona Bosanskog fliša (jura-kreda, gornja kreda-paleogen); 5. Ofiolitna zona Dinarida; 6. Alohtone paleozojsko-trijaske formacije Ključko-raduške navlake; 7. Alohtone paleozojsko-trijaske formacije Durmitorske navlake; 8. Trijaski karbonati u Ofiolitnoj zoni; 9. Paleozojsko-trijaske formacije Golijske navlake; 10. Ofiolitni melanž i fliš Savsko-vardarske zone; 11. Eocenski fliš u podini Navlake Visokog krša; 12. Zeničko-sarajevski bazen. NVK-Navlaka visokog krša, UGDG-Navlaka Una-Glamoč-Drežnica-Gacko, KRN-Ključko-raduška navlaka, SŠG-Srednjobosansko škriljavo gorje (Proterozojsko-paleozojske formacije); NBF-Navlaka Bosanskog fliša, DN-Durmitorska navlaka, ON-Ofiolitna navlaka, GN-Golijska navlaka, SVN-Savsko-vardarska navlaka. C. Conradov diskontinuitet; M.Mohorovičićev diskontinuitet.



Slika 91. Geološki profil A. Prosara-Kozara-Sanica-Bosansko Grahovo: NVK-Navlaka visokog krša; UGDGN-Navlaka Una-Glamoč-Drežnica-Gacko; KR – Ključko-raduška navlaka; SUN-Sansko-unska navlaka; ON-Ofolitna navlaka; SVN-Savsko-vardaska navlaka; PB-Sedimenti Panonskog bazena.

1. Konsolidovana kontinentalna kora; 2. Proterozojsko-paleozojske formacije; 3. Devonski i karbonski sedimenti Sansko-unskog područja; 4. Mezozojski sediment uključeni u Ključko-radušku navlaku; 5. Sedimenti karbonatne platforme; 6. Mezozojski sediment karbonatne platforme – donja strukturna etaža; 7. Ofiolitni melanž Dinarske ofiolitne zone; 8. Ofiolitni melanž Savsko-vardarske zone, ("pillow lave") bazalta u gornjokrednim krečnjacima, gornjokredni (mastriht) fliš, paleogeni turbiditi; 9. Kredni graniti; 10. Sedimenti Panonskog bazena; 11. Sedimenti navlake Bosanskog fliša; 12.Dubinski rasjed Spreča-Kozara

8.2.1. Navlake proizašle kretanjem Dinarske karbonatne platforme

Navlaka visokog krša – Karstna navlaka

Karstna navlaka je najveća navlaka Vanjskih Dinarida, zahvata cjelokupni dinarski krš i izgrađena je od mezozojskih do donjopaleogenskih karbonatnih formacija. Navlaka se prostire duž Jadranskog mora, počevši od SZ u Italiji pa do Albanije na JI. Čelo navlake pokazuje veoma kompleksne odnose. Ivica dinarskog navlačnog pojasa markirana je postojanjem normalnih i reversnih rasjeda što se objašnjava kasnim orogenim uzdužnim rasjedanjem. Na jugo-istoku, navlaka je navučena na Budva Zonu. Ovo je utvrđeno seizmičkim ispitivanjima i istražnim bušenjem na naftu. U čelu ovog dijela navlake indiciran je tanji navlačni pojas a njen frontalni predjeli su ispresijecani serijama velikih dubokih rasjeda. Ovi rasjedi su paralelni i mlađi od navlake. Ponekad mogu formirati antiformne strukture kao što je antiklinala u Boki Kotorskoj i Ulcinju (Crna Gora) što je dokazano bušenjem na naftu. Navedeni rasjedi

se pružaju uz priobalje u pravcu sjeverozapad-jugoistok. Na bazi njihove geometrije i regionalne distribucije interpretirani su kao desni lateralni strike-slip rasjedi i da su vezani za ešalon komprersionih struktura u regionu Split-Dubrovnik. Oni reprezentuju zadnju etapu procesa izgradnje planina u pliocenu i holocenu a ove rasjede sugerišu, Prelogović i sar. (1995), Grandić i sar., (1997) i Lugović i sar., (1998). Za njih je vezana jaka seizmička aktivnost. U ovoj navlaci je važno postojanje poprečnih – pregradnih rasjeda, kao što je Jasen-Grab gdje se završava Budva Zona (područje Trebinja).

Dalje, prema sjeverozapadu, na području Stona krovina navlake nosi sekvence od gornjeg trijasa do krede. Frontalni dio navlake između Splita i Dubrovnika je nabran usljed deformacije podine. To se može vidjeti kod Slanog gdje su karbonati trijasa i jure navučeni preko karbonata gornje krede i eocena u podini. Ubranost navlake može se vidjeti i kod Gradca (Hrvatska) gdje su gornji trijas i jura navučeni preko eocenskog fliša.

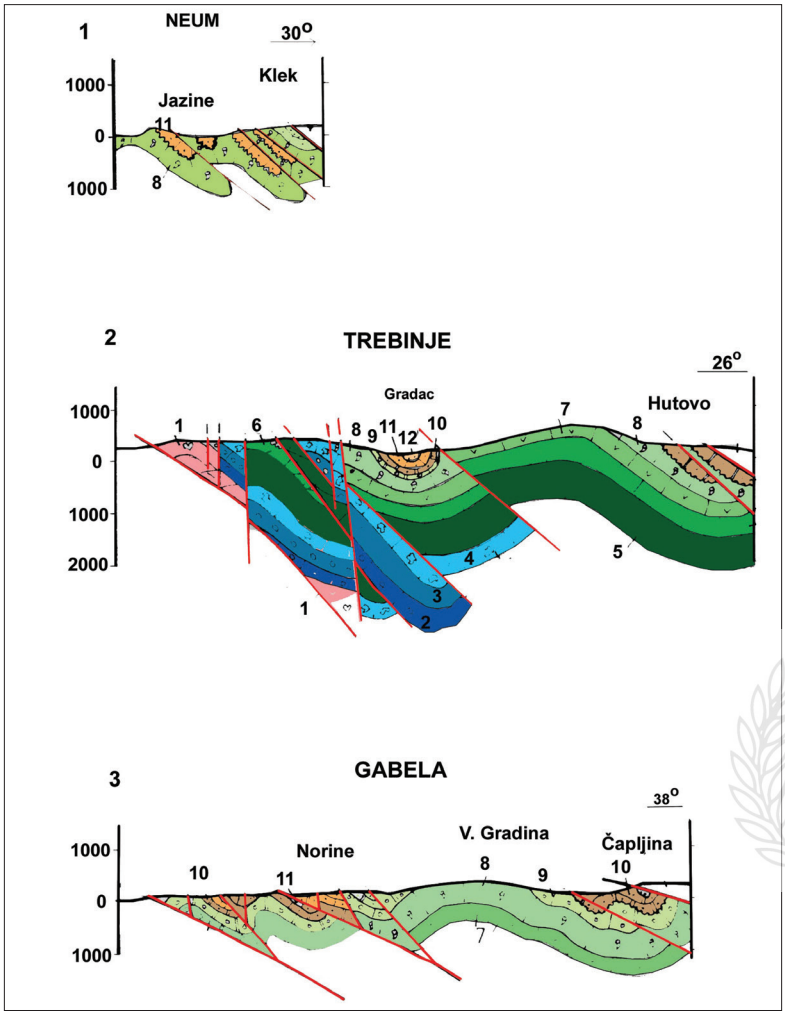
Karstna navlaka odgovara Dinarikumu (Herak, 1986), Zoni visokog krša (Kober, 1952 i Petković, 1961), odnosno Dalmatinskoj zoni (Aubouin i sar., 1970).

Karstna navlaka (Navlaka Visokog krša) uključuje nekoliko većih navlaka drugog reda (sl. 90, dužine od 50–100 km, kao što su: Ljubuški-Leotar u srednjim dijelovima i Fatnica-Grahovo u jugoistočnim dijelovima Karstne navlake. Kastna navlaka je odsječena poprečnim rasjedom Skadar-Peć i ne nastavlja se u Helenide.

U sklopu ove navlake, Papeš (1988) je izdvojio čitav niz navlaka drugog reda:

Neum, Trebinje, Gabela, Tihaljina-Bjelašnica (Trebinjska), Čitluk-Stolac-Lastva, Zavelim-Buna-Hrgud-Sitnica, Podveležje-Sniježnica, Velež, Čabulja, Bjelašnica-Gatačka, Baba, Dinara i Šator.

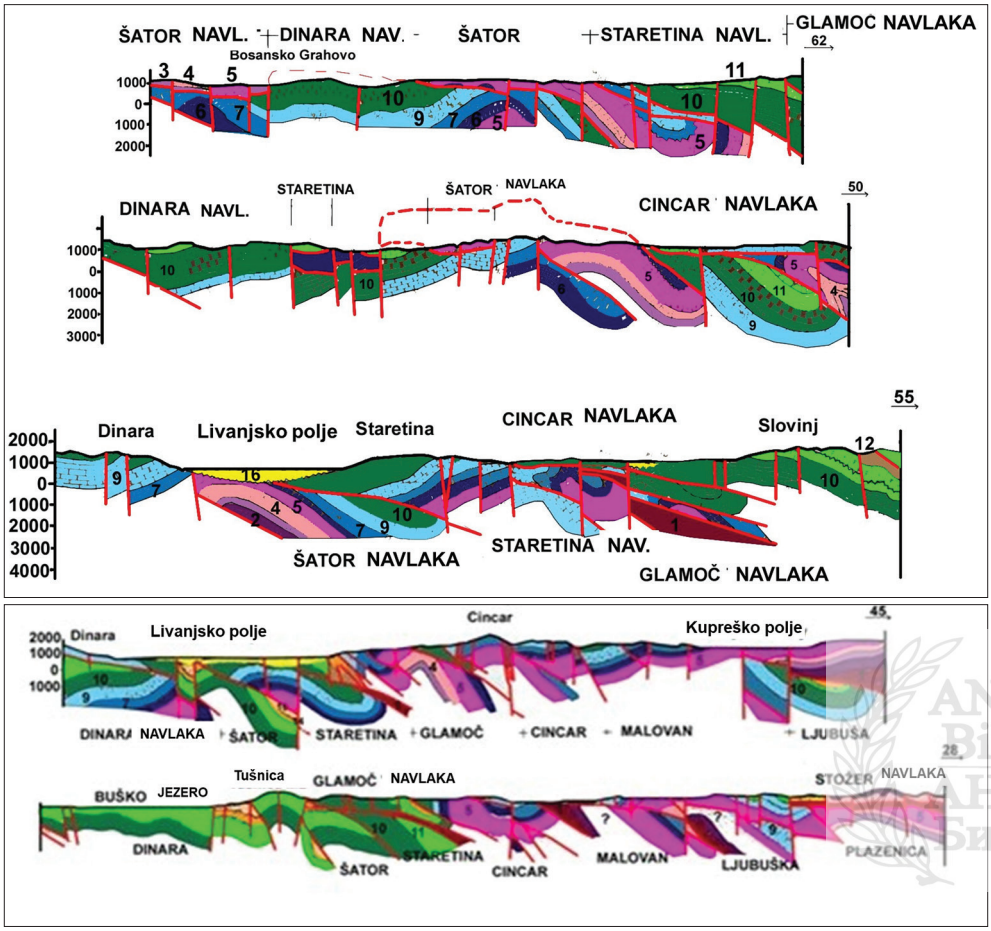
Na slikama 92. 93a i 93b. je prikazano nekoliko navlaka drugog reda



Slika 92. Geološki profil navlake drugog reda (pojednostavljeno poslije Papeš, 1985).

Legenda: 1. Gornjotrijaski dolomiti; 2. Donjojurski krečnjaci i dolomiti sa litiotisima i orbitopselama; 3. Srednjejurski krečnjaci; 4. Gornjojurski krečnjaci sa Clypeina i Cladocoropsis; 5. Donjokredni krečnjaci; 6. Alb-cenomanski krečnjaci i dolomiti; 7. Gornjokredni krečnjaci sa hondrdontama; 8. Rudistni krečnjaci; 9. Paleocen-eocenski krečnjaci; 10. Donjoeocenski fliš; 11. Donjo-srednjeeocenski formaniferski krečnjaci (alveoline, numuliti); 12. Srednje-gornjoeocenski fliš.

ANU BiH АНУ БиХ



Slika 93a i 93b. Geološki profil navlaka drugog reda
(pojednostavljeno poslije Papeš, 1985).

Legenda: 1. Gornjotrijaski dolomiti; 2. Donjojurski krečnjaci i dolomiti sa litiotisima i orbitopselama; 3. Srednjejurski krečnjaci; 4. Gornjojurski krečnjaci sa Clypeina i Cladocoropsis; 5. Donjokredni krečnjaci; 6. Alb-cenomanski krečnjaci i dolomiti; 7. Gornjokredni krečnjaci sa hondrdontama; 8. Rudistni krečnjaci; 9. Paleocen-eocenski krečnjaci; 10. Donjoeocenski fliš; 11. Donjo-srednjeeocenski formaniferski (alveoline, numuliti) krečnjaci; 12. Srednje-gornjoeocenski fliš.

Navlaka Glamoč-Drežnica-Gacko

Vodeći rub (čelo) ove navlake proteže se od rijeke Une (granica Unski rasjed) na sjeverozapadu pa preko planina Šator, Staretine i južnih dijelova Ljubuše, zatim zalazi u kanjoj Drežanke (planina Čvrsnica) do Neretvanskog rasjeda. Čelo navlake dalje ide Neretvanskim rasjedom u pravcu juga da bi sjeverno od Mostara nastavilo u pravcu jugoistoka prema Nevesinju,

obuhvatajući planine Prenj, Ivicu i Crvanj, terene južno od Gacka, zatim dalje dolinom Zete (planina Prekorenica u Crnoj Gori) pa do Žijova na jugoistoku.

Navlaka je dio velike Kučke navlake. Ona odgovara manjem dijelu «zone pre-karstic» francuskih geologa (Aubouin, i sar. 1970).

Navlaka ima strukturni oblik, istorijat i kompleksnost drugačiju od one u Karstnoj navlaci. Deformacija je započela u gornjoj kredi kada se stvara niz nabora preko permotrijaskih evaporita (solnih struktura) prije stvaranja navlaka. Tako formirane strukture bivaju erodirane a zatim transportovane do sadašnje lokacije tokom tektonskih pokreta u eocenu i oligocenu. Popratna deformacija u ovoj navlaci manifestira se tako što su često mlađe naslage navučene na starije, što je dokazano kod Glamoča.

U sklopu ove navlake izdvojen je čitav niz navlaka drugog reda:

– Crvanj, Prenj, Čvrsnica, Staretina, Paklina, Glamoč, Malovan, Vitorog i Ljubuša.

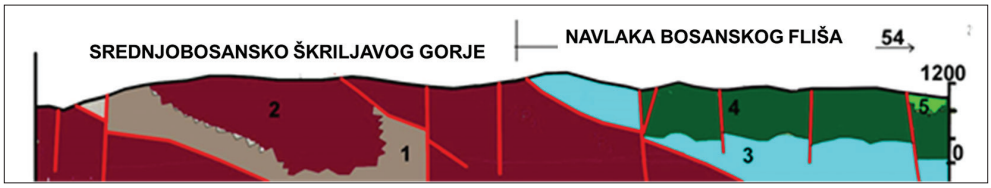
U području Unskog rasjeda Velebit kao dio Karstne navlake postaje podina navlake Glamoč-Drežnica-Gacko, što je utvrđeno istražnom bušotinom na naftu-Glamoč 1.

8.2.2. Navlake proizašle kretanjem jedinica Dinaridskog dijela Tetisa

Navlake proizašle kretanjem jedinica Dinaridskog dijela Tetisa uključuju navlaku Bosanskog fliša, Ofiolitnu navlaku i Savsko-vardarsku navlaku. Sve ove navlake su proizašle kretanjem iz jasnih paleogeografskih jedinica Dinarskog dijela Tetisa i igraju veoma važnu ulogu u sadašnjoj strukturi Unutrašnjih Dinarida.

Navlaka Bosanskog fliša, koja je izgrađena od jurskih do donjopaleogenskih, pretežno flišnih formacija, navučena je na navlaku Una-Glamoč-Drežnica-Gacko i Srednjobosansko škriljavo gorje (sl. 94). Navlaka Bosanskog fliša može se pratiti od rasjeda Skadar-Peć na jugoistoku sve do poprečnog Sarajevskog rasjeda u središnjim Dinaridima. Duž njega je ta navlaka "gurnuta" na sjever i dalje se na sjeverozapad može pratiti od Sarajeva do Banja Luke gdje preko nje leži Ofiolitna navlaka (Mojičević, 1978). U sjeverozapadnim Dinaridima dolaze mali i međusobno nepovezani izdanci Bosanskog fliša u čeonim dijelovima Savske navlake. To je tzv. «Slovensko korito» Cousina (1972) koje se može diskontinuirano pratiti sve do slovensko-talijanske granice pa i dalje u Italiju sve do Južnoalpske navlake (Mioč, 1984; Mioč i Pamić, 2002).

Navlaka Bosanskog fliša ima specifičan i složen tektonski sklop. To je skup nabora: uspravnih, prevrnutih, poleglih, zagnjurenih i izoklinih sa generalnom vergencom prema jugozapadu, sa osama različite orijentacije. Nabori su u velikoj mjeri nastali pod uticajem pokrovne Durmitorske navlake i to podvlačenjem Bosanskog fliša.



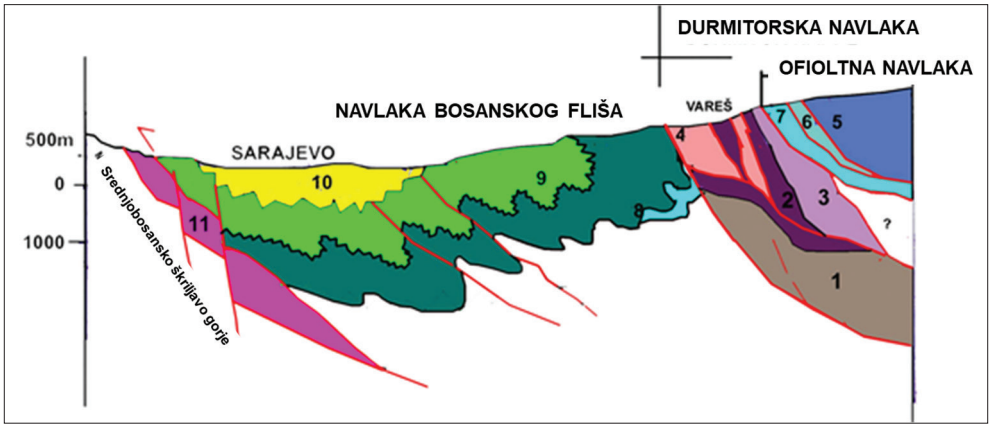
Slika 94. Shmatski geološki profil Srednjobosansko šrkriljavo gorje-navlaka Bosanskog fliša (Vlašić kod Travnika) – Hrvatović, 2006.

1. Proterozoijsko-paleozojski metamorfni kompleks; 2. Gornjopermski evaporiti i klastiti, i donjotrijaski klastiti; 3. Gornjojurski krečnjaci; 4.Donjokredni krečnjaci; 5. Gornjokredni-donjopaleogeni fliš (Ugar subgrupa formacija)

Ofiolitna navlaka je najveća navlačna struktura Unutrašnjih Dinarida. Ona isklinjava južno od Zagreb-Zemplin rasjeda, gdje je jako zaplavljena neogenskim sedimentima Panonskog basena. Pravac pružanja ove navlake je sjeverozapad-jugoistok. Na krajnjem sjeverozapadnom dijelu navlake, na području planine Kozare, ona je navučena na Sansko-unsku navlaku. To se najbolje može vidjeti na površinskom kopu gipsa kod Blagaja (ležište gipsa Petkovac) gdje serpentiniti direktno "leže" preko naslaga gipsa gornjopermske starosti. Dalje prema jugoistoku navlaka je navučena na navlaku Bosanskog fliša (Uzlomac-Borja-Nemila-Vareš, sl. 95).

Ofiolitne formacije ove navlake su najbolje i s najdužim profilom otkrivene u dolini rijeke Bosne u središnjim Dinaridima, a dalje na jugoistoku preko njih je navučena Golijska navlaka. Na brojnim mjestima se ispod stijena ove navlake javljaju tektonska okna izgrađena od ofiolitnih formacija. Na jugoistoku Dinarida se Ofiolitna navlaka spaja s Mirdita zonom u Albaniji koja zapravo predstavlja jugoistočni produžetak Ofiolitne navlake Dinarida.

Ofiolitna navlaka može se podijeliti na dvije etaže: donju etažu izgrađuje Radiolaritna formacija, a gornju olistostromski ofiolitni melanž i ultramafiti.



Slika 95. Geološki profil od Sarajeva do Vareša (Hrvatović, 2006)

1. Paleozojske formacije; 2. Gornjopermski i donjotrijaski evaporiti i siliciklastiti; 3. Anizijski krečnjaci, dolomiti i breče; 4. Ladinski krečnjaci, rožnaci, pješčari, tufovi, spiliti Fe, Mn, Pb, Zn – rudna tijela; 5. Jurske ultramafitne formacije; 6. Ofiolitni melanž-Baza-Divlji fliš; 7. Baza Bosanskog fliša; 8. Jursko-kredni fliš (Vranduk subgrupa formacija); 9. Gornja kreda-paleogen (Ugar subgrupa formacija); 10.Sedimenti Zeničkog-sarajevski bazen; 11. Srednjetrijaski krečnjaci i breče.

U gornjem i znatno debljem dijelu Ofiolitne navlake, izgrađenom od olistostromskog melanža, mogu se izdvojiti dvije navlake drugog reda: 1) Donja Ofiolitna navlaka uključuje ultramafitne masive Borja-Mahnjača-Krivaja Unutrašnjih Dinarida i 2) Gornja Ofiolitna navlaka koja uključuje ultramafitne masive Ljubić-Ozren-Konjuh i Ibar u Srbiji i ona se dalje nastavlja na jugoistok na istočnu zonu Mirdite u Albaniji (Shallo i sar., 1990).

Savsko-vardarska navlaka je najsjevernija navlaka koja se po pružanju može pratiti stotine kilometara; na jugoistok se kontinuirano nastavlja u Helenide kao Aksios zona. Ona je najvećim dijelom navučena na Ofiolitnu navlaku, no njezini sjeverni dijelovi su pretežno pokriveni neogenskim sedimentima južnog Panonskog bazena. Na sjeveru Savsko-vardarska navlaka je pod blagim uglom navučena na Panonski bazen, odnosno južnu Tisiju (Karpate). Ovo navlačenje rezultat je pliocenske transpresijske tektonike koja je uslovila da se formacije Savsko-vardarske zone nalaze kao navlačci preko neogenskih sedimenata južnog Panonskog bazena u susjednoj Slavoniji (Šparica i Pamić, 1986; Pamić i sar., 1998).

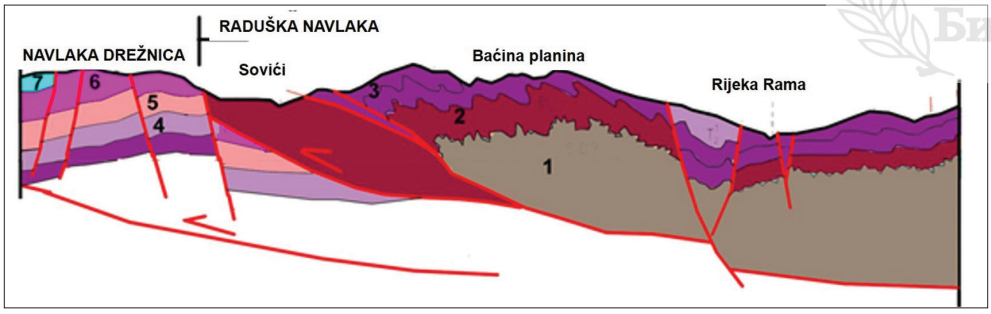
8.2.3. Navlake proizašle kretanjem paleozojsko-trijaskih jedinica

U Unutrašnjim Dinaridima su izdvojene sljedeće navlake proizašle kretanjem palezojsko-trijaskih jedinica: Durmitorska, Unsko-sanska, Ključko-raduška i Golijska navlaka

Ključko-raduška navlaka je izdvojena u središnjim i sjeverozapadnim Dinaridima. Čelo navlake se može pratiti na dužini oko 150 km počevši od planine Baćine kod Jablanice pa preko Raduše, Plazenice Stožera, Dimitora i Sanice do područja Japre kod Bosanske Krupe (sl. 89 i 96).

Jugozapadni dijelovi Raduške navlake izgrađeni su pretežno od trijaskih karbonatnih a podređeno i od klastičnih i magmatskih stijena, te podređenih permskih sedimenata. U njezinim frontalnim dijelovima vrlo se često pojavljuju permski evaporiti koji su vjerovatno pospješili navlačna kretanja. To se može vidjeti na lokalitetu Sovići gdje se nalaze naslage gipsa gornjeg perma koje su navučene na navlaku Visokog krša.

U sjevernim dijelovima Raduške navlake smješten je metamorfni kompleks Srednjobosanskih škriljavih planina koje izgrađuju pretežno proterozojsko-paleozojske formacije, uz podređenije postvariscijske formacije (Hrvatović, 1997). Na jugozapadu je taj kompleks ograničen longitudinalnim Voljevačkim rasjedom koji se poklapa sa pozicijom dubinskog rasjeda.



Slika 96. Geološki profil: Ključko-raduška navlaka na području planne Baćina (Hrvatović 2006).

