

**BOSNA I HERCEGOVINA  
FEDERACIJA BOSNE I HERCEGOVINE  
FEDERALNI ZAVOD ZA GEOLOGIJU**

Broj:

Sarajevo:21.11.2014.

## **PROGRAM**

**ISTRAŽIVANJA NAFTE,  
KONDENZATA I PRIRODNIH PLINOVA  
NA PODRUČJU FEDERACIJE BOSNE I HERCEGOVINE  
ZA PERIOD OD 2014 DO 2023 GODINE**

Autor projekta:

Prof.dr. Hazim Hrvatović

direktor:

Prof.dr. Hazim Hrvatović

## SADRŽAJ

|          |                                                              |    |
|----------|--------------------------------------------------------------|----|
|          | UVOD                                                         | 3  |
| 1        | GEOGRAFSKO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽNOG PODRUČJA       | 6  |
| 2        | HISTORIJAT ISTRAŽIVANJA NAFTE I PLINA U BOSNI I HERCEGOVINI  | 8  |
| 2.1.     | POJAVE UGLJOVODONIKA NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE         | 10 |
| 3        | GEOTEKTONSKI POLOŽAJ DINARIDA                                | 20 |
| 3.1.     | Položaj Dinarida unutar Alpsko-himalajskog koliznog pojasa   | 20 |
| 3.2.     | Glavne paleogeografske i strukturne jedinice Dinarida        | 24 |
| 3.3.     | Glavne navlačne strukture Dinarida                           | 42 |
| 3.4.     | Glavne rasjedne strukture                                    | 48 |
| 4        | PODRUČJA ZA ISTRAŽIVANJE NAFTE                               | 53 |
| 4.1.     | GLAMOČ-DREŽNICA-STOLAC-NEUM (Karbonatna platforma)           | 53 |
| 4.1.1.   | Stratigrafija                                                | 54 |
| 4.1.2.   | Rezervoar stijene                                            | 59 |
| 4.1.3.   | Zaštitne (pokrovne) stijene                                  | 61 |
| 4.1.4.   | Matične stijene                                              | 62 |
| 4.1.5.   | Strukture                                                    | 63 |
| 4.1.5.1. | Strukturna analiza Drežnice                                  | 64 |
| 4.1.5.2. | Strukturna analiza područja Glamoč-Livno-Tomislavgrad        | 67 |
| 4.1.5.3. | Strukturna analiza Stolac-Neum                               | 70 |
| 4.2.     | SARAJEVSKO-ZENIČKI BASEN                                     | 72 |
| 4.2.1.   | Stratigrafija                                                | 72 |
| 4.2.2.   | Matične stijene                                              | 74 |
| 4.2.3.   | Zaštitne stijene                                             | 74 |
| 4.3.     | SJEVERNA BOSNA (Odžak, Orašje, Tuzlanski basen)              | 74 |
| 4.3.1.   | Oligocensko-neogenski kompleks (gornja strukturna etaža)     | 77 |
| 4.3.2.   | Sjeverno-bosanski flišni kompleks (srednja strukturna etaža) | 81 |
| 4.3.3.   | Predsenonske geološke formacije (donja strukturna etaža)     | 81 |
| 4.3.4.   | Evaluacija prospekta                                         | 82 |
| 5.       | CILJ ISTRAŽIVANJA                                            | 81 |
| 6.       | KONCEPCIJA I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA                       | 81 |
| 6.1.     | Dinaridi                                                     | 82 |
| 6.2.     | Sjeverna Bosna                                               | 83 |
| 6.3.     | Sarajevsko-zenički basen                                     | 88 |
| 7.       | OBRAZLOŽENJE OBIMA I VRSTE ISTRAŽNIH RADOVA                  | 89 |
| 8        | ORGANIZACIJA I DINAMIKA IZVODJENJA ISTRAŽNIH RADOVA          | 89 |
| 9.       | ZAŠTITA OKOLIŠA PRILIKOM IZVODJENJA ISTRAŽNIH RADOVA         | 95 |
| 10.      | ZAKLJUČAK                                                    | 96 |
| 12       | SPISAK KORIŠTENE LITERATURE                                  | 97 |

## UVOD

Istraživanje, eksploatacija i dodjela koncesije za naftu i plin na prostoru Federacije Bosne i Hercegovine propisano je Zakonom o istraživanju i eksploataciji nafte i plina u Federaciji Bosne i Hercegovine („Službene novine Federacije BiH“ broj 77/13) i Urebom o sadržaju ugovora o koncesiji za istraživanje i eksploataciju nafte i plina, načinu obračuna i plaćanja naknade i kontrolu proizvedenih količina nafte i plina u Federaciji Bosne i Hercegovine („Službene novine Federacije BiH“ broj 70/14).

Istraživanje nafte i plina na području Bosne i Hercegovine traju više od jednog stoljeća. Pronalazak prirodnih pojava nafte i plina na Majeveci 1898 godine označilo je početak neprekidnog interesovanja za ove pojave kao indikatora prisustva ekonomski značajnih ležišta nafte i plina. U ovom stogodišnjem periodu nekoliko puta se započinjalo i prekidalo sa istražnim radovima, a istraživanja su najvećim dijelom bila usmjerena na područje Sjeverne Bosne. Pored obimnih geoloških i geofizičkih ispitivanja u ovom periodu izvedeno je 72 istražne bušotine na području Sjeverne Bosne i 3 na području Dinarida Bosne i Hercegovine. Na jednom broju bušotina otkrivene su pojave nafte i/ili plina ali je izdašnost bila mala i nedovoljna za ekonomičnu eksploataciju.

Od 1986 do 1990 godine obavljeni su veoma obimni istražni radovi uz primjenu geoloških, geohemijskih i geofizičkih metoda istraživanja. Radovi su izvođeni na području Sjeverne Bosne i na području Dinarida BiH. Ovi radovi su imali karakter fundamentalnih i regionalnih istraživanja a obuhvaćen je najveći dio geoloških formacija istražnog prostora.

Naftnogeološka istraživanja na području Bosne i Hercegovine u vremenskom razdoblju od 1986. do 1990. godine izvođena su uglavnom prema "Programu naftnogeoloških istraživanja za period 1986 – 1990. godine i "Dugoročnom programu razvoja geoloških istraživanja u Bosni i Hercegovini od 1986. do 2000. godine". Međutim, treba istaći da je u periodu do 1991 godine došlo do intenziviranja istražnih radova na gotovo čitavom području Sjeverne Bosne.

Tokom 1989. i 1990. godine intenzivirana su naftnogeološka istraživanja i na području Dinarida gdje su istražne radove izvodili stručnjaci američke firme AMOCO YUGOSLAVIJA PETROLEUM COMPANY. Od tada se istražni radovi dijele na dva zasebna projekta:

1. Projekt istraživanja nafte i plina na području sjeverne Bosne,
2. Projekt istraživanja nafte i plina na području Dinarida Bosne i Hercegovine.

Na realizaciji Projekta Sjeverne Bosne, kojeg je jednim djelom kreditirala Svjetska banka iz Vašingtona. Rezultati dugogodišnjih istraživanja dati su u Studiji "Procjena regionalnih istraživanja Sjeverne Bosne" koju su uradili stručnjaci engleske firme ECL (Exploration Consultants Limited). U Studiji je pored ostalog data ocjena potencijalnosti istražnog prostora, izvršena rejonizacija po perspektivnosti, izdvojeni najperspektivniji stratigrafski članovi, te dat orijentacioni proračun rezervi za izdvojena perspektivna područja. Obzirom na visok stepen naftnogeološke istraženosti sedimenata oligocena i miocena (gornja strukturna etaža), stručnjaci ECL-a su okarakterisali ove tzv. "kontinentalne" sedimente kao veoma perspektivne za

akumulaciju značajnih količina ugljovodonika. Na području Šamačko-oraške depresije (dio pripada Federacije Bosne i Hercegovine) okonturena su dva prospekta s istraženim perspektivnim strukturama – zamkama, **zatim u širem području tuzlanskog bazena – područja Tinje (područje Federacije Bosne i Hercegovine)**, te loparski oligomiocenski basen. Za navedene prospekte izrađene su strukturne karte, a u nastavku slijedi izučavanje i određivanje lokacije za istražno bušenje. Izvršena je djelomična analiza tzv. "donje Strukturne etaže koja obuhvata heterogene stijenske komplekse od donje krede do gornjeg eocena, tj. od regionalne transgresije do stvaranja molasnih sedimenata tokom gornjeg eocena. I pored toga što su ispitivanja u toku, odnosno nedovoljno definisan naftnogeološki potencijal "donje strukturne etaže", ocjenjena je kao naftnogeološki perspektivna. Navedena konstatacija se zasniva na evidentnim pojavama nafte unutar ovih sedimenata, zatim velika promjenljivost litofacijalnih karakteristika, te strukturno tektonski sklop i neposredna veza sa sedimentima "kontinentalna".

Naftno-geološka istraživanja koja su se izvodila na području Vanjskih Dinarida (**Projekat Dinaridi**) pretežno su fundamentalnog karaktera i možemo smatrati da su tek pokrenuti istražni radovi.

**Prema zaključcima AMOCO-a perspektivnost na naftu zaista postoji**, a to svoje mišljenje zasniva na informacijama (dobijene iz podataka Federalnog zavoda za geologiju i sopstvenih istraživanja) o strukturama (antiklinala Drežnica, struktura Crni Vrh, strukture između Stoca i Neuma) kolektorima (dolomiti trijas-jura), zaštitnim stijenama (jurski krečnjaci sa lithiotisima, permski evaporiti), matičnim stijenama kao i geofizičkim ispitivanjima u širem području karbonatne platforme. Specifični strukturni oblici su identifikovani na osnovu geoloških podataka o površini. Potencijalni kolektori postoje u dolomitiziranim sekvencama karbonatne mezozojske platforme i klastitima kasnog perma. Potencijalne zaštitne stijene postoje u okviru karbonatne platforme.

Ovaj zaključak-mišljenje je baziran na relativno malom stepenu istraženosti ovog istražnog polja. Navedeno mišljenje je zasnovano najvećim dijelom na površinskoj geologiji i laboratorijskim analizama istraženih područja. Takođe su korišteni rezultati istražnog bušenja na karbonatnoj platformi, seizmičkih i magnetsko-telurskih i ostalih geoloških ispitivanja na području Hercegovine (dijela karbonatne platforme). Za sada se može reći da su potrebna dodatna geološka, geofizička i geohemijska ispitivanja kako bi se istakli lokaliteti koji daju nadu da bi mogli sadržavati ekonomski interesantne akumulacije ugljovodonika.

Istražni prostori za istraživanje nafte i plina, koji su obrađeni u ovom programu, su: 1) Dinaridi, 2) Sarajevsko-zenički basen) i 3) Sjeverna Bosna (Odžak, Orašje, Tuzlanski basen). Stepenu istraženosti ovih istraženih područja je neujednačen. Za područje Sjeverne Bosne stepen istraživanja je veći tako da se veoma brzo može pristupiti istražnom bušenju na području Orašja.

Obradom podataka pokušao se dati odgovor o perspektivnosti istraženih prostora Dinarida i Sjeverne Bosne odnosno da li na ispitivanom prostoru postoje geološke osnove za pronalazak ugljovodonika.

U navedenim istražnim poljima izdvojene su geološke formacije koje su interesantne sa aspekta nafte i plina, njihovo geografsko i stratigrafsko rasprostranjenje, kao i da li postoje povoljne strukture u kojima bi se mogli naći ugljovodonici.

Kao baza podataka za davanje ocjene, o perspektivnosti ovog područja sa aspekta nafte i plina, korišteni su rezultati ispitivanja i studijskih istraživanja američke naftne kompanije AMOCO, Federalnog zavoda za geologiju Sarajevo i zaključci analize egleske kompanije ECL-a o rezultatima istraživanja na području Sjeverne Bosne do 1990 godine. Cjelokupni tekst o toj analizi i grafička dokumentacija nalaze se u Rafineriji nafte Bosanski Brod, tako nisu bili dostupni za izradu ovog programa.

U cilju sagledavanja geoloških osnova analizirane su geološke karte, poprečni seizmički i geološki profili strukture i geološki stubovi, Vršeno je procjenjivanje i interpretacija kako bi se utvrdilo postojanje strukture, potencijalnih naftonosnih kolektora, rasprostranjenost potencijalnih matičnih i zaštitnih stijena.

Prikazan je položaj istražnih protora, glavne paleogeografske i tektonske jedinice, stratigrafija, rezervoari, zaštitne i pokrovne stijene, strukturna analiza i pojave bitumena.

Osnovni ciljevi programiranih naftnogeoloških istraživanja je da se definitivno raščiste dileme o prisustvu ekonomski interesantnih ležišta nafte i plina, da daju krupan doprinos poznavanju geološkog sastava i strukture Zemljine kore na istražnim prostorima, zatim o prisustvu drugih mineralnih sirovina i geotermalne energije.

Naprijed, navedeni zaključci i mišljenja su zainteresirali naftnu kompaniju Shell da sa Vladom Federacije Bosne i Hercegovine potpiše Memorandum o razumijevanju dana 03. novembra 2011. godine na period od 24 mjeseca.

U skladu sa Memorandumom o razumijevanju dostavljeni su Shell-u podaci i analize rezultata dobijenih ranijim istraživanjima u Federaciji Bosne i Hercegovine, na osnovu kojih je Shell izradio izvještaj o „Procjeni perspektivnosti Federacije Bosne i Hercegovine za istraživanje nafte i plina“.

Izvještaj sadrži osnovne podatke o naftnim sistemima koji ukazuju na opravdanost nastavka istraživanja nafte i plina u Federaciji BiH. Naftna kompanija Shell uputila je dopis Federalnom ministarstvu energije, rudarstva i industrije u kojem izražava interes za odpočinjanje pregovora o dodjeli koncesije za istraživanje i eksploataciju nafte i plina na prostoru Federacije BiH.

Na osnovu potvrđenih geoloških pretpostavki, a u skladu strateškim opredjeljenjem, Vlada je pokrenula aktivnosti na ispunjavanju zakonom propisanih predradnji za nastavak istraživanja nafte i plina na prostoru Federacije BiH. U tu svrhu urađen je i ovaj program istraživanja nafte i plina na području federacije Bosne i Hercegovine.

## **1. GEOGRAFSKO-EKONOMSKE KARAKTERISTIKE ISTRAŽNOG PODRUČJA**

Na osnovu rezultata izvršenih naftnogeoloških istraživanja u Federaciji Bosne i Hercegovine, izdvojena su slijedeći regioni na kojima će se izvoditi buduća istraživanja:

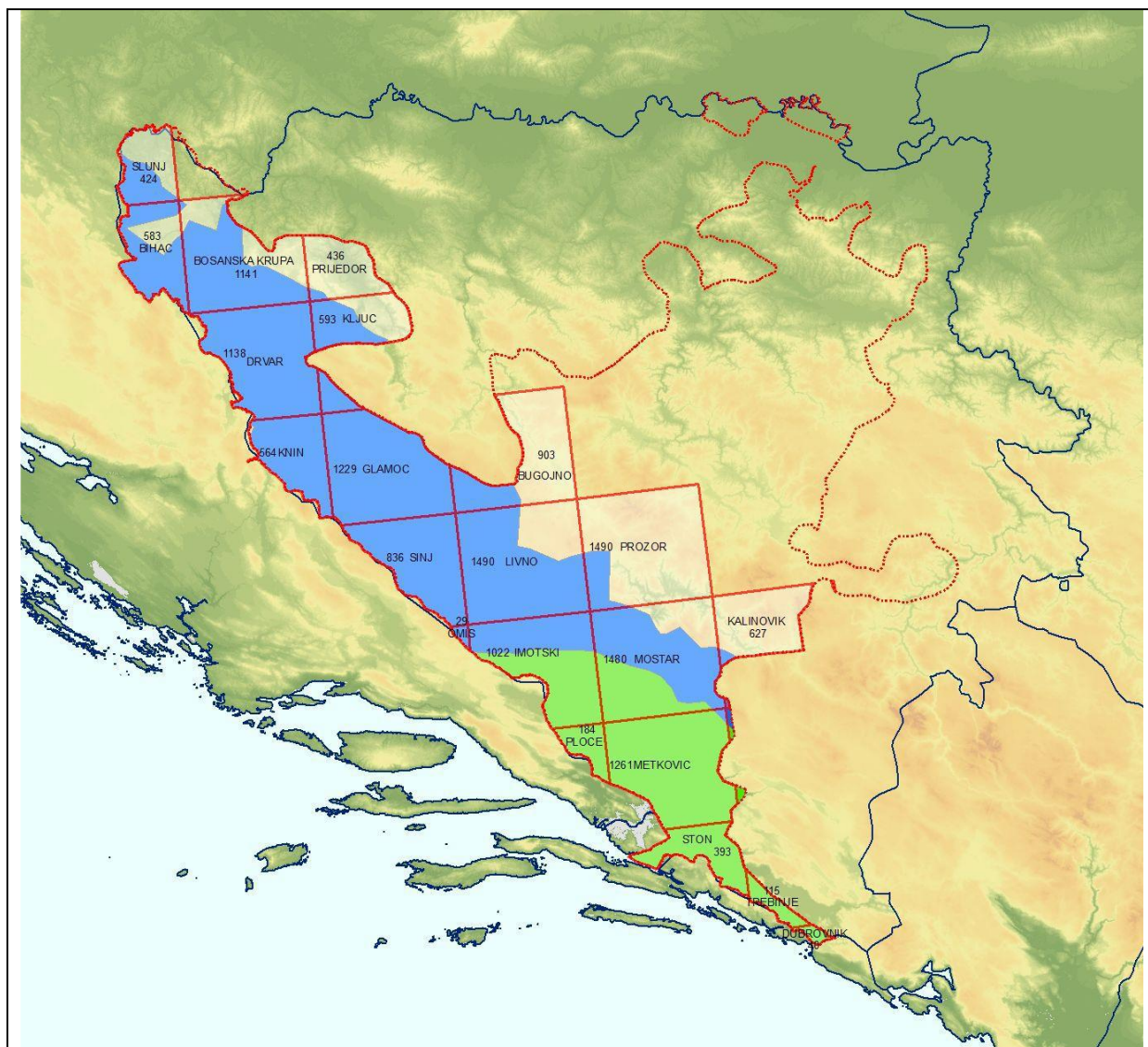
1. Sjeverna Bosna,
2. Dinaridi

U okviru regiona Sjeverna Bosna za istraživanje su predviđeni sedimenti Panonskog bazena (na području Odžaka, Orašja i Tuzlanskog basena), dok je na području Dinarida za istraživanje planirana karbonatna platforma (potez Velika Kladuša–Glamoč-Drežnica-Stolac-Neum). Programom je predviđeno i istraživanje neogenskog Sarajevsko-zeničkog basena.

Područje za istraživanje i eksploataciju nafte i plina, za koje će se vršiti pregovori za dodjelu koncesije sa naftnom kompanijom Shell , obuhvata prostor od Velike Kladuše do Neuma. Prostor je podijeljen na blokove koji odgovaraju obliku i površini Osnovne geološke karte Bosne i Hercegovine razmjere 1:100 000.

Blokovi za istraživanje i eksploataciju nafte i plina na području Federacije BiH su: Slunj, Bihać, Bosanska Krupa, Prijedor, Drvar, Ključ, Knin, Glamoč, Bugojno, Sinj, Livno, Prozor, Imotski, Mostar, Kalinovik, Ploče, Metković, Ston, Dubrovnik. Oblik i granica blokova prikazan je na karti (Sl.1 ).

Blokovi za dodjelu koncesije (Sl.1) zahvataju dijelove Dinarske karbonatne platforme (Vanjski Dinaridi) koja predstavlja karbonatni pojas dužine preko 700 i širine 80 do 200 km. Ovaj veliki karbonatni pojas proteže se od Julijskih Alpi u Sloveniji, zatim kroz zapadne i centralne dijelove jadranskog priobalnog pojasa u Hrvatskoj, kroz jugozapadne i južne dijelove Bosne i Hercegovine i dalje produžava na jugoistok u Crnu Goru.



Sl.1. Karta blokova za istraživanje i eksploataciju (područje Dinarida) koji su proglašeni od strateškog interesa za Federaciju BiH

## 2. HISTORIJAT ISTRAŽIVANJA NAFTE I PLINA U BOSNI I HERCEGOVINI

Prirodne pojave nafte na planini Majeveci, koje su otkrivene 1889 godine, bile su glavni povod za početak naftno-geoloških u Bosni i Hercegovini. Geološka istraživanja su, uz prekide, trajala sve do 1992 godine. Ovaj dugogodišnji period istraživanja može se podijeliti u pet perioda koji se karakterišu različitim metodama istraživanja, nivou finansiranja i postignutih rezultata:

1. U periodu od 1889 do 1915 godine, austrijski geolozi predvođeni F.Katzerom i H.Hofferom inicirali su površinska geološka istraživanja. Mala proizvodnja nafte nije šire podstaknula buduća istraživanja nafte. H.Hofer je 1898 godine istraživao područje Majevice u vezi pojave nafte kod Rožnja (istočna Majeveci). Tom prilikom utvrdio je da je nafta vezana za fliš eocena i da zbog nepovoljne strukture i nepostojanja značajnog kolektora nema potencijala za dalja istraživanja. Isto područje istraživao je i Katzer (1915).
2. U periodu od 1929 do 1941 godine finansiranje istraživanja vršila je državna kompanija Jugoslavije »State Monopoly« na području Majevice i Sarajevsko-zeničkog bazena. Istraživanjima su rukovodili geolozi M.Luković, T.Jakšić, D.Mihajlović i K.Petković. M. Luković (1929, 1930) je pored nafte kod Rožnja ispitivao naftu u Zavidu kod Rastošnice, naftu u potkopu rudnika uglja kod Tobuta i Sijoskog potoka (kod Ugljevika). On je ove pojave nafte dovodio u vezu sa naftno-gasnim poljima u Rumuniji i Galiciji, tvrdeći da ležišta nafte na Majeveci treba tražiti u eocenskim slojevima. Ovaj autor je smatrao da neogen sjeveroistočne Bosne ima sve elemente potrebne za postojanje ležišta nafte i postao veoma važno pitanje vezano za porijeklo nafte: da li je ona primarna u tercijarnim naslagama ili je u njih migrirala iz dubljih mezozojskih i paleozojskih sedimenata.

T. Jakišić (1930) istražujući naftu na Majeveci dolazi do zaključka da istraživanja treba usmjeriti na strukturi Požarnice što je kasnije i učinjeno. Ovaj autor smatra da naftna ležišta na Majeveci treba tražiti u eocenu i ispod njega a da neogenski sedimenti nisu mogli da sadrže ekonomske količine nafte.

3. Preduzeće za istraživanje nafte iz Požarnice kod Tuzle (kasnije preduzeće »Nafta« te »Rudnici i solana Tuzla) je u periodu od 1948 do 1963 godine vršilo istraživanja nafte na Majeveci, Semberiji i Posavini. Zahvaljujući malim količinama nafte koje nisu bile ekonomski interesantne istraživanja su prekinuta 1962 godine.

U ovom periodu potrebno je istaknuti rad M. Pavlovića i I. Soklića. M. Pavlović (1950) je istraživao naftu kod Rožnja, Požarnice i Dolova. Ovaj autor, na osnovu analize ranijih istraživanja u Požarnici, smatra da tu nema izgleda da se otkriju značajnije ležište nafte jer se ona nalazi u eocenskom flišu koji ne predstavlja povoljan kolektor.

U ovom periodu, na istraživanju nafte, radio je I. Soklić koji je kroz više radova (1951-1953, 1954, i dr.) raspravljao o problemima istraživanja nafte tuzlanskog bazena i Posavine. Ovaj autor je detaljno analizirao strukturu Požarnice



razmatrajući mogućnost postojanja ležišta nafte u njoj. Na osnovu postojeće dokumentacije, izvršio je rejonizaciju sjeverne Bosne kada je izdvojio pet područja u kojima je moguće istraživati ležišta nafte. Prvo područje su tereni Zavida i Rožnja koji su izgrađeni od eocenskih sedimenata. Drugo (oligomiocensko) područje obuhvata terene Požarnice, a treće (donjomiocensko) terene oko Tuzle sa antiklinalom Dolovi gdje se ispod neogena ušlo u eocen sa pojavama nafte. Četvrto (miocensko) područje čine tereni strukture Ravna Trešnja gdje je istražnim bušenjem nadjena pojava nafte koja po autoru ima sekundarni karakter i da je dospjela iz dubljih geoloških formacija. Petom (gornjomiocenskom) području pripadaju tereni između Majevice i rijeke Save. P. Miljuš (1960) je analizom radova i postignutih rezultata istraživanja došao do zaključka da naslage eocenskog fliša i oligomiocenski sedimenti povoljna sredina za akumuliranje nafte. On je izvršio rejonizaciju područja sjeverne Bosne pri čemu navodi da prioritet u narednim istraživanjima ima tuzlanski bazen, istočni i zapadni dio bosanske Posavine.

4. Godine 1963 pravo na istraživanja nafte na području BiH dobija Naftaplin-Zagreb na period od 10 godina. U ovom periodu pored Sjeverne Bosne (Panonski basen) započeta su istraživanja i na području Srednje Bosne (područje Vareša i Kaknja). Pored geoloških i geofizičkih ispitivanja izvedene su 3 duboke bušotine Glamoč-1, Kakanj-1, Vareš-1. To je period koji se karakteriše primjenom savremenih metoda istraživanja. Korištene su geološke, geohemijske i geofizičke metode istraživanja koje uključuju gravimetriju, magnetometriju geoelektrično sondiranje i seizmiku. Nijedna od izvedenih bušotina nije bila produktivna ali su imale pojave nafte koje ukazuju na perspektivnost za dalja istraživanja.
5. Od 1974 godine, početkom velike svjetske naftne krize, istraživanje nafte na području Bosne i Hercegovine preuzima Energoinvest iz Sarajeva, koji kasnije u okviru Rafinerije nafte Bosanski Brod formira preduzeće za istraživanje nafte pod imenom »Energoinvest-Energonafta«. Na bazi tada prikupljene dokumentacije o rezultatima istraživanja uradjena je studija naftno-geoloških odnosa na području BiH u kojoj je izvršena rejonizacija na tri perspektivna područja:

- Sjeverna Bosna (Bosansko-posavski basen)
- Srednja bosna (Sarajevsko-zenički basen)
- Hercegovina (područja bituminoznih pojava u Vanjskim Dinaridima)

Naftno-geološka istraživanja koja su se izvodila području Vanjskih i Središnjih Dinarida (**Projekat Dinaridi** BiH) pretežno su fundamentalnog karaktera i možemo smatrati da su tek pokrenutui istražni radovi. Poredjenja radi u Dinaridima Hrvatske do sada je izvedeno 23 bušotine od kojih su u samo tri dosadašnjim istraživanjima utvrdjene pojave ugljovodonika

U periodu od 1989-1990 na realizaciji ovog projekta radili su stručnjaci američke kompanije AMOCO (AMOCO PETROLEUM COMPANY-HOUSTON) i Zavoda za geologiju Sarajevo. U julu 1990 prezentirani su na Ilidži (u Zavodu za geologiju) rezultati u elaboratu Results of the Tehnical Evoluation Conducted During the Testing

Period in the Contract Area of Bosnia-Herzegovina. U radu su prikazane glavne facije i modeli taloženja, modeli kolektora i pokrovnih stijena. Izvršena je preliminarna analiza matičnih stijena, zatim uradjeni primjeri strukturnih stilova te data strukturna interpretacija Dinarida. Prema dobijenim rezultatima sa naftno-geološkog aspekta najperspektivnije strukture područja Federacije Bosne i Hercegovine nalaze se na prostoru **Stoca, Mostara, Drežanke, Duvna (Tomislavgrada) Livna i Glamoča.**

U okviru projekta Dinaridi pored geoloških izvršena su geohemijska i geofizička ispitivanja. Geohemijska ispitivanja su obavljena na uzorcima stijena stratigrafskog raspona od devona do miocena. Dobijeni rezultati ukazuju na prisustvo dobrih matičnih stijena u mezozojskom kompleksu Dinarida: ladinik-karnik, gornjojurska lemeš facija i alb-senonski karbonatni kompleks. Od geofizike obavljena su seizmička ispitivanja u 1989 i 1990 godini.

## **2.1. POJAVE UGLJOVODONIKA NA PODRUČJU BOSNE I HERCEGOVINE**

Prirodne pojave ugljovodonika u Bosni i Hercegovini bile su poznate još u 19 stoljeću: One su bile i razlog da su istraživanja nafte započeta prije 120 godina. Većina ih je vezana za terene sjeverne Bosne (posebno planine Majevice) i Hercegovine. Pojave ugljovodonika utvrđene su istražnim bušenjem na so, ugalj i naftu.

### **Prirodne pojave ugljovodonika u Dinaridima**

Na širem području Hercegovine (Vanjski Dinaridi-Karbonatna platforma Dinarida) poznate su brojne pojave bitumena koje su bile predmet geoloških istraživanja.

**Pojave bitumena u Drežnici (1).** U širem području Drežnice, od sela Bunčići do Tramošnika, utvrđeno je osam pojava bitumena u trijaskim, jurskim i krednim naslagama. Niže dijelove trijaskih slojeva predstavljeni su sivim i crnim **bituminoznim** krečnjacima koji leže preko glinaca, rožnaca, pješčara i tufova. Više litološke horizonte trijasa čine sivi i tamnosivi do potpuno crni dolomiti, iz kojih se osjeća **miris na bitumen**. **Bituminozni horizont**, debljine oko 150 m, nalazi se u donjojurskim naslagama koje se sastoje od bituminoznih lapora, škriljaca i krečnjaka, pri čemu **bituminoznim** laporima pripada najveća ukupna debljina. Pojave **bitumena** nalaze se i u krečnjacima gornje jure. Analize su pokazale da ove stijene sadrže 4,4 % **bitumena**. Na desnoj obali potoka Zdilac i kod sela Obod **bitumen** se pojavljuje u sivim krednim krečnjacima i dolomitima. Pojava je vezana za pukotinu uz koju je materijal zdrobljen, brečast, a zamaz je djelimično zamijenjen bitumenom. Na osnovu rezultata dobijenih bituminološko-luminiscentnom analizom (Tramošnik, Veja, Perutac) može se zaključiti da svi uzorci sadrže **bitumen epigenetskog porijekla**, koji često u obliku prevlaka nalazimo po pojedinim stijenama.

**Pojave bitumena kod Zavelima(2)** (20 km sjeverozapadno od Posušja) nalazimo u krečnjacima gornje krede. Bitumen čini ulogu cementne mase u jednoj tektonski zdrobljenoj zoni koja je vidljiva na površini od oko 4 m a debljina partije sa bitumenom je 0,4 m. Geohemijskom analizom utvrđeno je 4,75 % bitumena.