1. Paleozojske formacije; 2. Gornjopermski pješčari, gips i anhidrit; 3. Donjotrijaski siliciklastiti; 4. Anizijski krečnjaci i dolomiti; 5. Ladinski krečnjaci, rožnaci, kvarckeratofiri i tufovi; 6. Gornjotrijaski krečnjaci i dolomiti; 7.Donjojurski dolomiti i krečnjaci

U sklopu Ključko-raduške navlake izdvojene su sljedeće navlake drugog reda: Baćina, Plazenica, Stožer, Dimitor, Raduša, Sanica i Japra

Durmitorska navlaka, je karakteristična za prostore jugoistočnih Dinarida, izgrađena je pretežno od trijaskih, uglavnom karbonatnih stijena, uz podređene

klastične i silicijske sedimente i vulkanite. Ona uključuje i velike paleozojske komplekse Foča-Prača u Bosni i Limski paleozoik u Crnoj Gori.

Paleozojske naslage su predstavljane nisko metamorfisanim pješčarima i škriljcima, konglomeratima i krečnjacima, te rijetko riolitima. Donjokarbonske i srednjokarbonske naslage su predstavljene flišom u kome se nalaze krečnjački olistoliti devonske starosti. Poslije prekida sedimentacije, u gornjem permu nastaju evaporiti, alevroliti, pješčari i konglomerati.

U jugoistočnoj Crnoj Gori su frontalni dijelovi Durmitorske navlake navučeni na navlaku Bosanskog fliša i ta se granica može pratiti na sjeverozapad do područja Vareša (sl. 95) . U području Vareša preko Durmitorske navlake navučena je Ofiolitna navlaka, dok je idući na jugoistok, na području Romanije i Devetaka preko Durmitorske navlake dijelom navučena Golijska navlaka.

Golijska navlaka odgovara dijelu "unutrašnje paleozojske zone Petković, 1961" odnosno "zoni Golije, Aubouin 1974". Ona obuhvata drinski paleozoik (područje Vlasenica, Bratunac, Srebrenica) sa trijaskim pokrovom na njegovom jugozapadnom obodu, koji je navučen preko ofiolitne navlake. Golijska navlaka je vjerovatno dio velike navlake koja započinje u sjeverozapadnim Dinaridima s Panonskom navlakom (Miladinović, 1974) koja se produžava na jug u zapadnomakedonski paleozoik. Najstarije jedinice su predstavljene terigenim sedimentima i mafitnim vulkanskim stijenama kambrijum-ordovicijske starosti (Milovanović, 1984; Filipović i Sikošek 1999). Ove jedinice odgovaraju formacijama Drina i Golija (Đoković, 1985). Nakon prekida sedimentacije u siluru i dijelu devona (Filipović i Sikošek, 1999), kada prethodne formacije bivaju metamorfisane, slijedi sedimentacija od turnea do baškira. Ona uključuje nemetamorfne i slabo-metamorfne stijene kao što su peliti, liditi, olistostromi, karbonatno–klastični sedimenti i fliš. Ove sedimente je Đoković (1985) izdvojio kao Birač formacija. U ovoj formaciji su pronađeni olistoliti devonskih krečnjaka. Preko ove formacije "leže" trijaski kontinentalni crveni sedimenti i sedimenti karbonatne platforme od srednjeg do gornjeg trijasa.

Sansko-unska navlaka predstavlja najsjeverozapadnije dijelove paleozojskih naslaga u Bosni i Hercegovini. Najstarije naslage su gornjodevonski do donjokarbonski flišni sedimenti sa sideritima. Poslije vizea počinje diferencijacija u sedimentnom okolišu. U jednom dijelu, sedimentacija se nastavlja do baškira i gornjeg moskova. U drugom dijelu flišna sedimentacija za vrijeme serpuhova je zamijenjena plitkovodnim krečnjacima i glincima sve do srednjeg moskova. Novi sedimentni ciklus počinje u srednjem permu sa

pješčarima, glincima, evaporitima, a kasnije i poroznim dolomitima. Glavna karakteristika paleozoika Sansko-unske navlake je turbiditna sedimentacija prekinuta u vrijeme srednjeg karbona. Navlaka je navučena na Ključko-radušku i navlaku Bosanskog fliša.

8.3. Glavne rasjedne strukture Dinarida

U jasno izraženoj navlačnoj građi Dinarida, mogu se izdvojiti sljedeći rasjedi:

- dubinski rasjedi,
- reversni rasjedi,
- postkolizioni horizontalni i normalni rasjedi.

Dubinski rasjedi

Istraživanjem građe Zemljine kore, na području Dinarida, dubinskim seizmičkim sondiranjem (Dragašević, 1974), prikupljeni su podaci koji su poslužili za izradu karte Mohorovičićevog diskontinuiteta. Tom prilikom uočene su deformacije, Mohorovičićevog diskontinuiteta, koje imaju uticaj na geološke strukture iznad njega (Aljinović i sar.,1987). Te deformacije se ogledaju u izdizanju i spuštanju Mohorovičićevog diskontinuiteta. Granice između tih izdignutih i spuštenih dijelova diskontinuiteta odgovarale bi na karti izdvojenim dubinskim rasjedima (sl. 89). Poređenjem ovih rasjeda (na karti označeni sa crnom linijom) sa površinskom geološkom građom i strukturama zapaža se da se oni generalno podudaraju sa paleogeografskim i većim tektonskim jedinicama u Dinaridima. Na ovo su ukazivali Sikošek i Medventisch (1965), Dimitrijević (1982), Anđelković (1982), Herak (1986) i dr.

Dubinskim seizmičkim profiliranjem (Dragašević, 1974) izdvojeni su sljedeći dubinski rasjedi (sl. 89): A-Unski, B-Vrbaski, C-Busovački, D-Banja Luka-Zenica, E-Bosanski Novi-Banja Luka-Olovo-Višegrad, F-Sprečansko-kozarački, G-Savski, H-Zvornički

Izdvojeni dubinski rasjedi sijeku cijelu Zemljinu koru ili njene velike dijelove. Glavni pravac pružanja ovih rasjeda je sjeverozapad-jugoistok, dok su izdvojeni i rasjedi pravca pružanja sjeveroistok-jugozapad i oni vjerovatno predstavljaju granice magnetnih anomalija. Lokacije i dugotrajna aktivnost dubinskih rasjeda imala je značajnu ulogu u oblikovanju geološke građe. Očigledno je da oni imaju vezu između geotektonskih jedinica, magmatizma i metalogenije, geotermalne energije, nalazišta plina i nafte, a naročito su značajni za seizmičku aktivnost područja Bosne i Hercegovine.

Dubinski rasjedi imaju približno vertikalni položaj a njihovo pružanje je saglasno sa pružanjem geotektonskih jedinica i neotektonskih zona. Površinska geološka građa i recentna seizmička aktivnost ukazuju na njihovu izraženu neotektonsku aktivnost.

Od dubinskih rasjeda, posebno se ističe Sprečansko-kozarački (kao dio velikog regionalnog rasjeda od tektonske linije Zagreb-Zemplin do Skoplja), zatim Vrbaski i Banja Luka-Zenica koji se spaja sa Busovačkim dubinskim rasjedom.

A. Unski rasjed je identifikovan u gornjem toku rijeke Une, gdje je dobro izražen u reljefu, na potezu Martin-Brod-Ripač-Bihać. U geološkom smislu, značajan je radi toga što je relativno dubok i ima odraz na opću geološko-tektonsku građu ovog područja. Duž njega se javljaju geološke formacije od gornjeg perma (evaporiti i klastiti) do gornje krede, sa izvorima mineralnih i termomineralnih voda.

Rasjed je opisan u više radova (Šikić, 1964; Chorovicz, 1977) kao horizontalni rasjed po kojem je vršeno horizontalno kretanje regionalnog karaktera počevši od Zagreba preko Karlovca do Splita. Međutim potrebno je naglasiti da je zona ovog rasjeda bila čelo navlake Una-Glamoč-Drežnica-Gacko a da je podloga navlačenja predstavljao "horizont" sa evaporitima gornjeg perma.

B. Vrbaski rasjed presijeca Mohorovičićev diskontinuitet i predstavlja jedan od značajnijih rasjeda u Bosni i Hercegovini. Pruža se od Jajca dolinom Vrbasa do Gornjeg Vakufa, zatim produžava preko Jablaničkog jezera, Konjica, dolinom Neretve do gatačkog polja i dalje prelazi u Crnu Goru. Na sjeverozapad, rasjed se vjerovatno produžava do Mrkonjić Grada i neogenskog kamengradskog basena.

Vrbaski rasjed definira jugozapadnu granicu Srednjobosanskog škriljavog gorja. Ova vrlo značajna dislokacija proteže se od Prozora na jugoistoku prema sjeverozapadu u dolini Vrbasa, a na području južno od Banja Luke završava spajajući se sa sjeverozapadnim dijelom Busovačkog rasjeda (rasjedne zone). Zona rasjeda Vrbas, pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok, široka je nekoliko stotina metara što se može vidjeti na satelitskim i avionskim snimcima. Duž njega smješteni su neogenski slatkovodni sedimenti Bugojanskog, Jablaničkog i Gatačkog bazena. Za ovaj rasjed, karakteristične su mase vulkanskih stijena trijaske spilitsko-keratofilne asocijacije za koje su vezane mineralizacije barita, tetraedrita, Au, Hg, Cu i kvarca.. Ove magmatske stijene su izdvojene kao produkti kontinentalnog riftovanja (Pamić, 1996), međutim ispitivanjima njihovih geohemijskih osobina (Trubelja i sar., 2004) upućuju na zaključak da ove stijene imaju i karakteristike subdukcionog magmatizma.

C. Busovački dubinski rasjed predstavlja sjeveroistočnu granicu Srednjobosanskog škriljavog gorja, prema Zeničko-sarajevskom neogenskom bazenu. Geomorfološki je veoma izražen tako da se jasno uočava na satelitskim i avionskim snimcima. Pruža se od Jajca, gdje dopire do Vrbaskog rasjeda, preko Travnika, Viteza, Busovače i Kiseljaka, ide jugozapadnim obodom Zeničko-sarajevskog bazena preko Ilidže, obodom Jahorine i nešto sjevernije od Foče prelazi u Crnu Goru.

Busovački rasjed (rasjedna zona) spada u kategoriju dubinskih rasjeda sa vertikalnim i horizontalnim kretanjima. Iznos vertikalnih kretanja na obodu Zeničko-sarajevskog bazena je 1500 do 2000 m. Ova vertikalna kretanja bila su povremeno praćena i značajnim desnim horizontalnim pomjeranjima u pliocenu. Tada je došlo do postanka uzdužnih rasjeda tenzionog karaktera i dijagonalnih nabora u miocenskom kompleksu Sarajevsko-zeničkog basena (Hrvatović, 1997). Postojanje Busovačkog rasjeda, potvrđeno je i geofizičkim mjerenjima (magnetizam, gravimetrija i seizmika) na dijelu između Kiseljaka i Busovače i duž rijeke Lašve. Rasjed predstavlja rasjednu zonu nagnutu ka osi sarajevsko-zeničkog basena. Dopire do Mohorovičićevog diskontinuiteta, dubine od 35 do 40 km. U zoni rasjeda je karakteristično pojavljivanje termomineralnih i mineralnih voda i neotektonsko izdizanja Vlašića i Igmana.

Uz ovaj rasjed javljaju se brojni izvori mineralne i termomineralne vode, kao i razne mineralizacije (kvarc, barit, Cu, Fe, Au).

D. Banja Luka-Zenica je izdvojen na potezu od Banja Luke odakle se pruža sjeveroistočnim padinama Osmače od Skender Vakufa zatim sjeveroistočnim padinama Vlašića gdje se kod Busovače spaja sa Busovačkim rasjedom. Rasjed je na površini marikran navlakom bosanskog fliša, međutim potrebno je naglasiti da su u širem području Zenice zabilježeni epicentri zemljotresa magnitude do 3,5.

E. Bosanski Novi-Banja Luka-Olovo-Višegrad je rasjed koji se pruža kroz čitavu teritoriju Bosne i Hercegovine. Pruža se od Bosanskog Novog na sjeverozapadu, preko Prijedorskog polja, produžava do Banja Luke, južnim obodom planina Uzlomac i Borja, južno od Žepča, sjevernim padinama planine Zvijezde, preko Olova, južnim padinama Devetaka na jugoistok do Višegrada i dalje u Srbiju. Za ovaj dubinski rasjed mogu se vezati zabilježeni epicentri zemljotresa u Prijedoru, Banja Luci, Žepču i istočnoj Bosni. Rasjed dopire do Mohorovičićeva diskontinuiteta na dubini 30–35 km.

F. Sprečansko-kozarački rasjed (rasjedna zona) predstavlja sjeveroistočnu granicu Dinarske ofiolitne zone, odnosno južni rub Panonskog basena. Pruža se od Bosanske Dubice, južnim padinama Prosare (između Prosare i Kozare)

i ide na jugoistok preko Prnjavora i Doboja na Ozren i preko Živinica do Zornika. Na dijelu, ovog rasjeda, između Doboja i Živinica, u morfologiji se ističe sistem paralelnih rasjeda koji zajedno čine rasjednu zonu regionalnog karaktera. U zoni ovog rasjeda vertikalna kretanja su preko 2000 m. Rasjed se karakteriše izvorima termomineralnih i mineralnih voda i spada u seizmički aktivne rasjede. Posebna karakteristika ovog rasjeda je da su u njegovoj zoni utvrđeni listveniti (stijene nastale metasomatozom perioditita) koji su genetski vezani za postorogeni vulkanizam i da su u njima utvrđena ležišta i minefalizacije olova, cinka, nikla, bakra, srebra i zlata.

G. Savski rasjed je najsjeverniji dubinski rasjed koji se pruža duž rijeke Save, počevši od ušća Une do Drine na istoku. Rasjed je indiciran geofizičkim ispitivanjima, dopire do Mohorovičićevog diskontinuiteta (25 km).

H. Zvornički rasjed pruža se dolinom Drine gdje je došlo do spuštanja njegovog zapadnog bloka. Rasjed je upravan na pružanje ostalih rasjeda.

Sjevernobosanski rasjed se pruža od Srbca, dalje produžava južnim padinama planine Motajice do Dervente i rijeke Save. Dopire do Mohorovičićevog diskontinuiteta (25–30 km). U zoni ovog rasjeda su zabilježeni epicentri zemljotresa, na području Dervente, magnitude 5 stepeni.

Kozara rasjed je manje veličine. Pruža se od sjevernih padina planine Kozare preko Laktaša na jugoistok do Kulaša. Rasjed je pokriven neogenskim sedimentima. Duž ovog rasjeda javljaju se izvori termomineralnih voda u Laktašima i rejonu Kulaša.

Horizontalni i normalni rasjedi

Eocenska, finalna deformacija daje izdizanje, definitivno strukturiranje Dinarida i razdvajanje Tetisa na Mediteran i Paratetis. Ti procesi su doveli do formiranja uzdužnih dubokih normalnih rasjeda. To je dovelo do stvaranja manjih i većih pred-neogenih slatkovodnih depresija. Tako je duž Busovačkog rasjeda formirana neogena depresija Sarajevo-Zenica, vrbasko bugojanske depresije i dr. Za većinu ovih rasjeda je karakteristično da pored izraženih vertikalnih, imaju i desna horizontalna kretanja (desni "strike-slip" rasjedi). Desno, horizontalno "strike-slip" rasjedanje je bilo aktivno, od oligocena do kvartara, u cijelim Dinaridima. Među njima regionalni značaj ima rasjed Spreča-Kozara koji se podudara sa dubinskim rasjedom. Dokazi za desno kretanje duž ovih rasjeda utvrđeni su u Zeničko-sarajevskom i Tuzlanskom bazenu gdje se jasno vide dijagonalne naborne strukture u neogenskim sedimentima.

Generalni pravac pružanja ovih rasjeda je sjeverozapad-jugoistok. Međutim, analizom pružanja rasjeda, uočena je određena konvergencija rasjeda na prostoru sjeverozapadne Bosne. Naime, rasjedi sjeveroistočno od Vrbaskog dubinskog rasjeda imaju generalni pravac pružanja 310°-130°. Rajsedi, jugozapadno od Vrbaskog dubinskog rasjeda imaju generalni pravac pružanja 330°-150°.

Na karbonatnoj platformi desni horizontalni "strike-slip" rasjedi, pravca sjeverozapad-jugoistok, doveli su do formiranja karstnih polja kao što su Livanjsko, Duvanjsko, Glamočko, Nevesinjsko, Gatačko, Popovo i dr.

Geofizičkim ispitivanjima, analizom satelitskih snimaka i površinskim geološkim kartiranjem, pored uzdužnih rasjeda, utvrđeno je i postojanje poprečnih horizontalnih "strike-slip" rasjeda, lijevog i desnog karaktera. Posebno je važno naglasiti prisustvo horizontalnih kretanja duž struktura pa i većih blokova. U Savsko-varadskoj zoni ti rasjedi imaju karakter lijevih pokreta. Naročito su izraženi na potezu od Banja Luke (Banjalučki rasjed) do Drine (Drinski rasjed).

Na području karbonatne platforme karakteristični su pokreti uz desne poprečne rasjede koji su naročito izraženi u jugozapadnoj Bosni (Livno-Duvno) i jugoistočnoj Hercegovini (Trebinje). Ovakav raspored rasjeda ukazuje na rotaciju većih strukturnih jedinica.

U zavisnosti od smjera pritisaka, mreža rasjeda je vrlo različita i često karakteristična za pojedine dijelove terena. Na području Trebinja karakteristični su poprečni rasjedi pravca pružanja sjever-jug. Za navlake južno od Mostara karakteristični su uzdužni reversni rasjedi, dok su poprečni rasjedi rjeđi i kraći po pružanju. Za područje jugozapadne Bosne, rasjedi zapadno od Bosanskog Grahova imaju orijentaciju sjeveroistok-jugozapad, kod Bosanskog Grahova sjever-jug a području Dinare, Kamešnice i Tušnice imaju pružanje zapad-istok do jugozapad-sjeveroistok. Na Čvrsnici i Čabulji preovlađuju rasjedi orijentirani sjever-jug.

U Središnjim Dinaridima rasjedi nemaju karakterističnih pružanja, već strukturne jedinice presijecaju u svim smjerovima, dijeleći ih u veće ili manje nepravilne blokove.

U unutrašnjim dijelovima Dinarida, na dijelu Golijske navlake (Devetak i Romanija) preovladavaju rasjedi pravca sjeverozapad-jugoistok, dok na području Zavidovića i Maglaja rasjedi imaju generalni pravac zapad-istok

9. GEOLOŠKA EVOLUCIJA

Za poznavanje postanka Dinarida od posebnog je značaja poznavanje prostora između dva velika superkontinenta-Laurazije na sjeveru i Gondvane na jugu. Taj prostor zauzimao je sve do sredine kenozoika okean kojem je Suess (1893) dao ime Tetida ili Tetis. Konvergirajućom rotacijom Laurazije i Gondvane i akreacijom kore na obodima superkontinenata koji su se približavali nastali su planinski vijenci koji se protežu od Alpa na zapadu do Indonezije na istoku.

Najbolji izdanci paleozojskih i mezozojskih tektonostratigrafskih jedinica Dinarida nalaze se na području Bosne i Hercegovine. U sadašnjoj strukturi Dinarida alpske tektonostratigrafske jedinice prevladavaju nad paleozojskim u približnom odnosu 4:1.

ANU BiH
АНУ БиХ

9.1. Paleozojska evolucija

Paleozojski kompleksi Dinarida raskomadani su i u tektonskom su dodiru s okolnim i dominantnijim mezozojsko-tercijarnim formacijama (sl.48). To su tereni Srednjobosanskoga škriljavog gorja, Sansko-unskog područja, jugoistočne Bosne (Foča-Prača) i istočne Bosne (Vlasenica-Srebrenica).

Na osnovu dosadašnjih tektonskih podjela, paleozojski kompleksi Dinarida su svrstavani u različite tektonske jedinice i/ili zone i smatralo se da su oni uglavnom genetski vezani za obod Laurazije i manjim dijelom za obod Gondvane (Hrvatović i Pamić, 2004).

Danas je generalno prihvaćeno da su proterozojsko-paleozojske formacije na Iberijskom poluostrvu, Francuskoj i centralnoj Evropi proizašle iz Gondvane, što je zasnovano na distribuciji facija, faune i zrna cirkona (Stampfli i sar. 2011). Također, Kroner i Stern (2005) navode da su nakon konsolidacije superkontinenta Gondvana, na kraju prekambrija, riftni procesi na sjevernom obodu Gondvane doveli do stvaranja kontinentalnih fragmenata koji su kao nezavisne mikro ploče “odlutali” prema sjeveru i sad se nalaze

kao "egzotični tereni" u Evropi (Cadomian i Armorican) i Sjevernoj Americi (Avalonian), te u raznim dijelovima središnje i istočne Azije.

Jedan takav fragment je vjerovatno Srednjobosansko škriljavo gorje gdje je magmatska aktivnost najvećim dijelom bila prekambrijska (Hrvatović i sar. 2015) i manjim dijelom ordovicijska (Garašić i sar., 2015). Šelfno područje (karbonatna platforma) nastalo je uz rub Gondvane, na što ukazuje prisutnost karbonata devonske platforme koja leži diskordantno na Srednjobosanskim prekambrij-kambrij-ordovicijskim škriljacima i metariolitima. Ono što je važno navesti jest da, za razliku od ostalih paleozojskih terena u Dinaridima, u Srednjobosanskom škriljavom gorju nisu utvrđeni liditi, koji su u Evropi poznati kao "liditski događaj" (Ziegler, 1990), niti formacije iz karbona, kao što je "kulmski" fliš. Litološki sastav paleozojskih terena Dinarida Bosne i Hercegovine ukazuje na to da su oni mogli nastati u okeanskom prostoru Paleotetisa.

Hercinski (variscijski) orogenetski ciklus traje od oko 390 do 310 miliona godina kada je bio proces formiranja planina i podrazumjeva kontinentalni sudar između Sjevernoatlantskog kopna i Gondvane, koje su formirale Pangeu. Iz tog vremena utvrđena je devonska transgresija (karbonatna platforma) na području Srednjobosanskoga škriljavog gorja (Hrvatović, 2018, Živanović, i sar., 1971). Devonske naslage u Dinaridima Bosne predstavljene su zoogeno-sprudnom krečnjačkom facijom i nešto dubljom krabonatno-škriljavom facijom sa konodontima jugoistočne Bosne, sprudnom facijom krečnjaka i dolomita (formacija Vranica u Srednjobosanskom škriljavom gorju) te dolomitima dubljeg mora u Sansko-unskom paleozoiku. Različite facijalne karakteristike devona ukazuju na relativno razuđen sedimentacijski prostor, različite dubine depozicionih sredina i distribuciono područje. Po sedimentološkim osobinama i fosilima, devon Srednjobosanskog škriljavog gorja se razlikuje od ostalog devona u Dinaridima Bosne i Hercegovine.

Za vrijeme gornjeg karbona Gondvana se uz rotaciju primiče Lauraziji (Ziegler, 1988). Povećanje vezivanja između ovih mega-kontinenata, međusobnom kolizijom reflektovano je naprijed navedenom rotacijom Laurazije. Ovi pokreti ploča paralelni su sa kolizijom Sibira i Kazahstana. Za vrijeme namura i vestfala, kolizija između SZ Afrike i južne Evrope, širi se prema istoku pri čemu tereni Južnih Alpi i Dinarida bivaju inkorporirani u Variscijski orogeni pojas. Za vrijeme namuriana i vestfala glavne faze variscijskog orogena većinom su sjeverne i južne vergence. Vrijeme gornjeg vestfala skraćeno nazivamo variscijski ubrani pojas. Tokom ove glavne variscijske deformacije

protolitne formacije metamorfisane su uglavnom pod uslovima facije zelenih škriljaca (u Dinaridima).

Za gornji karbon karakteristično je desno horizontalno "strik-slip" i transformno rasjedanje koje je rezultiralo stvaranjem brojnih intrakontinentalnih sedimentnih bazena u kojima su se na kontinentalnoj kori taložili marinski i slatkovodni sedimenti (Ziegler, 1990; von Raumer & Neubauer, 1993). To se očituje i u svim post-variscijskim formacijama Dinarida koje karakterizira značajna facijalna diferencijacija, što pokazuju: 1) karbonatne formacije platforme, 2) morske klastično-karbonatne formacije, 3) morske "crvene" klastične formacije (Foča-Prača), 4) lagunske formacije evaporita (Sanskounska i Durmitorska navlaka), 5) kontinentalne i plitkomorske naslage (sedimenti iz gornjeg perma i donjeg trijasa).

U donjem karbonu taloži se fliš pod nazivom "kulm" što je utvrđeno u jugoistočnoj Bosni (područje Prače). Tokom namira i vestfala talože se paralske naslage. Krajem vestfala one su ubrane (asturijska faza). Hercinska sedimentacija završava se taloženjem molasa pod nazivom "novi crveni pješčari". U gornjem permu zapaža se pfalska tektonska faza.

Na osnovu dosadašnjih istraživanja u karbonu na području Bosne i Hercegovine dolazilo je do emerzije koja nije svugdje bila istovremena. U sjeverozapadnoj Bosni paleontološki je dokumentovan donji i gornji karbon, na području jugoistočne Bosne donji i srednji karbon, a gornji nije za sada utvrđen, kao što je slučaj i u istočnoj Bosni. Karbonske naslage u Srednjobosanskom škriljavom gorju nije za sada utvrđen. Prema tome emerzija u Srednjobosanskom škriljavom gorju je trajala najvjerovatnije od karbona do gornjeg perma.

Postvariscijske formacije u svim paleozojskim terenima Dinarida su predstavljene klastično-karbonatnim formacijama, klastičnim "crvenim" formacijama i lagunskim evaporitnim formacijama iz gornjeg perma i kontinentalno-marinskim naslagama permotrijasa.