**Pojave bitumena Tihaljina-Ljubuški (3)** Na ovom lokalitetu nalazi se nekoliko pojava bituminoznih stijena na dužini oko 12 km od Tihaljine do sela Pržine. Pojedine

pojave dostižu debljinu i 10-12 m. Nalaze se u dolomitima i krečnjacima gornje krede kao i u krečnjacima paleogena.

**Pojave bitumena kod Žitomislića (4)** otkrivene su 1929 godine. Nalaze se u krečnjacima gornje krede.

**Pojave bitumena kod Gabele (5)** otkrivene su 1970 godine kada je izvedena jedna bušotina dubine 70 m. Bušotinom su presječeni kredni i paleogeni krečnjaci koji su u različitim intervalima natopljeni bitumenom. Na osnovu rezultata bituminološko-luminiscentnim istraživanjima može se reći da je bituminoznost relativno mala (0,06 % bitumena). Izdvojeni bitumen je uglavnom epigenetskog porijekla mada su neki uzorci pokazali singenetski karakter. Migracija ugljovodonika se uglavnom vršila duž pukotina što se može vidjeti na izdancima.

**Pojave bitumena kod Dračeva (6)** nalazimo na dva lokaliteta: Čučkovom brijegu i mjestu zvanom Njive. Bitumen se nalazi u eocenskim krečnjacima i pripadaju sekundarnim pojavama bitumena. Površine sa pojavama bitumena su male a sadržaj bitumena je 8,4 %.

**Pojave bitumena kod Neuma (7)** nalaze se u gornjo-krednim krečnjacima debljine 1-1.2 m.

Uz rub Popovog polja i po okolnim planinama poznata su brojna nalazišta bituminoznih stijena. Od njih je samo nalazište **Mišljen (8)** detaljnije istraženo. Selo Mišljen se nalazi 6 km sjeverno od Ravna. Zonu orudnjenja izgradjuju gornjokredni brečasti krečnjaci. Ležište predstavljanekoliko većih i manjih (lečastih) izdanaka bituminozne stijene koji prati rasjed pravca pružanja SSZ-JJI. Fragmenti breča su dosta sitni (nekoliko milimetara). Bituminozna materija ima ulogu veziva, mjestimično čak predstavlja i osnovnu masu u kojoj su komadići krečnjaka. Tamo gdje su krečnjaci manje zdrobljeni bitumen je vezan za pukotine. Na osnovu analize bitumen je naftnog reda i epigenetskog porijekla koji sadrži 9,79 % bituminoznih materija. Također je utvrđeno da bitumen nije dostigao visok stepen metamorfoze. Bitumen se odlikuje relativno visokim sadržajem smola i manjom koncentracijom asfaltena, te se svrstava u asfalte.

Bituminozne pojave nalazimo i kod sela **Strujići (10)**, oko tri kilometra jugoistočno od Ravna. Ovdje bitumen dolazi u vidu proslojaka duž pukotina unutar gornjokrednih brečastih krečnjaka i breča, a ne kao vezivo.

U središnjem dijelu Popovog polja, kod sela **Crno Valje (12)** pronađene su asfaltne imregnacije vezane za jednu usku zonu u kojoj slojevi zauzimaju vertikalni položaj pružanja SZ-JI. Bitumen se javlja u laporovitim slojevima debljine do 20 cm i krečnjacima.

U krednim krečnjacima, jugoistočno od Bileće poznato je više pojava bitumena (Domaševo, Vlaška, Mirilovići). Kod sela **Domaševo (13)** bitumen je sekundarno impregniran u donjokredne krečnjake sa interkalacijama dolomita. Ovdje su utvrđena dva bituminozna sloja. Donji, debljine 0,4 m, a gornji 1m. Nalaze se u području rasjeda koji prolazi istočnim obodom Ljubomir polja. U pukotinama dolomita nailazi

se na sfalt, što govori u prilog sekundarne impregnacije bitumena. Postotak bitumena u stijeni je mali o kreće se oko 0,02 %.

Istočno od Momaševa, oko 1,5 km zračne linije kod sela **Velaška (14)**, u donjokrednim krečnjacima i dolomitima dolaze ulošci bituminoznih stijena u dva nivoa u rasponu od 50 m. Po pružanju se mogu pratiti na udžini oko 1,5 km. U donjem dijelu bituminozni horizont ima debljinu 0,5-2,0 m, a gornji od 0,4-3,5 m. Geohemijskim analizama utvrđen je sadržaj bitumena od 0,03 do 0,08 %.

Sjeverno od sela **Mirilovići (15)**, bituminozne pojave nalaze se u dva horizonta. Prvi je u gornjokrednim krečnjacima u obliku gnijezda. Tu se bitumen javlja kao vezivo tektonskih breča. Drugi horizont je predstavljen impregnacijama asfalta u porama krečnjaka.

Sjeverno od Trebinja, oko 5 km zračne linije, u području sela **Trebiova (16)**, utvrđeno je nekoliko izdanaka bituminoznih slojeva u gornjokrednim krečnjacima i dolomitima. Debljina bituminoznih krečnjaka varira od 4 do 15 m. Na osnovu analiza zaključeno je da su to pojave pirobitumena i da nemaju porijeklo u nafti.

U selu **Ive (17)**, jugoistočno od Trebinja, bituminozni slojevi dolaze unutar gornjokrednih pločastih krečnjaka. Tu se javljaju dva tanja bituminozna sloja iznad koji se nalaze zdrobljene breče u kojima je naravnomjerno infiltriran bitumen u debljini 0,5-0,9 m. Sadrži 8% organske materije te spada u neasfaltne pirobituminozne stijene. Također jugoistočno od Trebinja blizu sela **Kunja Glavica (18)**, zapažene su prsline ispunjene bitumenom.

Kod mjesta Lastva u potoku **Jazine (19)**, utvrđene su pojave bitumena u laminiranim i glinovitim krečnjacima gornje krede. Bitumen je uočen u medjulaminarnom i medjukristalnom prostoru.

### **Pojave ugljovodonika u dubokim bušotinama u Dinaridima**

#### **Bušotina Vareš-1**

Na području Vareša, kod površinskog kopa željezne rude Smreka izvedena je bušotina dubine 1202,30 m. Njen zadatak je bio da se provjere plinske erupcije u okolini Vareša te petrološke i kolektorske osobine stijenskih masa. Nabušene su uglavnom starije mezozojske facije u kojima je konstatovan povećan sadržaj bituminoida koji su singenetskog porijekla što može ukazivati na matične stijene za naftu. Na dubini 25-351 zabilježena je erupcija plina.

#### **Bušotina Kakanj-1**

U bušotini Kakanj-1 nedaleko od željezničke stanice u Kaknju nabušen je bitumen u krupnozrnim konglomeratima na intervalu 693-788. U intervalu 698,8-1315 m utvrđen je plin koji je gorio. U isplaci su zapažene kapljice nafte a pri dnu bušotine je slana voda. Stratigrafski profil bušotine je slijedeći: 0-898 m je gornji miocen, 899-1304 m je donji miocen a od 1305-1315 su bazalni konglomerati koji vjerovatno leže na formacijama pasivne kontinentalne margine.

Na području Kaknja i Zenice u istražnim bušotinama na ugalj također su utvrđene pojave ugljovodonika. U bušotini Kakanj-X u dolini Zgošće, na dubini od 347,6 m u

podini ugljenih slojeva, utvrđena je pojava nafte. Konstatovan je naftonosni sloj u sedrastim krečnjacima debljine 4 m. Neznatna količina nafte utvrđena je u potoku Primac u bušotini na ugalj na dubini 92 m. Izlazila je u količini 5 litara/sat.

Na području Stranjana u bušotini 28 pojavila se nafta i erupcija plina. U jami Raspotočje u Zenici zapažena je u rasjednoj zoni i bušotini B-495 nafta i plin. U bušotini M-3 nedaleko od Modrinja, kod Kaknja, ispod glavnog ugljenog sloja, u sedrastim krečnjacima, pojavio se plin na dubini o 260 m. U jami Sretno, Rudnik Breza, utvrđena je pojava asfalta koja predstavlja produkt nekadašnje nafte. Pojave bitumija utvrđeno je i na nekoliko istražnih bušotina na ovom području.

#### **Bušotina Glamoč-1**

Ovo je jedina bušotina izvedena za potrebe naftno-geoloških istraživanja u Vanjskim Dinaridima (karbonatnoj platformi) Bosne i Hercegovine. Locirana je nakon geofizičkih ispitivanja sprovedenih 1963. Godine. Cilj izrade ove bušotine bio je da se odredi struktura, kolektorska svojstva stijena kao i postojanje matičnih i pokrovnih stijena. Dostignuta dubina bušotine je 4212 m. U bušotini nije konstatovana ni nafta niti plin, međutim laboratorijskim ispitivanjima utvrđene su stijene sa dobrim kolektorskim osobinama kao i pokrovne stijene (gornjo-permski evaporiti)

Na području Glamoča, istočno od Raljana, uočene su kapljice nafte.

### **Prirodne pojave ugljovodonika na području sjeverne Bosne**

#### **Pojava nafte kod Rožnja**

Prirodna pojava nafte i plina kod Rožnja (uži lokalitet »Starokuća« na desnoj obali Rožanjskog potoka između zaselaka Rijeke i Lazića - jugoistočne padine planine Majevice) javlja se, na više mjesta, u flišnim sedimentima srednjeg i gornjeg eocena i pripada parafinskom tipu nafte.

#### **Pojava nafte kod Zavida**

Okolo 4 km sjeveroistočno od pojave nafte u Rožnju, na području sela Rastošnica (u koritu Zavidskog potoka između Rastošnice i Romana), za vrijeme sušnog perioda vidi se izviranje nafte samo na jednom mjestu. Istraživači iz prvog i drugog perioda istraživanja su smatrali da se nafta nalazi u oligomiocenskim sedimentima dok M. Miladinović (1979-80) smatra da je ona vezana za eocenske sedimente. Svi dosadašnji istraživači smatraju da je pojava nafte sekundarna i da dolazi iz dubljih i starijih geoloških formacija. Isti autor smatra da u narednim istraživanjima posebnu pažnju treba posvetiti rasjedima sa značajnim vertikalnim kretanjima, koji su mogli biti putevi migracije nafte i plina iz dubljih horizonata.

#### **Pojava nafte kod Hurema**

U svojim radovima F. Katzer navodi pojave nafte u selu Huremi koje se nalazi sjeverno od Srebrenika (zapadna Majevice). Kasnijim traganjem nije se uspjelo pronaći ovu naftu ali se pretpostavlja da vjerovatno vezana za eocenske sedimente.

#### **Pojava nafte u potoku Urvenica**

F. Katzer navodi da se pojave nafte nalaze u dolini rječice Urvenica koja teče između Srebrenika i sela Like. Međutim i ova pojava nafte nije kasnijim istraživanjima potvrđena. Teren je izgrađen od kredno-paleogenog fliša i neogenskih sedimenta.

#### Pojave ozokerita kod Seljublja

Istočno od Požarnice, na udaljenosti od 7-8 km, u selu Seljublje I. Soklić (1954) je ispitivao ozokerit koji je pronađen prilikom kopanja temelja zgrade kod džamije. Prema hemijskoj analizi to je asfaltni ozokerit koji nastaje iz parafindkoasfaltne nafte. Pojava ozokerita vezana je sa sedimente oligomiocena. I. Soklić (1972) navodi pojave nafte u okolini Seljublja (kod Dugih Njiva i potoka Gribaje) ali bez bližih podataka o geologiji.

#### Pojava plina kod Slavinovića i Gornje Tuzle

Pojave plina pominje F. Ketzer na lokalitetu Lončari kod Slavinovića i Podškrila sjeverno od Gornje Tuzle. Kasnijim istraživanjima ove pojave nisu potvrđene.

#### Pojave nafte u Drijenči

U zapadnom dijelu loparskog bazena, I. Soklić (1972), pominje tragove nafte u Drijenči ali bez detaljnijih podataka o geologiji. Pojave nafte su vjerovatno vezane za donji miocen.

#### Pojave plina kod Lješljana

Prirodna pojava plina na prostoru između Lješljana i Bosanskog Novog je naftnog porijekla.

#### **Pojave ugljovodonika u ležištu soli Tušanj - Tuzla**

U ležištu soli Tušanj (danas zatvoren rudnik) istražnim bušotinama kod Hukala (B-30, B-31, B-44) nadjena su gnijezda asfalta i bitumije u laporcima i bigrovitim pločastim krečnjacima. Na bušotini T-19 asfalt je nadjen u pješčaru a na Si-1 tečna bitumija u konglomeratima od 730-910 m. Najvažnija pojava nafte u ležištu soli Tušanj, pronađena je 1975 u bušotini broj 251/1a koja je izvedena u jami. Tada je pronađena nafta koja sadrži visok sadržaj sumpora koji iznosi 3,34 %.

#### **Pojave ugljovodonika kod istražnih bušenja na naftu i so u Sjevernoj Bosni**

Na području Majevice, tuzlanskog bazena i Posavine u mnogim istražnim bušotinama nadjeni su nafta, plin, asfalt i ozokerit. Osnovni podaci iz bušotina prikazani su u tabeli 1 i 2.

**Bušotine na području Požarnice i Rožnja**

**Tabela 1**

| r.br. | bušotina           | godina bušenja | dubina bušotine(m) | interval pojave nafte i plina (m)                     | geološka formacija    | primjedba                                                |
|-------|--------------------|----------------|--------------------|-------------------------------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------------------|
| 1     | Rožanj-1 (R-1)     | 1935-1936      | 691                | Nafta: od 66-77;<br>tragovi do 245<br>Plin: od120-586 | Eocenski fliš         |                                                          |
| 2     | Rožanj-2 (R-2)     | 1936-1937      | 144                | Nafta:53,5-64,6                                       | Eocenski fliš         | Pored bušotine iz okna dubine 14 m dobijeno 5 tona nafte |
| 3     | Rožanj-3 (R-3)     | 1938-1940      | 349,7              | Nafta:162-169;<br>184-196                             | Eocenski fliš         |                                                          |
| 4     | Požarnica-1 (Po-1) | 1936-1937      | 1515,15            | Pojave nafte nalaze se u obje formacije               | Do 350 m oligomiocen, |                                                          |

|    |                           |           |        |                                       |                                     |                                          |
|----|---------------------------|-----------|--------|---------------------------------------|-------------------------------------|------------------------------------------|
|    |                           |           |        |                                       | dalje eocenski fliš                 |                                          |
| 5  | Požarnica-2 (Po-2)        | 1937-1938 | 315,5  | Nadjene pojave nafte                  | oligomiocen                         |                                          |
| 6  | Požarnica-3 (po-3)        | 1940      | 645,5  | Nadjene pojave nafte                  | oligomiocen                         |                                          |
| 7  | Požarnica-4 (Po-4)        | 1940      | 701,50 | Nadjene pojave nafte u oligomiocenu   | Do 600 m oligomioen, a dalje eocen  |                                          |
| 8  | Požarnica-5 (po-5)        | 1938      | 621,5  | Nadjena nafta u oligomiocenu          | Do 613 oligomiocen a dalje eocen    |                                          |
| 9  | Požarnica-6 (Po-6)        | 1938      | 527    | Nadjena nafta u oligomiocenu          | oligomiocen                         |                                          |
| 10 | Požarnica-7 (Po-7)        | 1938      | 340    | Nadjena nafta u oligomiocenu          | oligomiocen                         |                                          |
| 11 | Požarnica - 8 (Po-8)      | 1938      | 426,5  | Nadjena nafta u oligomiocenu          | oligomiocen                         |                                          |
| 12 | Požarnica-9 (Po-9)        | 1938      | 646    | Vadjena nafta iz melanža              | eocenski fliš do 606 a dalje melanž |                                          |
| 13 | Požarnica-10 (Po-10)      | 1939      | 508    | Nadjenje pojave nafte                 | oligomiocen                         |                                          |
| 14 | Požarnica-11 (Po-11)      | 1939      | 739    | Nadjeni tragovi nafte u oligomiocenu  | Do 630 m oligomiocen a dalje eocen  |                                          |
| 14 | Požarnica-12 (Po-12)      | 1939      | 684,5  | Zapažana nafta u obje formacije       | Do 639 m oligomiocen a dalje eocen  |                                          |
| 15 | Požarnica - 12a ( Po-12a) | 1939      | 706.50 |                                       |                                     | Izbušena pored bušotine 12 (isti profil) |
| 16 | Požarnica-13 (Po-13)      | 1939      | 568    | Nadjena nafta u oligomiocenu          | Do 510 oligomiocen a dalje eocen    |                                          |
| 17 | Požarnica-14 (Po-14)      | 1939-1940 | 547    |                                       | oligomiocen                         |                                          |
| 18 | Požarnica-15 (Po-15)      | 1940      | 1396   | Nadjena nafta u oligomiocenu i eocenu | Do 600 m oligomiocen a dalje eocen  |                                          |
| 19 | Požarnica-16 (Po-16)      |           |        |                                       |                                     | Nema podataka                            |
| 20 | Požarnica - 17 (Po-17)    |           |        |                                       |                                     | Nema podataka                            |
| 21 | Požarnica-18              |           | 552    |                                       |                                     |                                          |
| 22 | Požarnica-19 (Po-19)      |           |        |                                       |                                     | Nema podataka                            |
| 23 | Požarnica-20 (Po-20)      |           | 681    |                                       |                                     |                                          |
| 24 | Požarnica-21              | 1956      | 900    | Tragovi nafte u oligomiocenu          | Do 249 m donji                      |                                          |

|    |                          |      |       |  |                                   |  |
|----|--------------------------|------|-------|--|-----------------------------------|--|
|    |                          |      |       |  | miocen, a<br>dalje<br>oligomiocen |  |
| 25 | Požarnica-<br>22 (Po-22) | 1957 | 408,5 |  | oligomiocen                       |  |

**Duboke bušotine na području Tuzlansko basena i Posavine** **Tabela 2**

| Redni broj | Bušotina          | simbol | Godina bušenja | Geološki prikaz                                                                                                                    | Interval pojave nafte i plina                                                                                 |
|------------|-------------------|--------|----------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1          | SLAVINOVIĆI - 1   | SL - 1 | 1934           | 0 – 161 m. oligomiocenski slojevi<br>161 – 2025 m. eocenski slojevi                                                                | Pojava nafte od 116 do 583 m, gasa na 500 m.                                                                  |
| 2          | DOLOVI - 1        | D - 1  | 1937/38        | 0 – 720 m. slojevi oligomiocena<br>720 – 1853 m eocenski klastiti                                                                  | Manje pojave nafte duž čitavog profila bušotina                                                               |
| 3          | DOLOVI - 2        | D - 2  | 1939           | 0 – 540 m slojevi oligomocena<br>540 – 1501 m slojevi eocena                                                                       | Pojava nafte od 214 do 1042 m kao i gasa                                                                      |
| 4          | SIMIN HAN - 1     | SH - 1 | 1937/38        | 0 – 120 m, slojevi oligomiocena<br>120 – 1510 m slojevi eocena                                                                     | Pojava nafte od 940 – 1353 m,<br>a gasa od 804 do 808 m. Nafta izbila pokraj kolone (dobijeno oko 5 t. nafte) |
| 5          | SIMIN HAN - 2     | SH - 2 | 1939           | Sve četiri bušotine u Simin Hanu bušene su jedna do druge pa im je geološki profil skoro isti                                      | Pojava gasa na 745 m krajnja dubina bušotine je 1501 m                                                        |
| 6          | SIMIN HAN - 3     | SH - 3 | 1939           |                                                                                                                                    | Pojava nafte od 137 do 547 m krajnja dubina bušotine je 807 m                                                 |
| 7          | SIMIN HAN - 4     | SH - 4 | 1941           |                                                                                                                                    | Pojave gasa na 462 m krajnja dubina bušotine je 1300 m                                                        |
| 8          | VRŠANI - 1        | VR - 1 | 1940           | 0 – 300 m, slojevi oligomiocena<br>300 – 1200 m slojevi eocena                                                                     | Pojava gasa na 100 m                                                                                          |
| 9          | RAVNA TREŠNJA - 1 | RT - 1 | 1953           | 0 – 202 m slojevi gornjeg pontaa<br>202 – 487 m slojevi sarmata<br>487 – 622 m tortonski slojevi<br>622 – 1278 m helvetski slojevi | Pojave nafte od 1033 do 1125 m                                                                                |
| 10.        | RAVNA TREŠNJA - 2 | RT - 2 | 1952           | 0 – 251 m panonski slojevi<br>251 – 488 m sarmatski slojevi<br>488 – 617 m tortonski slojevi<br>617 – 1141 m helvetski slojevi     | Pojava gasa u 1127 do 1128 m                                                                                  |



|     |                      |        |           |                                                                                                                                                                                            |                                                                                              |
|-----|----------------------|--------|-----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| 11. | RAVNA TREŠNJA<br>- 3 | RT - 3 | 1953/54   | 0 – 147 m panonski slojevi<br>147 – 412 m sarmatski slojevi<br>412 – 543 m tortonski slojevi<br>543 – 1200 m helvetski slojevi                                                             | Pojava nafte od 1055 do 1153                                                                 |
| 12. | RAVNA TREŠNJA<br>- 4 | RT - 4 | 1957/58   | 0 – 78 m panonski slojevi<br>78 – 345 m sarmatski slojevi<br>345 – 468 m tortonski slojevi<br>468 – 1550 m helvetski slojevi                                                               |                                                                                              |
| 13. | KOVAČICA - 1         | K - 1  | 1956/57   | 0 – 261 m slojevi d. miocena<br>261 -630 m oligomiocenski slojevi<br>630 – 745 m eocenski slojevi                                                                                          | Pojava nafte duž čitavog profila bušotine. Nafta je parafinska sa 0.886 spec. tež.           |
| 14. | KOVAČICA - 2         | K - 2  | 1958      | 0 – 211 donji miocen<br>211 – 590 m slojevi oligomiocena<br>590 – 655 m eocenski slojevi                                                                                                   | Zapažene manje pojave nafte                                                                  |
| 15. | TOVARNICA - 1        | T - 1  | 1962      | 0 - 25 m slojevi ponta<br>25 -275 m panonski slojevi<br>275 - 425 m sarmatski slojevi<br>425 - 1070 m tortonski slojevi<br>1070 - 1144 m helvetski slojevi                                 | Tragovi nafte u slojevima helveta                                                            |
| 16. | KUŽIĆI - 1           | KU - 1 |           | Donja granica tortona je na 704 m, a helveta na 793 m. Do dna bušotine (907 m) bušena kroz burdigalske slojeve                                                                             |                                                                                              |
| 17. | TUZLA - 1            | TU - 1 | 1971 - 72 | 0 – 16 m kvartar<br>15 – 100 m, helvetski slojevi<br>100 – 720 m burdigalski slojevi<br>720 – 1160 m slojevi oligomiocena<br>1160 – 2000 m eocenski slojevi<br>2000 – 3538 m? gornja kreda | Pojava nafte od 487 – 518 m tragovi gasa od 1000 m do dna bušotine i asfalta od 855 do 858 m |
| 18. | VITANOVIĆI - 1       | V - 1  | 1954/55   | 0 – 18 m kvartar<br>16-10 m helvetski slojevi<br>100 – 720 m burdigalski slojevi<br>720 – 1160 m slojevi oligomiocena<br>1160 – 2000 meocenski slojevi<br>2000 – 3538 m? gornja kreda      | Pojave ozokerita u slojevima sarmata, metan od 1000 d 1360 m, što je veoma indikativno       |

|     |                   |          |         |                                                                                                                                                                                                                                                                            |                                                         |
|-----|-------------------|----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| 19. | VITANOVIĆI - 2    | V - 2    | 1955/56 | 0 – 540 m kvartar i peludinski slojevi<br>540 – 700 m gornji pont<br>700 – 925 m donji pont<br>925 – 1083 mpanonski slojevi<br>1083 – 1145 m sarmatski slojevi<br>1145 – 1425 m ? kredni metamorfiti                                                                       |                                                         |
| 20. | VITANOVIĆI - 3    | V - 3    | 1981    | 0 – 80 m kvartar<br>80 – 523 m peludinski slojevi<br>523 – 720 m gornjipont<br>720 – 875 m donji pont<br>875 – 1020 m panonski slojevi<br>1020 – 1030 m sarmatski slojevi<br>1030 – 1132 m? kredni metamorfiti<br>1132 – 1160 m serpentinit                                |                                                         |
| 21. | KORAĆE - 1        | Kor. - 1 | 1954/56 | 0 – 57 m kvartar<br>57 – 262 m pontski slojevi<br>262 – 382 m sarmatski slojevi<br>382 – 1481 m? klastiti gornje krede                                                                                                                                                     | Pojava slobodne bitumije u krednim slojevima            |
| 22. | BOS. GRADIŠKA - 1 | BG- 1    | 1955/56 | 0 – 340 m kvartar i poludinski slojevi<br>340 – 485 m slojevi gornjeg pont<br>485 – 596 m (gnajs (kredni metamorfiti))                                                                                                                                                     | Pojave nafte duž čitavog profila                        |
| 23. | SEMBERIJA - 1     | S - 1    | 1956/57 | 0 – 50 m kvartar<br>50 – 560 m pliocen uopšte<br>560 – 700 m sarmatski slojevi<br>700 – 845 m, tortonskislojevi<br>845 – 1140 m oligomiocenski slojevi<br>1140 – 1345 m kredni slojevi                                                                                     | Pojave nafte u tortonu: termalna voda od 1170 do 1205 m |
| 24. | SEMBERIJA - 2     | S - 2    | 1957/58 | 0 – 50 m kvartar<br>50 – 490 m kongeriski slojevi<br>490 – 620 m sarmatski slojevi<br>620 – 900 m tortonski slojevi<br>900 m – 1290 kredni slojevi<br>1290 – 1591 m trijaski slojevi?                                                                                      |                                                         |
| 25. | SVINJAREVAC - 1   | SV - 1   | 1962/63 | 0 – 252 m kvartar i poludinski slojevi<br>252 – 610 m pontski slojevi<br>610 – 667 m panonski slojevi<br>610 – 667 m panonski slojevi<br>667 – 690 m sarmatski slojevi<br>690 – 780 m tortonski slojevi<br>780 – 1550 m slojevi gornje krede<br>1550 – 1746 m? metamorfiti | Pojave nafte od 1174 do 1468 m;                         |
| 26. | POSAVINA - 1      | Po-1     | 1958/59 | 0 – 50 m kvartar i poludinski slojevi<br>50 – 210 m slojeviponto<br>210 – 315 m panonski slojevi<br>315 – 417 msarmatski slojevi<br>417 – 625 m tortonski slojevi<br>625 – 1050 m eocenski klastiti                                                                        |                                                         |

|     |                |        |         |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                               |
|-----|----------------|--------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 27. | POSAVINA – 2   | Po - 2 | 1960    | 0 - 122 m kvartar<br>122 - 504 m poludinski slojevi<br>504 - 1055 m slojevi ponto<br>1055 - 1185 m panonski slojevi<br>1185 -1227 m sarmatski slojevi<br>1227 -1530 m tortonski slojevi<br>1530 – 1585 m eocenski klastiti (kreda)                |                                                                                                               |
| 28. | POSAVINA – 3   | Po - 3 | 1960    | 0 – 370 m kvartar i poludinski slojevi<br>370 – 850 m pontskislojevi<br>860 – 965 m panonski slojevi<br>965 – 1025 m sarmatski slojevi<br>1025 - 1100 m tortonski slojevi<br>1100-1516 m kredni metamorfiti                                       |                                                                                                               |
| 29. | ODŽAK - 1      | 0 - 1  | 1959    | 0 – 445 m kvartar i poludinski slojevi<br>445 – 694 m pontski slojevi<br>694 – 795 m panonski slojevi<br>795 – 890 m sarmatski slojevi<br>890-1001 m slojevi oligomiocena<br>1001-1020 m kredni metamorfiti                                       |                                                                                                               |
| 30. | MILOŠEVAC - 1  | M - 1  | 1962/63 | 0 – 152 m kvartar<br>152 – 402 m poludinski slojevi<br>404 – 753 m pontski slojevi<br>753 – 827 m panonski slojevi<br>827 – 833 m sarmatski slojevi<br>833 – 942 m tortonski slojevi<br>942 – 1280 m kredni slojevi                               |                                                                                                               |
| 31. | DOMALJEVAC - 1 | Do - 1 | 1960    | 0 – 565 m kvartar i poludinskislojevi<br>565 – 725 m gornji pont<br>725 – 1025 m donji pont<br>1025 – 1133 m panonski slojevi<br>1133 – 1173 m sarmatski slojevi<br>1173 – 1226 m tortonski krečnjaci<br>1226 – 1275 m kredni krečnjaci (trijas?) | Pojava tople vode (72 – 80°C) pod pritiskom 3-8 atm.<br>Voda je slana i sadrži hologene i naftenske kiseline. |
| 32  | DOMALJEVAC - 2 | Do - 2 | 1961    | 0 – 550 m kvartar i poludinski slojevi<br>550 -715 m gornji pont<br>715 – 985 m donji pont<br>985 – 1078 m panonski slojevi<br>1078 – 1108 m sarmatski slojevi<br>1108 – 1164 m tortonski slojevi<br>1164 – 1283 m kreda i krečnjaci (trijasi)    |                                                                                                               |

### 3. GEOTEKTONSKI POLOŽAJ DINARIDA

#### 3.1. Položaj Dinarida unutar Alpsko-himalajskog kolizionog pojasa

U okviru klasičnog, a danas definitivno napuštenog geosinklinalnog koncepta, Kober (1911) je izdvojio «dvije grane» unutar Alpsko-himalajskog pojasa (sl. 3); Dinaride je zajedno s Južnim Alpama, Apeninima, Helenidima uključio u «južnu granu», dok su susjedne zapadno-istočne Alpe, Karpati i Balkanidi svrstani u «sjevernu granu».

Razgraničenje između Dinarida i Alpa dosad nije pouzdano definirano. Vanjski Dinaridi (Jadransko-dinaridska karbonatna platforma kao paleogeografska jedinica) i južne Alpe rezultat su deformacije, od eocena do danas, istih paleogeografskih jedinica tj. Apulijske ploče južno od Periadriatskog rasjeda često spominjana kao Jadranska mikro-ploča (Schmid et al. 2004). Međutim neki geolozi (Carrulli et al., 1991; Placer, 1998) strukturnu granicu između njih povlače duž južne vergence Južnoalpske navlake u sjevernoj Italiji, koja se u istočnom produžetku spaja sa Savskom navlakom (Mioč, 1984). Naročito je problematičan sjeverozapadni produžetak Unutarnjih Dinarida u središnje Alpe. U najnovije vrijeme se je utvrdilo (Mioč i Pamić, 2002) da se nepovezani fragmenti unutarnjo-dinaridskih jedinica pojavljuju u čeonim dijelovima Savske navlake koja ostaje otvorena prema Alpama na granici između Slovenije i Italije.

Također u najnovije vrijeme je u graničnom području između Alpa i Dinarida izdvojena prelazna alpsko-dinaridska jedinica koja se označava različitim terminima: Srednjotransdanubijska zona (Fülop et al., 1987), Zagorsko-srednjotransdanubijska zona (Pamić i Tomljenović, 1997) i Savska zona (Haas et al., 2000). Ta je jedinica, koja je izgrađena od blokova alpskih i dinaridskih litologija, rezultat tercijarne postorogenetske tektonike, odnosno transpresijskih rasjedanja.

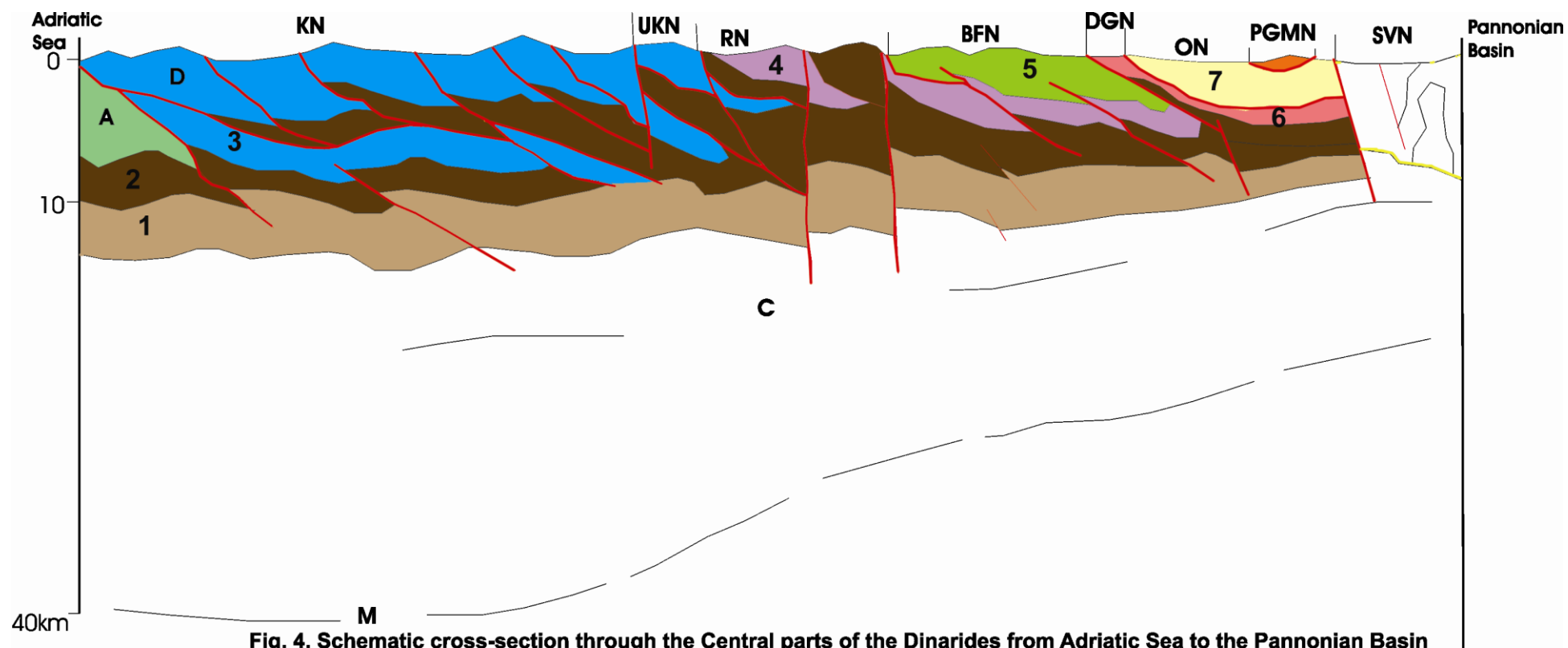
Više je jasniji odnos između Dinarida i Helenida. Naime, sve unutarnjodinaridske paleogeografske i strukturne jedinice kontinuirano se nastavljaju u Helenide, tako da Dinaridi i Helenidi predstavljaju jedinstveni paleogeografsko-strukturni planinski sistem.

Jugozapadna granica Vanjskih Dinarida prema Jadranskoj mikroploči nije dostupna, jer je pokrivena Jadranskim morem. Između njih se u jadranskom podmorju prostire Jadransko-jonska zona (Grandić et al., 1997) koja se može shvatiti kao fordip Dinarida. Ona u Dinaridima ne izlazi na površinu, no u jugoistočnom njihovom produžetku u Helenidima, južno od Skadar-Peć rasjeda, nestaje Jadransko-dinaridska karbonatna platforma, a umjesto nje se površinski rasprostire Jonska zona.

U današnjem erozijskom presjeku planinski sistemi Dinarida i Karpata ne stoje u direktnom kontaktu; planinski dijelovi najsjevernijih Dinarida nalaze se na udaljenosti od 400-500 km od najjužnijih padina Karpata i međusobno su razdvojeni neogenskim sedimentima Panonskog bazena. Međutim, podlogu Panonskog bazena izgradjuju najvećim dijelom paleozojske formacije južne Tisije koja predstavlja tektonski fragment, odnosno kontinentalni blok koji se odvojio od Karpata najvjerovatnije u berijas (Márton, 2000). U pokrivenim terenima južnog Panonskog bazena granica između Tisije, odnosno Karpata i sjevernih Dinarida približno se podudara sa Sjevernim rubnim rasjedom Savske potoline. Prema terenskim i geofizičkim podacima sjeverni Dinaridi su navučeni na Panonski bazen, odnosno južnu Tisiju, tj. Karpate kao rezultat neogenskog koliziono-kompresionog rasjedanja.

Područje Bosne i Hercegovine je smješteno u centralnom dijelu planinskog sistema Dinarida. To je prostor koji je bio izložen deformacijama tokom tercijara, a karakteriše se zonalnim rasporedom tektonostratigrafskih jedinica proizašlih iz okeana dinaridskog Tetisa i kontinentalnih (Jadransko-dinaridske karbonatne ploče) paleogeografskih područja.



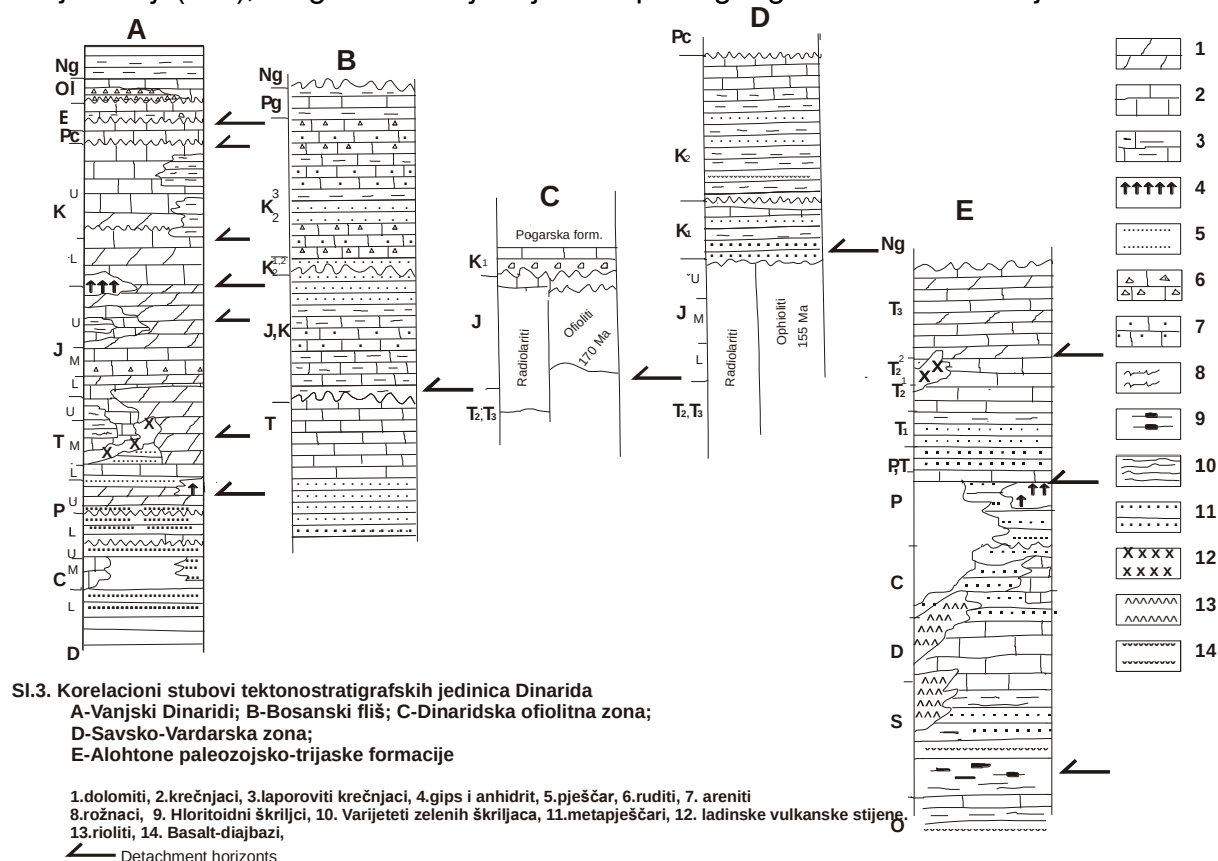


**Fig. 4. Schematic cross-section through the Central parts of the Dinarides from Adriatic Sea to the Pannonian Basin**  
**1. Consolidated uppermost continental crust; 2. Paleozoic formations; KN-Karst Nappe (A-Adriatic, D-Dinaric);**  
**UKN-Una-Kuči Nappe; BFN-Bosnian Flysch Nappe; ON-Ophiolite Nappe; SVN-Sava-Vardar Nappe;**  
**PGMN-Pannonian-Golija-Macedonia Nappe; DGN-Durmitor-Gashi Nappe; RN-Raduša Nappe; C. Conrad discontinuity;**  
**M-Mohorovičić discontinuity**

**Sl. 2. Šematski geološki profil od Jadranskog mora do južnog Panonskog basena**

### 3.2. Glavne paleogeografske i strukturne jedinice Dinarida

Središnji dijelovi Dinarida, koji nisu bili zahvaćeni jakim efektima tercijarnog uklinjanja (indentiranja) jadranske i tisijsko-mezijske ploče, imaju pravilan zonanar raspored alpskih paleogeografsko-strukturnih jedinica i njihov prostorni položaj odražava različite okoliše u kojima su te jedinice nastajale u dinarskom dijelu Tetisa (Pamić et al., 1998). Idući od jugozapada prema sjeveroistoku, tj. od Adrije prema Tisiji-Meziji (sl.3), mogu se izdvojiti sljedeće paleogeografsko-strukturne jedinice:



**1. Dinaridska karbonatna platforma - Vanjski Dinaridi** obuhvata prostor sjeveroistočno od obale Jadranskog mora, poznat pod imenom Visoki krš ili karstni Dinaridi. To je pojas dužine preko 700 i širine 80-200 km (nakon tektonske redukcije). Ovaj veliki karbonatni pojas se proteže od Julijskih Alpi u Sloveniji, zatim kroz zapadne i centralne dijelove jadranskog priobalnog pojasa u Hrvatskoj, kroz jugozapadne i južne dijelove Bosne i Hercegovine i dalje produžava na jugoistok u Crnu Goru. 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 stvaranje veoma debelih naslaga sedimenata.

Pored značajne debljine (od 4500 do 8000 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 peritajdala, nisko-energetskih plićaka (subtajdal – lagune), ograničene plitkovodne unutrašnje platforme, visoko-energetskih tajdala, plaža do



preovladajućih 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. Oni su bitni i za utvrđivanje oblika deformacija kako prije tako i poslije djelovanja tektonskih sila. U bušotini na naftu, Glamoč-1 (jugozapadna Bosna), utvrđeni su permski klastično-evaporitski sedimenti. Ciklus taloženja započinje sa sekvencama fuzulinidskog krečnjaka nataloženog na bazalnim klastitima koji leže na gornjem karbonu. Zatim slijedi prekid u sedimentaciji nakon čega se talože klastični sedimenti (Kosna slojevi) predstavljeni konglomeratima i pješčarima koji potiču iz mora izdignutih paleo-uzvišenja kao posledica ranog strukturnog preuredjenja platforme Dinarida (ekstenzija u toku donjeg perma). Ova rana ekstenzivna tektonika je imala uticaj na taloženje široko-rasprostranjenih evaporita u gornjem permu.

- U donjem trijasu se kontinuirano nastavlja sedimentacija. Donji trijas u Dinaridima se uopće može podijeliti u dvije jedinice: donja (sajs) u kojoj dominiraju klastični sedimenti i gornja (kampil) u kojoj dominiraju karbonati. Period taloženja klastita bi bi predstavljao period spuštanja nivoa mora što je vjerovatno povezano sa strukturnim preuredjenjem platforme. Na širem području karbonatne platforme donji trijas je otkriven između sela Humci i Lišani (Bijelo poljesjeverno od Mostara), kod Posušja i Bosanskog Grahova (na putu prema Kninu).

- 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 ekstenzivni tektonski pokreti doveli su do diferencijalnog izdizanja i slijeganja karbonatne platforme u aniziku. Početno spuštanje relativnog nivoa mora dovelo je do taloženja klastičnih sekvenci, koje je vidjeno u bušotini Glamoč-1. Nastavljeno rapidno slijeganje imalo je za posledicu basensku ispunu miješanim karbonatno-klastičnim stijenama što je također primijećeno u Glamoču.

- 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 laporci 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).

Gornji trijas u faciji dubokovodnih ekvivalenata karbonata iz karnijskog kata primijećen je u bušotini Glamoč 1. Tipičnu sekvencu u bušotini Glamoč karakterišu krečnjaci, laporci i glinoviti škriljci čija biota sugerše depoziciju sredinu analognu dubokoj laguni. U bušotini Glamoč-1, ova sekvenca na kraju isplivava u sedimente koji su slični ostalim dijelovima karbonatne platforme.

- Stvaranje karbonata u periodu donje jure na karbonatnoj platformi započinje taloženjem dolomita ograničene platforme slični onima iz norika i reta. U srednjem lijasu, zapaža se regionalna transgresija koje se povezuje sa početkom stvaranja Neotetisa. Tektonska aktivnost, urokovana 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 posledicu taloženje subtajdalnih facija na širem prostoru karbonatne platforme, dok se na ograničenom prostoru talože lagunalne facije. U najgornjem lijasu uočeni su sedimenti koji ukazuju na manju regresiju. Predstavljani su krečnjacima, laminiranim laporcima i argilitima.

**Sl. 5. Geološki stubovi karbonatne platforme jugozapadne Bosne (pojednostavljeno poslije Papeša, 1985,**

**Legend for fig. 5:**

P-Permian red sandstones, shale, breccia, gypsum and anhydrite; T<sub>1</sub>-schistose micaceous sandstones and shale; <sup>2</sup>T<sub>1</sub>-marly shale and limestone with ammonites; T<sub>2</sub><sup>1</sup>-brecciated limestones; T<sub>2</sub><sup>2</sup>-dolomites, tuff, spilite, chert marly limestones; T<sub>3</sub><sup>1,2</sup>-dolomite, platy limestones; T<sub>3</sub><sup>2,3</sup>-brecciated and laminated dolomites; T<sub>3</sub><sup>3</sup>-megalodont limestones; J<sub>1</sub>-dolomites and platy marly limestones with lithiotidae; <sup>2</sup>J<sub>1</sub>-limestones and limestones with lithiotidae and orbitopsellae; <sup>1a</sup>J<sub>1,2</sub>-oolithic pizolitic and brecciated limestones interlayered with dolomites; <sup>1a</sup>J<sub>3</sub><sup>1,2</sup>- oolitic pizolitic limestones and dolomites with solenoporellae curnobiae and hydrozoa ; <sup>1a</sup>J<sub>3</sub><sup>2,3</sup>-brecciated limestones interlayered with dolomites and breccia; <sup>1</sup>K<sub>1</sub>-thick bedded limestones and dolomites; <sup>2</sup>K<sub>1</sub>-bedded limestones with orbitolinae and salpingoporellae; <sup>1</sup>K<sub>1,2</sub>-thin bedded and platy limestones and dolomites interlayered with chert and breccia; K<sub>2</sub><sup>1,2</sup>-bedded limestones with chondrodontae; <sup>3</sup>K<sub>2</sub><sup>2,3</sup>-rudist limestones; E<sub>2</sub>-limestones with alveolinae and numulites; Ol<sub>3</sub>M-Promina beds-conglomerates, calcarenite and marl;

- U donjem dijelu srednje jure, karbonatna platforma Dinarida se stabilizovala u široku depozicionu "rampu". Talože se subtajdalne stijene i grauvice u lagunama unutrašnje karbonatne platforme. Lokalno, u gornjim nivoima, ovi sedimenti su dolomitizirani. Bočno, sedimenti 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 Cladocoropsis. Dalje slijede karakteristične šelfne rubne facije koje najčešće sadrže Ellipsactinie.

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

- Taloženje karbonata se nastavlja u donjoj kredi uz kratki prekid (kada nastaje boksit 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 pužve (Nerinea) i pahodontne školjkaše (Requienia, Toucasia), a prvenstveno foraminifere (Cuneolina, Orbitolina) te karbonatne alge (Salpingoporella, Munieria, Cyliodoporella) a u nekim slojevima i plodove haracejskih algi što ukazuje na osladjivanje 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 globotruncanama i iglama spužvi što indicira pelašku sedimentaciju. Najveći dio Dinarida je izdignut krajem krede, kada se na kontinentalnoj padini taloži fliš ( u narednom poglavlju

Ugarska grupa formacija). 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 slijedeći karbonati: weckestones, packestones, algalni wackestones, mudstones i floatstones. Prva marinska sedimentacija započinje u vrijeme donje-srednji eocen. Talože se sedimenti poznati pod imenom forminiferski 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.

**2. Bosanski fliš** (Blanchet, 1969; Aubouin et al., 1970), također poznat kao flišna zona Sarajevo-Banja Luka (Mojičević, 1975), taložio se na padini i podnožju Jadransko-karbonatne platforme (Pamić et. al., 1998). U Bosanskom flišu, koji je debljine oko 3000 m, mogu se izdvojiti dvije grupe formacija što je prikazano na slici broj 6 (Olujić, 1980).

a) Starija, Vrandučka grupa, karakterizira se alterniranjem neflišnih šejlova «paraflišnih» i turbiditnih sekvencija koje su uglavnom izgrađene od mikrita, arenita, šejlova, ponegdje interstratificiranih s radiolaritima kao rezultat pelagičkih ingresija; ova je jedinica lijaske do berijaske starosti. Ova grupa formacija sadrži obilan ofiolitni detritus što indicira da je područje njenog stvaranja bilo u području ispred obdukovanih ofiolita.

b) Mladja, Ugarska grupa formacija, predstavlja pravi karbonatni fliš koji je uglavnom izgrađen od materijala sa karbonatne platforme Vanjskih Dinarida. Leže diskordantno preko grupe Vranduk. Ova je jedinica albske do senonske starosti, a ponegdje sadrži i donjopaleogenske mikrofosile, poznata je u literaturi kao Durmitorski fliš.

| m        | Age                 | Lithology |                                                                                                          | Environment |               |
|----------|---------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------------|
| 200      | Paleogen            |           | Marly, intramicrites (arenites, intramicrudites)                                                         | Slope       | UGAR GROUP    |
| 300-400  | Turonian-Senonian   |           | Intramicrudite, intramicrites (marly micrites, olistostromes)                                            | Slope       |               |
| 700-1000 |                     |           | Intramicrites, marly micrites subordinated and or rarely intramicrudites, marls, arenites, olistostromes | Slope       |               |
| 400      |                     |           | Intramicrites, intramicrudites (marly micrites, olistostromes)                                           | Slope       |               |
| 80       |                     |           | Micrites (marly micrites, microsparites)                                                                 | Slope       |               |
| 100      |                     |           | Arenites, rudites, marly micrites, marls, olistostromes                                                  | Slope       |               |
|          |                     |           |                                                                                                          | Land        |               |
| <250     | Tithonian-Berrisian |           | Arenite, marls, marly micrites, claystones, siltstones                                                   | Slope basin | VRANDUK GROUP |
| <350     |                     |           | Arenites, marls, marly micrites, sandy intrasparites                                                     | Slope basin |               |
| <300     |                     |           | Marly micrites, arenites, marls (intramicrites)                                                          | Slope basin |               |
| 400      |                     |           | Marly micrites, marls, arenites, sandy intramicrites, micrudites and cherts                              | Slope basin |               |
|          |                     |           |                                                                                                          | Land        |               |
|          | T <sub>3</sub>      |           | Cherts, limestones                                                                                       |             |               |

Sl. 6. geološki stub formacija bosanskog fliša  
(iz Hrvatović, 2006, poslije Olujica 1980)

**3. Dinaridska ofiolitna zona** pokriva najveći dio Unutarnjih Dinarida, a izgrađena je od slijedećih jedinica (Pamić, 1982; Pamić et al., 2002)

a) Radiolaritna formacija, srednje/gornjotrijaske do donjokredne starosti, predstavlja sloj-na-sloj sekvencu izgrađenu pretežno od radiolarita i šejlova s podređenim mikritima i bazaltima.

b) Gornjojurski olistostromski ofiolitni melanž ili divlji fliš («wildflysch») u starijoj literaturi poznat kao dijabaz-rožna formacija ima debljinu veću od 1 km. Ova formacija predstavlja haotičnu tvorevinu izgrađenu od siltno-glinovitog matriksa sa fragmentima grauvaka, ofiolita i podređeno rožnjaka, glinaca, škriljaca i egzotičnih krečnjaka koji su uglavnom trijaskke starosti. Najgornji dio melanža je metamorfozan kao rezultat konduktivne toplote nastale obdukcijom vrućih i mlađih ultramafitnih geoloških tijela. Ovaj metamorfizam je gornjojurske starosti.

c) Ultramafitni masivi su sačuvani kao reliktni okeanske kore koja pliva na debelom ofiolitnom melanžu (dijelovi planina Konjuh, Ozren, Borja, Mahnjača). Dijelovi ultramafita (lerzolit i harzburgit) su serpentinisani. Dinaridski ofiolitni pojas predstavljen je tektoničnim peridotitima, ultramafitnim-mafitnim intruzivnim kompleksima, kompleksima dajkova i vulkanskih sekvencama. Ultramafitni intruzivni kompleks je predstavljen u donjim dijelovima dunitima, zatim slijede harzburgiti i lerzolit. Preko ovih stijena dolaze gabrovi (olivin gabro, troktolit, klinopiroksen gabro, hornblenda gabro). U najgornjim nivoima nalaze se štokovi plagiogranita što se može vidjeti na putu od Kozarca prema Mrakovici. Kompleks dajkova predstavljen je sheeted dijabazima preko kojih dolazi pillow-lava bazalta. Ove ofiolitne sekvence su metamorfisane u donjim dijelovima kada su nastali amfiboliti (Vijaka) i granatno-biotitno muskovitni škriljci (Pamić, 1977). K/Ar radiometrijsko određivanje starosti metamorfita dali su 160-173 Ma (Lanphere et al., 1975;)

Gornji dijelovi ofiolitnih sekvenci su bili erodirani kada se stvara kora raspadanja serpentinita obogaćena kobaltom i niklom. Preko kore raspadanja talože se mlađe sedimentne kontinentalne i marinske formacije.

d) Sedimentne formacije koje leže transgresivno preko ofiolita mogu se izdvojiti u dvije glavne formacije: Pogarska formacija (Jovanović, 1957) i sprudni krečnjaci.

Pogarska formacija je u donjim dijelovima predstavljena klastitima (konglomeratima, pješčarima, brečama) koji su nastali od detritusa iz jurske ofiolitne zone ali sa karakterističnim paleozojskim crvenim granitima pronadjenim u konglomeratima. Konkordantno preko ovih klastita (gornji dijelovi donje krede) leže gornjokredni rudistni krečnjaci (područje Žepča i Zavidovića).

Sprudni krečnjaci otkirveni su kod Olova (područje Stupčanice i Vijenac kod Lukavca) i predstavlja fosiliferne gornjojurske do donjokredne plitkovodne krečnjake koji predstavljaju početak formiranja jedne manje, izolovane, karbonatne platforme koja u podlozi ima ofiolite.

Ove transgresivne formacije ukazuju na pre-titonsku (kimeridž ?) obdukciju ofiolita.

**4. Savsko-varcarska zona**, je prostor između južne Tisije i unutrašnjih Dinarida (sjeverna Bosna), koji je uglavnom pokriven neogenskim sedimentima Panonskog basena. Pre-neogene formacije su sačuvane na području Kozare, Prosare, Motajice, Trebovca, Vučjaka i Majevice. U Savsko-varcarskoj zoni su

prisutne gornjokredne do paleogenske flišne jedinice koje su intrudovane paleogenim granitoidima, zatim ofiolitne jedinice, tektonizirani melanž i bimodalni vulkanizam.

Područje planina Prosare i Motajice uključuje gornjo-kredne do donjo-paleogenske flišne serije koje su deformisane i regionalno metamorfisane. Metamorfizam se povećava, u profilu od juga na sjever, od nemetamorfisanih do nisko i srednjemetamorfisanih flišnih jedinica (Lanphere i Pamić, 1992; Pamić et al., 2002). Flišne serije su intrudovane leukogranitima i pegmatitskim dajkovima stvarajući kontaktne oreole zelenih škriljaca i amfibolita. Granitoidne stijene su predstavljene eocenskim kolizijskim S-, I-, A-granitima i češćim oligocenskim postkolizijskim I-granitima.

U metamorfisanim fliševima mogu se vidjeti najmanje dvije faze deformacija: rana deformacija vezana za regionalni metamorfizam odnosno za suženje prostora u pravcu sjever-jug do sjeveroistok-jugozapad što je manifestovano metarskim naborima. Ova faza je vezana za paleogenu koliziju.

Druga faza deformacija je vezana za kretanje granitnih plutona, dalje nabiranje i formiranje folijacije sa izraženom lineacijom pravca zapad-istok do sjeverozapad-jugoistok.

Na sjevernim dijelovima planine Kozare su otkriveni ofioliti koji sadrže gabrove i dolerite nepoznate starosti, pillow bazalte sinhrono smještenih sa Scaglia- crvenim pelaškim krečnjacima od gornjeg kampana do donjeg mastrihta (Karamata et al., 2000). Na lokalitetu Podgradci su otkriveni sheeted dijabazi. Južno od Podgradaca, prema Mrakovici slijede naslage fliša sa puno kvarca, muskovita i feldspatima bez prisustva karbonatne materije. Idući dalje prema Mrakovici, južno od pojava bazalta i «Scaglia» krečnjaka dolaze fliševi, slabo metamorfisani sa prisustvom karbonatne i organske materije.

Ova zona fliševa vjerovatno je tektonska kontaktna zona između Savsko-varždarske zone i Dinaridske ofiolitne zone.

Tektonizirani ofiolitni melanž je druga najvažnija i najkarakterističnija jedinica područja Kozare. Razlikuje se od jurskog olistostromskog melanža Dinaridske ofiolitne zone, u višem stupnju tektoniziranosti matriksa u kojem dolaze fragmenti kredno-paleogenskih fragmenata ofiolita i egzotičnih krečnjaka od kojih su najmađi donjopaleogenske starosti (Pamić, 2000).

Tektonizirani ofiolitni melanž, nalazi se u jezgru planina Majevice i Trebovac. Medjutim potrebno je naglasiti da krajnji jugoistočni dio Majevice (područje Teočaka) predstavlja produžetak Jadarske zone predstavljene gornjo-permskim, donjotrijaskim i srednje-trijaskim sedimentima. Transgresivno preko ovih naslaga leže gornjokredni rudistni krečnjaci. U zapadnom dijelu Majevice (kod Srebrenika) utvrđene su flišne naslage gornjo-kredne do donjopaleogenske starosti, kao i crveni amonitski krečnjaci jure. Na sjevernim padinama Trebovca, u gornjem toku rijeke Tolise, u kampan-mastrihtskom flišu su razvijene turbiditne i hemipelaške sekvence klastita a ponekad i krečnjaka. Takodjer su utvrđene krečnjačke alge (Lithothamnium) i fauna foraminifera (Discociklina) značajne za interval paleocen-donji eocen. Srednji eocen na Trebovcu i Majevisi predstavljen je pretežno laporovitim i krečnjačkim sedimentima plitkog mora (SI 7).



| m        | Age                         | Lithology |                                                                                    | Environment             | Fossils                                                                   |
|----------|-----------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 550-800  | E <sub>2,3</sub>            |           | Quartz sandstones, sandy marls, (flysch)                                           | slope                   | Discocyclina, Operculina                                                  |
| 500      | E <sub>2</sub>              |           | Marly limestone, sandstones, thin beds of coal,                                    | Shallow marine          | Nummulites, Goniastraea, Plocophyllia, Lucina, Cerithium, Natica, Velates |
| 700-1500 | Pc, E <sub>1</sub>          |           | Alternating sandy limestone, sandstone, biocalcarenite and marly beds. (Turbidite) | Deep marine             | Operculina sp. Discocyclins seunesi D. scalaris Distichoplax sp.          |
| 150      | Pc                          |           | Thick bedded and massive limestones (peri-reef limestones)                         | Shallow marine          | Operculina sp., Nummulites cf. fraasi Globigerina sp., Distichoplax       |
| 50-200   | K <sub>2</sub> <sup>3</sup> |           | Platy limestones with chert nodules, Slamps folds and breccia, sandstones,         | Shallow marine to slope | Globotruncana lapparenti tricarinata, G. stuarti, G. citae, G. arca.      |
|          |                             |           |                                                                                    | land                    |                                                                           |
|          | J                           |           | Ophiolite melange                                                                  |                         |                                                                           |

Sl. 7. Geološki stub grebena i sjeverne Majevice  
Fig. 7. Geological column Majevice reef and North Majevice Mt.  
(Geological Survey of Bosnia and Herzegovina, 1988)

**5. Alohtone paleozojsko-trijaske formacije** Unutrašnjih Dinarida poremećuju pravilni zonalni raspored navedenih dinaridskih paleogeografsko-strukturnih jedinica.