Variscijske i postvariscijske formacije Pangee predstavljale su osnovu na kojoj su se odvijali procesi alpskog riftovanja. Međutim, paleozojski kompleksi koji su nastali uz sjevernu Gondvanu nisu imali akreaciju duž sjeverne Apulije, tokom kasne trijaske faze otvaranja Tetisa. Iz tog je razloga iznimno teško procijeniti geodinamičku evoluciju paleozojskih kompleksa tokom sljedećih faza alpskog ciklusa, osobito onih ugrađenih u današnju strukturu unutrašnjih Dinarida. Paleozojski kompleksi koji su uključeni u Drinsko-ivanjički blok (Dimitrijević, 1982) ili Golijsku zonu (Rampnoux, 1970) navučeni su na jugozapadu na Ofiolitnu zonu Dinarida koji su obudkovani u

gornjoj juri-donjoj kredi, što ukazuje na to da im je korijenje moralo biti negdje sjeverno uz južnu Laurasiju. Ovo donjo-kredno "slaganje" paleozojsko-trijaskih navlaka dovelo je do pojave istovremenog metamorfnog "overprint-a" koji, međutim, nije uticao na paleozojske komplekse unutar Vanjskih Dinarida i Tisije (Milovanović, 1984; Palinkaš i sar., 1996; Pamić, 1998).

9.2. Mezozojsko-paleogenska evolucija

Geološka historija Dinarida u ovom periodu započinje procesom kontinentalnog riftovanja u geološkoj epohi gornji perm (prije oko 253 miliona godina). Ovaj proces je bio povezan sa nestabilnošću superkontinenta Pangea koji je okružen okeanom Pantalasa i morem Tetis. Kontinentalno riftovanje je proces kada se zemljina kontinentalna kora istanjuje stvarajući zone velikih rasjeda duž kojih dolazi do smještaja magmatskih stijena. Tragovi magmatske aktivnosti, iz tog perioda, pronađeni su u nalazištima gipsa gornjopermske starosti u Kulen Vakufu kod Bihaća, kod Kupresa, Goražda i Blagaja kod Prijedora (Hrvatović, 2006).

Kontinentalnom riftovanju prethodilo je, prije 320-305 miliona godina, u geološkoj periodi gornji karbon, nastajanje velikih horizontalnih i gravitacionih rasjeda što je rezultiralo ekstenziju zemljine kore i nastanak brojnih intrakontinentalnih sedimentnih bazena. U to vrijeme, veliki dio evropskog kopna nalazi se u zoni žarke i suhe pustinjske klime. U tim bazenima su stvorene: marinske klastično-karbonatne formacije, karbonatne formacije, marinske klastične formacije u vidu crvenih slojeva (poznati kao "Crvena Evropa"), lagunski evaporiti i kontinentalni permski i donjotrijaski klastični sedimenti. Za ovaj period su karakteristični klastično-evaporitski sedimenti koji su imali važnu ulogu kao skliska i pogodna podloga za ubiranja i navlačenja u Dinaridima. Oni su bitni i za utvrđivanje oblika deformacija kako prije tako i poslije djelovanja tektonskih sila.

Nakon formiranja kontinentalne kore platformskih osobina u gornjem permu koji se završava taloženjem crvenih pješčara, naslaga evaporita, šupljikavih i belorofonskih krečnjaka, nastavlja se sedimentacija tokom donjeg trijasa. Donjotrijaske naslage nalazimo na cijelom području Bosne i Hercegovine. Sedimentacija je uglavnom vršena u epikontinentalnom moru kada je dolazilo i do oslađivanja mora praćenog deponovanjem biljnog materijala, glina i lapora. Dokaz za to su proslojci i sočiva kamenog uglja na području Vareša (istočno od Vareša, Golo i sar., 1987). Donjotrijaske naslage predstavljene su facijama crvenih, ljubičastih i zelenkastih škriljavih liskunovitih pješčara,

glinovitih škriljaca, lapora, kvarcnih pješčara (sarajevski kvarcni-pješčari; Kittl, 1904) i konglomerata, i u manjem obimu krečnjaka.

U karbonatnoj platformi Dinarida, nalazimo donjotrijaske sedimente na području Bosanskog Grahova i kao manje mase istisnute uz velike rasjede (kod Mostara, Posušja i Kupresa). Sedimentološkim i biostratigafskim istraživanjima (Aljinović, 1995, Aljinović i sar. 2010) na području Bosanskog Grahova ukazuju da je nakon prekida taloženja koje je trajalo od perma i tokom starijeg dijela donjeg trijasa (grizbah i dinerij), da bi u smitiju marinska transgresija potopila evaporitne permske komplekse i kada nastupaju uslovi taloženja vrlo plitkog mora. Na sličan prekid taloženja ukazuju i podaci sa granice perm-trijas na području Teočaka (Kolar-Jurkovšek i sar. 2021).

Krajem donjeg trijasa došlo je do stabilizacije morskog dna čime je ujednačen režim sedimentacije trajao sve do kraja anizika kada je došlo do produbljavanja mora i taloženja cefalopodskih krečnjaka.

Na cijelom području Dinarida Bosne i Hercegovine utvrđen je kontinuitet sedimentacije iz donjeg u srednji trijas. Jedini prekid spominje se kod Grahova. Prelaz između donjeg trijasa i anizika označen je tankouslojenim krečnjacima i rjeđe dolomitima. Anizijski kat je uglavnom predstavljen krečnjacima, rjeđe dolomitima i krečnjačkim brečama. Poznate su naslage trebevićkog brahiopodskog krečnjaka i krečnjaci Han-buloškog tipa iz kojih je određeno 170 vrsta cefalopoda.

Na karbonatnoj platformi Dinarida i unutar alohtonih paleozojsko-trijaskih formacija javljaju se zone, dugačke stotine metara, magmatskih stijena povezanih s trijaskim kontinentalnim riftovanjem koje označavaju tragove riftnog cijepanja paleozoika Pangee. U kasnijoj fazi riftovanja dolazi do slijeganja što je bilo popraćeno taloženjem klastičnih sedimenata koji su mjestimično sadržavali i lagunske madstone.

Početak anizika obilježen je regionalnom transgresijom koja je rezultirala uspostavom taloženja karbonata na Dinaridskoj platformi kao dio velike platforme Apulija-Taurus (Marcoux i sar., 1993). Snažno smanjenje unosa terigenog materijala i njegovo naknadno potpuno prekidanje rezultat je regionalne transgresije.

Krajem anizika nastupa regresija u Dinaridima, veoma jaka tektonska aktivnost i velike paleogeografske i klimatske promjene.

Najjača magmatska aktivnost odigrala se za vrijeme ladinika, naročito na sjeveroistočnom rubu karbonatne platforme, duž aktivnih riftnih rasjeda uz koje se pojedini blokovi spuštaju i dižu. Magmatska aktivnost dostigla je vrhunac tokom ladinika, kao posljedica ubrzane aktivnosti cijepanja,

uzrokujući slijeganje vjerojatno izoliranih, uskih bazena u kojima su se taložili dubokovodni rožnaci, peliti i mikriti. Sinsedimentna, vulkanska aktivnost povezana s riftovanjem je intenzivirana duž reaktiviranih riftnih rasjeda. Na uzdignutim blokovima taloženi su boksiti tokom kratkih razdoblja njihovog izdizanja. Uz distalni rub Dinaridske karbonatne platforme snažnu vulkansku aktivnost pratile su intruzije plutonskih stijena, po sastavu od gabra do diorita do granosijenita i granita.

Ova magmatska aktivnost je dala raznovrsne kisele, neutralne i bazične stijene koje je Pamić (1984) svrstao u nekoliko magmatskih subformacija:

a. andezitno-kvarcno-keratofirna subformacija jugoistočne Bosne, koja se može pratiti u čeonim dijelovima paleozojsko-trijaske navlake;
b. andezitno-keratofirna subformacija istočne Bosne koja se prostire u središnjim dijelovima trijasko-paleozojske navlake;
c. bazaltno-spilitna subformacija jugoistočne i centralne Bosne (potez Zelengora-Treskavica-Zvijezda) u kojoj su zastupljeni pretežno spiliti i
d. bazaltno-andezitna i spilitno- keratofirno-kvarcna subformacija na potezu Jablanica-Prozor-Vakuf-Jajce.

Za navedenu magmatsku aktivnost vezane su pojave i ležišta željeza, mangana, olova, cinka, barita, bakra, zlata, srebra i dr.

Na regresiju krajem anizika ukazuju naslage na području Bihaća gdje nedostaje ladinik, osim kod Ostrošca na Uni gdje je zastupljen dolomitskim škriljcem i tufom (Polšak, i sar., 1978). Na području Glamoča anizik pokazuje znakove oplićavanja pa se završava brečama, a najstariji dio ladinika nedostaje (Papeš, 1978). Na području Drvara naslage donje jure su transgresivne preko ladinika, pa i preko anizika. Sredinom karnika (u potkatu julu) raspadanjem spilit-keratofira nastaju ležišta boksita koja su kasnije prekrivena transgresivnim megalodonskim krečnjakom (Vujnović, 1981). Samo u zapadnim dijelovima središnjih Dinarida (npr. Jajce-Ključ) vulkanska aktivnost se nastavila do donjeg norika. Nema tragova magmatske aktivnosti u karbonatnim platformama nakon norika. Time je uspostavljena Jadransko-Dinaridna karbonatna platforma i njezina pasivna margina.

Tokom gornjeg trijasa došlo je do većih paleogeografskih promjena. Na nekim mjestima je zapažen kontinuitet u sedimentaciji sa postupnim prelazom u juru a u nekim područjima je bio prekid sedimentacije koji je u području Vlasenice trajao sve do krede. Gornjotrijaska emerzija zapažena je i na južnom krilu Vareške strukture (Pamić, i sar., 1978). Na području Drvara nakon ladinika prvo nastupa emerzija, a zatim se nastavlja marinska sedimentacija

sve do u donju juru (Šušnjar, i sar., 1979). Pojave kamenog uglja karnijske starosti u Lastvi kod Trebinja također ukazuju na regresiju (Natević, 1970).

Na procese riftovanja kontinuirano se nastavljaju procesi otvaranja koji su trajali sve do kraja jure (Pamić i sar., 2001). U ovoj fazi su nastale ofiolitne formacije sa pratećim sedimentima. Otvaranje Dinarskog dijela Tetisa moglo je započeti krajem gornjeg trijasa i/ili početkom donje jure. Sasvim je moguće zamisliti da su ladinsko-gornjotrijaski izolirani riftni bazeni, smješteni uz rub Jadransko-Dinarske platforme, uzrokovali predispoziciju za mjesto budućeg centra za širenje morskog dna. S druge strane, riftne zone smještene u unutrašnjosti platforme istodobno su prekinute. Duž ruba karbonatne platforme najstariji su nizovi radiolarita, isprepleteni s toleitskim bazaltima, srednje-gornjeg trijasa, što ukazuje da su u Dinarskom Tetisu pelagički dubokovodni uslovi uspostavljeni već prije početka širenja morskog dna, tj. prije jure.

Nakon perioda subarealnog ogoljenja i taloženja kontinentalnih klastita i boksita u karnijskom katu, nastavljeno je taloženje karbonata u Vanjskim Dinaridima. Stvaraju se široko rasprostranjena facijalna područja dolomita ograničene intertajdalne platforme (ekvivalent stromatolitima i algama laminiranim «Haupt» dolomitima) u noričkom i retskom katu. Gornji trijas počinje sivim do crnim bituminoznim dolomitima bez fosila koji približno pripadaju kordevolskom potkatu karničkog kata. Slijede šareni lapori i dolomiti, pa sivi dolomiti sa sferičnim kolonijama modrozelenih algi (Sphaerocodium). Na njih se nadovezuju krečnjaci sa školjkašem Megalodon i debela "svita" dolomita što sve ide u dva preostala kata gornjeg trijasa (norik i ret).

Podatke o paleogeografiji i glavnim događajima koji su imali uticaja na plitkomorski sistem taloženja na karbonatnoj platformi (područja Hrvatske, Slovenije, Bosne i Hercegovine, Crne Gore i Albanije) su prikazali (uz detaljni spisak literature) Vlahović i sar., (2005).

Stvaranje karbonata u periodu donje jure na karbonatnoj platformi započinje taloženjem dolomita ograničene platforme slični onima iz norika i reta. U srednjeoj donjoj juri, zapaža se regionalna transgresija koja se povezuje sa početkom stvaranja Neotetisa. Tektonska aktivnost, uzrokovana stvaranjem Neotetisa, je jedva primjetna u unutrašnjosti karbonatne platforme Dinarida. Reaktivirane su strukture iz donjeg lijasa, a dolazi do sedimentacije na unutarplatformnim depresijama iz srednjeg trijasa. Postepeno dizanje nivoa mora imalo je za posljedicu taloženje subtajdalnih facija na širem prostoru karbonatne platforme, dok se na ograničenom prostoru talože lagunalne facije. U najgornjoj donjoj juri uočeni su sedimenti koji ukazuju na manju regresiju. Predstavljeni su krečnjacima, laminiranim laporima i argilitima.

U donjem dijelu srednje jure, karbonatna platforma Dinarida se stabilizovala u široku depozicionu "rampu" (Tasker, 1990). Talože se subtajdalne stijene i grauvake u lagunama unutrašnje karbonatne platforme. Lokalno, u gornjim nivoima, ovi sedimenti su dolomotizirani. Bočno, sedimentni okoliš prelazi u otvoreniju marinsku sredinu kada se stvaraju oolitski, pizolitski i bioklastični krečnjaci.

Za vrijeme gornje jure, karbonatna platforma Dinarida se razvila u ivični šelf (platforma u moru). Na ograničenim dijelovima platforme stvaraju se lagunalni krečnjaci i dolomiti koji sadrže alge Clypeina. Također su izasprudne facije predstavljene oolitskim krečnjcima koji sadrže Cladocoropsis. Dalje slijede karakteristične šelfne rubne facije koje najčešće sadrže Ellipsactinie. Sredinom gornje jure dolazi do slijeganja u unutrašnjosti karbonatne platforme. Tada nastaju tankoslojeviti silificirani krečnjaci koji sadrže amonite i radiolarije, škriljci i laporci sa obiljem organske materije (Lemeš slojevi – Furlani, 1910).

Taloženje karbonata se nastavlja u donjoj kredi uz kratki prekid (kada nastaje boksit i breče) što je vezano za tektonsku aktivnost na karbonatnoj platformi Donja kreda karbonatne platforme počinje dolomitima sa sitnim nerineidima, tintinidima, foraminiferama (Cuneolina) i karbonatnim algama (Salpingoporella, Munieria). Gornji dio donje krede zastupljen je uslojenim krečnjacima sa umecima dolomita koji ponegdje sadrže puževe (Nerinea) i pahiodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina) te karbonatne alge (Salpingoporella, Munieria, Cylindroporella) a u nekim slojevima i plodove haracejskih algi što ukazuje na oslađivanje mora.

Sa nastupom gornje krede prostrana područja Vanjskih Dinarida i neki dijelovi Središnjih Dinarida pretvorena su u veoma plitko more udaljeno od kopna i zato sa čistim karbonatnim dnom, bez terigenih primjesa. Veliki dio profila zauzimaju rudistni krečnjaci taloženi na grebenima sa priraslim ljušturama ili pseudogrebenima, podvodnim nagomilavanjima ljuštura uginulih organizama. Ovi sedimenti su nastali u intertajdalnoj sredini unutrašnje platforme. Na pojedinim dijelovima, unutar platforme, nastaju depresije u kojima se talože sedimenti sa globotrunkanama i iglama spužvi što indicira pelašku sedimentaciju. Najveći dio Dinarida je izdignut krajem krede, kada se na kontinentalnoj padini taloži fliš (Ugarska grupa formacija iz zone Bosanskog fliša). Fliš i karbonati platforme se tada nalaze u takvom odnosu da on ukazuje na promjenjivo izdizanje i slijeganje tokom gornje krede.

U paleoreljefu gornjokrednih krečnjaka nastaju boksiti, preko kojih za vrijeme paleocena i eocena, transgresivno, talože karbonati. U paleocen-eocenu talože se brakični i slatkovodni sedimenti, tzv. «liburnijske naslage». Tada nastaju sljedeći karbonati: vekston, pekston, algalni vekston, madston i floatston. Prva marinska sedimetacija započinje u vrijeme donje-srednji eocen. Talože se sedimenti poznati pod imenom formainiferski krečnjaci: miliolidski, alveolinski, numulitski i krečnjaci sa diskociklinama. Do kraja eocena i ranog oligocena, taloženje na platformi se okončava regionalnim izdizanjem i taloženjem konglomerata. Vrijeme ovog izdizanja se povezuje sa stvaranjem velikih navlačnih struktura u Dinaridima.

Tokom vremena gornji trijas-donja jura počela se razvijati kontinentalna padina (Zona Bosanskog fliša) jadransko-dinarske karbonatne platforme. Klastični i karbonatni sedimenti kontinuirano su se taložili duž ove padine i njenog ruba tokom jure i krede. Materijal za nastanak tih klastičnih i karbonatnih sedimenata bila je karbonatna plaforma, Srednjobosansko škriljavo gorje i Ofiolitna zona (Oljuć, 1978; Tamas, i sar., 2008). Taložne sekvence ove pasivne kontinentalne margine ukrštaju se sjeverozapadno sa radiolaritima, škriljcem i mikritom taloženim u otvorenom okeanskom okolišu, što ukazuje na prekide u opskrbi sedimenta sa šelfa na kontinentalnu padinu (npr. južne padine planine Vlašić).

Ofioliti Dinarida predstavljaju fragmente mezozojske okeanske kore koja je nastala širenjem morskog dna u Dinarskom dijelu Tetisa od gornjeg trijasa do gornje jure kada su započeli procesi supraokeanske (intraokeanske) subdukcije, sjeverne vergence, koja je praćena obdukcijom ofiolita na marginu karbonatne platforme (Pamić i sar., 2002). Nakon toga dolazi do stvaranja okeanske kore tokom krede i donjeg paleogena u reduciranom okolišuTetisa, tj. izalučnom bazenu ("back-arc basin BAB"). Konačni procesi subdukcije okeanske kore bili su praćeni drugim inkorporiranjem ofiolita (ulramafitne formacije i ofiolitni melanž) do kojeg je došlo tokom konačne eocenske deformacije koja je dovela do nastanka strukture Dinarida i njihovog uzdizanja.

Najbolje sačuvan ofiolitni profil se naalazi na području planine Varda u blizini Višegrada (Pamić i Desmond, 1989), koji je debeo do 500 m i sličan je profilu koji potječe duž modernih središta širenja (srednjeokeanski greben) u sadašnjim okeanima (Coleman, 1977).

Nakon obdukcije u gornjoj juri (prije titona), ofioliti su bili izloženi subaeralnom raspadnju i pedogenezi što je dovelo do stvaranja alteracijske površine debljine nekoliko metara što je za rezultat imalo stvaranje horizonata bogatih Fe-Ni mineralima (na primjer područje Višegrada). U gornjoj juri (u

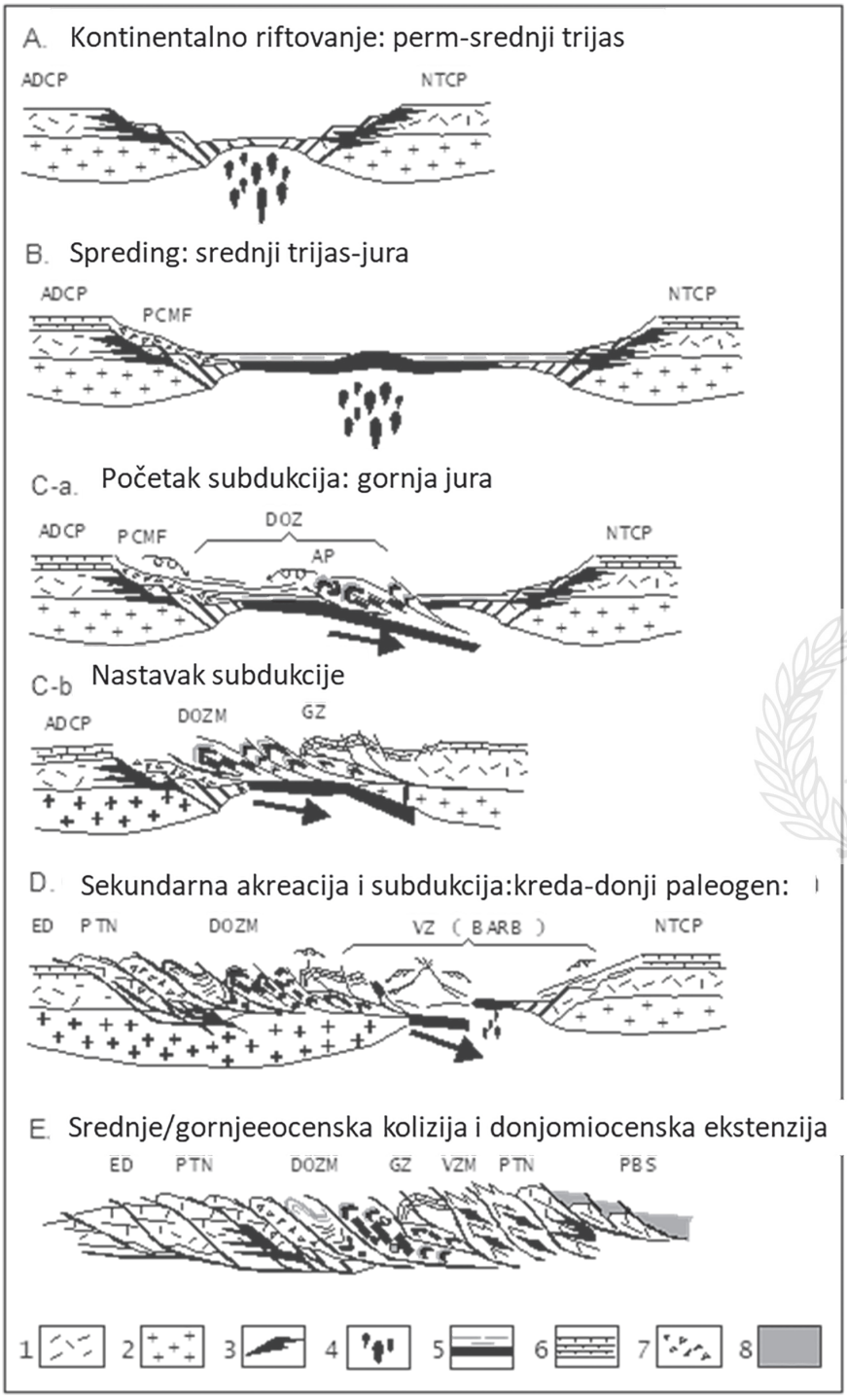
donjem dijelu titona), slijedi transgresija kada se preko ultramafitnih formacija i melanža talože klastične formacije i plitkovodni grebenski karbonati.

Nakon stvaranja kore raspadanja slijedi klastična sedimentacija u fluvijalnom okolišu (najbolji izdanci fluvijalnih sedimenata se mogu vidjeti u Pogarskoj formaciji između Maglaja i Zavidovića), zatim slijede pelitni i karbonatni sedimenti bočatne vodene sredine, marinski karbonatno-laporoviti sediment i na kraju rudistni krečnjaci. Debljina facija transgresivnih formacija je promjenjiva u Dinarskoj ofiolitnoj zoni od nekoliko desetina do preko 300 metara (formacija Pogari, područje Zepče-Zavidovići-Maglaj, Hrvatović, 2006).

Procesi subdukcije morali su započeti u gornjoj juri (prije titona), na što ukazuje prvo inkorporiranje ofiolita popraćeno stvaranjem "metamorfnog nivoa" sastavljenog od amfibolita nastalih iz kumulatnih gabrova i dijabaz-dolerita. Samo lokalno se dogodio metamorfizam pod visokim pritiskom, na što ukazuju plavi škriljci koji su kao fragmenti uključeni u podnožje gornjokrednog fliša sjevernih Dinarida (zona Sava-Vardar). Tokom tog razdoblja, stijene u okeanskoj kori bile su u različitim stepenima raskomadane, a ofiolitski odlomci uključeni u melanž. Ova jaka alpska deformacija nastala je reorganizacijom ploča koja je dovela do sjeverozapadne migracije apulijske mikroploče (Fourcade i sar., 1993)

Teško je modelirati aktivnu kontinentalnu marginu Dinaridske Tetide jer su mezozojsko-donjo paleogene formacije sjeverozapadne Vardarske zone uglavnom prekrivene tercijarnim sedimentima južnopanonskog bazena. U svakom slučaju, grauvake, škriljci i olistostromski melanž vjerojatno su nastali tokom gornjeg trijasa (?) i jure/donje krede na padini i u podnožju aktivne kontinentalne margine gdje je i osnovni vulkanizam bio vrlo aktivan, na što ukazuje i uobičajeno prepletanje vulkanita sa sedimentima. Na području aktivne kontinentalne margine postojao je razvedeni reljef s nekoliko uzvišenja i korita koji olakšava stvaranje olistostroma.

Uticaj evropske margine bio je snažan u istočnim dijelovima Dinarida u kojima je uključena zona Golija (Rampnoux, 1970), sastavljena od alohtonih paleozojsko-trijaskih formacija. Naime, moguće je, a doista i vrlo vjerojatno, da se inkorporiranje ovog paleozojsko-trijaskog dna na jugoistoku obruba ovog dijela Dinarida dogodilo tokom mlađe faze ove deformacije u gornjoj juri i donjoj kredi. To je mišljenje potkrijepljeno činjenicom da su ofioliti potisnuti paleozojsko-trijaskim formacijama koje su pak nepotpuno prekrivene fosilnim sedimentima donje krede tipa Urgon koji sadrže ponovno nanesene fragmente ofiolita. Ovo tumačenje implicira da su paleozojsko-trijaske tvorevine "izvedene" s južne euroazijske margine (Hrvatović i Pamić, 2005).



Slika 97. Okvirni grafički prikaz geodinamičke evolucije središnjih Dinarida (poslije Pamić i sar., 2001).