Ove jedinice sadrže uglavnom devonsko-karbonske metasedimente i metavulkanite koji su pokriveni permskim sedimentima. Pored paleozojskih formacija prisutno je obilje trijaskih krečnjaka i dolomita uz podređenije sinhronne magmatske i klastične stijene.

Paleozojski i trijaski kompleksi predstavljeni su Sansko-unskim, Srenjebosanskim, Jugoistočno-bosanskim i Istočno-bosanskim alohtonim masama.

Najstarije za sada utvrđene stijene **Sansko-unskog područja** pripadaju gornjem devonu. Istočno od Bosanskog Novog, uz cestu za Blagaj nadjeni su smedjemodrikasti laporoviti krečnjaci, sa tentakulitidima i sa faunom konodonata u kojoj preovladava rod *Palmatolepis* (Jurić, Maksimčev, 1964). Superpozicioni položaj stijena nije posve jasan, a na osnovu same 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 kvarcnom pješčaru morskog porijekla nadjena je prečica *Cyclostigma hercynium*. Nalaz kopnene biljke u pjeskovitom sedimentu ukazuje da mjesto (obala) gdje je to drvo raslo nije bilo daleko.

U istom području, u višem dijelu profila, nadjeni su sitnozrni pješčari sa rastavićem (*asterokalamites*), pa alevroliti sa paparatnjačama (*Neuropteris*), fosili značajni za prelaz moskov-kasimov gornjeg karbona. Istočno od Sane, na brdu Razboj nadjena je pimitivna fuzulunida (*Millerella*) značajna za prelaz vize-serpuhov donjeg karbona (Kostić-Podgorska, 1955).

Južno od Ljubije nadjeni su u tamnomodrim krečnjacima gonijatiti (*Retikuliceras*) i konodonti donjeg karbona. Mnogo bogatija je fauna katova baškir i moskov gornjeg karbona nadjena u klastitima i krečnjacima šire okoline Ljubije. To su korallji, briozoji, brahiopodi, foraminifere, konodonti, alge dazikladaceje, crvene alge, prečice i spore papratnjača (Stojanović-Kuzenko, 1966/67).

Pred kraj moskova preovladavalo je taloženje krečnjaka uz djelovanje submarinskog vulkanizma kada se izliva bazaltna magma. Spilite nalazimo u ankeritičnim grauvaknim pješčarima u proslojcima 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 obrazovan u krečnjačkoj sredini. Te su naslage redovito dosta tektonski poremećene, tako da se normalni kontakti klastita, karbonata i rude malo gdje mogu prepoznati (Jurić, 1968, Podubsky, 1968, Podubsky i Pamić, 1969).

U tom, kako se cijeni, 1000 metara debelom kompleksu karbonskih klastita karbonati su povremeni, sporedni facijes. Predstavljeni su krečnjacima, dolomitima, ankeritima i njihovim prijelaznim oblicima. Krečnjaci se javljaju u vidu velikih gromada nepravilnog oblika a 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 kao produkt ankeritizacije, koja može biti u velikom obimu. Naknadnom oskidacijom ankeritisani dijelovi prelaze u limonit.

Verfenske 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 i Sanskog Mosta. Izgradjuju ga crveni ljubičasti pješčari. U široj okolini Banja Luke verfenski sedimenti su razvijeni kod Klačnice i jugoistočnom padinom Kozare.

Srednji trijas se javlja na velikom području počev od Velike Kladuše na sjeverozapadu pa preko Bužima i Bosanske Krupe do Mrkonjić Grada. U aniziku preovladjuju raznovrsni krečnjaci i dolomiti. Utvrđena fauna iz anizika je kod Vrnograča (Džferovića 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). Srednetrijaske naslage imaju rasprostranjenje i 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. Karnijski kat utvrđen 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 razvijeni su gornjejurški sedimenti sa elipsaktinijama, koraljima, spužvama i rjeđe belemnitima.

**Srednjobosanskim škriljavim gorjem**, u širem smislu, nazivamo planine uglavnom izgradjene od kristalastih škriljaca. Najstarije tvorevine predstavljaju metamorfiti nastali uglavnom od sedimentnog kompleksa silurske i ordovicijske starosti. Kompleks škriljaca, uglavnom pripadaju faciji zelenih škriljaca niskog stupnja metamorfizma, a manjim dijelom prelaznoj epidot-amfibolitskoj faciji. Izdvojeni su slijedeći metamorfiti: kvarcno-sricitski, muskovitski, filitični, hloritski, otrelitski, amfibolski i grafitični škriljci; metapješčari, kvarciti, dolospariti mermerisani krečnjaci i mermeri. Navedeni parametamorfiti najkarakterističniji su na terenima Busovače, Fojnice, Viteza i Vranice. Mermerisani krečnjaci i dolospariti predstavljaju najgornji dio silura.

Za ove naslage, svi autori počevši od Katzera (1924), pa do danas navode da je izgradjen od tvorevina koje su najstarije u Dinaridima Bosne i Hercegovine.

U okviru devonske periode izdvojena je formacija Vranica, izgradjena od krečnjaka, dolomita i mermera. Krečnjaci ove formacije sadrže fosilnu faunu donjeg devona. Odredjena je fauna koralja, konodonata i stromatopora.

Od magmatskih stijena najrasprostranjeniji su metarioliti (kvarcporfiri). Njihova starost još nije pouzdano određena. Mnogi autori ih smještaju u karbon-perm nekad i u silur kao jednu od najstarijih faza stvaranja ovih stijena. Posebno interesantan podatak (Hrvatovića, 1997) je o kontaktu riolita sa mermerisanim dolosparitima Kruščice iz silura gdje se vide u riolitnoj masi anklavirani dolospariti i da su na kontaktu oni prožeti, duž pukotina, riolitima, što ukazuje na jednu fazu njihovog stvaranja, koja je mlađa od silura. Na cijelom području Srednjobosanskog škriljavog gorja rioliti se nalaze uz kontakt sa grafitičnim škriljcima. Po mineralnom sastavu rioliti bi odgovarali alkalijsko-feldspatskim stijenama. Rioliti (kvarcporfiri) su vrlo često u različitom stepenu metamorfisani tako da nekada prelaze u ortometamorfite.

Slijede ermotrijaski sedimenti pokrov poznat kao Travnička serija (Hrvatović, 1997) zdvojio kao formaciju sa dva člana-alevroliti i pješčari, rijetko šupljikavi krečnjaci.) Travnička formacija je razvijena na područja između Travnika-Donjeg Vakufa i Jajca.

Trijas se pojavljuje uz obode Vrbaskog i Busovačkog rasjeda. Potvrđeno je prisustvo gornjeg dijela donjeg trijasa (kampil) kod Turbeta, Hadžića, Tarčina i Bradine). Slično rasprostranjenje ima i srednji trijas praćen magmatima čija bi starost bila anizik-ladinik (masiv Radovana). Fauna sa ladinским školjkašima (Daonela) nadjena je na Rudini kod Bugojna. Za dolomitsku svitu razvijenu poviše Konjica smatra se da pripada gornjem trijasu. Međutim kod Kalina i Humu kod Bugojna diskordantno preko dolomita srednjeg trijasa leže prvo bazalni konglomerati, zatim prosti i krečnjaci lijas-dogera sa mikrofaunom foraminifera. Gornja je jura tamo predstavljena pizolitskim krečnjacima sa hidrozojima (Cladokoropsis) pa zatim vapnenim algama (klipina), preko kojih leže transgresivno slojevi titon-valanga sa hidrozojima (Elipsaktinija).

U sklopu Srednjobosanskog škriljavog gorja utvrđene su magmatske formacije duž Vrbaskog rasjeda (dijabazi, gabri, sijeniti, spiliti, kvarcakeratofiri), na Radovan planini (gabro, dioriti) u Jablanici (gabro), Komaru (kvarcdioriti) i dr. Posebno interesantno je intruzivno magmatsko tijelo Radovana koje je nosioc niskomanganskih željeznih ruda. Radovansko magmatsko tijelo izgrađeno je od veoma raznovrsnih intruzivnih stijena. Geološka starost masiva je postanizijska. Katzer (1916), Majer i Jurković (1958) i Živanović (1975) naglašavaju kontaktnometamorfne promjene okolnih sedimenata. Izotopska starost određivana Rb/Sr metodom je 223 i 233 milijuna godina (Lovrić).

Unutrašnjost masiva izgrađena je od bazičnih, neutralnih i kiselih intruzivnih stijena. Utvrđeni su gabri, dioriti, gabrodioriti, albitni sijeniti i albitni graniti. obodnim dijelovima radovanskog masiva razvijena je endometamorfna zona maksimalne širine do 500 m. (Šarac i Pamić, 1981). Javlja se iste stijene u unutrašnjosti masiva ali sa slijedećim razlikama: često se sreću anklave škriljaca i karbonata, sitnozrne ofitske, porfiroidne i hipidiomorfno do alotriomorfno sitnoznaste strukture, femski sastojci (biotit, hornblenda) i dominirajuće albitske stijene koje se mogu grupisati u albitske dolerite, albitske sijenitporfire i albitske granitporfire.

Sedimenti oko radovanskog masiva su kontaktnometamorfno izmijenjeni. Susrećemo različite vrste škriljaca nastalih od verfenskih sedimenata, mermera od srednetrijaskih karbonata kao i kalcijsko-silikatne stijene skarnovskog tipa s magnetitom.

Spilit-keratofirska formacija iz ladinika u Vrbaskom rasjedu, potez Gorica-Ljuša-Jajce nastala je subarealnim izlivanjem jer su ti tereni u ladiniku očito bili kopno. Njihovom laterizacijom obrazovane su naslage boksita preko kojih leže u gornjem trijasu istaložen stromatolitski dolomit.

U Srdnjebosansko škriljavo gorje ubrajamo i paleozoik Jezero-Sinjakovo (sjeverozapadno od Jajca) o čemu su geološke podatke dali Pilar (1882), Kišpatić (1904), Čutura (1918), Jurković i Majer (1954), Katezer (1903, 1909, 19126). Jedan dio paleozojskih naslaga su silurske starosti što je utvrđeno u dolini Perućice. Određena je asocijacija konodonata : *Hindeonella equidentata* Rhodes, *Ligonodina silurica* Bronson i Mehl i drugi (Stojanović-Kuzenko i Pajić, 1969) . Određen je kompletan razvoj devona. Donjem devonu pripadaju raznobojni kvrgavi, pločasti krečnjaci sa konodontima. Srednjem devonu odgovaraju slojeviti i bankoviti mermerisani krečnjaci sa *Polygnatus linuatomius* Hindei. U gornjem devonu utvrđena su oba kata. Framenu odgovaraju bankviti krečnjaci sa konodontama. Karbonske naslage imaju u ovom paleozoiku znatno rasprostranjenje. Predstavljene su krečnjacima, argilošistima, pješčarima i škriljcima.

Oblast **Jugoistočne Bosne** zahvata područje Foče, Goražda i Prače. Najstarije naslage, stariji paleozoik, otkrivene su između Foče i Goražda gdje je očuvan hercinski pravac pružanja slojeva. Kod Ustikoline otkriveni su bankoviti krečnjaci (Spasov i Filipović, 1966 i Kulenović 1977) sa konodontima gornjeg silura (*Ozarkodina*, *Panderodus*) .

Donjem devonu pripadaju tamnosivi pločasti krečnjaci sa konodontima (*Neoprionodus*, *Plectospatodus*) dok je u gornjem devonu pored konodonata (*Palmatolepis*) javljaju briozoji i krinoidi.

U sklopu Pračanske navlake, na istočnom kraju Jahorine (Klek) ispod trijasa su "ortoceraski krečnjaci" koji sadrže konodonte donjeg i gornjeg silura, kao i tentakulite silura (Kostić-Podgorska). U krečnjacima donjeg i srednjeg devona nadjena je bogata fauna koralja, stromatopora, hidrozoa, briozoa, brahiopoda i krinoida (Kostić-Podgorska 1958 i 1961, Živanović 1963 i 1970, Pantić 1963). Buzaljko (1971) neke tvorevine u fočanskom području smatra devonskim. Debljina starijeg paleozoika na tom području iznosi do 800 m.

Preko devonskih naslaga leži fliš donjeg karbona (vizea) u debljini do 1000 m. Pored foraminiferske faune taj fliš sadrži faunu glavonožaca (goniatiti, ortoceratidi), školjkaša, puževa, brahiopoda 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 koji je istraživao prvo kod Prače, naročito od Dimitrijevića (1970) i Kulenovića (1971), te Buzaljka (1971) na području Foča-Goražde-Rudo. Preko njega leže glinci i grauvakni pješčari za koje se smatra da pripadaju gornjem karbonu.

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 je krečnjacima sa puževima (*Belerophon*) 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) naišao je na tamnosive bankovite krečnjake sa brahiopodima, školjkašima i puževima najvišeg nivoa perma. Takođe 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.

U slivu rijeke Koline i Jabuci, otkriven je permotrijaski gips koji gradi dijapirsku boru. Analogna pojava gipsa nadjena je i prilikom gradnje tunela Prača. Donji trijas je u donjem dijelu stuba klastičan a u gornjem karbonatan (krečnjački) sa vapnenim algama. Donji anizik predstavljen je pločastim krečnjakom, srednji krečnjacima sa brahiopodima, gornji buloškim amonitskim krečnjakom. U ladiniku se uz krečnjake javljaju izmijenjeni dijabazi u obliku zelenih stijena (pietra verde), ali i dubinske granitsko-sijenitskog sastava (Okosovići), pa diorit (Zavajt, Čelebići) i granit (Čajniče).

**Istočnoj Bosni** pripadaju rudama bogata područja Srebrenice i Vlasenice. To je tzv. Drinska zona, izgrađena od paleozojskih i transgredirajućih mezozojskih naslaga, koja ide od Javornika južno od Sprečkog polja daleko na jugoistok do područja Kosova. Starije predkredne tvorevine ubrane su i u literaturi poznate kao "Drinski paleozoik" koji se može pratiti do Zapadne Morave u Srbiji, a na njega se dalje na jugoistoku nadovezuje antiklinorij Ivanjice. Zapadno od Javornika on se vidi na Djedinskoj planini, a dalje na zapad on se gubi ispod masiva Konjuha (Ofiolitne zone). Mezozojske naslage ove zone sačinjavaju veliku navlaku Ravne Romanije koja seže daleko na jug, sve do Sokoca i Višegrada. Ispod te navlake proviruju stijene Ofiolitske zone u Žepi i Sokolovićima kod Rogatice. Iznad gornjotrijaskih krečnjaka leže lijasko-dogerske karbonatne stijene, ofiolitsko-radiolaritski kompleks, pa transgresivna donja i gornja kreda. Između Kladnja, Vlasenice i Višegrada navlaka Ravne Romanije razbijena je na pojedine klipove i kraljušti koje grade visoke dijelove planina Javor i Devetak te vrhove Stoborane i Krivače u Žepi.

Drinski paleozoik 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 Jaderske zone ovdje se zapaža prekid sedimentacije u gornjem karbonu (za vrijeme kasimova i gžela) te kroz čitav perm.

Stariji paleozoik nije dokumentovan fosilima. Njemu bi pripadali filiti i metapješčari jugoistočno od Bratunca i istočno od Srebrenice, uz Drinu (Ramović 1963, Podubsky 1968, Kostić-Podgorska i Slišković 1961, Kulenović i Kubat 1964, Kubat 1964-1972). U crnim krečnjacima Raševa Gaja i Dragosavaca nadjene 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 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 leže 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. Najdonji dio jedinice

“donja serija-paket” donjosrednje karbonske starosti izgrađen je od filita, alevrolita i glinovitih škriljaca, rjeđe metapješčara i karbonatnih stijena.

Sericitsko-glinoviti škriljci i argilošisti predstavljaju narednu formaciju “srednja serija-paket”. Navedena formacija je naviše u stubu predstavljena konglomeratima debljine od nekoliko do 50 m, poznati u geološkoj literaturi kao kvarcitsko-liditske naslage.

Najrasprostranjenija jedinica paleozojskih naslaga u Istočnoj Bosni je Birač formacija (Djoković, 1980). 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 horizonta karakteristični su paketi tamnosivog krečnjaka debljine do 40 m. Gornji dio Birač formacije sastoji se od arenitskih i argilitičkih turbidita sa paketima debelim do 30 m slojevitih krečnjaka. 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.

Preko paleozojskih tvorevina transgresivno leže klastiti skita debljine 200-300 m. Donji potkat skita izgrađen je od konglomerata i kvarcnih pješčara sa glincima pri vrhu, dok gornjem potkatu pripadaju tamnosivi krečnjaci. Oba potkata dokazana su nalazima mekušaca.

Preko sedimenata donjeg trijasa leže naslage srednjeg trijasa. U nižim dijelovima su tamnosivi krečnjaci sa krinoidima, u sredini svjetliji krečnjaci i dolomiti sa meandroskira i makroporela, a pri vrhu crvenkasti krečnjaci sa “buloškom” amnitskom faunom debljine oko 300 m. Ladinski kat grade kvrgavi krečnjaci sa proslojcima rožnaca i tufitima, pa tankoslojeni krečnjaci sa školjkašima (Daonela, Halobija), te oni sa spužvama, foraminiferama i vapnenim algama (Teutloporella, Diplopore). U klisuri Gostilje, između Djurdjevika i Stupara, ovaj profil se završava bankovitim i masivnim sprudnim krečnjakom i dolomitom, vjerovatno gornjotrijaskim. Ukupna debljina te trijasko-ploče koja se pomjera prema jugu, cijeni se na 1300 m.

Na malim površinama leže na Ravnoj Romaniji diskordantne krpe lijas-dogerskih krečnjaka sa amonitima (Hildoceras) i foraminiferama (Spirilina), ali i oni sa krinoidima ili kraljima i drugi, oolitični ili silifikovani, rumenkasti, pločasti do bankoviti. U podlozi je gornjotrijaski krečnjak sa krupnim školjkašima (Megalodon). Tih naslaga nema na području između Srebrenice i Vlasenice. 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 gornjoj kredi (u turonu) svježim morskim talogom. Pri dnu tog pokrova su pjeskoviti laporoviti krečnjaci sa puževima (Natica), a preko njih masivni i bankoviti krečnjaci gornjeg turona, pa senonski krečnjaci sa rudistima.

#### **6. Post-orogeni oligocenske, neogenske i kvartarne formacije**

U sadašnjoj strukturi Dinarida važnu ulogu imaju oligocensko-miocenske marinske do slatkovodne naslage nastale nakon finalnog strukturiranja Dinarida za vrijeme eocenske deformacione faze. U Bosni i Hercegovini ima preko 150 malih i velikih slatkovodnih basena sa naslagama uglja. Od većih basena su: Tuzlanski, Sarajevsko-zenički, Bugojanski, Kamengradski, Livanjski, Duvanjski, Gatački itd.

## **Tuzlanski basen**

U strukturnom pogledu to je rovsinklinorij koji se proteže između horst-antiklinorija Majevice na sjeveru i Sprečkog dubinskog rasjeda odnosno do Ofilitske zone. U mlađoj gornjoj kredi, paleocenu i eocenu to je područje dio sjevernobosanskog rubnog korita, u oligocenu je izloženo snažnom ubiranju (rupelski vijek odnosno helvetska orogenetska faza), a nakon toga ulazi (svojim istočnim dijelom-do linije Kreka-Tinja) u sklop velikog slatkovodnog jezera koje se održava tokom vijekova hat, akvitan i postepeno nestaje tokom burdigala (regikatoivi otnang i karpata). Krajem karpatskog vijeka ovo područje zahvaćeno je tzv. drugomediterranskim transgresijom tada normalno slanog Paratetisa proširujući se postepeno prema jugu i zapadu u toku srednjeg miocena (badena). Bazen još egzistira i tokom gornjeg miocena (regiokatovi sarmat, panon i pont) uz dalje širenje na jug i zapad ali i prema istoku do Drinskog rasjeda. Već u sarmatu bazen je odvojen ostrvima Majevica 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 osladjeno) prekriva u međuvremenu formirani Krekanski bazen koji komunicira sa Posavinom kroz kanale: gračanički, tinjski i hoćanski.

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 samoj površini. Donjem miocenu pripadaju "slavinovićki krečnjaci", "crvena" i "šarena" svita i sama "solna formacija." On se dijeli na dva planetarno priznata kata, akvitan i burdigal, odnosno na područje Centralnog Paratetisa na regioskateve: gornji eger, egenburg, otnang i karpata. Približno, moglo bi se reći, da svaka od četiri gore navedene svite pripadaju po jednom od navedenih regioskatova. Za "slavinovićke krečnjake" Požarnice karakteristične su pojave pukotina isušivanja suhog jezerskog mulja u kome se tu i tamo zapažaju kalupi slatkovodnih puževa. Debljina te svite je svega oko 60 m. Slijedi crvena svita koju izgrađuje pretaloženo tropsko tlo donešeno vodama i vjetrom sa pomalo penepliziranih Dinarida na jugu. Intenzivno je crvene boje zbog izdašnih primjesa Fe-oksida. Neki od slojeva obrazovani (taloženi) su u redukcionoj vodenoj sredini i oni i su intenzivno zeleni. Pored navedenih pretežno alevritskih taloga u sklopu crvene svite su i paketi slabo vezanog konglomerata u kome prevladuju valutice od rožnaca i peridotita, ali i drugih više ili manje silikatnih stijena, dok valutice krečnjaka izostaju. Slijedi "šarena svita" sličnog porijekla materijala, ali ona pripada periodu obnovljene tektonske aktivnosti. Pored materijala iz stijena Ofiolitske zone, ona sadrži valutice krečnjaka sa tintinidima (kalpionela) titon valanga koji prekriva u Unutrašnjim Dinaridima pomenutu formaciju. Osim toga valutice šarene svite su veoma krupne, nekad čitavi blokovi, napr. na Pješevici kod Tojšića. Tada već rade vulkani donjeg Podrinja, pa se bazen zatrpava vulkanskim pepelom donešenim 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 nadjeni su i dijelovi skeleta surlaša (Mastodon angustidens) –jedna vilica, dio kljove i jedan kutnjak. Pelitski slojevi



šarene svite su nepravilno crvenkasto i zelenkasto mrljavi što je karakteristika muljeva često plavljenih aluviona, tzv oglejenog tla. Na području Soline crvena svita zajedno sa šarenom ima debljinu oko 300 m.

Krajem karpata i početkom badena dolazi do spemenute transgresije normalno slanog mora iz Centralnog Paratetisa, iz Panonskog bazena. Pravidna debljina sedimenata iznosi 300 m (bušotina Ravna Trešnja –1), ustvari ona je možda i veća jer je bušenje obustavljeno a da se nije dostiglo dno tog morskog sedimenta, tj. nije se ušlo u crvenu svitu. To se tiče šarene svite, ona bi u istoj bušotini mogla da bude zastupljena (kao marinski ekvivalent) 180 m debelim paketom krupnozrnog konglomerata koji ima krečnjačko vezivo. Banci tog konglomerata izmjenjuju se sa glinovitim i ponešto bituminoznim laporcem koji sadrži mekušacku i foraminifersku faunu. To su podaci iz bušotine koja se naslazi u Bukinju zapadno od Tuzle. Prema tom tumačenju bi negdje između te lokacije i solnog ležišta u Tušnju i Rasovcu nekad postojala pregrada koja je odvajala more od slane lagune. Ipak, ovdje treba uzeti u obzir i naknadna tektonska pomjeranja i to bloka na kome danas Tuzlanski ubrani plato (na kome su ležišta soli) u odnosu na blok današnjeg Sjevernog krekanskog sinklinorijuma, kao i dekstralna pomjeranja krila Molušskog dubokog horizontalnog rasjeda.

Taloženja soli u laguni odvijalo se u više ciklusa. Ciklotemi počinju "trakastim laporcima" (pretežno su to dolomikriti) uz koj 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 "kvarcnohaltni pelit". Drugi i četvrti ciklotem su palinološki ispitivani. Neke vrste odgovaraju suptropskoj klimi (mirika, karija), a druge umjereno toploj (na primjer javori). Medjutim, nije dat odgovor sa koje daljine i područja je taj polen mogao da stigne na obale lagune i u nju samu.

Bez ikakvog prekida taloženje dubokomorskog tipa nastavlja se iz sedimentacija kada nastaju slojevi prašinstog glinovitog laporca sa pokojim tanjim slojem sitnozrnog pješčara. 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). 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. Debljina badena registrovana na bušotinama u Bukinju je oko 500 m, dok je naredni regiokat, sarmat, imao debljinu od 300 m. To su sedimenti brakičnog mora. U donjem dijelu to su glinoviti laporci sa proslojcima pa i bancima pješčara i konglomerata i sitnom faunom puževa morešternija i školjkaša (abra). Gornji dio sarmata obiluje kalcijским karbonatom, pa su mekušci debljih ljuštura, krupniji. Za razliku od morskog badena, brakični sarmat ima faunu sa malim brojem vrsta, ali jako velikim brojem individua (jedinski). To važi i za mikrofaunu (foraminifere, ostrakodi). Na istim bušotinama kod Bukinja registrovana je i debljina slojeva panona, drugog po redu regiokata gornjeg miocena. 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 laporovite gline. Karakteristični i najbolje zastupljeni su školjkaši (Congeria, Limnocardium) puževi (Melanopsis) i sitni račići (Ostrakodi).

Tokom pontskog regiokata (odnosno vijeka) obrazovano je u Krekanskom bazenu pet ciklotema, od kojih peti 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 Pontskog mora uz taloženje laporovitih gline sa gore pomenutom faunom, zatim nastupa dug period taloženja pijeska koji postepeno "sazrijeva" tj. raspadaju se svi manje otporni minerali, tako da preostaje samo kvarc koji često čini preko 95% ukupne težine uzorka, a osdtalo su rožnazi i silikati proste kristalne rešetke, tzv. nezosilikati. Taj proces taloženja i sazrijevanja trajao je dok bazen nije zatrpan do nivoa mora te 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 more 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 Pontskog mora. Ukupna debljina ponta istaloženog u Krekanskom bazenu iznosi danas 600 m ( u buduće ona će se svakako još smanjivati većim sabijanjem zrna i njihovom prekrystalizacijom).

Tonjenje bazenskog dna nastavljeno je i u postpontu. Središnji dijelovi Sjevernog sinklinorijuma spuštani su za daljih 400 m, a barem toliko je spušteno i dno Sprečkog polja, što su pokazale bušotine kod Miljanovaca (Tc-14 i 15). 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). Pronadjen polenov prah pripadao je predstavnicima naših današnjih šuma (bor, smrča, joha, brijest, lješnjak, breza), ali i nekog danas za nas stranog drveća crnogorice (Cedar, Ceteleria, 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).

Preko slatkovodnog leži marinski miocen koji po starosoti odgovara gornjem karpatu, kao i čitavom badenu. Zatim slijede brakični sedimenti sarmata te osladjeni (kaspibrakični) slojevi panona i ponta.

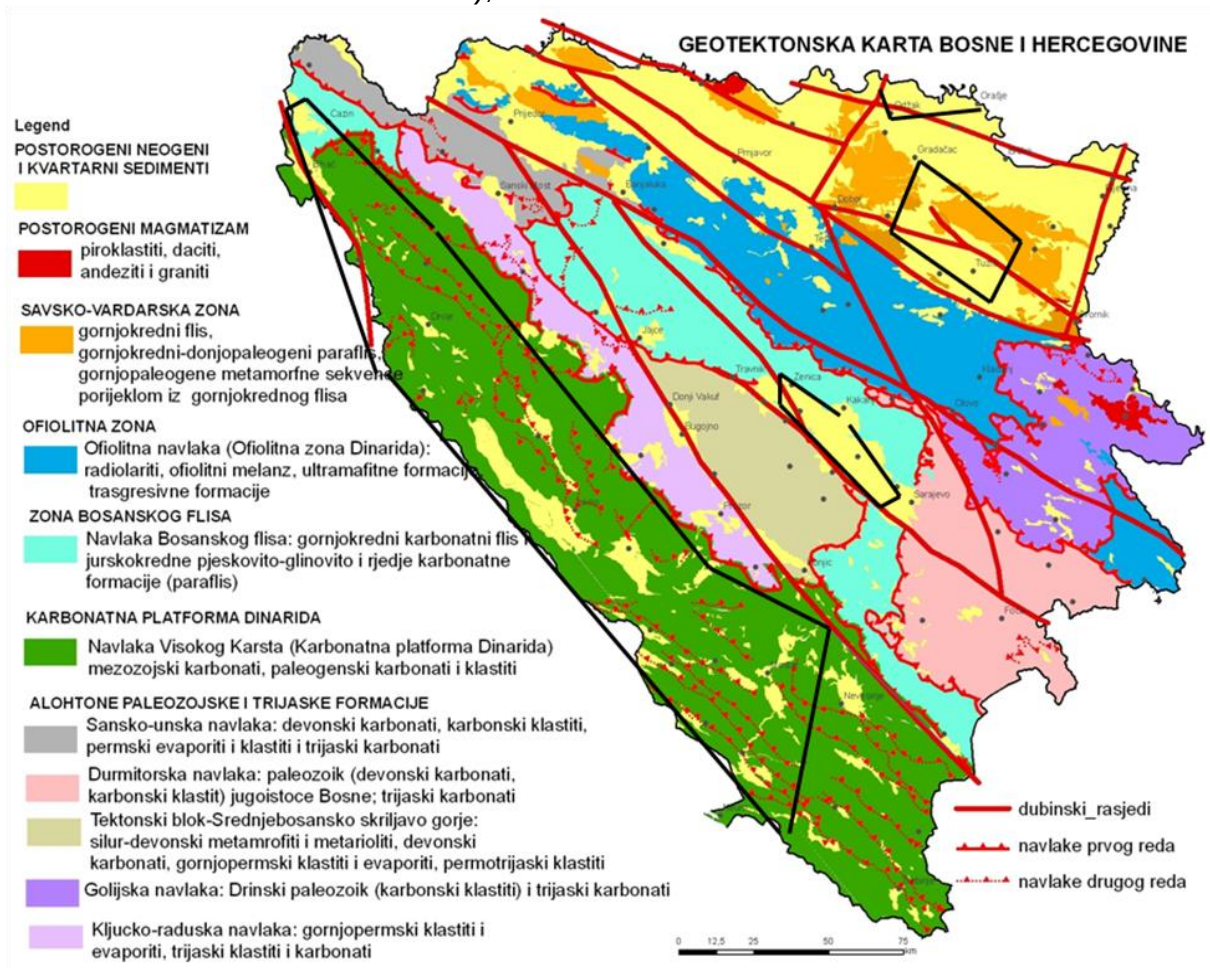
### **3.3. Glavne navlačne strukture Dinarida**

Dijelovi Dinarida, koji nisu bili poremećeni oligocensko-miocenskim rasjedanjem, karakterišu se borano-navlačnim strukturama pružanja SZ-JI s jasnim jugozapadnim vergencijama. Zanimajući lokalne tektonske složenosti vidi se da sve velike paleogeografske i strukturne jedinice leže navučene jedna preko druge, s Vanjskim Dinaridima na dnu i Savsko-vargarskom zonom na vrhu. Te velike navlačno-borane strukture Dinarida deformisane su od gornje jure do eocenske deformacione faze. Imajući u vidu ovu činjenicu na seizmotektonskoj karti su

izdvojene i označene navlake koje generalno predstavljaju i paleogeografske jedinice Dinarida.