Legenda: 1. gornja kontinentalna kora; 2. donja kontinentalna kora; 3. riftni magmatizam; 4. dijapir omotača; 5. okeanska kora sa radiolaritima; 6. sedimenti karbonatne platforme; 7. debriti pasivne margine; 8. Panonski bazen; ADCP-Jadransko-dinarska karbonatna platforma, PCMF-Formacije pasivne kontinenalne margine, DOZ-Dinarska ofiolitna zona, NTCP-Sjeverna karbonatna platforma Tetisa, AP-Akreacijska prizma, ED-Vanjski Dinaridi, PTN-Paleozojsko-trijasske navlake, DOZM-Ofiolitni melanž Dinarske ofiolitne zone; GZ-Zona golije, VZ-Vardarska zona, VZM-Ofiolitni melanž Savsko-vardarske zone, PBS-Sedimenti Panonskog bazena.

Gornjojurska subdukcija inicirala je postupno zatvaranje Dinaridske domene Tetisa i razvoj magmatskog luka čija se osovina nalazi sjeverno od obdukovanih ofiolita. U rovu koji je povezan s ovim magmatskim lukom istaložile su se kredno-donjo paleogenske flišne sekvence. Može se pretpostaviti da se stvaranje okeanske kore nastavilo uz lučnu strukturu (”sekundarna akreacija”) na što ukazuje srednja do gornjo krednu starost ofiolitnih fragmenata uključenih u ofiolitni melanž. Postojani procesi subdukcije duž ovog lučno-rovovskog sustava bili su pokretač za nastavak magmatske aktivnosti iz izvora kontinentalne kore (Pamić i sar., 1998a). To ukazuje da su stijene kontinentalne kore također subducirane, metasomatski reaktivirane te su tako sudjelovale u stvaranju magme.

Sve formacije, genetski povezane s formacijom kreda-donji paleogen u sadašnjoj strukturi uključene su u zonu Sava-vardar. Na temelju korelacije s novijim područjima subdukcije i geohemijskim podacima, ova lučno-rovovska struktura kreda-donji paleogen može se povezati s back arc bazenima iz nedavnih okeana. Ovaj izalučni bazen “back-arc basin”) vjerojatno je činio najzapadniji dio ogromne zone subdukcije sjevernog Tetisa koja se proteže prema istoku do Grčke, Turske, Irana i Afganistana (Camoin i sar., 1993).

Sljedeća koliziona deformacija dogodila se u gornjem eocenu (41-33 miliona godina) koja je bila popraćena prekidom procesa subdukcije i izdizanjem Dinarida. Ovu je fazu karakteriziralo:

1. generiranje ofiolitskog melanža zone Sava-Vardar i drugog obdukovanja ofiolita na vrhu ofiolita zone Dinarida, koji su obdukovani tokom prve gornjojurske obdukcije,
2. metamorfizam flišnih sekvenci gornje krede i donjeg paleogena s popratnim magmatskim stijenama (Pamić i sar., 2002) i
3. s eocenskom završnom orogenom fazom dovršena je struktura Dinarida.

9.3. Postorogena oligocensko-neogensko-kvartarna evolucija

Tektonska deformacija krajem eocena dovela je do konačne strukture Dinarida i njihovog izdizanja, što je opet uzrokovalo razdvajanje Tetisa na Mediteran i Paratetis. Ove početne postorogene faze bile su snažno kontrolirane tercijarnom sjever-sjeverozapadnom rotacijom Apulije i njezinim uvlačenjem u Euroaziju. To je dovelo do snažne redukcije prostora variscijskih i alpskih tektonostratigrafskih jedinica. To smanjenje (redukcija) prostora iznosila je 200-500 km (Ziegler i sar., 1996). Ti su se procesi odrazili u transpresijskoj fazi koju karakterizira snažno horizontalno ("strik-slip"), uglavnom desno kretanje rasjeda (Laubscher, 1983).

Na području sjeverno od uzdignutih Dinarida ovi snažni horizontalni ("strike-slip") rasjedi proizveli su sistem manjih i većih transpresijskih udubljenja orijentisanih uglavnom u pravcima sjeveroistok i istok-sjeveroistok u kojima se tokom oligocena održala plitka do duboka, morska, brakična do slatkovodna sedimentacija. Duž sjevernog ruba Dinarida ovi "strike-slip" rasjedi uzrokovali su početne rasjede Save i Drave koji očito predstavljaju istočno-jugoistočno produženje Periadriatskog rasjeda, a time i predispoziciju za nastanak budućih depresija.

Dekstralni rasjed Spreča-Kozara dio je ovog regionalnog sistema desnog "strike-slip" rasjedanja (Hrvatović, 2006). Ovo "strike-slip" rasjedanje praćeno je vulkanskom aktivnošću u donjem oligocenu i miocenu koja se nije događala samo u sjeverno lociranim oligocenskim transpresijskim bazenima već i uz sjeverni rub Dinarida (npr. područje Maglaja i Srebrenice). Za navedenu vulkansku aktivnost vezan je postanak listvenita u kojima su utvrđene pojave i ležišta olova, cinka, srebra, zlata, nikla i bakra (Hrvatović, 2021).

Oligocensko "strik-slip" rasjedanje bilo je vrlo aktivno na cijelom području Dinarida. Očitovalo se u stvaranju manjih i većih transpresijskih depresija kao preteća neogenskih slatkovodnih bazena. Najveći transpresijski rasjedi su rasjed Busovača koji je predisponirao nastanak Sarajevsko-zeničke depresije i rasjed Vrbas koji je predisponirao nastanak nekih manjih tercijarnih bazena (npr. Bugojno, i drugi). Unutar Dinaridne karbonatne platforme oligocenski "strike-slip" rasjedi proizveli su nekoliko većih i manjih krških dolina, naprimjer, dolinu Livna, dolinu Nevesinja, dolinu Dabar i druge.

Nakon oligocenske transpresijske deformacije područja sjeverno od uzdignutih Dinarida, geodinamički procesi koji kontrolišu evoluciju Panonskog bazena iz temelja su se promijenili. Dijapirizam gornjeg omotača i rezultirajuće slabljenje donje kontinentalne kore očituje se u epidermalnim dijelovima

u ekstenzijskim procesima koji su doveli do evolucije Panonskog bazena (Royden i sar., 1983).

Neogenska evolucija južnopanonskog bazena može se podijeliti u dvije glavne faze. U prvoj fazi, koja je započela u otnangu-karpatu (19-18 miliona godina), dogodila se prva slatkovodna, a kasnije i morska sedimentacija sa sinsedimentnom vulkanskom aktivnošću. Mogu se razlikovati tri vulkanske faze: 1)karpatska sa trahiandesitima (šošoniti), 2)badenska sa bazaltima, andezitima, dacitima i riolitima, i 3)post-badenska s alkalnim bazaltima. U Tuzlanskom bazenu u donjem badenu započela je morska transgresija praćena vulkanskom aktivnošću (istočna strana planine Majevica). Osim neritskih kasnokarpatskih formacija, ovdje se pojavljuju i šarene kontinentalne formacije (Soklić, 1978).

Na prostoru Dinarida u međuplaninskim depresijama stvaraju se jezerski sedimentacioni bazeni čije su početne faze postojanja vezane za kraj oligocena. U njima se stvaraju terestrično-limničke, pretežno ugljonosne naslage, koje u prvom redu pripadaju miocenu. Rasprostranjene su na području Bihaća, Drvara, Livna, Duvna, Glamoča, Mostara, Gacka, Miljevine, Bugojna, Kamengrada, Zenica-Sarajevo, Prijedora, Lješljana, Ugljevika, Banovića i drugih bazena.

Na dijelu južnog Panonskog bazena, u badenu, stvaraju se naslage predstavljene sonom formacijom u Tuzli. U vrijeme badena, stvaraju se polifacijalne marinske naslage u okolini Bosanskog Novog, Derventе, na Vučjak planini, okolini Doboja, Tuzlanskom bazenu i istočnoj Majevici.

Na prelazu baden-sarmat je zabilježena tektonska faza na području Panonskog bazena (tuzlansko područje). U Panonskom bazenu, počevši od njegovog južnog dijela, u Krekanskom ugljonosnom bazenu, zapaženo je da neki rasjedi presjecaju podlogu i panonske slojeve ali ne i pontske (Soklić, 1973). Strukturnim bušenjem kod Korača (Bosanski Brod) utvrđena je diskordancija između Ervilia slojeva sarmata i slojeva sa Orygoceras panona (Soklić, 1970).

U Zeničko-sarajevskom bazenu zapažena je tektonska faza na granici koševska serija-orlački konglomerati kada nastaju glavna rasjedanja i plikativne strukture i nabori pružanja zapad-istok. U jugozapadnoj Bosni zapaža se diskordancija između ugljonosnih slojeva miocena i pjeskovito-glinovitih slojeva sa lignitom (Slišković, i sar., 1964). Dok je u ovoj tektonskoj fazi (atička) u Paratetisu regresija u Tetisu vlada "kriza saliniteta" tj. salinitet se jako povećava (Stevanović, 1982).

Detaljnim ispitivanjem "ponta", daka i romana uz upoređivanje sa marinskim sedimentima Mediterana danas se smatra da faza koja je registrovana u dolini Rone (Francuska) odgovara u Paratetisu početku "pontske" transgresije tj. otvaranje veze sa Pontskim (Crnim) morem. Pokrete možemo pratiti u Krekanskom bazenu gdje su dekstralna pomjeranja na rasjedu Moluhe nastala nakon taloženja ponta, tj. u slavonskoj i vlaškoj fazi (Soklić, 1986). Slavonska faza odvaja donji dak od romana, tj. pripada gornjem daku (u Rumuniji) odnosno kod nas srednjepaludinskim slojevima Neumayra i Paula (1875). Vlaška faza pada u najgornji dio gornjih paludinskih slojeva, prema Sikošeku i Krstiću (1991) između ostrakodnih zona Ilyocypris malezi i Eucypris-Heterocypris, dakle bliže granici neogen/kvartar, pred oko 2,2 miliona godina.

Krajem tercijara dolazi do velikih klimatskih kolebanja koja se završavaju kvartarnim glacijacijama. Istovremeno se vrše snažna tektonska kretanja tako da se Dinaridi izdižu i izlažu eroziji i denudaciji. Rijeke nose mnogo materijala koje talože po svojim dolinama ispunjavajući mjesta koja tektonski tonu. Polja na karbonatnoj platformi koja su u neogenu bila jezera i močvare u kvartaru su pretvorene u doline manjih rijeka, pretežno ponornica. Ove rijeke izbijaju obično na površinu na sjeveroistočnim rubovima polja , a poniru na jugozapadu. Visoka polja bila su baza glacijalnih procesa. Za vrijeme glacijala korita rijeka na karbonatnoj platformi bila su zatrpavana golemim materijalom, čiji se ostaci mogu vidjeti i danas. Na visokim planinama, Prenju, Čvrsnici, Visočici, Bjelašnici, Vranici i dr., nađeni su mnogobrojni ostaci glacijacije (Cvijić, 1899; Dedijer, 1913).

Početak i sam pleistocen karakteriše se diferencijalnim izdizanjima u Dinaridima (Herak, 1984). Tada intenzivno tone Tuzlanski bazen dok se na obodu izdižu planine (Soklić, 1965). Na intenzitet vertikalnih pomjeranja ukazuje prevrnut položaj pliopleistocenske oglejene svite u Sprečkom polju, kao i visinski položaj aluvijalnih terasa po obodima ovog polja. Inversan položaj tih mladih naslaga mogao je nastati jedino tangencijalnim pritiscima u toku poslednje tektonske faze (pasadenske).

U Brčanskoj posavini je strukturnim bušenjem utvrđen rasjed ris-virmske starosti (Soklić, 1970, 1979). Epirogenetske klisure u dolini Spreče, Modrac kod Lukavca i Mađarska vrata kod Doboja, nastale su nakon taloženja III terase rijeke Spreče. Krekanski bazen potonuo je krajem srednjeg i početkom gornjeg pleistocena za 37 m, što je utvrđeno na osnovu razlika u visinama terasa u Kreki, prema onim na ušću Soline u Tuzli (Soklić, 1970).

Literatura

Objavljeni radovi

Ahac, A., Papeš, J. i Raić, V., 1976, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Glamoč L 33-142., Geološki zavod Sarajevo, Savezni geološki zavod Beograd.

Alexandros X., Juha S., Bastl, K., Nagel, D. i Grímsson, F., 2020, Palaeodietary traits of large mammals from the middle Miocene of Gračanica (Bugojno Basin, Bosnia-Herzegovina), Paleobiodivers Paleoenviron. 2020; 100(2): 457–477.

Andrić, N., Sant, K., Matenco, L., Mandic, O., Tomljenović, B., Pavelic, D., Hrvatović, H., Demir, V. i Ooms, J., 2017, The link between tectonics and sedimentation in asymmetric extensional basins: Inferences from the study of the Sarajevo-Zenica Basin, Marine and Petroleum Geology 83 (2017) 305-332.

Aljinović, B., Prelogović, E. i Skoko, D., 1987, Novi podaci o dubinskoj geoldkoj gradi i scimotektonski aktivnim zonama u Jugoslaviji – Geof. vjesnik, 40, 255-263, Zagreb.

Aljinović, D., 1995, Storm Influenced Shelf Sedimentation – an Example From the Lower Triassic (Scythian) Siliciclastic and Carbonate Succession near Knin (southern Croatia and Western Bosnia and Herzegovina). -Geologia Croatica, 48/1, 17-32, Zagreb.

Aljinović, D., Kolar-Jurkovšek, T., Jurkovšek, B., i Hrvatović, H., 2010, Characteristics of some Middle Triassic volcaniclastic rocks in the External Dinarides (Croatia and Bosnia and Herzegovina), 4.Hrvatski Geološki Kongres, Abstract Book, ur. Marija Horvat, Šibenik, Hrvatska, 14-15.

Aljinović, D., Kolar-Jurkovšek, T.„Jurkovšek, B. i Hrvatović, H., 2011, Conodont dating of the Lower Triassic sedimentary rocks in the External Dinarides (Croatia, and Bosnia and Herzegovina) // Rivista italiana di paleontologia e stratigrafia, 117 (2011), 1; 135-148.

Anđelković, M., 1978, Tektonska rejonizacija Jugoslavije. Zbornik radova 9 kongresa geologa Jugoslavije, 7-13. Sarajevo.

Anđelković, M., 1982, Geologija Jugoslavije, 692 str., Tektonika Beograd.

Atanacković, M., 1968, Stratigrafija i tektonika područja Borovice kod Vareša, Geološki glasnik, 12, 5-36. Sarajevo.

Atanacković, M., 1977, Geologija Bosne i Hercegovine, knj. III-Kenozojske periode, Marinski tip miocena, 119-135. Sarajevo.

Aubouin, J., R. Blanchet, J.-P. Cadet, P. Celet, J. Charvet, J. Chorowicz, M. Cousin, i J.-P. Rampnoux, 1970, Essai sur la géologie des Dinarides, Bull. Soc. Geol. Fr., 12, 1060–1095.

Aubouin, J., 1974, Destectoniques superposees et de leur signification par rapport Aux modeles geophysiques: l exemple des Dinarides; paleotectonique, Tectoinque et tarditectonique. Bull. Soc. Geol. Fr.

Babajić, E., 2019, Krivaja-Konjuh ofiolitni kompleks – petrologija, geohemija i geotektonika mafitne sekvence, 179 str. Tuzla.

Bahun, S., 1963, Geološki odnosi okolice Donjeg Pazarišta u Lici (trijas i tercijarne Jelar naslage) Geol. Vjesn. 16, 161 – 170. Zagreb.

Baraković A. i Baraković D., 2005, Polimetalična mineralizacija ležišta «Sočkovac»., Zbornik radova RGGF-a Univerziteta u Tuzli, broj: XXIX/II, 155-165, Tuzla.

Behlilović, S. i Pamić, J., 1963, Ladinska vulkanogena tvorevina u dolini Drežanke (Hercegovina). Geološki glasnik, 7, 39-44. Sarajevo.

Behlilović, S., 1964, Geologija Čabulje planine u Hercegovini, Posebno izdanje Geološkog glasnika, 4. 1-80. Sarajevo.

Behlilović, S. i Muftić, M,. 1966, Geologija Bijelog polja kod Mostara. Geološki glasnik, 11, 79-102. Sarajevo.

Bernoulli, D., i Laubscher, H., 1972, The Palinspastic Problem of the Hellenides. Eclogae Geologicae Helvetiae, 65, 107–118.

Bešić, Z., 1954, Geološki vodič kroz Crnu Goru, 240 str.,Titograd.

Bittner, A., 1880, Die Hercegovina und die sudostlichsten Theile von Bosnien, Jahrb. R. A.

Bd. 30, 353-438, Wien.

Blanchet, R., 1969, Sur lextension du flysch tithonique-eocertace en Bosnie centrale (Yugoslavie).-Bull.Soc.geol.France, 7, 12&4, 659-663 , Paris.

Bloomer, S H., Taylor, B., MacLeod, Cr., Ster, R. J., Fryer, P., Hawkins, J. i Jonson, L., 1995, Early arc volcanism and the ophiolite problem: a perspective from drilling in the Western Pacific. Active margins and marginal basins of the Western Pacific, Geophysical monogrph series, vol. 88. American Geophysical Union, 1-30.

Bortolotti, V. i Principi, G., 2005, Tethyan ophiolites and Pangea breakup. The Island Arc, 14, 442–470.

Bortoloti, V., Chairi, M., Pandlofi, L., Principi, G. Saccani, E., 2013, Geodynamic evolution of ophiolites from Albania and Greece (Dinaric-Hellenic belt): one, two, or more oceanic basins? Int ernational Journal of Earth Sciences, 102: 783-811.

Buzaljko, R., 1971, Geološka građa između Goražda i Rudog, Geološki glasnik 15. 19-88, Sarajevo.

Buzaljko, R., Kostić,-Podgorska V. i Kulenović, E., 1979, Paleozojske naslage jugoistočne Bosne. Geologija Bosne i Hercegovine, knj. I-Paleozojske periode, 11-31. Sarajevo.

Buzaljko, R. i Pamić, J., 1980, Osnovna geološka karta M 1:100.000, list Foča L34-14.- Geoinženjering, Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod. Beograd.

Buzaljko, R. i Pamić, J., 1982, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100.000, list Foča L34-14.- Geoinženjering, Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod, 61 str., Beograd.

Buzaljko, R., Vujnović, L., Olujić, J. i Marković, S., 1985, Osnovna geološka karta M 1:100.000, list Brčko L34-110.- Geoinženjering, Institut za geologiju Sarajevo i Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod. Beograd.

Buzaljko, R. i Marković, S., 1986, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100.000, list Brčko L34-110.- Geoinženjering, Institut za geologiju Sarajevo i Geološki zavod Zagreb, Savezni geološki zavod, 52 str., Beograd.

Burić, P., Miladinović, D. i Strajin, V., 1970, Pojave crvenih krečnjaka gornjeg lijasa u području između Han Pijeska i sela Pjenovac (Bosna), Geološki glasnik 14. Sarajevo.

Cadeet, J.P., 1966, A propos de la serie post-triassique de la region Tjentište (Bosnien neridionale, Yugoslavie) C.R. somm. S. G. F. 49-50. Paris.

Camoin, G., Bellion, Y., Dercourt, J., Guiradu, J., Lucas, J., Poisson, A., Ricou, L.E. i Verielynck, B., 1993, Late Masirhtian (69,5-65 Ma). In: ercourt, J., Ricou, L.E. Vrienlyk, B

(eds.). Atlas Tethys Paleonvironmental Maps, Explanaory Explanatory Notes. Gautheir-Villars, 179-196, Paris.

Carrulli, G.B., Nicolich, R., Robez, A. i Slejko, D., 1990, Seismotectonics of the Nortwest External Dinarides. Tectonophysics, 179, 11-25.

Casale, M. G., 2012, Core complex exhumation in peri-Adriatic extension, and kinematics of Neogene slip along the Saddle Mountains thrust, (a dissertation), 1-93. University of Washington.

Chiari M., Đerić N., Garfagnoli F., Hrvatović H., Krstić M., Levi N., Malasoma A., Marroni M., Menna F., Nirta G., Pandolfi L., Principi G., Saccani E., Stojadinović U. i Trivić B., 2011, The geology of the Zlatibor-Maljen area (western Serbia): a geotraverse accross the ophiolites of the Dinaric-Hellenic collisional belt. Ofioliti 12/2011; 36(2):139-166.

Chorowitz, J., 1977, Etude geologique des Dinarides le long de la structure transversale Split-Karlovac (Yugoslavie). – Ph. D. thesis, Publ. Soc. Geol. Nord, Villeneuve d Ascq., 11, 331 p.

Coleman, R.G.,1977, Ophiolites – Ancient Ocveanic Litosphare? – Springer, Berlin 229 p.

Cousin, M., 1972, Esquisse geologique des confins italo-yugoslaves:leur place dans les Dinarides et Alpes meridionales. Bull. Soc. Geol. Fr., Ser. 7, 12, 1034-1047.

Cvetković, V., Resimić-Šarić, K. Prelević, D. i Milošević, A., 2004, Petrologija ofiolitskog kompleksa Potkozarja, Abstrakt, I.Savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine.

Cvetković, V., Resimić-Šarić, K., Grubić, A. i Milošević, A., 2014, The Upper Cretaceous ophiolite of North Kozara – remnants of an anomalous mid-ocean segment of the Neottethys? Geologica Carpathica, vol. 65, no. 2, str. 117-130. Bratislava.

Cvijić, J., 1899, Glacinjalne i morfološke studije o planinama Bosne i Hercegovine i Crne Gore, Gl. Sp. ak. Nauka, 67. Beograd.

Dedijer, J., 1913, Visoke površi i glacijalni šljunci na Bjelašnici, Glasnik Geografskog društva 2, Beograd.

Demir,V., Matenco, L. Marianne van Unen i Hrvatović, H., 2019, Razumijevanje mehanizma srednjemiocenske inverzije u Centralnim Dinaridima na primjeru Sarajevsko-zeničkog i Konjičkog bazena, 74-75, II Kongres geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, Laktaši.

Dercourt J., 1970, L'expansion océanique actuelle et fossile: ses implications géotectoniques. Bull. Soc. Géol. France, 12: 261-317.

Dercourt, J, 1972, The Cabnadian Cordillera, the Hellenides and the sea-floor spreading theory.-Can.J. Earth. Sci., 9, 709-743. Ottawa.

Dercourt, J., 1986, Geological evolution of the Tethys belt from the Atlantic to Pamirs since Lias. Tectonophysics, 123, 241-315.

Dercourt, J, Ricou, L.E. i Vrielynck, B., 1993, Atlas Tethys Paleoenvironmental Maps, Explanaory Notes.-Gauthiers-Villars, Paris 307 p.

Dewey, JF., Pitman, W.C., Ryan, W.B.F i Bonnin, . 1973, Plate tectomics and evolution of the Alpine system.-Bull.Geol. Soc. Am. 84, 3137-3170. Washington D.C.

De Leeuw, A., Mandić, O., Vranjković, A., Pavelić, D., Harzhauser, M., Krijgsman, W. i Kuiper, K., 2010, Chronology and integrated stratigrapy of the Miocene Sinj Basin (Dinaride Lake System). Paleogeogrphy , Paleoclimatology, Paleoecology 292, 155-167.

De Leeuw, A., Mandić, O., Kuiper, K. i Hrvatović, H., 2011, A chronostratigraphy for the Dinaride Lake System deposits of the Livno-Tomislavgrad Basin: the rise and fall of a long-lived lacustrine environment, Stratigraphy, vol.8, no. 1, pp 29-43, Flushing New York 11367, USA.

De Leeuw, A., Mandić, O., de Bruijn, H., Marković, Z., Reumer, J., Wessels, W., Šišić, E. i Krijgsman, W., 2011a, Magnetostratigraphy and small mammals of the Late Oligocene Banovici basin in NE Bosnia and Herzegovina. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 310, 400–412.

De Leeuw, Mandić, O. Krijgsman, W., Kuiper, K. i Hrvatović, H., 2012, Paleomagnetic and geochronologic constraints on the geodynamic evolution of the Central Dinarides, Tectonophysics. 286– 298.

Diener, G., 1916, Gornjotrijaska fauna cefalopoda iz Bosne.Glasnik Zemaljskog muzeja u BiH, XXVIII, Sarajevo.

Dilek, Y. i Furnes, P., 2009, Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Creta eous Kizildag (Turkey) ophiolite: Model for multi-stage early arcv-forearc magmatism in Tethyan subduction factories. Lithos. Vol. 11, Issue 1 – 2, p. 68-87.

Dimitrijević, M., 1968, Litostratigrafski i biostratigrafski stubovi mezozoika u oblasti Gacko-Sutjeska-Drina. Geol. veznik, 24, 39-68. Beograd.

Dimitrijević, M. D. i Dimitrijević, M. N., 1970, Kulmski fliš okoline Prače. VIII kongres geologa Jugoslavije. str. 59-73. Zagreb.

Dimitrijević, M.D. i Dimitrijević, M.N., 1975, Ofiolitski melanž Dinarida i Vardarske zone: geneza i geotektonsko značenje, II God. znans. savj. nafta JAZU, 39-46, Zagreb.

Dimitrijević, M. D., 1982, Dinaridi-jedan pogled na tektoniku. Zavod za geološka i geofizička istraživanja, knj. 40. 113-147 str. Beograd

Dimitrijević, M. N., Dimigrijević, M. D., Tišljar, J. i Pantić-Prodanović, S., 1983, Bulog Formation – nodular ammonitic Limestone. 4th I. A. S. Reg. Meeting, Abstracts, 51- 52, Split.

Dimitrijević, M., 1995, Geologija Jugoslavije, 205 str. Geološki institut Beograd.

Dragašević, T., 1974, Savremena građa Zemljine kore i gornjeg omotača na području Jugoslavije. Vesnik zavoda za geol. S.C. XIV-XV. Beograd. geof. istr.

Dragičević, I., i Velić, I., 1994, Stratigraphical position and significance of reef facies at the northern margin of the Dinaric carbonate platform during the Late Jurassic and Cretaceous in Croatia and Bosnia. Geol. Mediterr. 21/3–4, 59 – 63. Marseille.

Dragičević, I. i Hrvatović, H., 2010, Radiolaritna formacija kod Nemile: Mikriti i rožnaci Tethyskog oceana, str. 45.-47. Vodič ekskurzija za 4 Hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 14-15- 10, 2010. Šibenik.

Dragičević, I. i Velić, I., 2002, The northeastern margin of the Adriatic Carbonate Platform. Geol. Croat. 55/2, 185 – 232 , Zagreb.

Čelebić, Č., 1967, Geološki sastav i sklop terena paleozoika i mezozoika između Konjica i Prozora s naročitim osvrtom na ležišta Fe, Mn rude. Posebno izdanje Geološkog glasnika, 10, 139 str., Sarajevo.

Čičić, S., 1964, Geološki sastav i tektonika SI dijelova planine Majevice s naročitim osvrtom na geološko-ekonomski značaj ležišta mrkog uglja. Posebno izdanje Geološkog glasnika, knj. VI. Sarajevo.

Čičić, S., 1968, Geološki sastav i tektonika terena između rijeke Drine, Sapne i Tavne istočna Majevica, Geološki glasnik 12, 37-74. Sarajevo.

Čičić, S., 1976, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, Prvi tom, Ležišta uglja, Bugojanski bazen, str. 151-165. Geoinženjering Sarajevo. Sarajevo.

Čičić, S. i Milojević, R., 1977, Terestričko-limničke naslage tercijara u BiH, knj.III-Kenozojske periode, 67-106. Sarajevo.

Čičić, S., Mojičević, M. i Papeš, J., 1984, Geologija Bosne i Hercegovine, knj.2. Mezozojske periode, Geoinženjering Sarajevo.

Čičić S. i Jovanović Č., 1987, Doprinos saznanju geneze geoloških struktura, evolucija i tektnika Tuzlanskog bazena. Geološki glasnik, 30, 113- 135, Sarajevo.

Čičić, S. Jovnović, Č. i Mojičević, M., 1990, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Tuzla L 34-122.,. Savezni geološki zavod. Beograd.

Čičić, S. Jovnović, Č. i Mojičević, M., 1990a, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Tuzla L 34-122.,. Savezni geološki zavod, 70 str., Beograd.

Čičić, S., 2002, Geološki sastav i tektonika Bosne i Hercegovine, 350, str. Sarajevo.

Ćirić, B., 1954, Neka zapažanja o dijabaz-rožnjačkoj formaciji Dinarida. Vesnik Zavoda za geologiju i geofizička istraživanja, 20, 31-88. Beograd.

Ćorić S., Vrabac S., Ferhatbegović Z. i Đulović I., 2007, Biostratigraphy of Middle Miocene Sediments from the Tuzla Basin (North-eastern Bosnia) Based on Foraminifera and Calcareous Nannoplankton. Neogene of Central and South-Eastern Europe, 2 Inter. Works. Joanea-Geol. und Pal., 9, 21-23, Graz.

Ćorić S., Pavelić D., Rőgl F., Mandić O., Vrabac S., Avanić R., Jerković L. i Vranjković A., 2009, Revised Middle Miocene datum for initial marine flooding of North Croatian Basins (Pannonian Basin System, Central Paratethys). Geologia Croatica, 62/1, 31-43, Zagreb.

Ćorić S., Vrabac S., Đulović I. i Babajić E., 2018, The lower Miocene and the lower Badenian on the Čaklovići section in the Tuzla basin. 17 th Serbian Geological Congres, Book of Abstracts, 115-120, Vrnjačka Banja.

Ćorić, S., Hrvatović, H., Shonlaub, H.-P., Suttner T. i Corradini, C., 2006, Conodonts from Paleozoic of the Mid-Bosnian Slate Mountains (Central Dinarides), Geološki glasnik br. 36., 173-181 str., ISSN 0350-235 X, UDK 551. 1/4 (058) "55". Sarajevo.

Ćorić, S., i Benić, J., 2014, First evidence of the Palaeogene age of the Bosnian Flysch Unit (Dinarides, Bosnia and Herzegovina) //RENDICONTI Online della Società Geologica Italiana, 31 (2014), 46-47 doi:: 10.3301/ROL.2014.38.

Ćurčić, S., Hrvatović, H., Ljubas V., Mandić O., Lenardić, J. Ostojić M. i Skočibušić I., 2019, Duvanjski praslon – div iz prapovijesti (Katalog), Franjevački muzej Tomislavgrad, Federalni zavod za geologiju Sarajevo, Zavod za paleontologiju i geologiju kvartara Hrvatske akademije znanosti i umjetnosti i Prirodoslovni muzej Beč. ISBN 978-9926-8149-2-2, COBIS.BH-ID 27629318, 1-72.

Đerković, B., Đorđević, D., Hohrajn, J., Jojić, D., Jurić, M., Kačar, B., Kapeler, I., Kovačević, R., Kujndžić, S., Maglov, M., Maksimčev, Lj., Pamić, J., Sunarić-Pamić, O., Veljović, R. i Vilovski, S., 1975, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Prijedor L 33-118, Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Đoković, I., 1985, The use of structural analysis in determining the fabric of Paleozoic form ations in the Drina-Ivanjicva region, Ann. Geol. Penins. Balkan., 49, 10-160.

Đorđević, D., 1969, Turmalinsko-kvarcne stene područja rudnika Srebrenice. Geološki glasnik, 13, 301-310. Sarajevo.

Englelhardt, H., 1902, Prilog poznavanju tercijarne flore Bosne i Hercegovine, Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hrcegovini XIV, 441-460. Sarajevo.

Ercegovac, M., Kostić, A., Pjanić, R. i Dodig, S., 2000, The kerogen and hydrocarbon generation in he Tertiary sediments of the Šamac-Orašje depresion (Pannonan Basin). Proceedings of the International symposium "Gology and Metallogeny of the Vardar Zone". 483-489. Banja luka.

Ferhatbegović, Z., 2010, Geološke karakteristike središnjeg dijela Tuzlanskog bazena, Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Tuzla, 82. str. Tuzla.

Filišović, I. i Sikošek, B., 1999, Pre-Variscan and Variscan Successions in the Drina Anticlinorium of the Drina-Ivanjica Paleozoic. Bull. Acad. Serbe des Sci. Et des Arts, Classe Sci. Math. et natur., CXIX, 39-71. Beograd.

Fischer, A., G., 1964, Lofer cyclothems of the Alpine Triassic. –U: Merrian, D.F, (ur): Symposium on Cyclic Sedimentation. Bull. Geol. Surv. Kansas, 169, 107-149.

Flugel, H. W., 1990, Das vorapline Basement im Alpin-Mediteranen Belt – Uberbčick und Problematik. Jahrb. Geol. Bundesanst. 133, 181-221.

Fourcade, E., Azema, J., Cecca, F., Dercoutr, J., Guirad, R. i Ricou, L.E., 1993, Late Tithonian (138-135 Ma). In Dercourt, J., Ricou, L.E & Vrielynck, B. (eds.): Atlas Tethys Paleoenvironmental maps. Explanatory Notes. Gauthier-Villars, 113-134.. Paris.

Frashëri, A., Nishani, P., Bushati, S., id Hyseni, A., 1996, Relationship between tectoniczones of the Albanides, based on results of geophysical studies: Peri Tethys Memoir 2: Structure and Prospects of Alpine Basins andForelands. Mém. Mus. Natn. Hist.nat., 170,485-511, Paris.

Frech, F., 1906, Das marine Carbon in Ungarn. Foldt. Kozlany, 6,y. 1-3, Budapest.

Fülop, J., Brezsnyansky, K. i Haas, J. 1987, The new map of basin basement of Hungary., Acta Geol.Hungarica, 30, 3-20. Budapest

Gaković, M. i Gaković, J., 1972, Uporedna analiza stratigrafskih stubova lijasa nekih rejona Hercegovine. Geološki glasnik, 16, 27-37. Sarajevo.

Gaković, M., 1986, Stratigrafija lijasa Zalomke i Gacka u Hercegovini kao osnova biostratigrafske podjele donje jure u Dinaridima. Geološki glasnik, posebno izdanje, knj. XXI. Sarajevo.

Garašić, V., Jurković, J., Lugović, B. i Hrvatović, H., 2015, Petrology and first U- Pb Zircon Age of Metarhyolite from the Vranica Mt., The Mid-Bosnian Schist Mountains, Abstract, V. Geološki kongres Hrvatske, Osijek.

Glamuzina, G., 2015, Eocenski koraljni greben s najvećim izmurlim puževima na svijetu Campanile gigantean Lamarck. Rudarsko-geološki glasnik 19, str., 150-169. Mostar.

Glišić, R., Dangić, A. i Milojević, R., 1976, Ugljenonosni basen Banovići. In: Milojević, R. (Ed.), Mineralne sirovina Bosne i Hercegovine. Knjiga I. Ležišta uglja. Geoinžinjering, Sarajevo, str. 58–73.

Göhlich, U. i Mandić, O., 2020, Introduction to the special issue "The drowning swamp of Gračanica (Bosnia-Herzegovina)—a diversity hotspot from the middle Miocene in the Bugojno Basin". Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments (2020) 100:281–293.

Grandić, S., 1974. Neke naftnogeološke karatkteristike naslaga Vanjskih Dinarida (Some regional petroleum geological characteristics of the External Dinarides deposits). Nafta (Zagreb) 25/3, 111–20.

Grandić, S., Boromisa-Balas, E. i Šušterčić, M., 1997, Exploration concept and characteristics of the stratigraphic and structural models of the Dinarides in Croatian offshore area. part II: hydrocarbon consideration: NAFTA Journal, v. 48/8-9, p. 249-266.

Grandić, S., Boromisa-Balaš, E., Šušterčić, M. i Kolbah, S., 1999, Hydrocarbon possibilities in the eastern Adriatic slope zone of Croatian offshore area. Nafta 50/2, 51 – 73. Zagreb.

Grimani, I., Juriša, K., Šikić, K. i Šimunić, A., 1975, Tumač za Osnovnu geološku karta M 1:100000 list Knin L33-141. Savezni geološki zavod. 62 str., Beograd.

Grković, 1976, Ljušljanski bazen, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, I tom, ležišta uglja i nemetala, 147-151. Geoinženjering Sarajevo.

Grubić, A., Protić, Lj., Filipović, I. i Jovanović, D., 2000, New data on the Palaeozoic of the Sana-Una Area.– Proceedings of the International Symposium of the Dinarides and the Vardar Zone. Acad Sci Art Rep Serb, Dept Natur Math and Tech Sci I, Banja Luka, 49–54.

Grubić, A. i Cvijić, R., 2003, New contribution in Geology and Metallogeny of the Ljubija Iron Ore Mine.– Mining Inst., Prijedor, 137 p.

Grubić, A., Ercegovac, M., Cvijić, R. i Milošević, A., 2010, The age of the ophiolite melange and turbidites in the Norrth-Bosnan Zone. Bulletin CXL, Academie serbe des sciences et des arts, Classe des Sciences mathematiques et naturelles, Sciences naturelles, no. 46, 41-56. Beograd.

Grubić, A., Milošević, A. i Cvijić, R., 2018, Geologija Kozare i Prosare, Monografija, knj. XXXVI, ANURS, 1-238, Banjaluka.

Gušić, I. i Jelaska, V., 1993. Upper Cenomanian–Lower Turonian sea-level rise and consequences on the Adriatic–Dinaric carbonate platform. Geol. Rundsch. 82/4, 676 – 686.

Haas, J., Mioč, P., Pamić, J., Tomljenović, B., Arkai, P., Berczi-Makk, A., Koroknai, B., Kovacs, S. i Ralisch-Felgenhauer, E., 2000, Continuation of Periadriatic lineament, Alpine and NW Dinaridic units into the Pannonian Basin.- Int.J. Sci., 89: 337-389.

Harzhauser, M. i Mandić, O., 2008, Neogene lake systems of Central and South-Eastern Europe: Faunal diversity, gradients and interrelations. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 260, 417–434.

Hauer, F., 1887, Die Cephalopoden des bosnischen Muschelkalkanes von Han Bulog bei Sarajevo. Denkschrift. k. Akad. Wiss., math. – naturwiss. K1., LIV, 1-50, Wien.

Hilgen, F. J., Lourens, L. J., i Van Dam, J. A., 2012, The Neogene Period. In F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. Schmitz, & G. Ogg (Eds.), A Geologic Time Scale 2012 (pp. 923–978). Amsterdam: Elsevier.

Herak, M., 1984, Osvrt na glavne tektogenetske stadije Dinarida. ANUBiH, Radovi 75, Odjeljenje tehničkih nauka, 8, 81-88. Sarajevo.

Herak, M. 1986, A new concept of geotectonics of the Dinarides, Acta Geologica, 16, 1-42. Zagreb.

Herak, M., Jamičić, D., Šimunić, A. i Bukovac, J.,1990, The northern boundary of the Dinarides (Sjeverna granica Dinarida). Acta geol., 20/1, (Prir. istraž. 60), Jugosl. akad. znan. i umjetn., Zagreb, 5–27.

Herak, M., 1991, Dinaridi-mobilistički osvrt na genezu i strukturu. HAZU, prir. istr. 63, vol. 21, br. 2.35-117, Zagreb.

Hamzabegović, A., Sijarić, G., Pamić, J. i Hrvatović, H., 2001, Neogene weathering crust on peridotites from the Žepče area, Dinaride Ophiolite Zone, Bosnia: Acta Vulcanologica, Volume 13 (1-2), 175-180 p, Scientific Journal of the National Volcanic Group of Italy.

Hrvatović, H., 1983, Novi rezultati istraživanja rude kobalta i nikla u ležištu Brezik-Tadići kod Živinica (SI Bosna). Arhiv za rudarstvo i geologiju, 17-24. Tuzla.

Hrvatović, H i Dimitrijević, M., 1991, Srednjobosanske škriljave planine. Preliminarni strukturni model, Geološki glasnik. Zavod za geološka istraživanja Crne Gore, knjiga XIV, 27-45 str., Titograd.

Hrvatović, H., 1998, Structural data metamorphic complex of the midl Bosnian shist muntains, Carp. Balc. geol. asoc. Abstract, Wiena.

Hrvatović, H., 1999, Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu; Zavod za geologiju, Posebno izdanje geološkog glasnika, knjiga 25 , 203 str. Sarajevo.

Hrvatović, H., 2000a, Passive continental margin formations (Bosnia flysch). PANCARDI 2000, Fieldtrip guidebook. Vijesti HGD, 37/2, 71-72 p., Zagreb.

Hrvatović, H., 2000b, Paleozoic of Mid-Bosnian Schist Mts. PANCARDI 2000, Fieldtrip guidebook. Vijesti HGD, 37/2, 75-77 p., Zagreb.

Hrvatović, H. i Papeš, J., 2000c, Adriatic-dinaridic Carbonate Platform (External Dinarides) -The River Neretva Canyon from Jablanica to Mostar. PANCARDI 2000, Fieldtrip guidebook. Vijesti HGD, 37/2, 81-83 p., Zagreb.

Hrvatović, H. i Pamić, J., 2004, Geotectonic position of the Pre-Alpine tectonostratigraphic units of the internal Dinarides. II 32nd IGC Florence 2004 – Scientific Sessions, Abstract (part 2) 1241-1241. International Union of Geological Sciences, Florence, Italy.

Hrvatović, H. i Pamić, J., 2005, Principal thrust-nappe structures of the Dinarides, Acta Geologica Hungarica 01/2005; 48(2):133-151.

Hrvatović, H. i Đulović, I., 2005a, Transgresivne formacje u ofiolitnoj zoni Dinarida Bosne i Hercegovine, Zbornik radova RGGF-Tuzla, broj XXIX, 61-68, Tuzla.

Hrvatović H., 2006, Geological guidebook trough Bosnia and Herzegovina. Geological Survey of Federation Bosnia and Herzegovina, 1-172, Sarajevo.

Hrvatović, H., Aljinović, D., Kolar-Jurkovšek, T. i Jurkovšek, B., 2006, Sedimentološke i biostratigrafske karakteristike profila Bosansko Grahovo (Vanjski Dinaridi, Bosna i Hercegovina). V: Zbornik sažetaka., str. 41-42. 2. Savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim ućešćem, Teslić, 23-24. novembar 2006. godine.

Hrvatović, H., 2008, Paleozojski paleovulkanski centar Berberuša-Bakovićka Citonja (Srednjobosansko škriljavo gorje), Geološki glasnik broj 37, 1-17, Federalni zavod za geologiju Sarajevo.

Hrvatović, H., 2009, Geološko kartiranje, Udžbenik Rudarsko-geološko-građevinskog fakulteta u Tuzli, 388 str., Sarajevo.

Hrvatović, H., Dragičević, I. i Šegvić, B., 2010, Mramori, niskometamorfni škriljavci "Travničke serije", Granodioriti (Novi Travnik-Rostovo), str. 54-60. Vodič ekskurzija za 4 Hrvatski geološki kongres s međunarodnim sudjelovanjem, 14-15, 2010. Šibenik.

Hrvatović, H., Aljinović, D.,Kolar-Jurkovšek, T. i Jurkovšek, B., 2011, Petrografske karakteristike srednjetrijaskoga vulkanogeno-sedimentnog kompleksa Vanjskih Dinarida Bosne i Hercegovine i Hrvatske // Zbornik sažetaka, Udruženje/udruga geologa Bosne i Hercegovine., 43-44, Sarajevo.

Hrvatović, H., Dunkl, I. i Palinkaš, L., 2015, Novi rezultati analiza U/Pb i U-Th/He cirkona iz metariolita Srednjobosanskoga škriljavog gorja, 2015, A new research results metamorphic compleirat of the Mid-Bosnian Schist Mountains, I kongres geologa Bosne i Hercegovine, 1-5,Tuzla.

Hrvatović, H., 2018, Metamorfni kompleks Srednjobosanskoga škriljavog gorja, Posebno izdanje Geološkog Glasnika – knjiga 30., 153 str., Sarajevo.

Hrvatović, H. i Palinkaš, A.L., 2019, Rift related ore-forming processes in the early history of Neothetys, II Kongres geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, 5-9. Laktaši.

Hrvatović, H., Šarić, Ć., Filipović, A., Demir, V., Mujkić F., Jaganjac, N. i Nikolić, T., 2019, Željezoviti konglomerati Lašvanske formacije Sarajevsko-zeničkog bazena, 83-85, II Kongres geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, Laktaši. 83-85.

Hrvatović, H., Palinkaš, L., Merza, T., Katanić, P. i Kamberović, E., 2021, Listwanites of Dinaride and Central Vardar Zone Ophiolites (A Review), 197-202 p. Four Macedonian Geological Congres, Посебно издание на Geologica Macedonica, No 5. Ohrid.

Jakšić, T., 1929, O starosti i geološko-rudarskim prilikama sonih naslaga u okolini Tule, Rud. top. vesnik, I/3. Beograd.

Jelaska, V., Bulić, J. i Oreški, E., 1970, Stratigrafski model Eocenskog fliša Banije (Stratigraphic model of Eocene flysch sediments in the Banija area) (in Croatian with English summary), Geol. vjesn., 23, 81–94.

Jelaska, V. i Bulić, J. 1975, Prilog potpunijem poznavanju stratigrafije Vučjaka i Trebovca. Geol. vjesnik. 29, 389-395, Zagreb.

Jelaska, V., 1978, Stratigrafski i sedimentološki odnosi senonsko-paleogenskog fliša šireg područja Trebovca (sjeverna Bosna). Geol. vjes., 30, 95-118. Zagreb.

Jelaska, V., 1981, Facijalne karakteristike fliša Kozare (Facial characteristics of the Mt. Kozara flysch (North Bosnia). Vesn., Ser. A, Geol., 38–39, 137–145.

Jeremić, M., 1963, Metalogenija paleozojskih barita u Bosni. Arhiv za tehnologiju, 2. 1-60 str. Tuzla.

Jiménez-Moreno, G. i Mandić, O., 2020, Middle Miocene climatic oscillations controlled by orbital-scale changes triggered environ mental and vegetation variability in the Dinarides Lake System (Bugojno Basin, Bosnia and Herzegovina). In U.B. Göhlich & O. Mandic (Eds.) The drowning swamp of Gračanica (Bosnia Herzegovina) – a diversity hotspot from the middle Miocene in the Bugojno Basin. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 100(2). h.

John von, D., 1880, Uber kristallinsche Gesteine Bosniens und der Herzegovina. Anhang der Grundlinien etc. Jahrb. geol. Reichsan. 30, p. 430-462.

Jojić, D. i Kačar, B., 1966, Nova nalazišta silura u jugoistočnom dijelu Sanskog paleozoika. Geološki glasnik 11. Sarajevo.

Jovanović, R., 1961, Prilog poznavanju prostranstva i facija mezozoika "Unutrašnje zone Dinarida" u NR BiH, III Kongers geologa Jugoslavije, 148-176, Budva.

Jovanović, Č., 1977, Sononosni miocenski sedimenti. Geologija Bosne i Hercegovine, knj. III-Kenozojske periode, 107-144. Sarajevo.

Jovanović, Č., 1980, Geneza pretortonskih miocenskih sedimenata na prostoru sjeverne Bosne između Une i Drine. Geološki glasnik, posebno izdanje knj. XVI. Sarajevo.

Jovanović, Č. i Magaš, N. 1986, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Kostajnica L 33-106. Savezni geološki zavod. Beograd.

Jovanović, Č. i Magaš, N. 1986a, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Kostajnica L 33-106. Savezni geološki zavod. Beograd.

Jovanović, R., Mojičević, M., Tokić, S. i Rokić, Lj., 1977, Osnovna geološku karta M 1:100000, list Sarajevo K 34-1. Savezni geološki zavod. Beograd.

Jovanović, R., Mojičević, M., Tokić, S. i Rokić, Lj., 1978, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000, list Sarajevo K 34-1 Savezni geološki zavod. 52 str., Beograd.

Jurić, M., 1960, Neue ancchauungen ttber die geologie des Sana-Una Paleozoikums in nordwest Bosnien. Bull. sci. V. Zagreb.

Jurić, M., 1961, Geološki osvrt na rudište "Brdo" u sklopu rudnika Ljubije kod Prijedora u SZ Bosni. Geol. glasnik VI. Sarajevo.

Jurić, M., 1963, Karbonski brahiopodi u istočnom dijelu Sanskog paleozoika u SZ Bosni, Geol. glasnik VIII. 127-135, Sarajevo.

Jurić, M. i Maksimčev, S., 1964, Devon u Sansko-unskom paleozoiku. Geološki glasnik 10. 297-298 str., Sarajevo.

Jurić, M., 1965, Stariji paleozoik u području Sanskog Mosta u SZ Bosni, Odjel za prirodne nauke JAZU. Acta geologica V, Zagreb.

Jurić, M., 1971, Geologija područja Sanskog paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni. Posebno izdanje Geološkog glasnika, 11, 1-146. Sarajevo.

Jurić, M., 1975, Donjotrijaska fauna Budimlić Japre u SZ Bosni. Geološki glasnik za 1975. 124-141. Sarajevo.

Jurić, M., 1977, Tumač za Osnovnu geološku kartu 1:100000 list Prijedor L 33-118. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 56 str., Beograd.

Jurković, I. i Hrvatović, H., 2014, Geochemical characteristics and genesis of Mačje Jame and Vranjski Potok As-Cu-bearing iron occurrences west and southwest of the town Busovača, Mid-Bosnian-Schists MTS (MBSM), Geologica Croatica, vol.67/2, 145-161, doi.10.4154/gc.2014.11, Zagreb.

Jurković, I., Garašić, V. & Hrvatović, H., 2010, Geochemical characteristics of barite occurrences in the Paleozoic complex of Southeastern Bosnia and their relationship to the barite deposits of the Mid-Bosnian Schist Mountains, Geologica Croatica, 63/2, pp 241-258, Zagreb.

Jurković, I., 2004, Metallogeny of Eocene syncollisional granites of Motajica and Prosara Mountains, Rud. Geol. Naftni Zb., 16, 31–46.

Jurković, I., 1995, Bakovići, the biggest gold depost of Bosnia and Herzegovina, Rudarsko-geološko-naftni zbornik, vol. 7, 1-15, Zagreb.

Jurković, I., 1962, Parageneze rudnih pojava u oblasti Čemernice kod Fojnice, Bosna i Hercegovina (Parageneses of ore occurrences in the area of Čemernica near Fojnica, Bosnia), Geološki glasnik,vol. 6, 141-156, Sarajevo.

Jurković, I., 1961, Minerali željeznih rudnih ležišta kod Prijedora, Geološki vijesnik XIV. Zagreb.

Jurković, I.. 1956, Mineralne parageneze Srednjobosanskoga Rudogorja s osobitim osvrtom na tetraedrite [Mineral parageneses of the Mid-Bosnian Ore Mountains with particular respect on tetrahedrites– in Croatian]. PhD Thesis, RGNF Zagreb, 306 str. Zagreb.

Jurković, I. i Majer, V., 1954, Rioliti (kremeni porfiri) Vranice planine i albitski riolit Sinjakova u Srednjebosanskom rudogorju. Vjes. Geol. i geof. istr., Knj. 11, 207-224. Beograd.

Karamata, S. i Pamić, J., 1964, Pojave granitoidnih stijena u srednjoj Bosni. Geološki glasnik. 10, 227-232. Sarajevo.

Karamata, S., Majer, V. i Pamić, J., 1980, Ophiolites in Yugoslavia, Ophiolitit, Specilia issue: Tethyoan Ophiolitess, v.1. 105-125. Bologna.