Glavne navlačne strukture Dinarida prikazane su na slici broj 8. Mogu se podijeliti u tri osnovne grupe:

1) Navlake proizašle kretanjem Dinaridske karbonatne platforme, koje se karakterišu relativno jednostavnom geometrijom i umjerenom dužinom kretanja (Karstna i Glamoč-Drežnica-Gacko navlaka),



**Sl. 8. Glavne strukture Dinarida Bosne i Hercegovine sa pozicijom istražnih područja na naftu i plin**

2) Navlake proizašle kretanjem Dinarskog dijela Tetisa, koje se karakterišu kompleksnom geometrijom i značajnom dužinom transporta (Bosanskog fliša, Ophiolita i Savsko-vardrska).

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.

### 3.3.1. Navlake proizašle kretanjem Dinarske karbonatne platforme

#### **(KN) – 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 jugoistoku, 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 antiformalne 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 SZ-JI. Na bazi njihove geometrije i regionalne distribucije interpretirani su kao desni lateralni strike-slip rasjedi i da su vezani za ešalon kompresionih struktura u regionu Split-Dubrovnik. Oni reprezentuju zadnju etapu procesa izgradnje planina u pliocenu i holocenu a ove rasjede sugerišu, Prelogović, Grandić i Lugović. 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 SZ 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 bili navučeni preko karbonata gornje krede i eocena u podini. Ubranstvo navlake može se vidjeti i kod Gradca gdje su gornji trijas i jura navučeni preko eocenskog fliša.

Karstna navlaka odgovara Dinarikumu (Herak, 1986), Zoni visokog krša (Kober, 1952 i Petković, 1958), odnosno Dalmatinskoj zoni (Aubouin et al., 1970).

U sklopu ove navlake izdvojeno je čitav niz navlaka drugog reda u profilu od jugozapada prema sjeveroistoku:

- Neum
- Trebinje
- Gabela
- Tihaljina-Bjelašnica (Trebinjska)
- Čitluk-Stolac-Lastva
- Zavelim-Buna-Hrgud-Sitnica
- Podveležje-Sniježnica
- Velež
- Čabulja
- Bjelašnica-Gatačka
- Baba
- Dinara
- Šator

#### **(UGDGN) - 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 Ljubuške, zatim

zalazi u kanjoj Drežanke (planina Čvrsnica) do neretvanskog rasjeda. 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 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 dr. 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 je da 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
- 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.

#### *4.3.2. Navlake proizašle kretanjem Dinaridskog dijela Tetisa*

Navlake proizašle kretanjem Dinaridskog dijela Tetisa uključuju navlaku Bosanskog fliša, Ofiolitnu navlaku i Savsko-varđarsku navlaku. Sve ove navlake su proizašle kretanjem iz jasnih paleogeografskih jedinica Dinarskog dijela Tetisa i igraju veoma važnu ulogu u sadašnjoj strukturi Unutrašnjih Dinarida.

**NBF - Navlaka Bosanskog fliša**, koja je izgrađena od lijaskih do donjopaleogenskih, pretežno flišnih formacija, navučena je na navlaku Una-Glamoč-Drežnica-Gacko. 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 (**ON**) (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 vergencijom prema jugozapadu, sa osama različite orijentacije. Nabori su u velikoj mjeri nastali pod uticajem pokrovne Durmitorske navlake i to podvlačenjem.

**(ON)** - *Ofiolitna navlaka* je najveća navlačna struktura Unutarnjih Dinarida. Ona isklinjava južno od Zagreb-Zemplin rasjeda, gdje je jako zaplavljena neogenskim sedimentima Panonskog basena.

Ofiolitne formacije ove navlake su najbolje i s najdužim profilom otkrivene u dolini rijeke Bosne u središnjim Dinaridima, a dalje na jugoistoku preko nje je navučena Golijaska 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.

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 Borje-Mahnjača-Krivaja Unutrašnjih Dinarida i 2) Gornja Ofiolitna navlaka koja uključuje ultramafitne masive Ljubić-Ozren-Konjuh i Ibar u Srbiji, ona se dalje na jugoistok nastavlja na istočnu zonu Mirdite u Albaniji (Shallo et al., 1990).

Ofiolitna navlaka je od područja Vareša pa na jugoistok navučena preko Durmitorske navlake dok je u sjeverozapadnim dijelovima (Uzlomac i Borja) navučena na navlaku Bosanskog fliša.

**(SVN)** - *Savsko-varcarska navlaka* je najunutarnjija, odnosno najsjevernija navlaka koja se po pružanju može pratiti stotine km; 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-varcarska navlaka je pod blagim kutom navučena na Panonski bazen, odnosno južnu Tisiju (Karpate). Ovo navlačenje rezultat je pliocenske transpresijske tektonike koja je uvjetovala da se formacije Savsko-varcarske zone nalaze kao navlačci preko neogenskih sedimenata južnog Panonskog bazena u susjednoj Slavoniji (Šparica, Pamić, 1986; Pamić et al., 1998).

#### **4.3.3. Navlake proizašle kretanjem paleozojsko-trijaskih jedinica**

U Unutrašnjim Dinaridima su izdvojene slijedeće navlake proizašle kretanjem paleozojsko-trijaskih jedinica: Durmitorska, Unsko-Sanska, Ključko-Raduška i Golijaska navlaka

**(GN)** - *Golijaska navlaka* odgovara dijelu «unutrašnje paleozojske zone Petković, 1961» odnosno «zoni Golije, Obuen 1974» Ona obuhvata drinski paleozoik (područje Vlasenica, Bratunac, Srebrenica) sa trijaskim pokrovom na njegovom jugozapadnom obodu, koji je navučen preko ofiolitne navlake. Golijaska 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 (Djoković, 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 Djoković (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.

**(SUN)** – *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.

**(DN)** - *Durmitorsko navlaka*, je karakteristična za prostore Istočnih Dinarida, izgrađena je pretežno od trijaskih, uglavnom karbonatnih stijena, uz podređene klastične i silicijske sedimente i vulkanite. No ona uključuje i velike paleozojske komplekse Foča-Prača u Bosni i Linski paleozoik u Crnoj Gori.

Paleozojske naslage su predstavljane nisko metamorfoisanim pješčarima i škriljcima, konglomeratima i krečnjacima, te rijetko riolita. Donjokarbonske i srednjokarbonske naslage su predstavljene flišom u kome se nalaze krečnjački olistoliti devonske starosti. Poslije pekada sedimentacije, u gornjem permu nastaju evaporiti, alevroliti, pješčari i konglomerati.

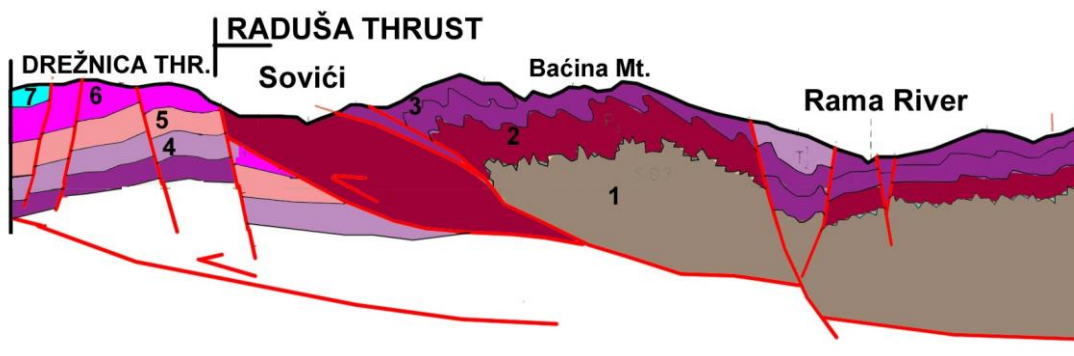
U jugoistočnoj Crnoj Gori su frontalni dijelovi Durmitorske navlake navučeni na navlaku Bosanskog fliša i ta se granica može pratiti na sjeverozapad do područja Vareša. U području Vareša preko Durmitorske navlake navučena je Ofiolitna navlaka, dok je idući na jugoistok, na području Romanije i Devetaka preko Durmitorske dijelom navučena Golijaska navlaka.

**(KRN)** – *Ključko-raduška* je izdvojena u središnjim i sjeverozapadnim Dinaridima.. Čelo navlake se može pratiti na dužini oko 150 km počevši od planine Bačine kod Jablanice pa preko Raduše, Plazenice Stožera, Dimitora i Sanice do područja Japre kod Bosanske Krupe (Sl. 8 i 9)

Jugozapadni dijelovi Raduške navlake izgrađeni su pretežno od trijaskih karbonatnih i manje klastičnih i magmatskih stijena, te podređenih permskih sedimenata. U njezinim frontalnim dijelovima vrlo se često pojavljuju permski evaporiti koji su vjerojatno pospješili navlačna kretanja.

U sjevernim dijelovima Raduške navlake smješten je paleozojski kompleks Srednjobosanskih škriljastih planina, jedan od najvećih u Unutarnjim Dinaridima. Izgrađuju ga pretežno variscijske formacije, uz podređene prevariscijske i postvariscijske formacije (Hrvatović, 1997). Na jugozapadu je taj kompleks ograničen longitudinalnim Voljevačkim rasjedom koji se poklapa sa pozicijom dubinskog rasjeda.





**Sl. 9. Geološki profil – Ključko raduška navlaka**

U sklopu Ključko-raduške navlake izdvojene su slijedeće navlake drugog reda:

- Bačina
- Plazenica
- Stožer
- Dimitor
- Raduša
- Sanica
- Japra (JA)

### **3.4. Glavne rasjedne strukture Dinarida**

U jasno izraženoj navlačnoj gradnji Dinarida, mogu se izdvojiti slijedeći rasjedi:

- dubinski rasjedi,
- postkolizionni horizontalni i normalni rasjedi - rasjedi prvog reda (neotektonski aktivni rasjedi)
- rasjedi drugog reda bez oznake karaktera,

#### **3.4.1. Dubinski rasjedi**

Istraživanjem gradnje Zemljine kore, na području Dinarida, dubinskim seizmičkim sondiranjem (Dragašević, 1974, Dragašević i Andrić, 1982), 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 dr. 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. Poredjenjem ovih rasjeda (na karti označeni sa tri crvene linije) sa površinskom geološkom gradjom 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), Grubić (1980), Dimitrijević (1982), Andjelković (1982), Herak (1986) i dr.

Dubinskim seizmičkim profiliranjem (Dragašević, 1974) izdvojeni su slijedeći dubinski rasjedi (sl.8):

- Unski
- Vrbaski
- Busovački
- Banja Luka-Zenica
- Bosanski Novi-Banja Luka-Olovo-Višegrad
- Kozara



- Sprečansko-kozarački
- Sjevernobosanski
- Savski
- 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 geologije. 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 geologija i recentna seizmička aktivnost ukazuje na njihovu izraženu neotektonsku aktivnost.

Od dubinskih rasjeda, posebno se ističe potez Banja Luka-Tuzla-Zvornik (kao dio velikog regionalnog rasjeda od tektonske linije Zagreb-Zemlin do Skoplja), zatim Vrbaski i Banja Luka- Zenica koji se spaja sa Busovačkim dubinskim rasjedom.

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 gradnju 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 horizontaln 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.

Vrbaski rasjed presijeca Mohorovičićev diskontinuitet i predstavlja jedan od najznačajnijih 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.

Ovaj dubinski rasjed odvaja paleozojski kompleks Srednjobosanskog škrljavog gorja od karbonatnih naslaga mezozoika. Duž njega smješteni su neogenski slatkovodni sedimenti Bugojanskog, Jablaničkog i Gatačkog basena. Za ovaj rasjed, karakteristične su mase srednjotrijaskih magmatskih stijena: spilita i dijabaza iz doline Vrbasa, gabrodiorita Radovan planine i gabra Jablanice. Ove magmatske stijene su izdvojene kao produkti kontinentalnog riftovanja (Pamić, 1996), međutim najnovija ispitivanjima geohemijskih osobina (Trubelja et al., 2004) upućuju na zaključak da ove stijene imaju i karakteristike subdukcionog magmatizma.

Busovački dubinski rasjed predstavlja sjeveroistočnu granicu Srednjobosanskog škrljavog gorja, prema Sarajevsko-zeničkom neogenskom basenu. Geomorfološki je veoma izražen tako da se jasno uočava na satelitskim i avinskim snimcima. Pruža se od Jajca, gdje dopire do Vrbaskog rasjeda, preko Travnika, Viteza, Busovače i Kiseljaka, ide jugozapadnim obodom Sarajevsko-zeničkog basena 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 Sarajevsko-zeničkog basena 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. Postojanje Busovačkog rasjeda, potvrđeno je i geofizičkim mjerenjima (magnetizam, gravimetrija i seizmika) na dijelu između Kiseljaka i Busovače. 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.

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 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.

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 od 30-35 km.

Kozara je rasjed 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 Kulaša.

Sprečansko-kozarački predstavlja sjeveroistočnu granicu 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

Sjevernobosanski 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.

Savski je najsjeverniji dubinski rasjed koji se pruža duž rijeke Save, počevši od ušća Une do Drine na istoku. Rasjed je utvrđen geofizičkim ispitivanjima, dopire do Mohorovičićevog diskontinuiteta (25 km).

Zvornički rasjed pruža se dolinom Drine gdje je došlo do spuštanja njegovog zapadnog bloka. Rasjed je upravan na pružanje ostalih rasjeda.

### 3.4.2. Horizontalni i normalni rasjedi

#### - rasjedi prvog reda (neotektonski 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, vrbaskog bugojanska i dr. Za većinu ovih rasjeda je karakteristično da pored izraženih vertikalnih, imaju i desna horizontalna kretanja (desni strike-slip rasjedi). Desno, strike-slip rasjedanje je bilo aktivno, od oligocena do kvartara, u cijelim Dinaridima među kojim regionalni značaj ima rasjed Spreča-Kozara koji se podudara sa dubinskim rasjedom. Dokazi za desno kretanje duž ovih rasjeda utvrđeni su u Sarajevsko-zeničkom i Tuzlanskom basenu 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  $310^{\circ}$ - $130^{\circ}$ . Rasjedi, jugozapadno od Vrbaskog dubinskog rasjeda imaju generalni pravac pružanja  $330^{\circ}$ - $150^{\circ}$ .

Na karbonatnoj platformi desni strike-slip rasjedi, pravca sjeverozapad-jugoistok, doveli su do formiranja karstnih polja kao što je 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 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.

Pored dubinskih i rasjeda prve kategorije na karti su izdvojeni rasjedi druge kategorije, koji presijecaju površinske dijelove Zemljine kore i imaju dužinu pružanja maksimalno do 10 km.

Rasjedi prvog reda, i uzdužni i poprečni, su mladi (neotektonski) rasjedi koji Dinaride Bosne i Hercegovine dijeli na blokove sa različitim vertikalnim i horizontalnim kretanjima, gradeći pri tome mrežu seizmogenih rasjeda (seizmogenih struktura). Za rasjede koji su granice tektonskih blokova, vezana su žarišta dogodjenih a i budućih zemljotresa.

#### *3.4.3. Rasjedi drugog reda*

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 rjedji 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 preovladjuju rasjedi orijentirani sjever-jug.

U Središnjim Dinaridima rasjedi nemaju karakterističnih pružanja, već strukturne jedinice presijecaju u svim smjerovima, dijeleći je u veće ili manje nepravilne blokove.

U unutrašnjim dijelovima Dinarida , na dijelu Goljske navlake (Devetak i Romanija) preovladavaju rasjedi smjera sjeverozapad-jugoistok, dok na području Zavidovića i Maglaja rasjedi imaju generalni smjer zapad-istok

#### 4. GEOLOŠKE KARAKTERISTIKE PODRUČJA, PREDVIĐENA ZA ISTRAŽIVANJE NAFTE I PLINA

Na bazi postojećih podataka, o potencijalu rezervoar, pokrovnih i matičnih stijena, dobijenih istražnim bušenjem, interpretacijom litologije, hronostratigrafije, okoliša facija i geofizike na području Federacije Bosne i Hercegovine postoje perspektivni prostori za nastavak istraživanja nafte i plina. Ti prostori se nalaze u sjevernoj Bosni (na širem području Tuzle i Orašja), srednjoj Bosni (Sarajevsko-zenički basen), Jugozapadnoj Bosni i Hercegovini (područje Velika Kladuša-Glamoč-Livno-Drežnica i Stolac-Neum).

Na perspektivnost izdvojenih prostora za dalja istraživanja nafte i plina ukazali su i rezultati 14 seizmičkih profila ukupne dužine 490 km, koji su izvedeni na području karbonatne platforme, u periodu juni 1989 i 1990 godine. Pozicija ovih profila prikazana je na prilogu broj 2. Pored rezultata seizmičkih ispitivanja u interpretaciju su bili uključeni, u znatnoj mjeri, i geološki podaci.

##### 4.1. VELIKA KLADUŠA-GLAMOČ-DREŽNICA-STOLAC-NEUM (karbonatna platforma)

Naftno-geološka istraživanja koja su se izvodila na području Vanjskih Dinarida (Glamoč-Drežnica-Stolac-Neum) - **Projekt Dinaridi** pretežno su fundamentalnog karaktera i možemo smatrati da su tek pokrenuti istražni radovi.

Procjena geoloških osnova za naftno-geološka istraživanja područja Drežnice kod Mostara, Glamoča-Livna-Duvna i Stoca-Neuma, data je na bazi tumačenja podataka Federalnog zavoda za geologiju iz Sarajeva i američke kompanije AMOCO.

Predmetna istražna polja spadaju u mezozojsku karbonatnu platformu (Vanjske Dinaride) gdje su identifikovani **potencijalni intervali kolektora** sa sekvencama silicijsko-klastičnih stijena iz gornjeg perma i donjeg trijasa i u dolomitiziranim karbonatima platforme od perma do gornje jure.

Na istražnom području identifikovane su potencijalne zaštitine stijene. To su evaporiti iz perma i trijasa koji predstavljaju najbolju moguću zaštitu za zamku unutar karbonatnih sekvenci. Ostale moguće zaštitne stijene su krečnjaci sa litotisima.

Takodje su identifikovani intervali koji su sposobni da generiraju znatne količine ugljovodonika. Značajne litofacije matičnih stijena postoje u depozicionim sekvencama gornjeg trijasa (karnijski kat), gornje jure te u kredi.

Izvršena je analiza pružanja, veličine i oblika struktura, te ostalih ključnih strukturnih oblika kao što su rasjedi i nabori.

Seizmička ispitivanja nisu vršena u kanjonu Drežnice. Jedan profil je urađen južno od Drežnice, na potezu od Mostara do Medjugroja, pri čemu su na osnovu ograničenih seizmičkih podataka izdvojene sekvence sa navlakama klastita perm-trijasa, pravci pružanja nabora i navlaka karbonatnih stijena mezozoika (seizmički profil L-2, na prilogu broj 2).

Na području Glamoč-Livno-Duvno izvedena su određena seizmička ispitivanja. Ta ispitivanja je finansirao i rezultate interpretirao AMOCO. Sinteza, ovdje prikazanih podataka, je bazirana na relativno malom stepenu istraženosti ovog područja. Biće potrebna dodatna geološka, geofizička i geohemijska ispitivanja, te strukturno-istražno bušenje, da bi se konačno odredila lokacija značajna za akumulaciju ugljovodonika. Ovo područje je prema podacima seizmičkog profila L-5 (prilog broj 2) ima povoljnu strukturu koju treba istraživati u narednom periodu.

### **Opća perspektivnost na naftu karbonatne platforme**

**Prema zaključcima AMOCO-a perspektivnost na naftu zaista postoji**, a to svoje mišljenje zasniva na informacijama (dobijene iz podataka Zavoda za geologiju i sopstvenih istraživanja) o strukturama (antiklinala Drežnica-struktura Crni Vrh, strukture između Stoca i Neuma) kolektorima (dolomiti trijas-jura), zaštitnim stijenama (jurski krečnjaci sa lithiotisima, permski evaporiti), matičnim stijenama kao i geofizičkim ispitivanjima u širem području karbonatne platforme. Specifični strukturni oblici su identifikovani na osnovu geoloških podataka o površini. Potencijalni kolektori postoje u dolomitiziranim sekvencama karbonatne mezozojske platforme i klastitima kasnog perma. Potencijalne zaštitne stijene postoje u okviru karbonatne platforme.

Ovaj zaključak-mišljenje je baziran na relativno malom stepenu istraženosti ovog istražnog polja. Navedeno mišljenje je zasnovano najvećim dijelom na površinskoj geologiji i laboratorijskim analizama istražnih područja. Takođe su korišteni rezultati istražnog bušenja na karbonatnoj platformi, seizmičkih i magnetsko-telurskih i ostalih geoloških ispitivanja na području Hercegovine (dijela karbonatne platforme). Za sada se može reći da su potrebna dodatna geološka, geofizička i geohemijska ispitivanja kako bi se istakli lokaliteti koji daju nadu da bi mogli sadržavati ekonomski interesantne akumulacije ugljovodonika.

#### **4.1.1. Stratigrafija**

Stratigrafska analiza Dinarida, posebno karbonatne platforme istražnih područja, koja je ovdje prikazana imala je za cilj prikaz odnosa koji određuju rasprostranjenost potencijalnog naftonosnog (plinonosnog) kolektora, litofacija matičnih stijena i zaštitnih (pokrovnih) litofacija.

Da bi se razumjela rasporstranjenost facija prikazana je generalizirani stratigrafski stub za istražna područja Dinarida (sl. 10).

U cilju upoznavanja i boljeg razumijevanja vertikalne i lateralne rasprostranjenosti facija u Dinaridima odnosno u širem području istražnih polja, prikazan je niz stratigrafskih poprečnih profila uz pomoć podataka sa Osnovne geološke karte i studijskih ispitivanja. Ovi profili daju opći pregled rasprostranjenosti litofacija nastalih u mezozojskoj karbonatnoj platformi Dinarida. U stratigrafsku analizu uključeni su uglavnom podaci Zavoda za geologiju BiH i rezultati ispitivanja američke kompanije AMOCO-a iz 1989 i 1990.

#### **Perm**

U permu 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. Evaporiti **kao najbolje moguće zaštitne stijene** za glavne rezerve nafte u tektonski deformiranim područjima su od bitne važnosti za određivanje pravca pružanja produktivnog pojasa naftnog nalazišta. Oni su bitni i za utvrđivanje oblika deformacija kako prije tako i poslije djelovanja tektonskih sila.

U istražnom polju Drežnica evaporiti nisu pronađeni na površini. Prema podacima iz bušotina na ugalj utvrđene su na području Mostara naslage evaporita (ovo bi trebalo provjeriti). Postoje određene mogućnosti pronalaska evaporita na području Bijelog polja (sjeverno od Mostara) za što bi bilo potrebno strukturno bušenje.

U Bušotini Glamoč-1 utvrđene su permski klastično-evaporitski sedimenti. Podaci seizmičkog ispitivanja (profil L-2, prilog broj 2) ukazuje na permske klastično-evaporitske sedimente na području planine palkelnica i Ljubuša.

### **Donji trijas**

Donji trijas u širem području istražnog polja Drežnica, otkriven je između sela Humci i Lišani (Bijelo polje-jugoistočno od Drežnice) gdje je istisnut sa dubine 600-1000 m. Debljine je 200 m a karakterišu ga klastiti sa školjkašima Claraia i Myophoria. Njegova pojava uzrokovana je Neretvanskim rasjedom. Ispod ovih klastita procjenjuje se postojanje evaporita koji su najbolje **zaštitne stijene**.

### **Srednji trijas**

Depoziciona sredina u Vanjskim Dinaridima srednjeg trijasa, karakteriše se taloženjem karbonatnih stijena u aniziku i ladiniku. Veliki prekid u taloženje dešava se na granici anizijsko-ladinskog kata. Sinsedimentni ekstenzivni tektonski pokreti doveli su do diferencijalnog izdizanja i slijeganja karbonatne platforme u aniziku. Početno spuštanje relativnog nivoa mora dovelo je do taloženja klastičnih sekvenci, koje je vidjeno u bušotini Glamoč-1. Nastavljeno rapidno slijeganje imalo je za posljedicu basensku ispunu miješanim karbonatno-klastičnim stijenama što je takodje primijećeno u Glamoču.

Na Drežnice, na površini su otkrivene ladinske naslage na potezu od sela Striževa do Perutca. Ladinik počinje sa glincima i rožnacima crvenkasto-žućkaste boje sa malim kuglastim školjkašem Avicula. Slijede laporci i kvrgavi krečnjaci sa tufovima andezitskog sastava (50 m), pa tamnosivi krečnjaci (250 m) sa školjkašima gornjeg ladinika (Daonella, Posidonia).

### **Gornji trijas**

Nakon perioda subarealnog ogoljenja i taloženja kontinentalnih klastita i boksita u karnijskom katu, nastavljeno je taloženje karbonata. Stvaraju se širokorašprostranjena facijalna područja dolomita ograničene intertajdalne platforme. Gornji trijas počinje (najniži dijelovi kanjona Drežnice-sl.11.) sivim do **crnim bituminoznim dolomitima** 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).

Gornji trijas u faciji dubokovodnih ekvivalenata karbonata iz karnijskog kata (mogu biti slični eventualnim matičnim stijenama) primjećen je u bušotini Glamoč 1. Tipičnu sekvencu u bušotini Glamoč karakterišu krečnjaci, laporci i glinoviti škriljci čija biota sugerše depoziciju sredinu analognu dubokoj laguni. U bušotini Glamoč-1, ova sekvenca na kraju isplivana u sedimente koji su slični ostalim dijelovima karbonatne platforme.

### **Donja jura**

Stvaranje karbonata u periodu rane jure na karbonatnoj platformi započinje taloženjem dolomita ograničene platforme slični onima iz norika i reta.

U području Drežnice ove naslage razvijene su 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 deo 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 lijaskih sedimenata je nejasna i postoji postupni prelaz u krečnjake i dolomite dogera. Debljina lijaskih sedimenata je oko 300 m (sl.11)

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

Na području Glamoč-Livno-Duvno konstatovan je postupan prelaz gornjotrijaskih u lijasku dolomite debljine cca 250 m. Srednji dio lijasa čine gromuljasti krečnjaci sa foraminiferama i školjkašima.

### **Srednja jura**

Karbonatna platforma se stabilizovala u periodu srednje jure. Nastavljeno slijeganje je rezultiralo taloženjem subtajdalnih isplačnih stijena u lagunama unutrašnje karbonatne platforme.

Naslage dogera pružaju se kao i lijasku čitavom dužinom desne obale Drežanke. Izgradjuju 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.

Srednja jura (doger) Istražnog polja Glamoč-Livno-Duvno predstavljena je oolitnim krečnjacima koji se smjenjuju sa dolomitima.

### **Gornja jura**

Tokom kasne jure, platforma Dinarida se razvila u ivični šelf (platforma u moru) gdje se stvaraju lagunski krečnjaci i dolomiti koji sadrže alge Clypeine kao i izasprudne lagunske facije sa kladokoropsisima.

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 brioza. Debljine su oko 250 m.

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

Na području Pakline i Ljubuše gdje postoje pretpostavke postojanja povoljne strukture za naftu i gas najveći dio gornje jure izgrađen je od krečnjaka i dolomita s elipsaktinijama i puževima. Donju granicu ovih naslaga označava pojava elipsaktinija.. karakteristično je da su krečnjaci dijelom u procesu dijageneze prešli u dolomite.

### **Donja kreda**

Taloženje karbonata se nastavlja uz kratki prekid (boksit i breče) što je vezano za tektonsku aktivnost

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 osladjivanje mora. Na planini Staretina utvrđeni su prvi pahiodontni školjkaši u 40 metara debelom paketu krečnjaka.

### **Gornja kreda**

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.

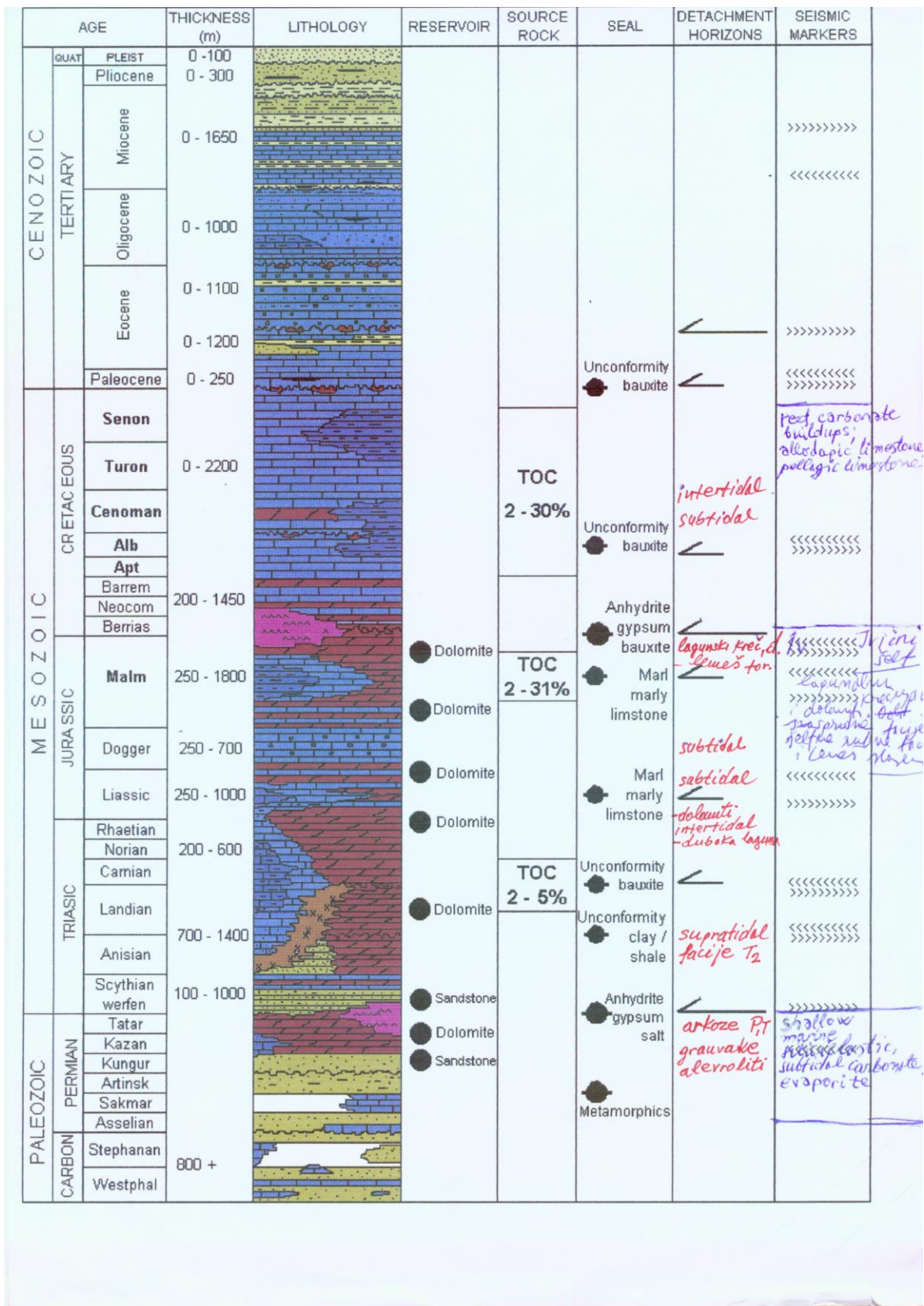
Gornjokredne naslage otkrivene su na lijevoj obali Drežanke gdje se nalaze u tektonskom kontaktu sa trijaskim naslagama. Istočno od sela Striževa na lijevoj obali Drežanke, na manjoj površini otkriveni su **bituminozni laporoviti krečnjaci i dolomiti**.