Karamata, S., Olujić, J., Protić, Lj., Milovanović, D., Vujnović, L., Popević, A., Memović, E., Radovanović, Z. i Resimić-Šarić, K., 2000, The Western belt of the Varadar Zone – the remnant of a marginal sea, Proceeding of the International Saymosium "Geology and Metallogeny of the Vardar Zone", 131-135, Banjaluka.

Karamata, S., Resimić-Šarić, K., Sudar, M. i Hrvatović, H., 2006, Mesozoic Ophiolite Belts of the Northern Part of the Balkan Peninsula: Excursion guide, 1-43. International Symposium Mesozoic Ophiolite Belts of the Northern Part of the Balkan Peninsula, Belgrade-Banja Luka. Serbian Academy of Sciences and Arts, Committee of Geodinamics. Beograd.

Katzer, F., 1903, Geološki vodič kroz Bosnu i Hercegovinu, 120 str. Sarajevo.

Katzer, F., 1906, Geološka karta formacijskih struktura M1:75000 list1 Donja Tuzla, Sarajevo.

Katzer, F., 1918; Die Fossilen Kohlen Bosniens und der Herzegovina, Bd. I, Wien, Bd II, Sarajevo.

Katzer, F., 1926, Geologija Bosne i Hercegovine. 527 str., Sarajevo.

Kázmér, M. i Kovács, S., 1985,Permian-paleogene paleogeography along the eastern pyrt of the Insbruc-Periadriatic Lineament system. Evidence for continental ecape of the Bakony-Drauzung.-Acta Geol. Hungauca, 28, 71-84, Budapest.

Kiss, G., Molnár, F., Palinkaš, L., Kovács, S. i Hrvatović, H., 2012, Correlation of Triassic advanced rifting-related Neotethyan submarine basaltic volcanism of the Darno Unit (NE-Hungary) with some Dinaridic and Hellenidic occurrences on the basis of volcanological, fluid-rock interaction, and geochemical characteristics, International Journal of Earth Sciences 09/2012;

Kittl, E., 1903, Geologie der Umgebung von Sarajevo. Jahr. Geol. R. 53, 615-748 Wien.

Kittl, E., 1904, Geologie der Umgebung von Sarajevo Jahrb. der geol. Reichsanst. Bd. LII, p. 515-748, Wien

Kišpatić, F., 1897, Kristalinsko kamenje serpentinske zone u Bosni. Rad. JAZU, 133, 95-231.

Kišpatić, F., 1904, Andeziti i daciti uz obalu Bosne, Rad JAZU, 159, 50-63.

Knežiček, V. i Grimmer, J., 1898, Geologie der Umbergebung von Sarajevo, Jahrb.d. geol. Reichsants, Wien 53. Bd.

Kober, L., 1911, Untersuchungen über den Aufbau der Voralpen am Rande des Wiener Beckens. — Mitt. Geol. Ges. Wien 4, 63—116, Wien.

Kober, L., 1952, Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens, Posebno izdanje Srpske akademije nuka i umjetnosti, 189, Beograd.

Kohansky-Devide, V. i Slišković, T., 1978, Miocenske kongerije Hrvatske i Bosne i Hercegovine, Miozäne Kongerien in Kroatien, Bosnien und Herzegowina. Paleontolog. Jugosl. 19. Zagreb.

Kohansky-Devide, V. i Slišković, T., 1972, Revizija roda Clivunella Katzer, 1918. i Delminiella n. Gen. (Gastropoda). Geološki glasnik 16, 47-7. Sarajevo.

Kolar-Jurkovšek, T., Hrvatović, H., Aljinović, D., P.Nesteli, G., Jurkovšek, B. i Skopljak, F., 2021, Permian-Triassic biofacies of the Teočak section, Bosnia and Herzegovina, Global and Planetary Change, 00 (2021) 103458.

Kolar-Jurkovšek, T., Hrvatović, H., Skopljak, F. i Jurkovšek, B., 2011, Devonian conodonts from the Foča-Prača Paleozoic complex (Durmitor Nappe, southeastern Bosnia and Herzegovina), Geologija 06/2011; 54/1:91-96. DOI:10.5474/geologija.2011.007.

Kolar-Jurkovšek, T., Hrvatović, H., Jurkovšek, B., Skopljak, F. i Šarić, Ć., 2011, Biostratigrafska istraživanja trijaskog krečnjaka u Hreši (Bosna i Hercegovina) – preliminarni rezultati. Zbornik radova, 4. savjetovanje geologa Bosne i Hercegovine, 26-27, Sarajevo.

Kolar-Jurkovšek, T., 1991, Mikrofavna srednjega in zgornjega trijasa Slovenije i njen biostratigrafski pomen. Geologija, 33, 21-170. Ljubljana.

Korbar, T., 2009, Orogenic evolution of the External Dinarides in the NE Adriatic region: a model constrained by tectonostratigraphy of Upper Cretaceous to Paleogene carbonates, 296-312. Earth-Science Reviews.

Kossmat, F., 1924, Geologie der zentralen Balkanhalbinsel .-Kriegsschauplaetze 1914-1919, geologisch dagestellt, p. 198. Berlin.

Kostić-Podgorska, V. i Sikošek, B., 1961, Pojave starijeg palezoika u jugoistočnoj Bosni. 3. Kongresa geologa Jugoslavije. Budva 1959, 217-223. Titograd.

Kostić-Podgorska, V., 1958, Fauna i biostratigrafski odnosi paleozojskih tvorevina u okolici Prače. Geološki glasnik 4. 220 str., Sarajevo.

Kostić-Podgorska, V., 1955, Donjokarbonski korali iz paleozoika rijeke Sane (Bosna) Zbor. rad. Geol. Inst. Jovan Žujović, VIII. Beograd.

Kostić-Podgorska, V., 1939, Novi prilozi za poznavanje paleozoika u okolini Prače, nedaleko od Sarajeva, Geološki anali Balkanskog poluostrva, 16. Beograd.

Kranjec, V., 1969, Geološka građa šireg tuzlanskog područja Rud. Posebno izdanje Instituta za rudarstvo i geološka istraživanja u Tuzli, 284 str., Tuzla.

Krenn, E., Ustaszewski, K., I Finger, F., 2008, Detrital and newly formed metamorphic monazite in amphibolite-facies metapelites from the Motajica Massif, Bosnia, Chem. Geol., 254, 164–174, doi:10.1016/j. chemgeo.2008.03.012.

Kroner, A., I Stern, R., 2004. Pan-African Orogeny: Encyclopedia of Geology, v. 1, Elsevier, Amsterdam, 1-12.

Kubat, I., Reljić, D., Veljković, D., Strajin V., Begić, F i Dimitrov, P., 1975, Osnova geološka karta M 1:100000 list Ljubovija L 34-135, Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod. Beograd.

Kubat, I., 1977, Tumač za Osnovu geološku kartu M 1:100000 list Ljubovija L 34-135, Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod. 60 str., Beograd.

Kubat, I., 1979, Paleozojske naslage istočne Bosne, Geologija Bosne i Hercegovine, knj. I-Paleozojske periode, 33-53. Sarajevo.

Kubat, I., 1981, Paleozojske naslage istočne Bosne, Vodič za paleozoik BiH, IGCP projekt 5. 22-38. Sarajevo.

Kubat, I., 1982, Metalogenija i prongoza čvrstih mineralnih sirovina u trijasu BiH, Geološki glasnik, posebno izdanje knj. XIII. Sarajevo.

Kubat, I., 1995, Metalogenija antimona i žive u BiH i mogućnost proizvodnje i prerade, 1-164. Posebno izdanje geološkog glasnika, knjiga broj XIII. Sarajevo.

Kulenović, E., 1964, Rasprostranjenje silura na području paleozoika Sane, Geološki glasnik 9. Sarajevo.

Kulenović, E. i Jojić, D., 1964a, Nalazišta, rasprostranjenja i sratigrafski odnosi graptolitnih škriljaca u području paleozoika Sane. Zapisnici Srpskog geološkog društva. Beograd.

Kulenović, E. i Kubat, I., 1964 b, Stariji paleozoik u jugoistočnoj Bosni, Geološki glasnik 10, 299-302. Sarajevo.

Kulenović, E., 1966, Geološki odnosi ordoviksilura, gornjeg devona i karbona u području Grabovac kod Sanskog Mosta (SZ Bosna). Geološki glasnik 11. Sarajevo.

Kulenović, E., 1981, Paleozoik u Bosni i Hercegovini (kratak prikaz razvoja), Vodič kroz paleozoik BiH, IGCP projekt 5. 2-21. Sarajevo.

Kulenović, E., 1983, Paleozoik u Bosni i Hercegovini, ANUBiH, posebna izdanja, knj. LIX. Sarajevo.

Kulebović, E., 1987, Mineralizacije u paleozoiku Jugoistočne Bosne. Geološki glasnik, 31/31, 106–43.

Labaš, V., 1975, Deep Structure of Mt. Motajica as indicated by gravimetric prospecting (in Croatian), Nafta, 26, 399–404, Zagreb.

Lanphere M., Coleman, R.C., Karamata, S. i Pamić, J., 1975, Age of amphibolites associated with alpine-type peridotites in the Dinafide Ophiolite Zone, Yugoslavia,- Earth and Plan., Sci. Lett., 271-276, Amsterdam.

Lanphere, M. i Pamić, J., 1992, K-Ar & Rb-Sr ages of Alpine granite-metamorphic complexes in the northwesternmost Dinarides and southwesternmost Pannonian Basin in Northern Croatia. Acta geologica, no. 22, 97-123. Prirodoslovna istraživanja JAZU. Zagreb.

Laskarev, V., 1925, La trouvallie antracotherides en Serbie et en Bosnie. Geološki anali Balkanskog poluostrva, 8. 85-92. Beograd.

Laubcher, H.P., 1983, The late Alpine (Periadriatic) intrusion and the Insbruc Line. Mem. Soc. Geol. Ital., 26., 21-30. Roma.

Laušević, M i Jovanović, Č. i Mojičević, M., 1982, Osnovna geološku karta list Doboj L 34-109. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod, Beograd.

Lugović, B., Altherr, R., Raczek, J., Hofman, A. V. i Majer, V., 1991, Geochemistry of peridotites and mafic igneous rocks from Central Dinaride Ophiolite Belt, Yugoslavia. Contrib. Mineral. Petrol., 106, 201-216.

Lugović, B., R. Altherr, T. Marjanac, i Meyer, H.-P., 1998, Orogenic signatures in late Cenozoic volcanic rocks from the northern External Dinarides, Croatia: Acta Vulcanologica, v. 10, p. 55–67.

Majer, V., Lugović, B. i Trubelja, F., 1991, Metamorphism of the Mid- Bosnian Schist Mountains: an preliminary investigation (in Croatian).– Radovi ANUBiH, 87/13 141–158. Sarajevo.

Majer, V. i Garašić, V., 2001, Metarioliti Vranice planine u paleozoiku središnje Bosne. Rudarsko-geološko-naftni zbornik , Vol. 13 No. 1. 9-14. Zagreb.

Maksimčev, S. i Laušević, N., 1964, Prilog poznavanju terena između Tomine i Kukavice kod Sanskog Mosta. Geol. glasnik IX. Sarajevo.

Malez, M. i Slišković, T., 1976, Starost nekih naslaga ugljena u tercijaru Bosne i Hercegovine na osnovi nalaza vertebrata. Geološki glasnik 21, 39–56. Sarajevo.

Malez M. i Thenius E., 1985, Über das Vorkommen von Amynodonten (Rhinocerotoidea, Mammalia) im Oligo-Miozan von Bosnien (Jugoslawien). Paleont. Jugoslavica, 34, 1-26, Zagreb.

Mandić, O., Harzhauser, M., i Neubauer, T.A. 2020, Taxonomy, pa leoecology and stratigraphy of the middle Miocene mollusk fauna 292 Palaeobio Palaeoenv (2020) 100:281–293 from the Gračanica coal pit near Bugojno in Bosnia and Herzegovina. In U.B. Göhlich & O. Mandic (Eds.) The drowning swamp of Gračanica (Bosnia-Herzegovina) – a diversity hotspot from the middle Miocene in the Bugojno Basin. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 100 (2).

Mandić O., Rundić Lj., Ćorić S., Pezelj, Đ., Theobalt, D., Sant, K. i Krijgsman W., 2019, Age and mode of the Middle Miocene Marine Flooding of the Pannonian Basin – Constraints from Central Serbia. Palaios, 34 (2), 71-95.

Mandić, O., Göhlich,U.B., De Leeuw, A. i Hrvatović, H., 2016, Lake Livno-Tomislavgrad – the second largest Dinarides basin. In: Mandic, O., Pavelić, D., Kovačić, M., Sant, K., Andric, N. i Hrvatović, H. (eds): Field Trip Guidebook. Lake – Basin – Evolution. RCMNS Interim Colloquium 2016 i Croatian Geological Society Limnogeology Workshop, Croatian Geological Society, p. 53-62. Zagreb.

Mandić, O., Göhlich, U.B., Hrvatović, H., Lenardić, J.M., Čvorović, B., Glamuzina, G. i Radoš, D., 2013, New proboscidean site from the high karst Dinarides in southern Bosnia and Herzegovina. 14th RCMNS Congress, Book of Abstracts, 189 pp. Istanbul.

Mandić, O., Vranjković, A., Pavelić, D., Hrvatović, H. i De Leeuw, A., 2012. Miocene intramontane lacustrine basins of Outer Dinarides (Croatia and Bosnia and Herzegovina). In: Vlahović, I., Mandic, O., Mrinjek, E., Bergant, S., Ćosović, V., De Leeuw, A., Enos, P., Hrvatović, H., Matičec, D., Mikša, G., Nemec, W., Pavelić, D., Pencinger, V., Velić, I., Vranjković, A. (eds). Marine to continental depositional systems of Outer Dinarides foreland and intra-montane basins (Eocene-Miocene, Croatia and Bosnia and Herzegovina). Field Trip Guide, 29th IAS Meeting of Sedimentology, Schladming/Austria. Journal of Alpine Geology 54, 456–470.

Mandić, O., De Leeuw, A., Vuković, B., Krijgsman, W., Harzhauser, M. i Kuiper, K. F., 2011. Palaeoenvironmental evolution of Lake Gacko (NE Bosnia and Herzegovina): impact of the Middlle Miocene Climatic Optimum on the Dinaride Lake System. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 299, 475–492.

Mandić, O., De Leeuw, A., Harzhauser, M., Krijgsman, W., Pavelić, D. i Hrvatović, H., 2010, Evolutionary history of the Miocene Dinaride Lake System. In: Horvat, M. (ed.): Abstract Book, 4. Croatian Geological Congress with international participation, Šibenik, 14.-15.10.2010: 84-85, Croatian Geological Survey, Zagreb.

Mandić, O., Pavelić, D., Harzhauser, M., Zupančič, J., Reichenbahacher, D., Sachsenhofer, R. F., Tadej, N. i Vranjković, A., 2009, Depositional history of the Miocene Lake Sinj (Dinaride Lake System), A long-lived hard-water lake in a pull-apart tectonic setting. J. Paleolimnol. 41, 431-359.

Mandić O., Pezelj Đ., Ćorić S., Grunert P., Vrabac S., Leeuw A. i Krijgsman W., 2009, High resolution paleoenvironmental analysis of the marine flooding in the outhern Pannonian basin (Middle Miocene NE Bosnia and Herzegovina). 13 th Congres RCMNS, Abstracts, Napoli.

Marinković, R. i Đorđević, D., 1981, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000, list Jajce. Jajce L 33-131. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 53 str., Beograd.

Marcoux. J.. Baud. A., Ricou. L. E., Gaetani. M ., Krystyn. L.. Bellion. Y., Guiraud. R., Moreau. C., Besse. J., Gallet, Y., Jaillard, E. i Theveniaut. H., 1993, Late Anisian Palaeoenvironments (237-234 Ma), in: Atlas Tethys Palaeoenvironmental Maps. Maps. (J. Dercoun. L. E. Ricou. And B. Vrielynck. eds.). Rueil-Malmaison, BElClP-FRANLAB.

Marton, E., 2000, The Tisza Megatectonic unit in the light of paleomagnetic data. Acta. Geol. Hungarica, 43 (3): 329-343.

Matte, P., 1991, Accretionary history and crustal evolution of the Varican belt in Waetern Europe, Tectonophyiscs, v. 196, p.309-337.

Meço, S. i Aliaj, S., 2000, Geology of Albania. Schweizerbart, Beiträge zur regionalen Geologie der Erde, 28, 1–246.

Mikolji, V., 1969, Povijest željeza i željeznog obrta u Bosni. 155 str., Metalurški institut "Hasan Brkić" Zenica.

Miladinović, M., 1966, O nekim problemima geologije i tektonike sjevernog dijela Bosanske krajine, Geološki glasnik 11, 313-346. Sarajevo.

Miladinović, M., 1970, Geologija i tektonika planine Prenja. Geološki glasnik VI, 177-195. Titograd.

Miladinović, M., 1973, Prilog poznavanju stratigrafsko-tektonskih odnosa terena okoline Sjeverskog kod Rogatice (istočna Bosna). Geološki glasnik 17, 107-112. Sarajevo.

Miladinović, M., 1974, Tektonika sjevernog dijela Dinarida. Geološki glasnik 7. 351-367. Titograd.

Miladinović, M., 1979-1980, Opšti tektonski pregled oblasti sjeverne Bosne. Geološki glasnik 24-25, 51-60. Sarajevo.

Miladinović, M., 1981, Pregled tektonske građe zapadnog dela Dinarida Jugoslavije, Geološki glasnik 9, 89-106. Titograd.

Milojković, M., 1929, Stratigrafski pregled geoloških formacija u Bosni i Hercegovini, Posebno izdanje, Geološki zavod Sarajevo. Sarajevo.

Milovanović, D., 1984, Petrologija nisko-metamorfnih stijena u srednjem dijelu paleozoika Drina-Ivanjica, Glas. Prirod. Muz. Srp. Zemlje, 39. 1-139. Beograd.

Milojević, R., 1964, Geološki sastav i tektonski sklop Srednjebosanskog bazena sa naročitim osvrtom n a razvoj i ekonomsku vrijednost ugljonosnih facija. Geološki glasnik, posebno izdanje knj VII, 120 str., Sarajevo.

Milojević, R., 1966, Korelacioni i neki ekonomsko-geološki elementi razvoja ugljonosne serije Gatačkog bazena, Geološki glasnik 11, Sarajevo.

Milojević, R., 1976, Gatački bazen, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, I tom, ležšta uglja i nemetala, 209-214. Geoinženjering Sarajevo.

Milojević, R. i Sunarić, O., 1976, Duvanjski bazen, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, I tom, ležšta uglja i nemetala, 121-132. Geoinženjering Sarajevo.

Milošević, A., 2013, Ofiolitski melanž sjeverne Kozare i sjajni škriljci prosare (geologija i mineragenija). Doktorska disertacija, Prirodno-maematički fakultet Banja luka.

Miljuš, P., 1963, Prilog poznavanju geologije sjeverne Bosne. Geološki glasnik, 8, 90-108. Sarajevo.

Mioč. P., 1984, Geologija područja između južnih i istočnih Alpi u Sloveniji, disertacija, 184 str., Univerzitet u Zagrebu.

Mioč, P. i Pamić, J., 2002, The continuation of the Internal Dinarides in the transitional area between the easternmost Periadriatic Line and northernmost Southern Alps in Slovenija. Geol. Carpathica, 53, 138-141.

Miošić, N. i Hrvatović, H., 2000, Hidrogeotermalni resursi područja Ilidže, 103 str., Zavod za geologiju Sarajevo.

Miošić, N. i Samardžić, N., 2016, Mineral, Thermal and Thermomineral Waters of Bosnia and Herzegovina, Environmental Earth Sciences, 16 Volumes, 2010–2022. Springer.

Mirković, M., 1980. Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Gacko L 34-26. zavod za geološka istraživanja Cne Gore. Savezni geološki zavod, 68 str., Beograd.

Mirković, M., Mirković, E. i Pavičević, Đ., 1974, Prilog poznavanju geologije terena između Gatačkog polja, Krstca, rijeke Komarne i Ravnog, Geološki glasnik, knj. VII, Zavod za geološka istraživanja, Titograd.

Mirković, M., Pajović, M., Buzaljko, R., Kalezić, M i Živajević, M., 1977, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Pljevlja L 34-15. Savezni geološki zavod, Beograd.

Mirković, M. i Pajović, M., 1980, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Pljevlja L 34-15. Savezni geološki zavod, 68 str., Beograd.

Mojičević, M. i Laušević, M. 1973, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Nevesinje L 34-32. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. 54 str., Beograd.

Mojičević, M., Vilovski, S., Tomić, B. i Pamić, J., 1976, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Banja Luka L 33-119. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Mojičević, M., Vilovski, S. i Tomić, B., Pamić, J., 1977, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Banja luka L 33-119. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. 51 str., Beograd.

Mojičević, M., 1978, Geološki sastav i tektonski odnosi terena između Sarajeva i Nevesinja. Posebno izdanje Geološkog glasnika, knj. XIV. Sarajevo.

Mojičević, M. i Tomić, B., 1982, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Kalinovik L 34-13. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 61 str., Beograd.

Mojičević, M. i Laušević, M., 1983, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Mostar L 33-24. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni zavod za geologiju, 47 str., Beograd.

Mojičević, M., Čičić, S., Jovanović, Č. i Tokić, S.,1987, Geološko-tektonske karakteristike sjeverne Bosne, Geološki glasnik 31-32. Sarajevo.

Mojsilović, S., Filipović, I., Rodin, V., Navala, M., Baklaić, D., Đoković, I., Jovanović, Č., Živanović, D., Eremija, M. i Cvetković, B., 1975, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Zvornik L 34-123, Zavod za geološka i geofizička istraživanja Beograd i Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Mojsisovics, E., 1879, Die geologischen Verhaltnisse von Bosnien und der Hercegovina. Zeitschr. Deutsch. geol. Ges., Bd. 31, 644.

Mojsisovics, E., Tietze, E. i Bittner, A., 1880, Grundlinien der Geologie von Bosnien und der Hercegovina, mit geologischer Ubersichtskarte 1:576 000. Jahrbuch geol. Reichsant., 30. Wien.

Muftić, M., 1964, Prilog geološkom poznavanju Gatačkog ugljenog bazena, Geološki glasnik 9, Sarajevo.

Muftić, M., 1965, Geološki odnosi ugljonosnih terena srenjebosanskih ugljenokopa Bile, Zenice, Kaknja i Breze. Posebno izdanje Geološkog glasnika, kjn. V. 108 str., Sarajevo.

Muftić, M. i Behlilović, S. 1966, Prikaz geološkog poznavanja ugljonosnih naslaga Gračanice kod Bugojna, Geološki glasnik Sarajevo 11, 303–312. Sarajevo.

Natević, Lj., 1970, Tumač za Osnovnu geološka karta M 1:100000 List Trebinje K 34-37. Geološki zavod Sarajevo. Savetni geološki zavod. Beograd.

Olujić, J., Pamić, O., Pamić, J., Milojević, R., Veljković, D. i Kapeler, I., 1977, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Vareš L 33-133. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Olujić, J. i Karović, J., 1985, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Višegrad L 34-3. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Olujić, J. i Sunarić-Pamić, O., 1985, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Teslić L 33-132. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Olujić, J. i Karović, J., 1986, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Višegrad L 34-3. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 56 str., Beograd.

Palinkaš, L., Majer, V., Balogh., K., Bermanec, V. i Jurković, I., 1996, Geochronometry and tectonocvronometry of the metamorphism in the Iner Dinarifdes, Mid-Bosnian Scist Mts. IGCP 356, Poster Session 2, 53. Bucuresti.

Palinkaš, L., Borojević-Šoštarić, S., Strmić Palinkaš, S., Prochaska, W., Pécskay, Z., Neubauer, F. iSpangenberg, J.E., 2016, The Ljubija geothermal field: A herald of the Pangea break-up (NW Bosnia and Herzegovina). Geol. Croatica, 69, No 1, 1-28.

Palfy, J., Mundil, R., Renne, P.R., Bernor, R.L., Kordos, L. i Gasparik, M., 2007, U–Pb and 40Ar/39Ar dating of the Miocene fossil track site at Ipolytarnóc (Hungary) and its implications. Earth and Planetary Science Letters 258, 160–174.

Pamić, J.. 1964, Magmatske i tektonske strukture u ultramafitima Bosanske serpentinske zone. Posebno izdanje Geološkog glasnika, kjn. 2, 1-108. Sarajevo.

Pamić, J. i Papeš, J., 1969, Produkti ladiničkog magmatizma u širem području Kupreškog polja (Bosna). Geol. anali Balkanskog poluostrva, 34., 555-576.

Pamić, J., 1971, Some petrological features of the Bosnian gabbro-peridotite complex in he Dinaride Ophiolite Zone of Yugoslavia. Tscher. min.-petr. Mitt., 15, 14-42, Wien.

Pamić, J., Šibenik-Studen, M. i Sijarić, G., 1971, Postkonsolidacione promjene na bazičnim stijenama ofiolitske zone u Bosni, Posebno izdanje Glasnika Zemaljskog muzeja N.S. sv. XVIII-Prirodne nauke.

ANU BiH АНУ БиХ

Pamić, J., Pamić-Sunarić, O., Olujić, J. i Kapeler, I., 1971, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Zavidovići L 33-121. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni zavod za geologiju. Beograd.

Pamić, J., Pamić-Sunarić, O., Olujić, J. i Kapeler, I., 1973, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Zavidovići L 33-121. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni zavod za geologiju. 56 str., Beograd.

Pamić, J., 1973, Amphibole peridotite (crtlandite) from the Vijenac amphibolite-ultramafic mass in the ophiolite zone in Bosnia, Yugoslavia. Bull. Scie. Sec. A, 18 (4-6), 72-73.

Pamić, J., 1974, Hydrothermal –metasomatic rocks (listvenites) from the northern border of he Ozren ultramafic massif (Yugoslavia). Acta geol. JAZU, 7, 239-255.

Pamić, J.. 1977, Alpski magmatsko-metamorfni procesi kao indikatori geološke evolucije terena sjeverne Bosne. Geološki glasnik, 22, 257-292. Sarajevo.

Pamić, J. i Majer, V.. 1977a, Ultramafic rocks of the Dinaride Central Ophiolite Zone in Yugoslavia . –Journ. Geology, 85, 553-569, Chicago.

Pamić, J., Pamić-Sunarić, O.Olujić, J. i Antić, R.. 1977b, Petrografija i petrologija krivajsko-konjuškog ofiolitskog kompleksa i njegove osnovne geološke karakteristike. Acta Geologica, 9, 39-135. Zagreb.

Pamić, J., 1978, Krivajsko-konjuški kompleks, Geologija Bosne i Hercegovine, Knjiga IV, Magmatizam i metalogenija, 99-135, Institut za geologiju Sarajevo.

Pamić, M., Pamić, O., Olujić, J., Milojević, R., Veljković, D. i Kapeler, I., 1977, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Vareš L 33-133. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd

Pamić, M., Pamić, O., Olujić, J., Milojević, R., Veljković, D. i Kapeler, I., 1978, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Vareš L 33-133. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 68 str., Beograd.

Pamić, J., Olujić, J. i Pamić-Sunarić, O., 1981, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 OGK list Teslić L 33-122. Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 66 str., Beograd.

Pamić, J., 1982, Some geological problems of the Dinaride ophiolite and their associations. Earth Evol. Sci., 2, 30-35., Berlin.

Pamić, J.. 1984, Triassic magmatism of the Dinarides in Yugoslavia, Tectonophysics, 109, 273-307.

Pamić, J., 1984a, Trijaski magmatiti područja Prozora, Jablanice i Konjica, Geologija Bosne i Hercegovine, knj. IV, Magmatizam i metalogenija, 51-82. Sarajevo.

Pamić, J., 1984b, Ozrenski ofiolitski kompleks, Geologija Bosne i Hercegovine, kjn. IV, Magmatizam i metalogenija, 135-175, Sarajevo.

Pamić, J., 1984c, Srednjotrijaski magmatiti jugoistočne Bosne, Geologija Bosne i Hercegovine, kjn. IV, Magmatizam i metalogenija, 83-94. Sarajevo

Pamić, J., i Prohić, E., 1989a, Novi prilog petrološkom poznavanju alpinskih granitnih i metamorfnih stijena Motajice u sjevernim Dinaridima u Bosni, Geol. glas., 13, 145–176.

Pamić, J. i Desmons, J., 1989, A complete ophiolite sequence in Rzav area of Zlatibor and Varda ultramafic massifs, the Dinaride Ophiolite zone.– Ofioliti, 14, 13–32, Firenze.

Pamić, J. i Lamphere, M.. 1991, Alpine A-type granites from collisional raea of the northernmost Dinarides and Pannonian Basin, Yugoslavia. Neues Jahrbuch fuer Mineralogie, Abhandlungen, vol. 162, str. 215-236, Stuttgart.

Pamić, J., 1993, Eoalpine to Neoalpine magmatic and metamorphic processes in the northwestern Vardar Zone, the easternmost Periadriatic Zone and the southwestern Pannonian Basin, Tectonophysics, 226, 503–518, doi:10.1016/0040-1951(93)90135-7.

Pamić, J. i Jurković, I.. 1995, Geology of Bosnia and Herzegovina. In. R. Moor (ed) "Encyclopedia of the Wold Regional Geology".

Pamić, J., 1996, Magmatske formacije Dinarida, Vardarske zone i južnih dijelova panonskog bazena, Časopis nafta, 1-198, Zagreb.

Pamić, J. i Tomljenović, B., 1998: Basic geological data from the Croatian part of the Zagorje – Mid-Transdanubian Zon, Acta geologica Hungarica (0236-5278) 41 (1998), 4; 389-400.

Pamić, J., Gušić, J. i Jelaska, V., 1998a, Geodynamic evolution of the Central Dinarides, Tectonophysics, 297, 251-268.

Pamić, J. i Hrvatović, H., 2000a, Dinaride Ophiolite Zone (DOZ), Basic data on the geology and petrology of the Krivaja-Konjuh ophiolite complex, Fieldtrip guidebook ,PANCADRI 2000, Special Issue, 60-69, Vijesti 37/2, Zagreb.

Pamić, J., Gušić, I. i Jelaska V., 2000b, Basic features of the Dinarides and South Tisia, Fieldtrip guidebook, PANCADRI 2000, Special Issue, 9-18, Vijesti 37/2, Zagreb.

Pamić, J. i Balen, D., 2001, Tertiary magmatism of the Dinarides and the adjoining South Pannonian Basin: An overview, Acta Vulcanol., 13, 9–24.

Pamić, J., Tomljenović, B. i Balen, D., 2002, Geodynamic and petrogenic evolution of Alpine ophiolites from the Central and NW Dinarides: an overview. Lithos, 65, 113-142.

Pamić, J., & Jurković, I., 2002, Paleozoic tectonostratigraphic units of the northwest and Central Dinarides and the adjoining South Tisia. Int. J. Earth Sci., 91, 538-554.

Pamić, J. i Hrvatović, H., 2003, Propousal classification thrusts structures of the Dinarides, Nafta, broj 12., 443-456 p., Hrvatska-Zagreb.

Pamić, J., Balogh, K., Hrvatović, H., Balen, D., Jurković, I. i Palinkaš, L., 2004, K–Ar and Ar–Ar dating of the Palaeozoic metamorphic complex from the Mid-Bosnian Schist Mts., Central Dinarides, Bosnia and Hercegovina, Mineralogy and Petrology 08/2004; 82(1): 65-79.

Pantić, N., 1961, O starosti slatkovodnog tercijara sa ugljem u Bosni na osnovu paleofloristikih istraživanja. Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. XXVIII, Beograd.

Pantić, N. i Kulenović, E., 1967, Fosilna flora donjeg karbona iz paleozoika JI Bosne. Geološki glasnik 5. 159-166, Sarajevo..

Pantić, S. i Čičić, S., 1970, Prilog poznavanju lito i biofacijalnih karakteristika gornjeg perma i trijasa u oblasti SI Majevice. Geološki glasnikm knj. 14. 91-98. Sarajevo.

Pantić, N. i Jovanović, O., 1970, O starosti "azoika" ili "paleozojskih škriljaca" na Motajici na osnovu mirkoflorističkih ostataka. Geološki glasnik 14, 190-214. Sarajevo.

Papeš, J., 1975, Tumač za Osnovnu geološka kartu M 1:100000 list Livno L 33-11. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. 65 str., Savezni geološki zavod. Beograd.

Papeš, J., 1975a, Geološko kartiranje i publiciranje geoloških karata u Bosni i Hercegovini, Geološki glasnik 17, 66-74. Sarajevo.

Papeš, J., 1977, Stratigrafsko-tektonski i hodrogeološki odnosi u području Livna i Duvna (magistarski rad), Geološki glasnik 22, 5-38. Sarajevo.

Papeš, J. i Ahac, A., 1978, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Glamoč L 33-142. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. 55 str., Savezni geološki zavod. Beograd.

Papeš, J. i Ahac, A., 1978a, Tumač za Osnovnu geološku kartu list Glamoč, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100.000, list Glamoč L33-108., Inst. za geol. Sarajevo, Savezni geološki zavod. 54 srt., Beograd..

Papeš, J., 1985, Geologija jugozapadne Bosne. Posebno izdanje Geološkog glasnika, knj. XIX. 198 str., Sarajevo.

Petković, K., 1961, Tektonska karta FNR Jugoslavije. Glas SANU, 149, 22, 129-139.

Petković, K., 1958, Neue Erkenntnisse uber den Bau der Dinariden. Jahrb. Geol. Bundesan., 101, 1-24. Wien.

Pezelj, Đ., Mandić, O. i Ćorić, S., 2013. Paleoenvironmental dynamics in the southern Pannonian Basin during initial Middle Miocene marine flooding. Geologica Carpathica, 64, 1: 81-100, Bratislava.

Placer, L., 1998, Contribution to the macrotectonic subdivision of the border region between the Southern Alps and External Dinarides, Geologija, 41, 223-256, Ljubljana.

Podubsky, V., 1976, Gips i anhidrit.- U: Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, Knj. II, Ležišta nemetala, 328-338 – Geoinženjering, Sarajevo.

Podubsky, V. i Pamić, J., 1969, Vulkanske stijene u paleozoiku Sane i njihov položaj u geološkom stupu, 45-54. Acta geol. 6.

Podubsky, V., 1968, Litostratigrafski razvitak paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni, Geološki glasnik 12, 165-197, Sarajevo,

Podubsky, V., 1963, Regionalne karakteristike geneze i geotektonskog položaja gips-anhidritskih ležišta zapadne Bosne i Hercegovine i Hrvatske. – Geol. glasnik, 7, 161-167, Sarajevo.

Polšak, A., Crnko J., Šimunić, A., Šimunić, A., Šparica, M i Juriša, M., 1978, Tumač za OGK list Bihać. 53 str., Beograd.

Prelogović, E., Aljinović, B. i Bahun, S., 1995, New data on structural relationship in the north Dalmatian Dinaride area: Geologia Croatica, v. 48, no. 2, p. 167–176.

Putiš, M., Segeev, S., Ondrejka, M., Larionov, A., Siman, P., Spišiak, K., Uher, P. i Paderin, I., 2008, Cambrian-Ordovician metaigneous rocks associated with Cadomian fragment in the West-Carpathian basement dated by SHRIMP on zircons: a record from the Gondwana active margin setting.- Geologica Carpathica, 59/1, 3-18.

Rabrenović, D., 1985, Baremski krečnjaci kod Banovića i njihov značaj za odredbu starosti Pogarske serije. Geološki analizi Balkanskog poluostrva, Knjiga XLIX, UDK 551.763 (497.11), Beograd.

Raić, V. i Papeš, J. 1977, Tumač za Osnovnu geološka kartu M 1:100000 list Metković. L 36-33. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. 44 str., Savezni geološki zavod. Beograd.

Raić, V. i Papeš, J., 1978, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Imotski L 33-23. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. 52 str., Beograd.

Raić, V. i Papeš, J. 1982, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Ston K 33-48. Geološki zavod Sarajevo. 40 str., Savezni geološki zavod. Beograd.

Ramović, M., 1956, Kraći pregled baritnih ležišta Bosne i Hercegovine. Geološki glasnik, 2, 67-82. Sarajevo.

Ramović, M., 1957, Pregled nalazišta minerala olova i cinka u Bosni i Hercegovini. Geolški glasnik 3. 5-123. Sarajevo.

Ramović, M., 1963, Rudne parageneze u oblasti Srebrenice (istočna Bosna). Posebno izdanje Geološkog glasnika, knj. I. 3-93. Sarajevo.

Ramović, M., 1971, Pregled nalazišta minerala cinka i olova u Bosni i Hercegovini. Geološki glasnik, 3, 5-123. Sarajevo.

Ramović, M., Kubat, I., Veljković, D., Kulenović, E. i Đurić, S., 1979, Ležišta obojenih metala, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, knjiga II, Geoinžinjering, 24-54, Sarajevo,

Ramović, M., 1984, Magmatizam i metalogenija, Geologija Bosne i Hercegovine, knj. IV, Magmatizam i metalogenija, 235-264. Sarajevo.

Ramovš, A., Hinterlechner-Ravnik, A., Kalenić, M., Karamata, S., Kochansky-Devidé, V., Krstić, B., Kulenović, E., Mirković, M., Petkovsky, P., Sremac, J. i Temkova, V., 1989, Stratigraphic correlation forms of the Yugoslav Paleozoic. Rendiconti della Societa Geologica Italiana 12, 359–383.

Rapnoux, J.P., 1970, Regard sur les Dinarides internes yugoslaves (Serbie meridionale et Montenegro orinetal): stratigraphie, evolution, paleogeographie et magmatique. Bull. Soc. France, 12, 948-966, Paris.

Ratschbacher, L., Frisch, W., Linzer, H. G. i Merle, O., 1991, Lateral extrusion in the Eastern Alps: 2. Structural analysis, Tectonics, 10, 257–271, doi:10.1029/90TC02623.

Robertston, A. i Karamata, S. 1994, The role of subduction-accretion processes in the tectonic evolution of the Mesozoic Tethys in Serbia. Tectonophysics, 234: 73–94.

Rose, G., 1842, Mineralogisch-geognostische Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere. Volume 2: Reise nach dem sudlichen Ural und dem Kaspischen Meere, Uebersicht der Mineralien und Gebirgsarten des Ural. Berlin, G.E. Reimer (Verlag der Sanderschen Buchhandlung), xv plus 606p and plates I–V.

Royden, L., Horvath, F. & Rumpler, J., 1983, Evolution of the Pannonian Basin system: tectonics.-Tectonics, 2, 63-90, Washington D.C.

Rundić Lj., Trofimovich N. i Savić Lj., 2000: Badenian microfauna of Bogutovo Selo, Ugljevik. In: Karamata S. & Janković S., (eds.): Geology and Metallogeny of Dinarides and the Vardar zone, 225-233, Zvornik-Banja Luka.

Rundić Lj. i Renovica S., 2019, About the Lake Coal Series and the Middle Miocene transgression in the Janjari-Atmačići area (Ugljevik-east). II kongres geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, Knjiga sažetaka, 91-94, Laktaši.

Rucker, A., 1896, Einiges uber das Goldvorkommen in Bosnien. Monographischen Skizze, Wien.

Sant, K., Andrić, N., Mandić, O., Demir, V., Pavelić, D., Rundić, Lj., Hrvatović, H., Matenco, L. i Krijgsman, W., 2018, Magneto-biostratigraphy and paleoenvironments of the Miocene freshwater sediments of the Sarajevo-Zenica Basin, Palaeogeography Palaeoclimatology Palaeoecology. 506, 48-69.

Salkić Z, Salihović S, Babajić E. i Babajić A., 2006, Mineraloško-petrografske karakteristike dacita i andezita okoline Maglaja. Zbornik radova RGGF-a, Tuzla.

Salkić, Z., Lugović, B., Trubelja F. i Salihović, S., 2004, Petrografske, geohemijske i geotektonske karakteristike tercijarnih vulkanskih stijena centralne Bosne. Zbornik radova, I. savjetovanje. geologa Bosne i Hercegovine s međunarodnim sudjelovanjem, 185–197, Kladanj.

Scandone, P. i Patacca, E. 1984, Tectonic evolution of the Central Mediterranean area. Ann. geophys., 2, 139-141.

Schmidt, H., 1924, Die carbonischen goniatiten Deuchland.. Jahrb. Preuss. Geol. Lands 45. Wien.

Schmidt, S. Bernouli, D., Fugenschuh, B., Matenco, L., Schefer, S., Schuster, R., Tischler, M, i Ustaszewski, K., 2008, The Alpine-Carpathian-Dinaridic oregenic system:correlation and evolutionof tectonic units. Swiss J.Geosci., 101, 139-183.

Shallo, M., 1990, Ophiolitic melange and flyschoidal sediments of the Tithonian–Lower Cretaceous in Albania. Tera Nova, Volume 2, Issue 5, 476-483.

Sijarić. G. i Trubelja, F., 1976, Novootkrivena pojava anhidrita (gipsa) na Kupreškim vratima. Glasnik Zemaljskog muzeja, 145, 20-27. Sarajevo.

Sikošek, B. i Medventisch, W., 1969, Novi podaci za facije i tektoniku Dinarida. Geološki glasnik 13, 27-38. Sarajevo.

Sikošek, B., 1967, Geotektonska rejonizacija Dinarida. VIII kongres Karp. bal. geol. asocijacije, Beograd.

Skopljak, F., 2006, Odnosi podzemnih voda područja Ilidže kod Sarajeva, posebna izdanja Geološkog glasnika, knjiga 29. 286 str. Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.

Slišković, T., 1965, Nova nalazišta vapnenaca s globotrunkanidama u Hercegovini i jugoistočnoj Bosni. Geol glasn. Zem. muz. Za pr. Nauke NS, sv. III/IV, 35-39. Sarajevo.

Slišković, T., 1968, Novi rudisti Hercegovine. Glasn. Zem. muz. BiH, pr. Nauke, VII, 69-95, 22 sl tab 13, Sarajevo.

Slišković, T., 1974, Rudist of the Senonian in the environs of Višegrad in eastern Bosnia. Bull. Sci Cons. Acad. Yugoslav. 19. 5-6, 133-134. Zagreb.

Slišković, T., 1978, Rudisti gornje krede Bosne i Hercegovine i njihovo biostratigrafsko značenje. Zbornik radova 9 kongresa geologa Jugoslavije, 135-138. Sarajevo.

Slišković, T., 1984, Geologija Bosne i Hercegovine, knj. II – Mezozojske periode, Kreda, str., 229-278. Geoinženjering Sarajevo.

Smirčić, D., Lugović, B., Aljinović, D. Hrvatović, H., Kolar-Jurkovšek, T., Jurkovšek, B. i Gajšak, F., 2016, Middle Triassic autoclastic deposits in the vicinity of Bosansko Grahovo (SW Bosnia and Herzegovina) // Rudarsko-geološko-naftni bornik, 31 (2016), 2; 1-12.

Smirčić, D., Aljinović, D., Hrvatović, H., Barudžija, U., Kolar-Jurkovšek, T. i Jurkovšek, B., 2017, The geotectonic evolution of the dinaridic part of western Tethys from the Early Permian to the Late Triassic. V: The Permian-Triassic transition in southern Armenia. 5th IGCP 630 International Conference and Field Workshop, 32 p., 8-14 October 2017, Yerevan, Armenia. Yerevan.

Smirčić, D., Kolar-Jurkovšek, T., Aljinović, D., Barudžija, U., Jurkovšek, B. i Hrvatović, H., 2018, Stratigraphic Definition and Correlation of Middle Triassic Volcaniclastic Facies in the External Dinarides: Croatia and Bosnia and Herzegovina, Journal of Earth Science 29(4):864-878.

Sofilj, J., Živanović, M. i Pamić, J., 1980, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 Prozor K 33-12 . Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. 50 str., Beograd.

Sofilj, J., Marinković, R., i Pamić J., 1984, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Derventa L 33-120, Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 60 str., Beograd.

Sofilj, J., Marinković, R., Pamić J. i Đorđević, D., 1985, Tumač za Osnovnu geološku kartu list Derventa L 33-120, Institut za geologiju Sarajevo. Savwezni geološki zavod. 60 str., Beograd.

Soklić, I., 1950, Stratigrafija naftonosnog tercijara sjeverne Bosne, Geološki vjesnik, knj. IV. Zagreb.

Soklić, I., 1951, Identifikacija slojeva i geoloških horizonata u Srednjbosanskom-zeničko-sarajevskom bazenu, Geološki vesnik, IX, Beograd.

Soklić, I., 1955, Fauna marinskog sarmata sjeveroistočne Bosne i njen stratigrafski značaj, Geološki glasnik 1, 61-144, Sarajevo.

Soklić, I., 1957, Kenozoik Bosne i Hercegovine. II Kongres geologa FNRJ, 64-79. Sarajevo.

Soklić, I., 1959, Paleogeografija tuzlanskog miocena i postanak sonog ležišta, 3 kongres geologa Jugoslavije. Budva.

Soklić, I., 1963, Postanak i struktura Tuzlanskog bazena. str., 139-146.Geološki glasnik 8. Sarajevo.

Soklić, I., 1965, Horizontalni i vertikalni pokreti tektonskih blokova kao uzrok ubiranja i rasjedanja u tercijaru sjeveroistočne Bosne. Acta geologica, JAZU, 5, 157-173.

Soklić, I. i Malez M., 1969: Ein fund der art Mastodon angustidens in der bunten Folge bei Tuzla (Mittleres Miozän). Bulletin scientifique, A, 14, 11-12, 380-382, Zagreb.

Soklić, I. i Vidović, M., 1970, Prilog geologiji donjeg sliva Vrbasa i Ukrine. Geološki glasnik 14, 79-88+6 priloga. Sarajevo.

Soklić, I., 1970, Stratigrafija kvartara sjeveroistočne Bosne. Geološki glasnik 14. 57-78, Sarajevo.

Soklić, I., 1972, Ocjena geoloških uslova za pronalaženje nafte u sjevernoj Bosni, Nafta, 23, 8. 351-362.

Soklić, I., 1974, Neogenska paleogeografija sjeverne Bosne , Nafta, 25, 3, 121-131.

Soklić, I., 1975, Stratigrafija i facijalne karakteristike Tuzlanskog oligocena, II godišnji znanstveni skup. JAZU. Zagreb.

Soklić, I. 1977, Bočatni gornji miocen (sarmat) sjeverne Bosne. Geologija Bosne i Hercegovine, kjn. III-Kenozojske periode, 145-156. Sarajevo

Soklić, I., 1977a, Srednji i gornji pliocen i kvartar. Geologija Bosne i Hercegovine, kjn. III-Kenozojske periode, 217-239. Sarajevo

Soklić, I.,1977b, Sliv rijeke Save. Geologija Bosne i Hercegovine, kjn. III-Kenozojske periode, 247-258. Sarajevo.

Soklić I., 1978, Marinski miocen sjeveroistočne Bosne s posebnim osvrtom na mogućnost pronalaska novi ležišta soli. Rudarsko-geološki fakultet Univerziteta u Tuzli, Knjiga I – Opšti i stratigafski dio, 1-341, Tuzla.

Soklić I., Atanacković M., Jerković L. i Petrović M., 1980, Biostratigrafski apekti odredbe geneze i starosti ležišta soli u Tuzli. Simpoz. iz reg. geol. i paleontol., 307-316, Beograd.

Soklić, I., 1982, Stratigrafija i starost sononosnih naslaga grada Tuzle, Radovi ANUBiH, Odj. teh. Nauka, 7, 135-151.

Soklić, I., 1986, Tektonsko-strukturni oblici Tuzlanskog bazena i Majevice, Akad. nauka i umj. BiH, Radovi LXXXIX, odj. teh. Nauka, knj. 10. 23-55, Sarajevo.

Soklić, I., 1988, Hronologija geotektonskih pokreta u Dinaridima u mezozoiku i kenozoiku. Akad. nauka i umj. BiH, Radovi LXXXV, odj. teh. Nauka, knj. 12. 111-139, Sarajevo.

Soklić, I. i Vrabac, S., 1995, Fauna moluska i biostratigrafija sarmata Sjeverne Bosne. Geološki glasnik 33. 31-43, Sarajevo.

Soklić, I., 2001, Fosilna flora i fauna Bosne i Hercegovine, Akadamija nauka i umjenosti Bosne i Hercegovine, 585 str., Sarajevo.

Spaho, F., 1913, Turski rudarski zakon, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu 25 (1913) 171.

Spasov, H. i Filipović, I. 1966. Konodontska fauna starijeg i mlađeg paleozoika JI i SZ Bosne. Geološki glasnik, Geološki zavod u Sarajevu 11, 33-53.

Sremac, J., Makoveć-Bošnjak, M., Prilj-Šimić, N., Glamuzina, G. i Mikulić, I., 2014, Eocenska marinska makrofauna područja Imotski-Ričice-Tribistovo: paleontološki dragulj i geoturistički "as u rukavu".- Rudarsko-geološki glasnik 18, Mostar.

Stampfli, G.M., Raumer, J. i Wilhem, C., 2011, The distributin of Gondwana-derived terranes in the Early Paleozoic. J.C. Gutiérrez-Marco, I. Rábano and D. García-Bellido (eds.), Ordovician of the World. Cuadernos del Museo Geominero, 14. Instituto Geológico y Minero de España, Madrid. ISBN 978-84-7840-857-3 © Instituto Geológico y Minero de España 2011.

Stampfli, G. M., i Borel, G. D., 2002, A plate tecton ic model for the Paleozoic and Mesozoic con strained by dynamic plate boundaries and restored synthetic oceanic isochrons, Earth Planet. Sci. Lett., 196, 17–33.

Stevanović, P., 1953, Faunističke prinove iz kongerijskih slojeva Donje Tuzle, s naročitim osvrtom na pojavu nekih karagačkih ndemiteta. Geološki Anali Balkanskog poluostrva, knj. XXIV, Beograd.

Stevanović, P. i Eremija, M., 1960, Miocen Donje Tuzle. Prilog stratigrafiji i tektonici ležišta soli i njegovog oboda. Geološki Anali Balkanskog poluostrva, knj. XXVII, Beograd.

Stevanović, P. i Eremija, M., 1959, Miocen Donje Tuzle, Geološki anali Balkanskog poluostrva, pol., 27, 45-94, Beograd.

Stevanović, P., 1975, Beitrag zur Tektonik der neogenen Schichte in den Dinariden (NO Bosnien, Pješevica und Čaklovica-Gebirge), Tectonic problems of the alpine system, VEDA, Bratislava, 155-173.

Stevanović, P., 1977, Pont. Geologija Bosne i Hercegovine, knj. III-Kenozojske periode, 187-216. Sarajevo.

Stojanović-Kuzenko, S., 1966/67, Biostratigrafija srednjeg karbona zapadne Srbije i paralelizacija sa sjeverozapadnom Bosnom, jednim dijelom Velebita i Stanišićima u Crnoj Gori, Vesnik Zavoda za geol. i geof. istraživanja, XXIV. 221-243, Beograd.

Strajin, V., Mojičević, Pamić, J. i Sunarić-Pamić, O., 1977, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Vlasenica L 34-134. Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod. Beograd.

Strajin, V., Mojičević, M. i Kubat, I., 1980, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Vlasenica L 34-134. Institut za geologiju Sarajevo, Savezni geološki zavod. 62 str., Beograd.

Sudar, M., 1986, Mikrofosili i biostratigrafija trijasa Unutrašnjih Dinarida Jugoslavije između Gučeva i Ljubišnje, iz časopisa Geološki anali Balkanskog poluostrva, knj. L. 151-394, Beograd.