Na ograničenim prostorima Livna i Duvna mogla se utvrditi čitava gornja kreda.

### **Paleocen i Eocen**

Tokom paleocenu i eocenu nastavlja se taloženje, lokalno, karbonata. Do kraja eocena i ranog oligocena, taloženje na platformi se okončava regionalnim izdizanjem i taloženjem konglomerata.

Na sintetskom geološkom stubu (sl.5 ) prikazane se kolektorske, matične i zaštitne stijene područja Dinarida.



Sl. 10. Sintetski geološki stub Dinarida (Amoco, 1990, Hrvatović, 2000)

| m   | Age                                |  | Lithology                                                                             | Environments                          | Fossils                                                                       |
|-----|------------------------------------|--|---------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------|
|     | K <sub>2</sub>                     |  | Reef limestones, bituminous marly limestones and dolomites                            | Marine platform                       | Globotruncana                                                                 |
|     |                                    |  | Bauxite                                                                               | land                                  |                                                                               |
|     | K <sub>1</sub>                     |  | Dolomites with limestones                                                             | Marine platform                       | Salpingoporella, Cyliroporella, Cuneolina, Toucasia, Nerinea                  |
|     |                                    |  | bauxite                                                                               | land                                  |                                                                               |
| 550 | J <sub>3</sub>                     |  | Limestone with dolomites                                                              | Marine platform                       | -Clypeina, Ellipsactinia, Ptygmatis, - Cladocoropsis, Kurnubia, Pfenderina    |
| 250 | J <sub>2</sub>                     |  | Limestone with dolomites                                                              | Marine platform                       |                                                                               |
| 300 | J <sub>1</sub>                     |  | -bedded limestone, -limestone with lithiotis, -black bituminous limestone, -dolomites | Marine platform: -subtidal, -lagoonal | -Glomospira sp. -Lithiotis problematica, Durga crassa -Orbitopsela praecursor |
| 500 | T <sub>3</sub> <sup>2</sup> ,<br>3 |  | -dolomites and limestone-dolomites with megalodon                                     | Marine platform                       | Megalodon                                                                     |
| 110 | 2T <sub>3</sub> <sup>1</sup>       |  | Dolomites                                                                             | Marine platform                       | Sphaerocodium                                                                 |
| 60  | 1T <sub>3</sub> <sup>1</sup>       |  | Red and green marls, dolomites                                                        | Marine platform                       |                                                                               |
| 150 | 1T <sub>3</sub> <sup>1</sup>       |  | Gray and black dolomites (bituminous dolomites)                                       | Marine platform                       | Daonella, Posidonia                                                           |
| 250 | 2T <sub>2</sub> <sup>2</sup>       |  | -Gray and black cherts and limestone, -Tuffs, volcanic breccia, limestone and marls   | Continental reef                      | Daonella                                                                      |
| 90  | 1T <sub>2</sub> <sup>2</sup>       |  | Red schists and yellow sandstone                                                      | Continental reef                      | Avicula globulosa                                                             |

**Sl. 11. Geološki stub mezozoika područja Drežnice (Hrvatović, 2006, poslije Behlilovića 1964)**

#### 4.1.2. Rezervoari

Litofacije koje predstavljaju potencijalne kolektore ugljovodonika unutar Dinarida su silicijsko-klastične stijene iz perma i donjeg trijasa i dolomiti od perma do gornje jure. Klastiti iz oligocena također mogu predstavljati potencijalne kolektore kao npr. u Sarajevsko-zeničkom basenu.

**Rezervoari koji sadrže klastične stijene**, stvarani su u gornjem permu i donjem trijasu. Dominiraju klastične stijene koje mogu biti kolektori za ugljovodonike. Depozicione sekvence iz perma i donjeg trijas u Dinaridima sadrže jedinice u kojima dominiraju klastične stijene koje pri pravilnoj kombinaciji pojava taloženja i ukopavanja mogu u mnogim područjima proizvesti kolektore za naftu. Najvećim dijelom ove klastične jedinice karakterišu stijene sastavljene od muljnih čestica (alevroliti) i sitnozrni pješčari nastali u plitkoj depozicionoj sredini. Kvalitet ovih kolektora može biti veoma promjenljiv zbog prirode stijene i veziva. Veliki dio klastita perma i trijasa sadrži grauvake i veliki procenat liskuna i fragmenata vulkanskog porijekla. Fizičko zgušnjavanje ovi slabo sortiranih sedimenata dovodi do uništavanja primarne poroznosti koja je na početku bila pristupa u ovim sedimentima.

U budućim istraživanjima potrebno je dodatno kartiranje litofacija krupnozrnih klastičnih stijena u svrhu utvrđivanja pravca razvoja ovih sedimenata ispod površine zemlje. Pažnju posvetiti prikupljanju podataka za procjenu sekundarne poroznosti u dijagenezi klastita.

Za ove klastite karakteristične su alevritske stijene (sastavljene od muljnih čestica) i sitnozrni pješčari nataloženi u epikontinentalnoj morskoj sredini. Krupnozrne klastične stijene su rjeđe zastupljene. Bilo bi potrebno dodatno kartiranje ovih naslaga u Bijelom polju kod Mostara. Ovi klastiti kao kvalitetni kolektori su veoma promjenjivi zbog prirode stijene i veziva. Klastiti su uglavnom predstavljeni grauvakama i imaju veliki procenat zrna liskuna. Dijagenozom ovih sedimenata uništena je primarna poroznost koja je na početku bila prisutna. U njima se mogu očekivati slabije formiranje sekundarne poroznosti prouzrokovane raspadanjem zrna vulkanskog porijekla i zrna feldspata. Od klastita utvrđene su i sitnozrne arkoze sa liskunom, koje mogu biti tipične za potencijalne kolektorske facije u podzemlju. Najveći dio šupljina ispunjen je kalcitskim cementom. Cement čini, po procjeni, 10-30% zapremine. Rastvaranjem ovog kalcitnog cementa ispod površine zemlje formirao bi se kolektor sa izvrsnim parametrima. Brojni autori su naglasili značaj sekundarne poroznosti u dijagenezi klastičnih stijena i formiranje kolektora ugljovodonika. U budućim ispitivanjima bi trebalo ispitivati dobro sortirane klastite sa kalcitnim cementom.

**Rezervoari koji sadrže karbonatne stijene.** Na poroznost karbonatnih stijena utiče priroda biološke komponente u sedimentu i depoziciona sredina. Generalno primarna poroznost je rijetko zabilježena. Najvažniju ulogu u formiranju i razvoju sekundarne poroznosti imaju primarni depozicioni uslovi. Primarna depoziciona poroznost se progresivno gubi tokom mehaničkog i hemijskog zgušnjavanja sedimenata.

Postoje tri vrste značajnih procesa formiranja poroznosti: 1. Dolomitizacija, 2. Rastvaranje, 3. Stvaranje pukotina. Formiranje poroznosti u karbonatima Dinarida je rezultat sva tri navedena tipa.

Prema podacima sa izdanaka i bušotina, koje su izvedene u Dinaridima, za poroznost se može reći slijedeće:

-Primarna poroznost u najvećem dijelu krečnjaka je zapunjena kalcitnim cementom. Cementaciju nastalu ukopavanjem je pratilo i hemijsko zgušnjavanje koja je bila prodornija u muljevitim sklopovima krečnjaka. Kasni kalcitni cementi koji popunjavaju pore i pukotine dovode se u vezu sa otlinjavanjem CO<sub>2</sub>, koji je opet u vezi sa tektonskim stvaranjem pukotina i izdizanja koje je nakon toga uslijedilo.

-Rani i kasni potpovršinski dolomiti zadržali su promjenjive količine primarne fenestralne i sekundarne medjukristalne poroznosti. Ispodpovršinsko rastvaranje dolomitiziranih dijelova (rastvaranje rombova dolomita) povećala se poroznost dolomitiziranih jedinica. Intergranularno stvaranje pukotina i dedolomitizacija povezana sa djelovanjem tektonskih sila i kasnijim izdizanjem takodje se povećala poroznost dolomita.

Razvoj poroznosti zavisi od vremena i redoslijeda dolomitizacije i dijageneze. U budućim ispitivanjima potrebno je utvrditi relativno vrijeme ovih procesa u jedinicama različite geološke starosti. Ova ispitivanja treba izvoditi u pravcu pružanja struktura što će omogućiti prognoziranje razvoja potencijalnih kolektora.

Posebno je važno stvaranje makro i mikro pukotina koje medjusobno povezuju velike šupljine što povećava poroznost kolektorskih stijena. Takodje je značajno povećanje cirkulacije otopina duž ovih pukotina. Bušotina Glamoč se smatra dobrim primjerom stvaranja poroznosti kasnijim agresivnim luženjem koja je povećala sekundarnu šupljikavost već prisutnu u dolomitima srednjeg trijasa. Na osnovu karotaža ove bušotine, poroznost je 10,2 %. Parcijalna dolomitizacija krečnjačkih sekvenci je tipična za zone slabe poroznosti u ovoj bušotini. Područja velike poroznosti pokazuje medjukristalnu poroznost u dolomitnom sklopu. Vjeruje se da je kasnije agresivno luženje preostalog kalcita generiralo velike vrijednosti poroznosti vidjene u bušotini. Vjeruje se da je poroznost, nastala kasnijim agresivnim luženjem, u vezi sa smještajem ugljovodonika. Ispitivanja su pokazala naftne mrlje u cijelom profilu u mikro-pukotinama unutar dolomitnih zrna i duž granica medjukristalnih šupljih prostora i većih šupljina u stijeni. Vjeruje se da je pirobitumen nastao iz oksidacione reakcije koja uključuje pokrovnu jedinicu evaporita. Proizvodi ove reakcije daju mnogo  $H_2S$ , koji je potom prouzrokovao agresivno luženje koje je zapaženo. Ispitivanjima koje je izveo AMOCO sa uzoraka iz bušotine i sa izdanaka zapaženo je kasnije potpovršinsko luženje parcijalno dolomitiziranih sklopova.

**Dolomitne stijene unutar karbonatne platforme predstavljaju najbolja područja za istraživanje ugljovodonika, odnosno sadrže kvalitetna kolektorska svojstva.**

#### **4.1.3. Zaštitne (pokrovne) stijene**

Za procjenu područja istraživanja ugljovodonika u tektonskim pojasevima je važna ocjena cjelovitosti pokrovnih stijena. Najznačajnije pokrovne stijene su **evaporitski kompleksi**. Potencijalni zaštitni slojevi su tamo gdje postoje i regionalne diskordancije (anizik-ladinik, karnik-norik, gornja jura-donja kreda) a vezane su za epizode transgresije ili plavljenja unutar mezozojske karbonatne platforme (vulkano-klastična sekvencija anizik-ladinik, depozicioni sklop Lithiotis iz lijasu kojeg imamo u Drežnici).

Za utvrđivanje kolektorskih stijena (naročito evaporitskih kompleksa) potrebno bi bilo izvršiti strukturna bušenja na području Bijelog polja.

Evaporiti kao najbolje zaštitne stijene mogu biti permo-trijaske i jursko-kredne starosti. Rasprostranjenost po starosti evaporita unutar depozicione sekvence i lateralni pravac svake veće jedinice su od bitne važnosti za određivanje pravca pružanja naftnog nalazišta. U tektonski deformisanim područjima kakvi su Dinaridi, evaporiti imaju veliku ulogu kako prije tako i poslije djelovanja tektonskih sila. U literaturi se govori o dvije velike evaporitske sekvence u Dinaridima, jedna iz permo-trijasa a druga iz jure-krede.

AMOCO je 1989 godine iz bušotine Glamoč analizirao pet uzoraka na izotope sumpora pri čemu je dobijena starost perm ili donji trijas.

Kao zaštitne stijene javljaju se boksiti i sitnozrne silicijske klastične stijene koje su karakteristične za diskordancije mezozojskog karbonatnog kompleksa Dinarida. One su nastale na granici anizik-ladinik, ladinik-karnik i gornja jura-donja kreda.

Unutar karbonatne platforme kojoj pripada istražno polje Glamoč-Livno-Tomislavgrad, zapaženo je nekoliko transgresija. Sinsedimentni tektonski pokreti tokom srednje jure stvorili su uslove za taloženje škriljaca, laporaca i muljem bogatih karbonata u kotlinama unutar platforme i basenima što bi moglo predstavljati zaštitne slojeve. Postepeno podizanje relativnog nivoa mora tokom lijasa imalo je za posljedicu taloženje nagnute do plitkovodne platforme, subtajdalnih facija u velikom dijelu karbonatne platforme. Tada dolazi do taloženja laporaca, glinovitih stijena i grauvara koje mogu biti zaštitne stijene.

Dalja istraživanja na terenu trebaju biti usmjerena na utvrđivanje cjelovitosti ovih jedinica nakon tektonskih deformacija. Takođe treba istraživati lateralnu rasprostranjenost i promjenu debljine svake jedinice, kao i mjerenje uobičajene poroznosti.

#### 4.1.4. Matične stijene

Tri stratigrafska intervala sadrže matične stijene koje su vjerovatno sposobne da regeneriraju ugljovodonike u velikim količinama. Radi se o slijedećim intervalima: ladinik-karnik, gornja jura i alb-senonski kat iz krede.

Tumači se da su stijene iz ladinik-karnijskog kata potencijalne kao matične stijene za naftu. Ova zaključak je zasnovan na analizi podataka iz bušotine Glamoč-1 kao i termalne zrelosti i ukupnog sadržaja ugljika (TOC) izmjenjenog u uzorcima sa područja Lastve (podaci AMOCO-a). Geohemijskim ispitivanjem uzoraka iz bušotine Glamoč-1 (AMOCO) sa dubina 1718 i 1792 m daju TOC do 4,8%. Analitički podaci sugeriraju visok kvalitet kerogena u fa fazi naftnog prozora. Vitrinit refleksija je oko 1,2-1,3 % i T max najviša do 460°C. Stijene iz ladinika i karnika utvrđene su i na području Drežnice.

Prema podacima AMOCO-a stijene kartirane kao Lemeš facija **gornje jure su sklone nafti**. Lemeš facija se sastoji od uslojenih rožnaca koji sadrže amonite i radiolarije i od organskim materijama bogatih škriljaca ili laporaca, nataloženih u unutarplatformskoj dolini. Predpostavlja se da je ova facija razvijena u podzemlju Dinarida. Takođe se predpostavlja, na osnovu podataka ispitivanja sa drugih terena karbonatne platforme, da su Lemeš stijene iz gornje jure na nekim mjestima dostigle nivo zrelosti maksimalne (peak) nafte prije izdizanja i stvaranja navlaka. Matične stijene ne istiskuju značajnu količinu nafte dok zrelost ne napreduje do peak nafte. Zbog toga je vjerovatno postojao potencijal iz gornje jure u vrijeme kada su se stvarale strukture da uhvate u zamku migracionu naftu.

AMOCO je tokom 1989 godine na dva lokaliteta iz Dinarida (Lištica-Široki Brijeg i selo Rioca) uzeo uzorke iz gornjo-krednih karbonata. Rezultati su pokazali da te stijene pokazuju izvrsne karakteristike matičnih stijena sklonih nafti. Na planini Dinari, u blizini Uništa, uzeta su dva uzorka sa TOC od 10,24 % i 2,76 %. Matične stijene su crni tanki organskim materijama bogati slojevi između svijetlih tankih

slojeva krečnjaka albskog kata. Rezultati pokazuju da ovi sedimenti predstavljaju izvor sklon nafti ali da nije dovoljno zrelo da otpočne sa istiskivanjem nafte.

Ispitivanjima tokom 1989 godine uzeti su mnogi uzorci matičnih stijena iz krede koje su sklone nafti. To su intervali iz senona, cenomana i alba. Matične stijene iz krede su nezrele ili u početnoj »peak« oil.

Termalna zrelost matičnih stijena koja je određena na površini ili iz bušotina izgrađenih u strukturama krovine, odražava nivo zrelosti prije stvaranja navlaka. Matične stijene na površini u tektonskim pojasevima su izdignute duž reversnih rasjeda što je omogućilo hladjenje krovine i općenito zaustavljanje procesa sazrijevanja. Podina se sliježe tokom stvaranja navlaka ubrzavajući proces sazrijevanja u matičnim stijenama. Naftonosna područja zahtijevaju da zrele matične stijene budu u strukturnoj podini. Ovo možemo očekivati u široj zoni lokaliteta Crni Vrh istočno od Livna.

Analizom četiri uzorka iz bušotine Glamoč određen je sadržaj TOC, vizuelna analiza kerogena refleksija vitrinita i GC-MS (gasna hromatografija i masena spektrografija) Rezultati TOC organskog porijekla varirali su od 0,82 do 2,37.

Podaci o refleksiji vitrinita jasno pokazuju da su ove stijene prošle kroz naftni prozor i da su sada u fazi stvaranja gasa. AMOCO je ispitivanjima utvrdio da su u bušotini Glamoč-1 od 200-300 metra postojale matične stijene.

AMOCO je tokom istraživanja vršio i analizu nafte. Nafta iz izdanaka u Glamoču nije se mogla pozitivno korelirati sa bilo kojom naftom iz uzoraka uzetih iz matičnih stijena. Na osnovu karakteristika izotopa ugljenika, nafta vjerovatno potiče iz trijasa, ali ovu interpretaciju ne potvrđuju korelacija biomarkera.

Stijene iz krede (alb-senon) prema podacima AMOCO-a su nezrele ili u početnoj fazi peak oil. Kredne stijene u Drežnici se nalaze u tektonskim zonama, izdignute su zbog čega je došlo do hladjenja profila krovine i općenito zaustavljanje sazrijevanja. Naftonosna područja zahtijevaju da zrele matične stijene budu u strukturnoj podlozi. Općenito, područja perspektivna za naftu u tektonskim zonama imaju nezrele matične stijene na površini.

#### **4.1.5. Strukture**

Ukratko o strukturi Dinarida može se zaključiti slijedeće:

-Unutrašnji Dinaridi su dio pozadinskog tektonskog pojasa, gdje najveći dio deformacija vodi porijeklo iz gornje jure i krede, što dokazuju flišne naslage jure-krede i gornje krede. Karakteriše ih prisustvo ofiolitske zone i intruzivnih vulkanskih stijena iz tercijara. Njihovu jugozapadnu granicu definiše zona rasjedanja gdje su oni navučeni preko fliša (formacije pasivne margine) na Centralne Dinaride.

-Centralni Dinaridi su bili transportovani daleko na jugozapad i njihov strukturni oblik istorijat i kompleksnost izrazito je drugačiji od onih u Vanjskim Dinaridima. Deformacija je započela u gornjoj kredi a završna tektonska oblikovanja bila su u eocenu-oligocenu. Sa aspekta naftnogeoloških istraživanja posebna važnost je kontaktna zona Centralnih -Središnjih i Vanjskih Dinarida kako bi se moglo modelirati strukture u dubini.

-Vodeći rubni tektonski pojas Vanjskih Dinarida nastao je širenjem pročelja navlake preko velikog »decollement-a« u evaporitnom kompleksu iz gornje jure-krede. Na površinskim geološkim kartama zapažaju se antiklinale pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok u dužini od oko 40 km što predstavlja dobre pravce pružanja strukture ali treba rješavati odnose zaštitne stijene-kolektor.

#### **4.1.5.1. Strukturna analiza Drežnice**

Za upoznavanje strukture istražnog polja Drežnica baza podataka bila je Osnovna geološka karta razmjere 1:100 000, 1:25 000, rezultati različitih studijskih ispitivanja i istraživanja AMOCO-a. U tu svrhu izvršeno je utvrđivanje površinske strukture terena, tektonskih pokreta, oblika nabora, oblika i vrste rasjeda, vrijeme stvaranja struktura itd.

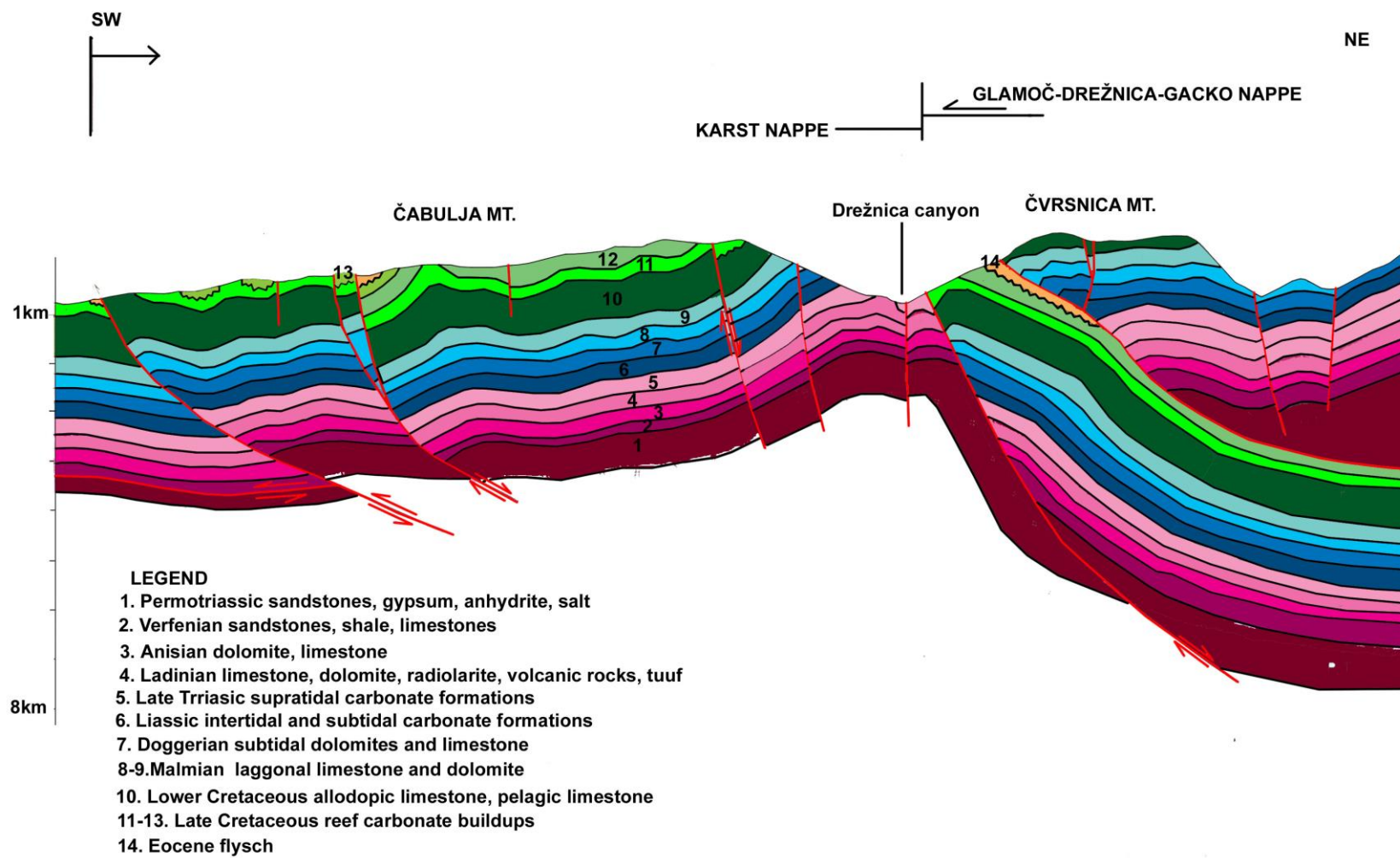
Na osnovu dosadašnjih saznanja izvršena je analiza:

- regionalnog pravca pružanja strukture, kao što su navlake i rasjedi
- vremena kada je dolazilo do promjene struktura
- strukturni oblik nabora
- veličine pokrovnih stijena

Ova analiza je pokazana na poprečnom profilu (Sl.12).



4



Sl. 12. Geološki profil področja Drežnice



Po svim dosadašnjim geotektonskim podjelama područje Drežnice je smješteno u graničnu zonu između Vanjskih i Središnjih Dinarida. U ovom području izdvojene su Jablanička, Čvrstnička i Crvanjska navlaka. Jablaničkoj navlaci pripada Prenj. U ovom dijelu ova navlaka se može pratiti u Drežnici, između Prenja i Veleža te na padinama Crvnja do gatačkog polja. Ovo bi ujedno bila i granična zona između karbonatne platforme i alohtonih trijaskih kompleksa.

Po AMOCO-u preko sjeverne strane kanjona Drežnice do neretvanskog rasjeda, proteže se rub tektonske ploče Člamoč-Gacko (granične ploče).

Kanjon Drežnice je asimetrični pravac pružanja nabora/rasjeda u smjeru jugozapada, a lociran je oko 20 km sjeverno od Mostara. Strukturni kompleks je dug 20 km, spušta se prema zapadu gdje nestaje sa površine, a na istoku se završava neretvanskim rasjedom. Otkrivene, ubrane i izrasjedane stratigrafske sekvence od srednjeg trijasa do gornje krede imaju debljinu oko 2500 m. U dubljim dijelovima su prisutne i starije stratigrafske jedinice. Kanjon Drežnice pokazuje tri strukturna elementa koji otežavaju interpretaciju ovog područja: veću navlaku u sjevernom dijelu kanjona, rasjed koji se pruža duž strukture, odnosno kanjona, i Neretvanski rasjed. Rasjed duž kanjona je glavna tektonska jedinica između Vanjskih i Unutrašnjih Dinarida. Ovaj rasjed dovodi kredne naslage u kontakt sa trijasom u jezgri strukturnog kompleksa. Interpretira se da je ovaj rasjed nastao iz post-tektonske relaksacije i da klizi u evaporite iz permo-trijasa ispod Kanjona. Starost navlake u sjevernom dijelu kanjona je vjerovatno eocen-oligocen.

Strukturni kompleks kanjona Drežnica završava na Neretvanskom kosom rasjedu. Geometrija nabora i rasjeda istočno od Neretvanskog rasjeda je različita. Zbog njegovog jakog uticaja na geometriju nabora, tumači se da je u ranoj fazi razvoja ovaj rasjed bio navlaka.

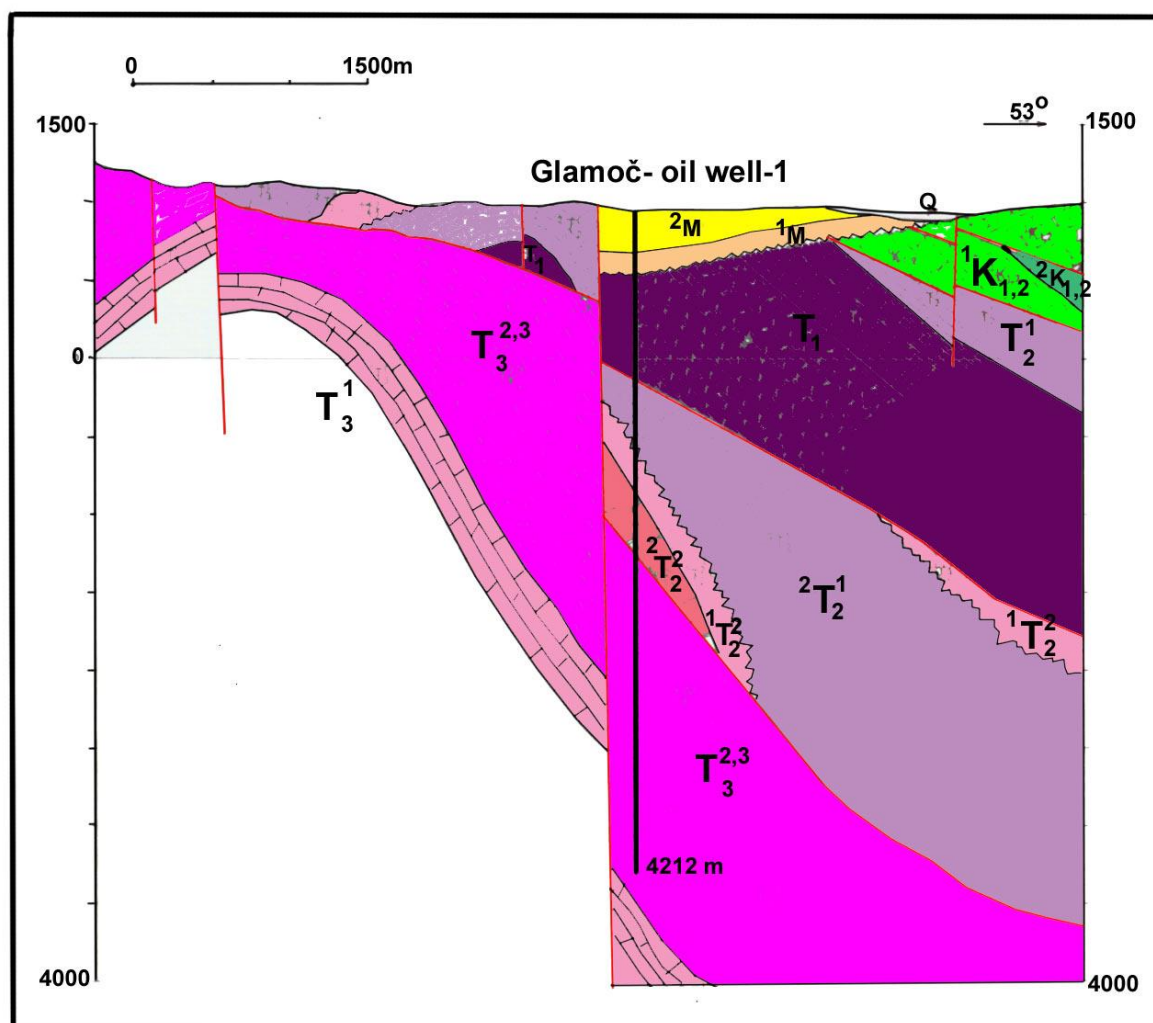
Površinska geologija ovog područja ne može biti opći ključ za direktnu interpretaciju onog što je u podzemlju. Stoga je potrebno dobro planirati seizmička ispitivanja i površinska geološka ispitivanja.

#### **4.1.5.2. Strukturna analiza područja Glamoč-Livno-Tomislavgrad (Duvno)**

U ovom području mogu se izdvojiti navlake, nabori, medjuplaninske depresije, reversni rasjedi i rasjedi sa horizontalnim kretanjima. Papeš(1985) izdvaja devet velikih tektonskih jedinica jugozapadne Bosne gdje su jugozapadne podvučene pod sjeveroistočne.

Struktura Staretina je razvijena na velikom prostoru. Pruža se od Bihaća, desnom obalom Une, pa do planine Staretina koja tone pod livanjski neogeni basen. Dalje na jugoistoku se ne pojavljuje na površini jer je prekrivaju navučene jedinice sa sjeveroistoka. Jugozapadna granica je markantna i markirana je navlakom krednih ili jurskih krečnjaka preko trijasa i rano-jurskih naslaga. Ova granica predstavlja kontakt sa strukturom Šator. Kontakt je u području Livanjskog polja pokriven neogenskim sedimentima. Sjeveroistočna granica je takodje izražena jer je markirana navlakom donjokrednih krečnjaka na trijaske ili jurske karbonatne sedimente. Struktura

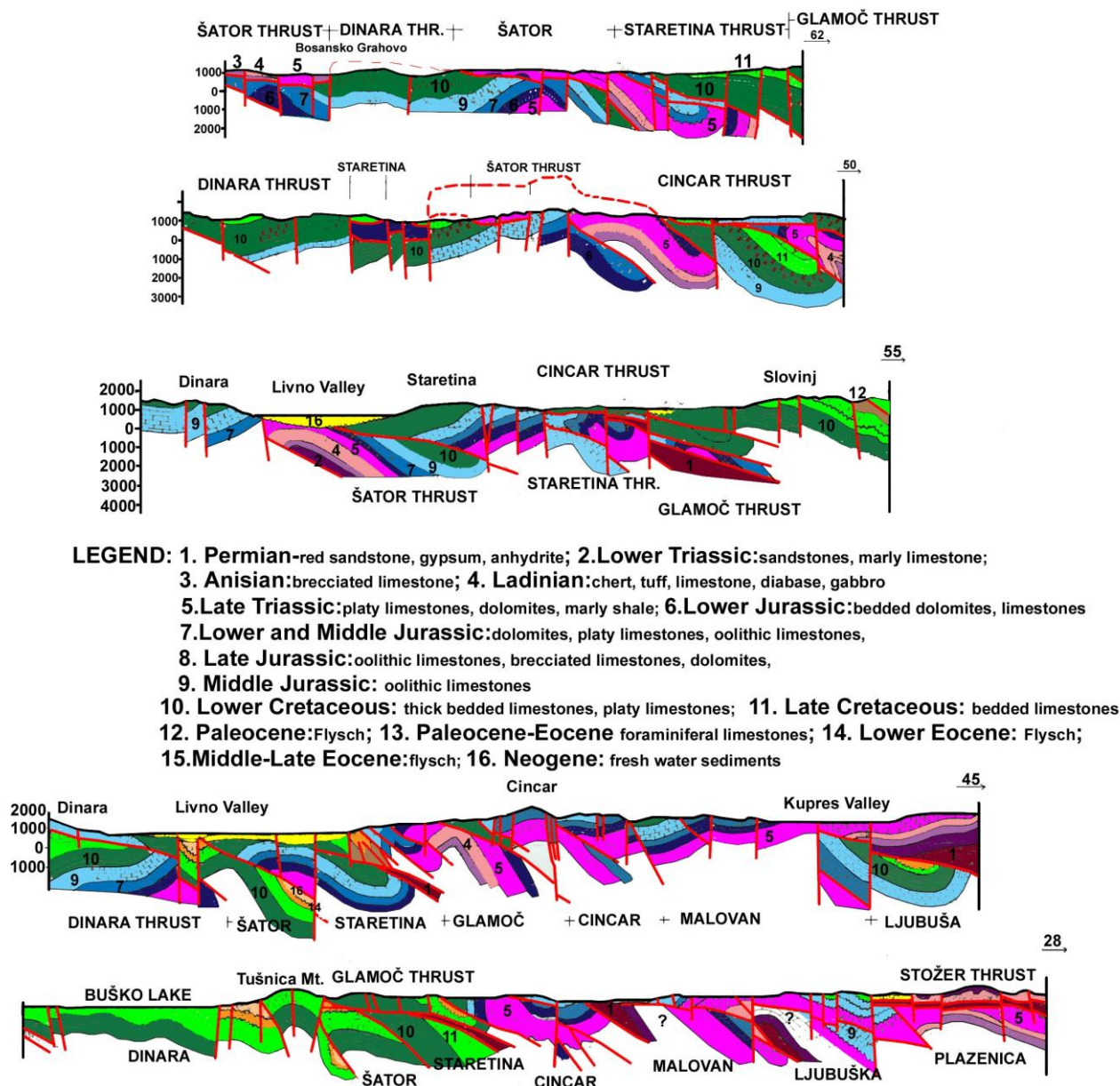
Steretina je antiklinala koju izgradjuju trijaski, jurski i kredni sedimenti (Sl. 13.). Sjeveroistočno krilo antiklinale je prekriveno navučenom Glamočkom jedinicom.



**Sl. 13. Geološki profil Duboke istražne bušotine Glamoč-1**

Glamočka struktura je izgradjena od permotrijaskih evaporita, trijaskih, jurskih, krednih i paleogenih sedimenata.. Naslage gipsa i anhidrita sa dolomitom nabušene su od 400-900 m ispod neogenskih naslaga. Donji trijas predstavljen je liskunovitim pješčarima i oolitičnim željezovitim krečnjacima. Anizik je predstavljen sivim brečastim krečnjacima i dolomitima sa krinoidima i brahiopodima. Ladinik je zastupljen sa pločastim krečnjacima, laporima sa daonelama i tufovima. Izmedju anizika i ladinika utvrđena je diskordancija. Naslage od anizika do noričkih dolomita vrlo su bituminozne. Norik i ret Glamočkog polja ima debljinu oko 900 m a predstavljeni su prvo oolitičnim a kasnije jedrim dolomitima. Oni navise prelaze u smeđe dolomite lijasa debljine 250 m. Srednji dio lijasa čine gromuljasti krečnjaci te dolomiti i krečnjaci sa foraminiferama debljine 200 m. Srednja jura je predstavljena oolitičnim krečnjacima. Gornja jura predstavljena je krečnjacima i dolomitima. Donja kreda u svom najnižem dijelu predstavljena je krečnjacima sa tintinidima i karbonatnim algama. Alb-cenoman izgradjuju dolomitični krečnjaci i krečnjaci s miliolidama i ostrakodama. U cenoman-turonu su razvijeni krečnjaci s miliolidama a

na njima su direktno bijeli krečnjaci s globotruncanama. U sklopu ove strukture ističe se brahiantuklinala rajan kod samog mjesta Glamoč. Ona u tjemenu ima donjtrijaske i anizijske krečnjake. Ladinski i gornjotrijaski sedimenti čine krilo brahiantiklinale. Struktura je pokrivena neogenskim naslagama Glamočkog polja.



**Sl.14. Geološki profili područja Glamoč-Livno  
(poslije Papeša, 1987; Hrvatović 2006)**

Cincarska struktura predstavljena je navlakama Slovinj i Cincar. Jedinica je u potpunosti karbonatna osim pri dnu stuba u kome su šareni pješčari donjeg trijasa. Srednj i gornji trijas imaju »alpski« razvoj.

Posebno interesantna je struktura Ljubuša koja je sa istoka navučena na strukturu Malovan koja pripada Vanjskim Dinaridima.. Struktura Ljubuša predstavlja kontaktnu zonu Središnjih i vanjskih Dinarida.

Poprečni profili (Sl.14) pokazuje moguće postojanje nabora sa trijasem i jurom u krovini koji nisu prekinuti i imaju postojano pružanje SZ-JI i trebali bi da predstavljaju dobre pravce pružanja struktura. Potrebno je rješavanje odnosa zaštitne stijene-kolektor i matične stijene.

Ova struktura nalazi se sjeverozapadno od strukture Drežnica i nalazi se u istoj kontaktnoj zoni Vanjskih i Središnjih Dinarida.

Strukturni oblici i deformacije su bitno drugačije u Središnjim od Vanjskih Dinarida. Tektonski procesi u kasnoj kredi vjerovatno su stvorili niz nabora preko evaporitskih formacija iz permo-trijasa (jugozapadno od stvaranja navlaka tokom senona u Unutrašnjim Dinaridima.). Potom su strukture erodirane i dovedene na dubinu jedinica iz perma-trijasa. Tektonski pokreti iz pirinejske faze transportovali su tektonsku ploču do sadašnje lokacije, kojoj pripada i zona Crnog vrha. Mladje jedinice su bile navučene na starije što se može vidjeti na geološkim profilima (seizmički profil L-5).

#### **4.1.5.3. Strukturna analiza Stolac-Neum**

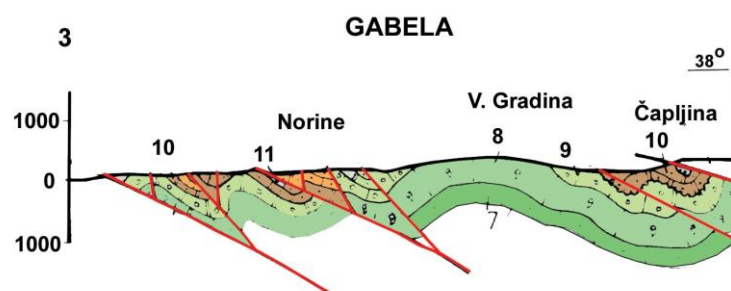
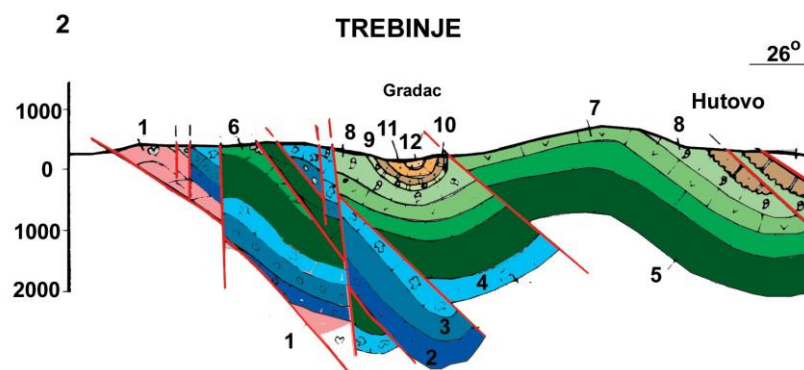
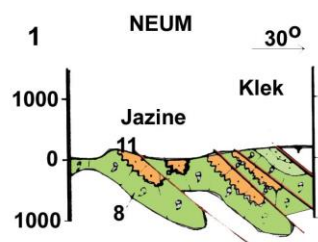
U profilu od Stoca prema Neumu prvo nailazimo na paleocen-eocenske slojeve krečnjaka koji leže transgresivno preko turon-senonskih rudistnih krečnjaka. Preko paleocen-eocena dolaze alveolinsko-numulitski krečnjaci a preko njih transgresivne flišne naslage srednje-gornjeg eocena (sl.15). Na tom kontaktu se nalaze ležišta boksita.

Nakon paleocenskih i eocenskih naslaga slijede turon-senonski krečnjaci sa rudistima koji izgradjuju čuvenu Klobičku navlaku. Jugozapadna granica ove strukture je markantno čelo navlake gdje su kredni krečnjaci navučeni na paleogenske i kredne karbonate slijedeće strukture Gabela. Ovu struktura koja slijedi na trasi prema Neumu zastupljeni su gornjokredne i paleogenske naslage.

Dalje prema jugu slijedi struktura Hutovo. To je antiklinala koja se pruža od rijeke Neretve pa preko Popova polja do Trebinja. Sjeveroistočna granica strukture je revesni rasjed koji se pruža od Metkovića do Slanog. Antiklinala je izgradjena od donjokrednih i gornjokrednih krečnjaka. **U sklopu antiklinale kod sela Dobranja (Mišljen) utvrđen je bitumen u senonskim krečnjacima i dolomitima.**

Područje Neuma izgradjeno je od gornjokrednih rudistnih krečnjaka i dolomita te eocenskih foraminiferskih krečnjaka i lapora. To je struktura Neum u kojoj su izdvojene dvije manje strukture: bora Jazine koja se sastoji od dvije sinklinale i jedne antiklinale poremećene reversnim rasjedom i ljuskava struktura Kleka koju izgradjuju četiri manje ljuske krednih i eocenskih krečnjaka (seizmički profil 9). Za neumsku strukturu značajno je da u senonskim naslagama osim krečnjaka ima i dolomita kojeg u drugim strukturama nema, a u eocenskim krečnjacima i klastitima ima rožnaca. **Na području Neuma utvrđene su pojave bitumena u krednim krečnjacima.**





**Sl.15. Geološki profili šireg područja Neuma  
(poslije Papeša, 1985; Hrvatović, 2006)**

Legend: 1.Late Triassic dolomite; 2. Liassic limestones and dolomites with lihotis and orbitopslele; 3. Doggerian limestones; 4. Malmian limestones with Clypeinae and Cladocoropsis; 5. Lower Cretaceous limestones; 6. Alb-Cenomanian limestones and dolomites; 7. Late Cretaceous with hondrodont; 8. Rudist limestones; 9. Paleocen-Eocen limestones; 10. Lower Eocene flysch; 11. Lower-Middle Eocene foraminiferal (alveoline, nummulites) limestones; 12. Late Eocene flysch.

## 4.2. SARAJEVSKO-ZENIČKI BASEN

Dosadašnja naftno-geološka istraživanja Sarajevsko-zeničkog basena su regionalnog karaktera i nalaze se praktično na samom početku. Osim utvrđivanja litofacijalnih jedinica i struktura vršena su manja ispitivanja kerogena, matičnih i kolektorskih stijena a sve u cilju ocjene potencijalnosti na naftu.

Sarajevsko-zenički basen je najveći od slatkovodnih basena unutar Dinarida. Ovo je basen pravca pružanja sjeverozapad-jugoistok pretežno izgrađen od sedimenata kasnog oligocena i miocena. Jugozapadnu granicu basena čini Busovačka rasjedna zona a sjeveroistočnu formacije pasivne kontinentalne margine.

### 4.2.1. Stratigrafija

Stvaranje basena započelo je u gornjem oligocenu, vjerovatno već do tada formiranom Busovačkom rasjednom zonom. Podlugu basena čine jursko-kredni sedimenti (formacije pasivne kontinentalne margine), paleozojski metaklastiti i permotrijaski sedimenti.

Basenske naslage dijelimo na tri kompleksa, oligomiocenski te stariji i mlađji miocenski. Oligomiocenski kompleks počinje bazalnim tvorevinama preko kojih leže pločasti laporci i slatkovodni krečnjaci sa jednim ugljenim slojem (cca 2 m). Te »podinske« ugljene naslage odgovarale bi onima u ugljeviku odnosno egerskom katu. I ovdje kao i u Tuzli i na Majebvici (Loparski basen) preko krečnjaka leži »crvena svita« koja ovdje dostiže debljinu do 600. Kompleks završava 200 m debelom svitom sedrastih i bituminoznih krečnjaka koji svojom bituminoznošću podsjećaju na »trakaste laporce« Tuzlanskog basena. Dalja uporedjenja sa sjevernom Bosnom nisu moguća, jer ona je prekrivena morem i razvija se u uslovima režima koji je u njemu vladao.

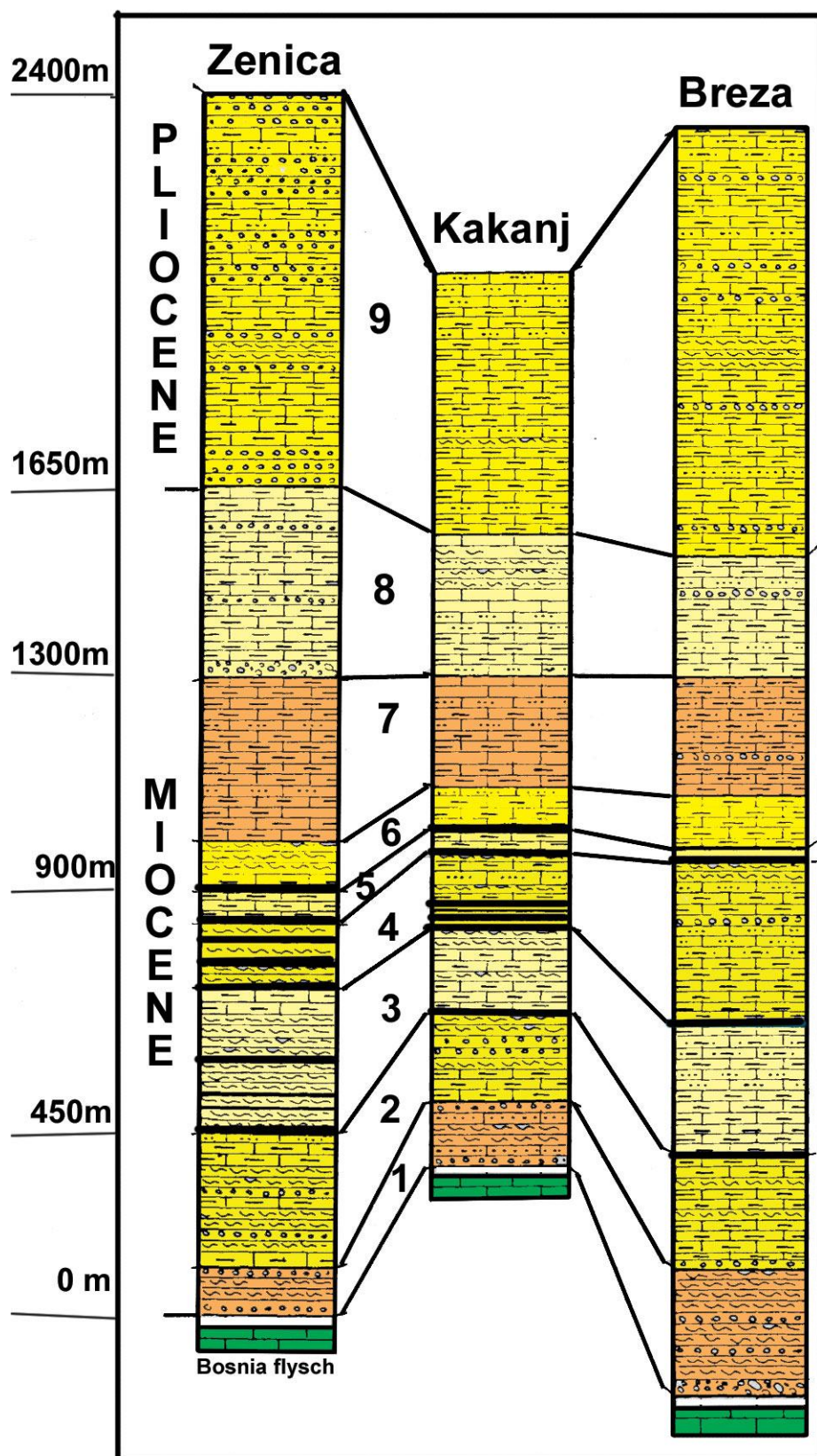
Stariji miocenski kompleks basena počinje »glavnom ugljonosnom svitom« koja ima debljinu do 500 m (u Zenici) i do osam ugljenih slojeva, šest podinskih, zatim »glavni i krovni«. Slijedi prelazna svita (600 m) koju grade trošni alevroliti, pjeskoviti laporci, pješčari i konglomerati. Kompleks završava oko 1000m debelom »lašvanskom« svitom bankovitih konglomerata, pješčara i laporaca.

Mlađji miocenski kompleks počinje »koševskom« svitom koja je izgrađena od trošnih laporaca, glina i konglomerata, ali i uglja slabijeg kvaliteta. Kompleks završava »orlačkim« konglomeratima.

Diskordantno preko mlađjeg miocenskog kompleksa kao i preko jugozapadnog oboda basena istaložena je glinovito-pjeskovita svita slabovezanih stijena pliocenske starosti.

Ukupna debljina basenskih sedimenata varira od 2,5 do 3 km. Debljina ovih sedimenata procijenjena je na osnovu stratigrafskih stubova i profila sa Osnovne geološke karte listova Sarajevo, Vareš i Zenica. Taloženje jedinica u kojima dominiraju klastične stijene najvjerovatnije odražava periode kretanja rasjeda i relativno izdizanje duž rubova basena. Potencijalne kolektorske zone postoje unutar klastičnih jedinica oligocena. Pokrovni laporac i ugalj iz miocena trebali bi da sadrže moguće izvore i zaštitne stijene za podinske klastične jedinice.





Sl.16. Korelativni geološki stubovi neogenskog Sarajevsko-zeničkog basena (pojednostavljeno poslije Čiči-Milojević, 1977)

**Fig.16. Correlative geological columns for Neogene fresh-water Sarajevo-Zenica Basin (simplified after Čičić&Milojević, 1977)**

**1.** $M_1^1$ -conglomerates, brecciated sandstones, marly sandstones, sandy-clayey marls and clays; **2.** $M_1^2$ -sandy limestones with interlayers of marls, conglomerates, sandy-marls clay and sandstones; **3.** $M_2^1$ -clays, sandy-marly clays and sandy marls with (VII, VI, V, IV coal bed); **4.** $M_2^2$ -clayey and sandy bituminous marls, sandstones and sandy-marly clays with coal (III, II, I and main coal bed); **5-6.** $M_3^1$ -limestones and marls with carpolite and gliptostrobusidae and hanging wall coal bed; **7.** $M_3^2$ -marls and sandstones with velutinopsidae; **8.** $M_3^2$ -conglomerates, marls and sandstones; **9.PI**-conglomerates, sandstones, sandy-clayey marls, sands, clay

#### **4.2.2. Matične stijene**

Dva uzorka nafte koji su uzeti u rudniku uglja Kakanj i Zenica u Sarajevsko-zeničkom basenu, analizirana su da bi se utvrdile korelacije nafte i matične stijene. Oba uzorka imaju skoro iste karakteristike izotopa i nekoliko zajedničkih karakteristika GC-MS biomarkera. Posebno su veoma slični hromatogrami jona M/Z 217,218 i 231. Oba uzorka sadrže olein, spoj koji pokazuje da organski materijal vodi porijeklo sa kopna i da ga je stvorio isti interval matične stijene. Karakteristike izotopa, koje su utvrđene za ekstrakte uglja, su veoma slične karakteristikama izotopa iz naftnih izdanaka. Matična stijena za ova dva uzorka je ugalj iz miocena, a ne ugalj koji se nalazi blizu površine.

GS i GS-MS analize pokazuju da je naftu iz rudnika Kakanj generirala matična stijena koja je dostigla stepen da stvara »peak« naftu. Uzorak iz rudnika Zenica je stvoren na nešto nižem novu zrelosti. Vreijednosti refleksije vitrinita iz iskopanog uglja pokazuju da je ugalj nezreo i daće tek stvarati naftu. Ovo ispitivanje sugerise da je nafta nastala u uglju iz dubljih dijelova i da je migrirala prema sjevernom rubu basena.

#### **4.2.3. Zaštitne (pokrovne) stijene**

Najznačajnije pokrovne stijene u basenu mogu biti krovinski laporci i ugalj. Iz podine basena pokrovne stijene mogu biti jursko-kredni flišni sedimenti i permski evaporiti.

### **4.3. SJEVERNA BOSNA (Odžak, Orašje, Tuzlanski basen)**

Dugogodišnja istraživanja nafte i plina u Bosni i Hercegovini obavljana od strane više kompanija i u različito vrijeme, za račun Vlade Bosne i Hercegovine, na koja su utrošena značajna sredstva, nisu do sada dala rezultate komercijalnog značaja. Izradom ovog programa, može se reći da se nalazimo na „samom početku“ obzirom da na prostoru Bosne i Hercegovine nema nijedne bušotine koja daje naftu. No potrebno je naglasiti da postoji obimna dokumentacija, za područje Sjeverne Bosne, koja je prikupljena i obradjena naprednim metodama 1989 i 1990 godine od strane engleske kompanije ECL.

Uvidom u analizu rezultata dosadašnjih istraživanja, koju je uradila engleska kompanija ECL, izdvojene su geološke formacije Sjeverne Bosne u strukturne jedinice – etaže. One predstavljaju superpozicione stijenske komplekse koji su stvoreni u geološkoj prošlosti u specifičnim sedimentacijskim uslovima, odnosno vremenski i prostorno odjeljeni sa posebnim strukturno - tektonskim i litofacijalnim karakteristikama. U naftnogeološkom smislu, sedimenti kompleks Sjeverne Bosne, po prioritetu istraživanja može se podjeliti u slijedeće strukturne etaže:

- I Tercijarni kompleks stijena (oligocen – neogen)
- II Sjeverobosanski flišni kompleks (senon – eocen)
- III Presenonske geološke formacije (gornji perm – turon).

#### **4.3.1. Oligocensko-neogenski kompleks (gornja strukturalna etaža)**

Jedno od najinteresantnijih područja za istraživanje nafte i plina u Sjevernoj Bosni je Šamačko-oraška depresija koja se nalazi u južnom dijelu Panonskog basena (dio pripada istražnom prostoru Orašje-Odžak). To je prostor nadmorske visine oko 100 m, koji je izgrađen od tercijarnih sedimenata debljine preko 2500 m a zahvataju površnu od oko 500 km<sup>2</sup>.

Šamačko-oraška depresija ima dva odvojena strukturalna minimuma: bušenjem i seizmičkim ispitivanjem evidentirana je maksimalna debljina tercijarnih sedimenata oko 3800 m sjeverozapadno od Šamca i oko 3600 m jugoistočno od Orašja. Između ova dva strukturalna 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 ali komercijalno nalazište nije pronađeno.

Tercijarni stratigrafski stub Šamačko-oraške depresije predstavljen je eocenskim, oligocenskim oligomiocenskim (egerian-egenburgian), badenskim, sarmatskim, panonskim, pontskim i pliocenskim sedimentima koji su prekriveni kvartarnim naslagama. Bušenjem je utvrđena pretercijarna baza predstavljena mezozojskim sedimentima.

Prema podacima istražnog bušenja i strukturalnih karata (koje je uradio ECL) po bazi paleogena, šematski stratigrafski stub područja Šamačko-oraške depresije prikazan je na slici broj 17, a Tuzlanskog basena na slici broj 18.

Na osnovu karakteristika oligocenskih i donjomiocenskih karakteristika koje su utvrđene u bušotinama Ob-1 i Br-1 a publikovao Mojičević i dr. 1986 i u svojim zaključcima dao ECL (1990) može se reći slijedeće:

- 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 TOC 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.

Egenburgian sedimenti također se karakterišu visokim sadržajem TOC. Ovi donjomiocenski sedimenti sadrže fragmente uglja i diagenetski plin.

| Hronostratigrafija |               |                |           | Starost –<br>u<br>milijonima<br>godina | Litologija                      | Depozicioni<br>okoliš      | Maksimalna<br>debljina i<br>relativna<br>dubina (m) |
|--------------------|---------------|----------------|-----------|----------------------------------------|---------------------------------|----------------------------|-----------------------------------------------------|
| Q                  | pleistocen    |                |           | 1,8                                    | pijesak,<br>šljunak.<br>glina   | kontinental                | 200                                                 |
|                    |               |                |           |                                        |                                 |                            | 200                                                 |
| Neogen             | pliocen       |                | romanian  | 1,8                                    | glina,<br>pijesak               | jezerski                   | 400                                                 |
|                    |               |                | dacian    | 2,0                                    |                                 |                            | 600                                                 |
|                    | Gornji miocen | pont           | gornji    | 1,5                                    | pijesak,<br>šljunak,<br>laporci | delta,<br>jezerski         | 600                                                 |
|                    |               |                | donji     | 1,9                                    |                                 |                            | 1200                                                |
|                    |               | panonian       |           | 2,5                                    | laporci,<br>glinci              | Brakični pro-<br>delta     | 200<br>1400                                         |
|                    |               | Srednji miocen | sarmatian |                                        | 1,5                             |                            |                                                     |
|                    | badenian      |                | 3,4       | krečnjaci,<br>glinci,<br>pješčari      | marinski                        | 300                        |                                                     |
|                    | Donji miocen  | karpatian      |           | 0,8                                    | glinci,<br>gline,<br>pješčari   | marinski,<br>kontinentalni | 600                                                 |
|                    |               | ottnangian     |           | 1,1                                    |                                 |                            | 2400                                                |
|                    |               | eggenburgian   |           | 2,2                                    |                                 |                            | 600                                                 |
|                    |               |                |           |                                        |                                 |                            |                                                     |
|                    | PALEOGEN      | Oligocen       | egerian   |                                        | 13,2                            | Pješčari,<br>šejlovi       | kontinentalni-<br>jezerski                          |
|                    |               |                |           |                                        |                                 | 3000                       |                                                     |
| Eocen              |               |                | 21,1      | glinci,<br>pješčari,<br>gline          | marinski,<br>jezerski           | 800                        |                                                     |
|                    |               |                |           |                                        |                                 |                            | 3800                                                |

Sl.17. Opći pregled tercijarnih sekvenci na području Šamačko-oraške depresije  
Fig. Schematic overview of the Tertiary sequences in the Šamac-Orašje depression

### Matične stijene

Prema geohemijskim analizama dobre matične stijene su donjomiocenski i gornjo-oligomiocenski sedimenti. Najvjerovatnije matične stijene, s mogućnošću zrenja nakon nastanka zamke formacije, imaju sposobnost generirati ugljikovodike u oligomiocenskim jezerskim šejlovima. Ove matične stijene javljaju se u dubokim dijelovima Šamačko-oraške depresije i Tuzlanskog basena.