Sudar, M. & Budurov, K., 1979, New Conodonts from he Triassic in Yugoslavia and Bulgaria, Geol. Balcanica, 9, 3, 47-52, Sofia.

Suess, E., 1893, "Are ocean depths permanent?," Natural Science: A Monthly Review of Scientific Progress (London), 2 : 180- 187. From page 183: "This ocean we designate by the name "Tethys," after the sister and consort of Oceanus. The latest successor of the Tethyan Sea is the present Mediterranean."

Sunarić-Pamić, O., Pamić, J., Kapeler, I., Olujić, J. i Zec, F., 1971, Osnovna geološka karta M 1:100000, list Zavidovići L 34-121. Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Sunarić, O., 1976, Kamengradski ugljnosni bazen, Mineralne sirovine Bosne i Hercegovine, Prvi tom, ležišta uglja i nemetala, 92-101. Geoinženjering Sarajevo.

Šegvić, B., 2010, Pegtrologic and geochemical charactristics of the Krivaja-Konjuh ophiolite complex (NE Bosnia and Herzegovina) – petrogenesis and regional geodunamic implications, doktorska disertacija, Fakultat fur Chemie und Geowisenschaften, Heidelberg, Njemačka.

Šegvić, B., Kukoč, D., Dragičević, I., Vranjković, A., Brčić, V., Goričan, Š., Babajić, E. i Hrvatović, H., 2014, New record of Middle Jurassic radiolarians and evidence of Neotethyan dinamics documented in a melange from the Central Dinaridic Ophiolite Belt (CODOB), NE Bosnia and Herzegovina. Ofioliti V39I1.427, 2014, 39 (1), 31-41.

Šikić, D., 1964, Horizontalna kretanja u Dinaridima. Zbornik radova, 25 god. Rud. Odjela Tehn. Fak. Zagreb.

Šparica, M., Juriša, M., Crnko, J., Šimunić, A. Jovanović, Č i Živanović M., 1979, Osnovna geološka karta M 1:100000, list Nova Kapela L 33-108,, Institut za geološka istraživanja Zagreb i Geološki zavod Sarajevo, Savezni geološki zavod Beograd.

Šparica, M. i Buzaljko, R., 1980, Tumač za Osnovnu geološka kartu M 1:100000, list Nova Kapela L 33-108, Institut za geološka istraživanja Zagreb i Geološki zavod Sarajevo, Savezni geološki zavod, 56 str., Beograd.

Šparica, M., Buzaljko, R. i Jovanović, Č., 1983, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Nova Gradiška L 33-107, Geološki zavod Zagreb. Institut za geologiju Sarajevo Savezni geološki zavod, 56 str., Beograd.

Šparica, M., Juriša, M., Crnko, J., Šimunić, A., Jovanović, Č. i Živanović, M., 1984, Tumač za OGK list Nova Gradiška. Savezni geološki zavod, 56 str., Beograd.

Šparica, M. i Pamić, J., 1986, Prilog poznavanju tektonike Požeške gore u Slavoniji. Rad JAZU, 424 85-96, Zagreb.

Šušnjar, M. i Bukovac, J., 1979, Tumač za Osnovnu geološka kata M 1:100000 list Drvar L 33-129, 46 str., Institut za geološka istražvanja Zagreb, Savezni geološki zavod Beograd.

Tajder, M, 1954, Petrografija rudnog područja Srebrenice u Bosni. Spomenica Miše Kišpatića, JAZU, 119-163.

Tamás M., Dominik, C., Rüdiger P., Dunkl, I., Frei, D., Báldi- Beke, M., Reitner, J., Wemmer, K., Hrvatović, H. i Von Eynatten, H., 2008, Provenance of the Bosnian Flysch, Swiss Journal of Geosciences 09/2008; 101:31-54.

Tari, V. i Pamić, J., 1998, Geodinamic volution of the northern Dinarides and South Pannonian Basin. Tectonophysics, 297, 269-281, Amsterdam.

Tari, V., 2002, Evolution of the northern and western Dinarides: a tectonostratigraphic approuch. EGU Stephan Mueller Spec. Public. Series, 1, 223-236.

Trubelja, F. i Pamić, J., 1956, Novi prilog poznavanja dacitskih stijena okoline Maglaja. Geološki glasnik, 2, Sarajevo.

Trubelja, F., 1963, Granitske stijene okolice Čajniča. Geološki glasnik. 7, 21-25. Sarajevo.

Trubelja, F. i Pamić, J., 1965, Petrološka studija planine Ozren. Acta geol. JAZU, 4, 265-314. Sarajevo.

Trubelja, F., 1966, Magmatske i piroklastične stijene sjevernog dijela planine Kozare. Glas. Zem. Muz. 5, 5-21. Sarajevo.

Trubelja, F., 1969, Petrološke karakteristike nekih tipova stijena na području Borovice kod Vareša, Glas. Zem. Muz. BiH, 8, 55-58. Sarajevo.

Trubelja, F. i Miladinović, M., 1969, Pregled građe Šireg područja Tjentišta i Sutjeske u jugoistočnoj Bosni. Akad. nauka i umjetnosti BiH. Pos. izd. 11, 3 Sarajevo.

Trubelja, F., 1984, Paleozojski magmatiti Srednjobosanskih škriljavih planina, Geologija Bosne i Hercegovine, kjn.IV. Magmatizam i metalogenija,11-38. Sarajevo.

Trubelja, G i Marching, V., 1995, Geohemijske karakteristike i porijeklo ofiolitne zone u Bosni, Zbornik radova, 2.Hrvatski geološki kongres, 627-630, Opatija.

Trubelja, F., Burgath, K. P. i Marchig, V., 2004, Triassic Magmatism in the Area of the Central Dinarides (Bosnia and Herzegovina): Geochemical Resolving of Tectonic Setting, 159–170. Geologia Croatica 57/2. Zagreb.

Ustaszewski, K., Schmidt, S., Lugović, B., Schister, R., Schaltegger, U., Bernoulli, D., Hottinger, L., Kounov, A., Fuegenschuh, B. i Schefer, S., 2009, Late Cretacous intra-oveanic magmatism in the internal Dinarides (northern Bosnia and Herzegovina): implication for

the collsion of the Adriatic and European plage. Lithos, vol.108, Nos. 1-4, p. 106-125. Elsevier. Amsterdam.

Ustaszewski, K., Kounov, A., Schmidt, S., Schaltegger, U., Krenn, E., Wolfgang, F. i Fuegenschuh, B., 2010, Evolution of the Adria-Europe plate boundary in the northern Dinarides: From continent-continent collision to back-arc extension, Tectonics Vol. 29, 1-34. TC6017.

Varićak, D.. 1966, Petrološka studija motajičkog granitskog masiva. Posebno izdanje Geološkog glasnika. 9, 15-129. Sarajevo.

Van der Made, J., 2020, The Suoidea from the Middle Miocene of Gračanica (Bugojno Basin, Bosnia and Herzegovina) – evolution, taxonomy & biostratigraphy. In U.B. Göhlich i O. Mandic (Eds.) The drowning swamp of Gračanica (Bosnia-Herzegovina) – a di versity hotspot from the middle Miocene in the Bugojno Basin. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments, 100(2).

Veljković, D., 1983, Tektonski sklop područja Vareša-Lipnica-Kamenica, Geološki glasnik 28. Sarajevo.

Vidović, M., 1974, Geološki prilozi za izučavanje seizmičnosti terena Bosne i Hercegovine. Seizmološki zavo BiH, 123 srt. i 15 preglednih karata. Sarajevo.

Vlahović, I., Tišljar, J., Večić, I. i Matičec, D., 2005, Evolution of the Adriatic Carbonate Platform: Palaeogeography, main events and depositional dynamics, Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 220 (2005) 333 – 360.

Von Raumer, J. F., Stamfpli, G. M. i Bussym F., 2003, Gondwana-derived microcontinents – the constituents of the Variscan and Alpine collisional orogens.- Tectonophysics, 365, 7-22.

Von Raumer, J. F. i Neubauer, F., 1993, Late Precambrian and Palaeozoic Evolution of the Alpine Basement – An Overview, Pre-Mesozoic Geology in the Alps pp 625-639.

Von Raumer, J. F., 1998, The Palaeozoic evolution in the Alps: from Gondwana to Pangea Geologische Rundschau, (1998) 87:407 – 435, Springer Verlag 1998.

Vrabac, S., 1987, Paleogeografija sjeverne Bosne u badenskom vijeku. Geološki glasnik 31-32, Sarajevo.

Vrabac S. i Mihajlović Đ., 1990, Paleontological-biostratigraphic characteristics and relationship of the Badenian and Sarmatian in the Bogutovo Selo open pit mine near Ugljevik (NE Bosnia). XII kongres geologa Jugoslavije, knj. I, 312-328, Ohrid.

Vrabac, S., 1991, Prilog poznavanju stratigrafskih odlika sedimenata u okolini Ugljevika. Zbornik radova RGF, 19, 15-22. Tuzla.

Vrabac, S. i Soklić., 1995, Karakteristike geološke građe ugljonosnih sedimenata i uglja u rejonu Bogutovo selo kod Ugljevika. Geološki glasnik 33, 73-80. Sarajevo.

Vrabac, S., Fejfar, O., Ćorić, S., Ferhatbegović, Z. i Šišić, E., 2005, O prvom nalasku fosilnog sisara u ugljonosnom bazenu Banovići. Zbornik radova RGGF—a Univerziteta u Tuzli, 28,. 51–53. Tuzla.

Vrabac, S. i Ferhatbegović Z., 1997, Geološke strukture sedimenata na brdu Kicelj kod Tuzle. Zbornik radova RGF, XXI, 35-38, Tuzla.

Vrabac, S., 1999, Facijalne i bostratigrafske karkteristike badena i sarmata u sjvernoj Bosni. Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli, 1-107, Tuzla.

Vrabac, S. i Ćorić, S., 2008, Revision of the Karpatian of the Tuzla basin with reference to stratigraphic position of the Salt Formation. Geološki glasnik 37, 71-81, Sarajevo.

Vrabac S., Ferhatbegović, Z., Đulović, I. i Bijedić, Dž., 2008a, Finding the marine fossils in the Salt Formation of the Tetima rock salt deposit near Tuzla. III savjetovanje geologa BiH sa međunarodnim učešćem, Zbornik radova, 53-60, Neum.

Vrabac, S., Đulović, I. i Tomić, R., 2011, Paleogene and Neogene on the profile Vučjak in coal basin Ugljevik. IV savjetovanje geologa BiH sa međunar. učešćem, Zbornik radova, 3-12, Sarajevo.

Vrabac, S., Ferhatbegović, Z., Đulović, I. i Jahić A., 2013: Biostratigraphic characteristics of the Badenian and Sarmatian on the rock salt deposit Tetima near Tuzla. Neogene and Quaternary stratigraphy – Actual terminology and nomenclature, Workshop, Abstracts, 15-17, Beograd.

Vrabac, S., Ćorić S., Đulović, I. i Ječmenica, Z., 2015: Discordance between the Badenian and Sarmatian in the Spasine section near Ugljevik. Zbornik radova I kongresa geologa Bosne i Hercegovine sa međunarodnim učešćem, 10-15, Tuzla.

Vrabac, S. i Đulović, I., 2015: Interpreter for Detailed geological map of the Tetima rock salt deposits, M 1: 2500. Fond stručne dokumentacije RGGF-a Univerziteta u Tuzli, 1-21, Tuzla.

Vrhovčić, J. i Mojičević, M., 1983, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Ključ L 33-133. 43 str., SGZ Beograd.

Vrabac, S., Đulović, I. i Babajić, E., 2020, Paleontološke i stratigrafske karakteristike badena i sarmata u profilu bušotine D-H 1 kod Lukavca (Tuzlanski bazen, Centralni Paratetis), Geološki glasnik 8, 9-16- Rudarsko-geološko-građevinski fakultet. Tuzla.

Vrhovčić, J. i Mojičević, M., 1986, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Bijeljina L 34-111. Geoinstitut Sarajevo i Geološki institut Beograd, Savezni geološki zavod. 44 str., Beograd.

Vujnović, L., 1980, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Bugojno L 33-143, Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Vujnović, L., 1980a, Geologija područja između Jajca-D. Vakufa i Kupresa. Posebno izdanje Geološkog glasnika, knj. XVI. 104 str., Sarajevo.

Vujnović, L., 1981, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Bugojno L 33-143, Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 59., str., Beograd.

Vujnović, L. i Marić, J., 1982, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Prača L 34-2, Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 57 str., Beograd.

Vujnović, L., 1983, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Prača L 34-2, Institut za geologiju Sarajevo. Savezni geološki zavod. 57 str., Beograd. .

Vujnović, L., 1984, Paleogeografska i tektonska evolucija centralnobosanskog škriljavog gorja. Studija, 149. FSD Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.

Vukašinović, S., 1991, Aeromagnetske indikacije prekrivenih magmatita i jedinstvene razlomno-magmatske strukture na pravcu Prosara-Cer-Bukulja. Zap. Srp. geol. društ. za 1987-1989. 289-291.

Zakaraidze, G., Karamata, S., Olujić, J., Memović, E. i Soloveva, N., 2006, Comparative geochemical features of oceanic volcanic series of Dinaric and Western Vardar Ophiolite Zones (Balkan Peninsula). Proceedings, Ophiolites 2006145-147. Serbian Academy of Sciences and Arts Beograd and Academy of Sciences and Arts RS Banja Luka.

Ziegler, P. A. 1988, Hercynian Suturing of Laurassia and Gondwana, Kluver Acad. Publ. Dordrecht-Boston-London, 102 pp.

Ziegler, P. A., 1996, Geodynamic processes governing development of rifted basins. In Roure, F., Ellouz, N., Shain, V. S. & Skvortsov, I. (eds.): Geodynamic evolution of sedimentary basins, 19-67. Paris, Ed. Technip.

Ziegler, P. A., 1990, Geological atlas of western and central Europe-2ndEd. Shell intern. Petrol. Maatsch Bv. Distrib. Geol. Soc. London Publ. House, Den Haag, 239 p.

Živaljević, T., 1963, Geološki sastav i tektonska građa jugoistočnih padina Grmeč planine u sjeverozapadnoj Bosni. Geološki glasnik 8, 85-93. Sarajevo.

Živanović, M., Sofilj, J. i Milojević, R., 1971, Osnovna geološka karta M 1:100000 list Zenica 33-144, Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. Beograd.

Živanović, M., Jeličić Lj., Vlahinić K., Laušević, N. Maglov M. i Jovanović, O. 1972, Izvještaj o paleontološkim ispitivanjima paleozojske, mezozojske i tercijarne faune i flore za Osnovnu geološku kartu list Vlasenica. Institut za geološka israživanja Sarajevo.

Živanović, M. i Milojević, R. 1975, Tumač za Osnovnu geološku kartu M 1:100000 list Zenica 33-144, Institut za geološka istraživanja Sarajevo. Savezni geološki zavod. 61 str., Beograd.

Živanović, M., 1979, Naslage centralnobosanskog paleozoika (Vranica), Geologija Bosne i Hercegovine, knj, I – ppaleozojske periode. Insitut za geologiju Sarajevo, 55-67. Sarajevo.

Neobjaljeni radovi (fondovski materijal)

Babajić, E., 2009, Petrološko-geohemiska i geotektonska obilježja mafitnih magmatskih stijena Krivajsko-konjuškog ofiolitnog kompleksa. Disertacija, 141. str., Rudarsko-geološko-građevinski fakultet Univerziteta u Tuzli.

Brković. G., 1966, Izvještaj o mikropaleontološkim ispitivanju krednih sedimenata sa područja lista Glamoč. Fond stručne dokumentacije Instituta za geološka istraživanja Sarajevo.

Crnolatac, I., 1949, Tumač geološkoj karti sjevernih i južnih revira ljubijskih rudišta. Fond stručne dokumentacije Rudnika Ljubije Prijedor.

ECL Petroleum Technologies-England, 1990, Regional exploration Appraisal of North Bosnia, Yugoslavia. Reports.

Đulović, I., 2008, Geologija sjeverozapadnog oboda Majevice" disertacija RGGF Univerzitet u Tuzli.

Gaković, M., 1972, Izvještaj o sedimentološkim ispitivanjima karbonatnih stijena za list Vlasenica. OGK Vlasenica. Fond stručnih dokumenata Institut za geologiju Sarajevo.

Golo, B. i Hrvatović, H., 1981, Izvještaj o rezultatima istraživanja urana na području Dobraljeva. 71 str. FSD Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.

Golo, B., i Hrvatović, H., 1984, Izvještaj o rezultatima nuklearnih mineralnih sirovina na području Srednjobosanskoga škriljavog gorja u 1984. godini. 64 str. FSD Federalni zavod za geologiju, Sarajevo.

Golo, B., Hrvatović, H. i Vujnović, L., 1987, Elaborat o rezultatima istraživanja nuklearnih mineralnih sirovina za period od 1978 do1986 godine na teritoriji Bosne i Hercegovine, Geoinstitut Ilidža, 95 str. Fond stručne dokumentacija Zavod za geologiju, Sarajevo.

Golo, B., Jurić, M., Olujić, J., 1988. Sinteza geološke i naftnogeološke dokumentacije-osnove za dalja programiranja naftnogeoloških istraživanja u Bosni i Hercegovini, 233 str., Fond stručne dokumentacije, Federalni zavod za geologiju Sarajevo.

Hajdarević, S., 2003, Geologija okoline Prokoškog jezera. Nepublikovani magistarski rad. 92 str., Rudarsko-geološko-građevinski fakultet, Tuzla.

Hrvatović, H., 1981, Izvještaj o radiometrijskom premjeru anomalija radioaktivnosti na području Vareša, Fond stručne dokumentacije, Geoinstitut Ilidža.

Hrvatović, H. i Golo B., 1985, Izvještaj o rezultatima istraživanja nuklearnih mineralnih sirovina na području Srednjebosanskog škriljavog gorja, 101 str. Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju. Sarajevo.

Hrvatović, H. i Golo, B., 1986, Izvještaj o rezultatima istraživanja nuklearnih mineralnih sirovina na području Srednjobosanskog škriljavog gorja u 1986. godini. FSD Federalni zavod za geologiju Sarajevo, 120 str. Sarajevo

Hrvatović, H., 1989, Tumač za geološku kartu BiH list Zenica 1:10000. 71 str.. Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju. Sarajevo.

Hrvatović, H., Ćorić, S., Gajić, Lj., Halamić, J., Pudar, Z. 1989a, Geološka karta BiH list Prača 1:10000, Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju. Sarajevo

Hrvatović, H. 1989b, Tumač za geološku kartu BiH list Prača 1:10000, 52 str. Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju Sarajevo.

Hrvatović, H,. 1995, Strukturna analiza paleozoika Srednjobosanskoga škriljavog gorja (specijalistički rad), 71 str. Rudarsko-geološki fakultet, Tuzla.

Hrvatović, H., Turalija A., Miošić, N. i Kučinar, S., 1996, Program hidrogeoloških istraživanja krečnjačkih akvifera na području općina Stari grad, Centar i Ilidža za alternativno vodosnabdijevanje Sarajeva, 1-97. Arhiv Federalni zavod za geologiju. Sarajevo.

Hrvatović, H., 1997. Strukturno-facijalna analiza sjeverozapadnog dijela Srednjobosanskog škriljavog gorja (disertacija). 112. str. Rudarsko-geološki fakultet Tuzla.

Hrvatović, H., 2004, Geološka karta planine Igman i Sarajevskog polja razmjere 1:10000 , Fond stručne dokumentacije, Zavod za geologiju Sarajevo.

Hrvatović, H. i Miošić, N., 2004, Tumač za geološku karta planine Igman i Sarajevskog polja razmjere 1:10000 , 1-64. Fond stručne dokumentacije, Zavod za geologiju Sarajevo.

Hrvatović. H., 2017, Priručnik za geološko kartiranje na području Vareša, 30 str. Fond stručne dokumentacije Eastern mining Vareš.

Jakšić, 1930, Izvještaj o geološkim ispitivanju Kaknja i okoline u vezi s pojavom nafte. Fond stručne dokumentacije. Institut za geološka istraživanja Sarajevo.

Jurić, M., 1967, Godišnji izvještaj o regionalnim istraživanjima paleozoika Sane u 1966. Godini. Fond stručne dokumentnacije Instituta za geološka istraživanja Sarajevo.

Jurković, I., 1952, Rudne pojave šire okoline Busovače u Srednjoj Bosni. Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju Sarajevo.

Kamberović, E., 2009, Geologija središnjeg dijela Zeničko-sarajevskog bazena, Disertacija, RGGF Univerzitet u Tuzli, 2009.

Kranjec, V., 1965, Geološka grada šireg Tuzlanskog područja. Doktorska disertacija. Rudarsko-geološko-naftni fakultet. Zagreb.

Kubat, I., 1963, Preliminarni izvještaj o geološkoj studiji širewg područja Srebrenice. Fond stručne dokumentacije. Geološki zavod Sarajevo.

Kubat I., 1972, Analiza postignutih rezultata u Podrinjskoj oblasti istpčne Bosne kroz regionalna istraživanja u periodu od 1964 do 1971. Fond stručne dokumentacije Institut za geološka istraživanja. Sarajevo.

Luković, M., Petković, K. I Mihajlović, D., 1933, Rezultati istraživanja nafte na području rudnika Kakanj, Fond stručne dokumentacije Rudnika mrkog uglja, Kakanj.

Mihajlović, D., 1958, Nafta u predjelu Kakanj-Zenica. Fond stručne dokumentacije Rudnika mrkog uglja. Kakanj.

Miošić, N., Hrvatović, H. i Samardžić, N., 2006, Elaborat o termomineralnim vodama bušotina IB-1 i IB-3A – Banja Ilidža, str.1-112., Fond stručne dokumentacije. Federalni zavod za geologiju. Sarajevo.

Miošić, N., Hrvatović, H. i Samardžić, N. i Hajdarević, I. 2005, Izvještaj o istražno-eksploatacionoj bušotini IB-10 na Ilidži, Fond stručne okumentacije Zavod za geologiju Sarajevo.

Olujić, J., 1971, Izvještaj o rezultatima istraživanja na polimetalnom ležištu Sočkovac kod Gračanic, FSD Institut za geologiju Sarajevo.

Olujić, J. 1978, Rasprostranjenje i geneza mezozojskih fliševa u Bosni i Hercegovini, Fond stručnih dokumenata. Zavod za geologiju Sarajevo.

Operta, M., 2004, Mineraloške i petrografske karakteristike amfibolita iz okolice Vareša, 243 str., Disertacija, Univerzitet u Tuzli.

Papeš, J., 1988, Tektonska građa Bosne I Hercegovine, studija urađena za SIZ nauke SRBiH, str. 1-149. Geoinstitut Ilidža.

Pantić-Prodanović, S., 1963, 1965 1969, Izvještaji o determinaciji mikrofaune terena iz sanskog paleozoika, Fond stručne dokumentacije Zavoda za geologiju Sarajevo. Sarajevo.

Ramović, M., 1954, Izvještaj o geološko-rudarskim radovima tokom 1954. godine na istragama cinka i olova u srezu Foča. 28 str., Fond stručnih dokumenata, Institut za geološka istraživanja Sarajevo.

Ramović, M., 1966, Polimetalično rudište Borovica kod Vareša, 20 str., Prirodno-matematički fakultet Sarajevo.

Saletović, M., 2009, Geološke, kvalitativne i eksploatabilne karakteristike ugljenih slojeva u ležištu Mošćanica kod Zenice". Disertacija, RGGF Univerzitet u Tuzli. 2009.

Samardžić, N. i Filipović, A., 2013, Katastar podzemnih voda Federacije BiH (područje Hercegovačko-neretvanskog kantona), Fond stručne dokumentacije, Federalni zavod za geologiju. Sarajevo.

Soklić, I., 1941, Manuskriptna geološka karta Muhamedbegove Prisjeke kod Ključa, razmjere 1:5000, Sarajevo.

Soklić, I., 1994, Kratak pregled geološkog stuba odabranih područja bosansko-hercegovačkih Dinarida. Rukopis. Tuzla.

Stevanović, P., 1958, Izvještaj geološkom pregledu produktivnog pliocenskog terena u Dubravama (sliv Spreče, Bosna), Fond stručnih dokumenata rudnika Kreka.

Stevanović, P., 1961, Prethodna odredba miocenske faune sa terena Pješevica-Čaklovica-Simin Han. Fond stručne dokumentacije Rudar Tuzla.

Stevanović, P., 1966, Izvještaj o ekspertizi geoloških odnosa na potezu Međaš-Kalesija (istočni produktivni dio južnog sinklinorija tuzlanskog ugljenog bazena). Fond stručnih dokumenata rudnika Kreka.

Stojčić, B., 1961, Izvještaj o paelontološkim istraživanjima sedimenata Duvanjskog bazena, Fond str. dok. Geoloskog zavoda Sarajevo.

Stojčić, B., 1979, Fauna mekušaca jezerskih tercijarnih naslaga BiH, 1-77. Institut za geologiju Sarajevo.

Tasker, D., 1990, Results of the technical evaluation conducted during the testing period in the conract area of Bosnia and Herzegovina – Appendix B & C. Report Amoco Oil company, Fond stručne dokumentacije Federalni zavod za geologiju Sarajevo.

Telurija A.G. 1911, Ekspoze o srebronosnom galenitu u okolini sela Osječani, Srez Čajniče, Zagreb. Fond stručne dokumentacije Federalnog zavoda za geologiju Sarajevo.

Vakanjac, B. 1962, Ležište hrizotil-azbesta u rejonu Bosanskog Petrovog Sela, Disertacija, Beograd.

Vujnović, L., 1985, Izvještaj o regionalnim naftno-geološkim istraživanjima Srednje Bosne – Sarajevsko-zenički basen- tokom 1984/85, FSD Federalnog za voda za geologiju Sarajevo.

Objavljivanje ove knjige finansijski je podržala firma



Adriatic Metals
Eastern Mining

ANU BiH