### Rrezervoar stijene

U Studiji koju je izradila engleska firma ECL izdvojene su perspektivne sekcije gdje se mogu očekivati porozni facijesi. To su badenski marinski sedimenti, oligomiocenski kontinentalni facijesi i kredno - paleogenski fliš. Ovi podaci su rezultat detaljne analize podataka za četiri istražne bušotine (Bijeljina – 1, Brvnik – 1, Obudovac – 1 i Tuzla – 1). Korišteni su podaci karotažnih mjerenja poroziteta i propusnosti, testiranja, te litološki opis jezgra i materijala sa sita. Analize su pokazale da je najbolji potencijal za kolektore unutar kontinentalne facije, gdje je porozitet između 10 – 14 % uz neto/bruto omjer od 0,24. Badenski pješčari imaju tanke zone sa dobrim porozitetom, ali generalno imaju male neto/bruto vrijednosti. Kolektorski potencijal fliša je ograničen. Međutim, ovi rezultati su samo pokušaj kvantifikacije podataka o kolektorskim svojstvima na osnovu kvalitetnijih podataka pogodnih za računsku obradu. Većina podataka je bila promjenljivih kvaliteta, a na većini bušotina nedostaju kompetentni karotažni podaci, te je s toga mogućnost procjene i pouzdanost rezultata znatno ograničena.

Ova ispitivanja nisu mogla dovoljno detaljno obuhvatiti sve litostratigrafske formacije. Naročito je nedovoljno ispitana donja strukturna etaža (mezozoik), gdje značajan potencijal mogu imati karbonatni facijesi sekundarnog poroziteta (napr. trijaski dolomiti).

### Pokrovne (zaštitne) stijene

Najbolje pokrovne stijene su glinci različitih starosti: jurski, paleogeni i oligomiocenski.

| m    | Age                         | Stages    | Lithology                                                         | Environme<br>nts                        | Fossils                                                                                                                                                                                                             |
|------|-----------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 400  | Pl                          | Pliocene  | Alluvial gleys with fossils in not-gleyed calcareous clays        | <b>Fresh water (fluvial, lacustrin)</b> | mollusks (Pisidium), gastropods (Planorbis, Neritina, Valvata, Helix, Clausilia, Chondrula), ostracodes (Candona), and pollens of forest trees (Carya, Pterocarya, Cedrus, Kateeleria, Tsuga).                      |
| >600 | M <sub>3</sub> <sup>2</sup> | Pontian   | lignite-seam; gravel; quartz sands; clayish sands;                | <b>Caspibrackish -paralic</b>           | gastropods, mollusks (Limnocardium, Dreissenomya, Prosodacna), ostracodes and leafs and pollens of subtropical trees (Taxodium, Glyptostrobus, Laurus, Persea, Platanus and Illex) in the main coal-seam cyclothem. |
| 200  | M <sub>3</sub> <sup>1</sup> | Pannonian | <b>Sandstones, marls</b>                                          | <b>Caspibrackish - limnic</b>           | mollusks (Limnocardium, Parvidacna), gastropods (Melanopsis), Congeria                                                                                                                                              |
| 300  | M <sub>2</sub> <sup>2</sup> | Sarmatian | marly clays; oolitic limestones; marls, sandstones; conglomerates | <b>Brackish marine</b>                  | mollusks (Mohrensternia, Donax, Iru), gastropods (Cerithides), foraminifers (Elphidium, Porosononion) ostracodes, leafs of subtropical trees and others.                                                            |

|          |                                          |          |                                                                                                                       |                              |                                                                                                                                                                    |
|----------|------------------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 500      | M <sub>2</sub> <sup>1</sup>              | Badenian | marls, sandstones, conglomerates, tuffs                                                                               | Shallow marine               | foraminifers (Globigerinoides, Orbulina, Bolivina), mollusks (Pteropoda, Corbula, Aturia) corals (Balanophyllia, Ceratotrochus, Heliastrea, Porites) and echinidis |
| 100      | M <sub>2</sub> <sup>1</sup>              | Badenian | Marlstone and sandstones                                                                                              |                              | Ammonia viennensis, Nonion commune                                                                                                                                 |
| -600     | <sup>1</sup> M <sub>2</sub> <sup>1</sup> | Badenian | -«Salt formation» Halite; tenardite; anhydrite; banded marl                                                           | Marine -lagoonal             | foraminifers                                                                                                                                                       |
| -200     | M <sub>1</sub> <sup>3</sup>              |          | - «Mottled series» fresh-water and terrestrial gleyed clayish strata, sandstones and conglomerates and volcanic tuffs | -fresh-water and fluvial     | -gastropods (Melania) and mammals (Mastodon angustidens)                                                                                                           |
| 200      | M <sub>1</sub> <sup>2</sup>              |          | «Red series» marls, sandstones, conglomerates, evaporites and clays                                                   | Intertidal flats to lagoonal |                                                                                                                                                                    |
| 100      | M <sub>1</sub> <sup>1</sup>              |          | «Slavinovići limestones» -bedded limestones                                                                           | Fresh water                  | -Gastropods (Bythinia, Lymnea), -Ostracodae (Cypris)                                                                                                               |
| 750      | OI                                       |          | Marl, siltstone, sandstone, conglomerates                                                                             | Fresh water                  |                                                                                                                                                                    |
| 1200     | E <sub>2,3</sub>                         |          | Quartz sandstone, red marls,                                                                                          | Slope                        | Nummulites natica                                                                                                                                                  |
| 300      | E <sub>1,2</sub>                         |          | Limestone, marls, coal                                                                                                | Slope                        | Discocyclina                                                                                                                                                       |
| 550      | Pc                                       |          | Flysch                                                                                                                | Slope                        |                                                                                                                                                                    |
|          |                                          |          |                                                                                                                       | Land                         |                                                                                                                                                                    |
| 200      | K <sub>2</sub> <sup>3</sup>              |          | Massive and bedded limestone                                                                                          | Shallow marine               | Orbitoides, Globotruncana                                                                                                                                          |
| 500      | K <sub>2</sub>                           |          | Platy limestone, marls, sandstone, breccia and conglomerates                                                          | Slope                        | Globotruncana                                                                                                                                                      |
|          |                                          |          |                                                                                                                       | Land                         |                                                                                                                                                                    |
| 50-100   | J <sub>3</sub>                           |          | Reddish limestone                                                                                                     | Pelagic                      | Amonites                                                                                                                                                           |
| 800-1000 | J <sub>2,3</sub>                         |          | Ophiolite melange                                                                                                     |                              |                                                                                                                                                                    |
| ?        | J <sub>1</sub>                           |          | Marl limestones                                                                                                       |                              |                                                                                                                                                                    |
| ?        | T <sub>2,3</sub>                         |          | Limestones, cherts                                                                                                    |                              |                                                                                                                                                                    |
| ?        | T <sub>2</sub>                           |          |                                                                                                                       |                              |                                                                                                                                                                    |

|   |                |  |                                                  |                           |             |
|---|----------------|--|--------------------------------------------------|---------------------------|-------------|
| ? | T <sub>1</sub> |  | Quartz sandstones, siltstones, rarely limestones | Fluvial to shallow marine | Myacites    |
| ? | P <sub>3</sub> |  | Bedded bituminous limestones                     | Shallow marine            | Beleroophon |

**Sl. 18. Geološki stub Tuzlanskog basena**  
**(poslije: Soklić 1957, Čičić 1989, Vrabac 1999, Ferhatbegović 2004)**  
**Fig. 18. Geological column of the Tuzla Basin**  
**(after Soklić 1975, Čičić 1989, Vrabac 1999, Ferhatbegović 2004)**

#### **4.3.2 Sjevernobosanski flišni kompleks (srednja strukturna etaža)**

Najveći dio podine predhodne etaže predstavljaju kredno paleogenski flišni sedimenti i njihove plitkomorske tvorevine. Postanak navedene geološke formacije vezuje se za regionalnu transgresiju krajem donje krede, a kraj sedimentacijskog bazena za zatvaranje molasnih sedimenata tokom gornjeg eocena. Pored dominantno flišnih sedimenata, unutar ovih tvorevina registrovan je čitav niz formacijskih članova od duboko morskih – pelitnih sedimenata do sprudnih karbonatnih naslaga. Obzirom na pojave nafte unutar ove formacije, odnosno heterogene sedimentacijske odnose, navedeni kompleks je višestruko istraživani, odnosno još uvijek je u fazi regionalnih naftnogeoloških istraživanja, te predstavlja drugu perspektivnu formaciju u naftnogeološkom smislu (Sl. 19). Paleogene sedimentne sekvence nisu detaljno podijeljene. Eocen je uglavnom predstavljen flišom u kome dominiraju pješčari i alevroliti. U analiziranim uzorcima TOC varira od 0,3 do 0,4 %. Dominantan je kerogen tip III (preko 70 %). Vitrit refleksijska je mjerena na uzorcima sa dubine većoj od 2550 m indicira organsku materiju ranog zrenja (0,5-0,60% Rr) što korespondira sa kasno-dijagenetskim do rano-katagenim petroleum potencijal.

#### **4.3.3. Predsenonske geološke formacije (donja strukturna etaža)**

Ovu strukturnu etažu izgrađuju gornjopermski i trijaski sedimenti, zatim retolijaski, silicijski i klastični sedimenti, te dijabaz – rožnjačke tvorevine. Zbog veoma dubokog zalijeganja ispod debelog flišnog kompleksa i malog pojavljivanja na površini, ovaj kompleks stijenja je najproblematičniji za naftnogeološka istraživanja.

Međutim, navedene stijene su u neposrednom kontaktu sa sedimentima gornjih strukturnih etaža, što sa aspekta naftnogeoloških razmatranja predstavlja relevantan faktor. Obzirom na pojavu naftnog gasa u području Lješljana koji emanira iz ofiolitskih stijena, neophodna je rekonstrukcija strukturno - tektonskih odnosa u širem području ofiolitne zone. Sve navedeno opravdana dosadašnja istraživanja ove strukturne etaže i obavezuje nastavak regionalnih naftnogeoloških istraživanja do stepena zadovoljavajuće istraženosti kompletnog strukturno - tektonskog sklopa terena sjeverne Bosne.



| m   | Age                         |  | Lithology                                                                   | Environments            | Fossils                                                                   |
|-----|-----------------------------|--|-----------------------------------------------------------------------------|-------------------------|---------------------------------------------------------------------------|
| 50  | Pl                          |  | Quartz sands, clay with coal                                                | Fresh water basin       |                                                                           |
| 100 | M <sub>3</sub> <sup>2</sup> |  | Marly clay, quartz sands and rarely marly limestones                        | Fresh water basin       |                                                                           |
| 150 | M <sub>3</sub> <sup>1</sup> |  | Oolite platy limestones, marly clay, marls, conglomerates,                  | Fresh water basin       |                                                                           |
| 200 | M <sub>1,2</sub>            |  | Conglomerateds, reddish sandstones, clay with coal, marly, marly limestones | Fresh water basin       |                                                                           |
|     |                             |  |                                                                             | land                    |                                                                           |
| 400 | E <sub>3</sub>              |  | Flysch; sandstones, siltstones, marls, conglomerates,                       |                         |                                                                           |
| 500 | E <sub>2</sub>              |  | Marly sandstones, sandy limestones,                                         | Shallow marine          | Nummulites, Goniastraea, Plocophyllia, Lucina, Cerithium, Natica, Velates |
| 800 | E <sub>1</sub>              |  | Alternating sandstone, siltstones and marly beds. (Turbidite)               | Deep marine             | Operculina sp. Discocyclus seunesi D. scalaris Distichoplax sp.           |
| 300 | Pc                          |  | Thick bedded and massive limestones (peri-reef limestones)                  | Shallow marine          | Operculina sp., Nummulites cf. fraasi Globigerina sp., Distichoplax       |
| 250 | K <sub>2</sub> <sup>3</sup> |  | Platy limestones with chert nodules, Slumps folds and breccia, sandstones,  | Shallow marine to slope | Globotruncana lapparenti tricarinata, G. stuarti, G. citae, G. arca.      |
|     |                             |  |                                                                             | land                    |                                                                           |
|     | J                           |  | Ophiolite melange                                                           |                         |                                                                           |

**Sl. 19. Geološki stub planine Trebovac (zapadni dio istražnog prostora nazvanog Tuzlanski basen)-pojednostavljeno, Jelaska 1978**

#### 4.3.4. Evaluacija prospekta

Na bazi litostratigrafije, facijalne analize i geochemije izdvojeni su prostori za istraživanja (play concept). Ovo uključuje područja iznad flišnih sekvenci sa sekvencijalnom zrelosti i velikim zatvorenim strukturama. ECL je izdvojio 50 prostora od kojih su samo četiri (A,B,C,D) vrijedni za bušenje prema sadašnjim saznanjima. Ostali prostori, njih 46, su klasirani kao „Leads“ (prostori koji su perspektivni za



istraživanja) i nisu spremni za bušenje prema sadašnjim saznanjima, ali mogu postati atraktivni ako predviđena bušenja budu uspješna ili dadnu određene ohrabrujuće informacije.

Potencijalne rezerve su izračunate za 4 prospekta i prikazane su narednoj tabeli. Zbog nesigurnosti koja se tiče debljine i kvaliteta oligomiocenskih rezervi u svakom slučaju ove prognozne rezerve se zasnivaju na pretpostavkama. Ali u svakom slučaju količina rezervi daje pretpostavku da u svakom prospektu se mogu naći rezerve u rasponu od 50-100 miliona barela.

- PROSPEKT – A lociran je južno od Bosanskog Šamca a zahvata površinu od oko 22 km<sup>2</sup>. Antiklinalna struktura zatvorena je po intrakontinental horizontu I. dok se rezervoar stijene nalaze između 1200 i 2000 m unutar oligomiocenskih kontinentalnih klastita. Matične stijene predstavljaju također oligomiocenski lakustrički šejlovi:
- PROSPEKT – B okonturen je jugozapadno od Orašja na površini od 37 km<sup>2</sup> sa strukturnim i litofacijalnim karakteristikama analogno prospektu A.
- PROSPEKT – C izdvojen je u širem području tuzlanskog basena u dolini Tinje, sa površinom od 25,5 km<sup>2</sup>. Struktura je definisana intrakontinentalnom II., na flišnoj osnovi. To su oligomiocenski kontinentalni klastiti smješteni između 900 i 1600 m.
- PROSPEKT – D predstavlja laporski oligomiocenski bazen sa površinom od 21 km<sup>2</sup>. Kao rezervoar stijene određeni su oligomiocenski klastiti ispod 700 m i paleogenski pješčari, dok se za matične stijene predpostavlja oligomiocenski lakustrički šejlovi.

Prognozne rezerve nafte za Sjevernu Bosnu tabela

| r.br. | Prospekt | Površina km <sup>2</sup> | Rezerve                                                                                                                |
|-------|----------|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1     | A        | 22                       | 10,3x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (64,5 miliona barela)                                                              |
| 2     | B        | Min. 14,5<br>Max. 37     | 6,8x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (42,5 miliona barela)<br>17,3x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (108,4 miliona barela) |
| 3     | C        | 22,5                     | 15,9x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (99,8 miliona barela)                                                              |
| 4     | D        | 21,5                     | 13,26x10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup> (83,2 miliona barela)                                                             |

## 5. CILJ ISTRAŽIVANJA

Glavni ciljevi programiranih naftnogeoloških istraživanja je da se difinitivno raščiste dileme o prisustvu ekonomski interesantnih ležišta nafte i plina, da daju krupan doprinos poznavanju geološkog sastava i strukture Zemljine kore na istražnim prostorima, zatim o prisustvu drugih mineralnih sirovina i geotermalne energije.

## 6. KONCEPCIJA I METODOLOGIJA ISTRAŽIVANJA

U postizanju naprijed navedenog cilja, programom je predviđeno da se izvbedu geološka, geofizička i geohemijska istraživanja, nakon čega bi se pristupilo istražnom bušenju.

Obzirom na sva dosadašnja iskustva i saznanja Vlada Federacije Bosne i Hercegovine je odlučila da se zbog visokih cijena naftnih istraživanja i velikog rizika

koji ih prati, treba orijentisati na zajednička ulaganja sa poznatim svjetskim kompanijama kako se to inače radi u svijetu i čemu pribjegavaju zemlje koje imaju perpektivne prostore za istraživanja nafte i gasa.

### **Dinaridi**

U skladu sa ovom koncepcijom i zakonskom regulativom Vlada se opredjelila za vođenje pregovora za dodjelu koncesije sa kompanijom Shell Exploration Company B.V. Hag, koja je zainteresovana za nastavak istraživanja nafte i plina na području Dinarida. Pregovori imaju za cilj potpisivanje ugovora o koncesiji za istraživanje i eksploataciju nafte i plina na prostoru Federacije Bosne i Hercegovine.

Vlada Federacije Bosne i Hercegovine izražava spremnost da uđe u pregovore koji će obezbijediti konkurentnost i odživost, nabolje moguće fiskalne uslove, maksimalnu iskoristivost ležišta, sigurno sprovođenje zaštite životne sredine i standarda zaštite na radu i zdravlja ljudi, a koji će se dugi vremenski period sprovoditi na zadovoljstvo Federacije Bosne i Hercegovine i naftne kompanije Shell. Osnovni cilj pregovora je obezbijediti dobar ugovorni modalitet za istraživanje i eksploataciju nafte i plina koji će donijeti ekonomsku dobit Federaciji BiH, ne samo kroz ubiranje prihoda od proizvodnje nafte i plina, nego i otvaranje vrata Shellu, kompaniji čija je djelatnost povezana sa proizvodnjom nafte i plina, jačanje privrede kroz izgradnju kompletne infrastrukture za korišćenje i transport plina i nafte, izgradnju degasifikacionih postrojenja na obali i dr. infrastrukture.

Specifični cilj vođenja pregovora je iznaći razumno i obostrano prihvatljivu ravnotežu između interesa Vlade i interesa naftne kompanije Shell, na način da se ugovor bazira na sljedećim osnovnim principima:

- a) Održivost
- b) Konkurentnost
- c) Domaći resursi
- d) Zaštita okoliša, zdravlje ljudi i zaštita pri radu
- e) Transparentnost

Vlada Federacije BiH će u skladu sa Zakonom o istraživanju i eksploataciji nafte i plina izabrati stručnog konsultanta koji će voditi pregovore sa naftnom kompanijom Shell o modalitetu ugovora za dodjelu koncesije.

Od odabranog Konsultanta se očekuje da ispuni /ali ne ograničavajući se/ sljedeće zadatke :

- Da pruži Vladi Federacije BiH poslovni savjet/ informaciju u pravnim, geološkim, proizvodnim, okolišnim i komercijalnim i drugim potrebnim aspektima pregovora a u skladu sa principima dobre prakse u svijetu istraživanja i proizvodnje nafte i plina,
- Da osmisli i predloži strategiju pregovora koja će imati podršku od strane imenovane Komisije Parlamenta F BiH i Vlade Federacije BiH;

Da izradi ugovorni modalitet koji će u periodu trajanja ugovora donijeti državi najpovoljniju moguću kompenzaciju za prirodne resurse, bez narušavanja životne sredine i zdravlja ljudi;

- Da izvrši pregovore i sklopi održiv, dugoročan i stabilan ugovor o koncesiji sa Shellom, u skladu sa važećim zakonima Bosne i Hercegovine i Federacije Bosne i Hercegovine;
- Da se obezbjedi maksimalna lojalnost Vladi kao ugovornom organu u toku pregovora, izrade ugovornog modaliteta i potpisivanja ugovora;
- Da se obezbjedi ekonomska eksploatacija nafte i plina na način da se izvrši maksimalna iskorištenost ležišta;
- Da se obezbjedi maksimalni potencijal za razvoj i eksploataciju ležišta svih veličina i kvaliteta;
- Da se u toku pregovora obezbjedi obaveza zapošljavanja lokalnog stručno osposobljenog kadra kao i obaveza obuke i osposobljavanja u skladu sa potrebama;
- Da educira i uključi predstavnike Federalnog ministarstva energije, rudarstva i industrije te Federalnog zavoda za geologiju u provođenju ovakvih pregovora;
- Da se obezbjedi blagovremeno dostavljanje izvještaja i zahtjeva;
- Da se osigura završetak pregovora u definisanom zadatim/traznim okvirima;
- Da se obezbjede ostala prava i obaveze propisane Zakonom o istraživanju i eksploataciji nafte i plina u Federaciji Bosne i Hercegovine.

Nakon potpisivanja ugovora o dodjeli koncesiji, naftna kompanija Shell će izraditi projekt istraživanja nafte i plina na području Dinarida. Projektom će se detaljno predvideti vrsta i obim geoloških, geofizičkih i geohemijskih istraživanja te dubokog istražnog bušenja. Saglasnost na ovaj projekt će dati Federalno ministarstvo energije, rudarstva i industrije.

## **Sjeverna Bosna**

a) Za područje Orašja i Odžaka i Tuzlanskog bazena je analizirana sva postojeća dokumentacija o dosadašnjim rezultatima istraživanja. Ti rezultati su prezentirani u studiji koju je uradila naftna kompanija Shell na osnovu memoranduma o razumijevanju koji je potpisala Vlada Federacije sa ovom naftnom kompanijom. Na ovom području će se kao i za područje Dinarida dodijeliti koncesija za istraživanja i eksploataciju nafte i plina. Dodjela koncesije će se izvršiti u skladu sa Zakonom o istraživanju i eksploataciji nafte i plina na području Federacije.

Regionalna naftnogeološka istraživanja terena Sjeverne Bosne predstavljaju kontinuirani istraživački proces koji traje od 1974. godine a prekinut je 1991 godine. U nastavku istraživanja do 2024. godine programirani su regionalni naftnogeološki radovi za finalizaciju prostornih litofacijalnih i strukturno tektonskih analiza svih geoloških formacija Sjeverne Bosne a pripadaju području Federacije Bosne i Hercegovine. Uz pretpostavku realizacija programiranih istraživanja stvorio bi se odgovarajući stepen naftnogeološke istraženosti, što bi predstavljalo realnu osnovu za eliminaciju pojedinih područja, odnosno određivanje potencijalnih formacija za dalja detaljnija istraživanja.

Ova istraživanja obaviti će se uz primjenu savremenih geoloških, geohemijskih i geofizičkih metoda ispitivanja te istražnog bušenja.

### **a) Regionalna naftnogeološka istraživanja**

Iz analize regionalnih naftnogeoloških istraživanja Sjeverne Bosne proizilazi da su geološke formacije gornje strukturne etaže (oligocenski i miocenski sedimenti)

uglavnom dovoljno istraženi odnosno pripremljeni za dalja istraživanja dubokim bušenjem.

Razmatrajući stepen regionalne naftnogeološke istraženosti donjih strukturnih etaža (mezozojske i najveći dio paleogenskih sedimenata) uočava se nejednaka istraženost geoloških formacija u podini oligomiocenske formacije. Obzirom na evidentirane pojave nafte u oligomiocenskim sedimentima, odnosno urađenu Studiju o naftnogeološkoj potencijalnosti tzv. "kontinentala" (OL,M), za navedenu strukturnu etažu potrebno je uraditi strukturne karate na osnovu kojih se vrši odabir najpovoljnijih lokacija za duboka istražna bušenja.

Međutim, na osnovu pojedinih činjenica i vrlo dobrog poznavanja geoloških odnosa terena Sjeverne Bosne, smatramo da je i starija – donja strukturna etaža veoma interesantna u naftnogeološkom pogledu. Navedena koncepcija proizilazi iz rezultata istraživanja oko 70 % ukupne zastupljenosti donje strukturne etaže na "otkrivenim" terenima Sjeverne Bosne. Kao obrazloženje navodimo:

- Pojava nafte u eocenskim sedimentima kod Zavida. Za navedenu pojavu stručnjaci ECL-a smatraju da je migrirala iz oligomiocenskih sedimenata. Međutim, analizom nafte kod Zavida utvrđeno je da se radi o drugom tipu nafte, a rekonstrukcijom geološke građe u širem području Zavida konstatovano je da oligocenski sedimenti izlaze na površinu, te da ne postoji mogućnost migracije u starije stijene. Pored navedenog pojave nafte u eocenskim i starijim sedimentima su evidentirane u bušotinama Simin Han, Požarnica i Dolovi.
- Prema preliminarnim paleogeografskim analizama, sasvim je sigurno da je tokom mlađeg mezozoika i u paleogenu egzistirao veoma diferentan sedimentacijski bazen na granici sa ofiolitima, taložili su se veoma različiti sedimentacijski ekvivalenti, što predstavlja povoljne elemente za stvaranje, sazrijevanje i migraciju ugljovodonika.
- Nedovoljna ispitatost matičnih stijena, sadržaja kerogena, koji se kreće u graničnim ili nešto smanjenim vrijednostima. Navedeno znači da se ispitivanja trebaju nastaviti, odnosno detaljnije ispitati sve geološke formacije koje su dostupne površinskim testiranjima. Isti slučaj je i sa kolektorskim stijenama. Dakle, tek nakon izvršenih ispitivanja navedenih elemenata i strukturno – tektonske analize, pristupilo bi se daljim ulaganjima u detaljnije radove istražnim bušenjem.
- Magmatska aktivnost intruzivnog karaktera, koja se desila poslije kredne sedimentacije predstavlja veliki problem u dubinskim rekonstrukcijama Sjeverne Bosne. Pored ostalih problema, ova aktivnost je u mnogome mogla djelovati na kretanje i sadržaj fluida ugljovodonika gornje strukturne etaže.
- Kretanje ugljovodonika gornje strukturne etaže još uvijek je nejasno. Prema mišljenju stručnjaka ECL oni su kretani i kroz dijelove donje strukturne etaže, što nas obavezuje na nastavak regionalnih naftnogeoloških istraživanja geoloških formacija donje strukturne etaže.

- Na kraju napominjemo da se u području Panonskog bazena (Vojvodina i Slavonija) intenzivno istražuje i donja strukturna etaža.

Pored navedenog treba konstatovati da prijedlog programa istraživanja nije nova koncepcija već nastavak godinama provjerene i primjenjivane metodologije istraživanja.

U nastavku naftnogeoloških istraživanja za period od 2014 – 20224. godina programirani su radovi koji predstavljaju realnu istraživačku sukcesiju.

#### *b) Geohemijska ispitivanja*

U naftno - geološkim ispitivanjima Sjeverne Bosne korištene su savremene metode prospekcionih i detaljnih organopetrografskih i organogeohemijskih analiza na uzorcima sa površine terena i na uzorcima iz dubokih istražnih bušotina za naftu. Broj uzoraka obrađen geohemijskim analizama (562 uzoraka stijena) nije zadovoljavajući kada se uzme u obzir količina istražnog prostora Sjeverne Bosne (cca 12.000 km<sup>2</sup>) i raznovrsnost litostratigrafskih jedinica vezanih za različite geotektonske cjeline – jedinice. Posebno treba naglasiti da sva dosadašnja ispitivanja bitumena i kerogena iz paleozojskih, mezozojskih i paleogenih sedimenata Sjeverne Bosne imaju karakter prospekcionih geohemijskih ispitivanja.

Imajući u vidu sve dosadašnje rezultate geoloških i geohemijskih ispitivanja različitih litostratigrafskih i geotektonskih jedinica na širem prostoru Sjeverne Bosne, smatramo da je u narednom periodu neophodno izvršiti geohemijska ispitivanja onih lito - i hrono- stratigrafskih jedinica iz različitih geotektonskih cjelina koje još nisu u dovoljnoj mjeri istražene. Dopunska geohemijska ispitivanja su neophodna da bi se u potpunosti sagledao naftno - plinski potencijal šireg prostora Sjeverne Bosne kroz izradu geohemijske studije regionalnog karaktera sa svim potrebnim priložim (posebno se misli na izradu geohemijskih karata ovog prostora i korelaciju ispitivanih profila).

Sva geohemijska ispitivanja treba usmjeriti tako da budu tijesno povezana sa geologijom istražnog prostora, a posebno sa uslovima sedimentacije i evolucijom tog prostora.

Na osnovu raspoloživih podataka geohemijskih ispitivanja kao i geološke evolucije prostora čiji se naftno – plinski potencijal određuje, smatramo da bi bilo veoma korisno da se geohemijskim analizama obuhvate slijedeće litostratigrafske jedinice i prostori:

- Kredno – paleogeni i miocenski sedimenti istražnog prostora u Tuzlanskom basenu.

Pored toga obaviti će se geohemijska ispitivanja i na jezgrima iz bušotina koje će se bušiti u ovom periodu. Planirano je da se geohemijske analize obave na najmanje 10 uzoraka iz svake istražne bušotine.

Nakon ovih geohemijskih ispitivanja potrebno je uraditi Studiju o naftnogeološkoj potencijalnosti svih geoloških formacija terena Sjeverne Bosne.

U navedenom periodu, u sklopu geohemijskih ispitivanja na prostoru Sjeverne Bosne primjenit će se slijedeće metode:

- Određivanje sadržaja organskog ugljenika i kerogena u stijeni.
- Određivanje kerogena i čvrstih naftnih bitumena.
- Određivanje zrelosti organske supstance (kerogena).
- Određivanje naftno-gasnog potencijala.
- Određivanje vezanih i slobodnih ugljovodonika C1-C7.
- Rock – Eval piroliza.
- Kapilarna gasna hromatografija zasićenih frakcija, ugljovodonika i aromatičnih frakcija.
- Hemijske analize sirovih nafti i njihove veze sa matičnim rezervoar stijenama.

### c) Geofizička ispitivanja

Ekonomski značajne akumulacije nafte i plina uvijek su usko vezane za prostrane oblasti sedimentnih stijena i sa veoma malo izuzetaka naftnonosna stijena je sedimentnog porijekla. Akumuliranje nafte uslovljeno je strukturnim, stratigrafskim i litološkim uslovima u dubljim dijelovima zemljine kore. Zato je u današnje vrijeme nezamislivo istraživanje ugljikovodika samo na bazi geološkog kartiranja zemljine površine, bušenjem i korelacijom rezultata većeg broja bušotina ili na osnovu površinskih znakova koji ukazuju na mogućnost postojanja ugljikovodika u dubljim dijelovima terena, kao što su površinske pojave nafte ili gasa, bituminozne stijene, ležišta asfalta, otkrivene antiklinale i drugi strukturni oblici pogodni za akumuliranje nafte na velikim dubinama, topografski i morfološki elementi i dr. Čak i u onim slučajevima gdje je na osnovu površinskog geološkog kartiranja moguće odrediti strukturu jedne formacije, ekstrapoliranje strukture koja je otkrivena na površini, do dubina na kojima se može očekivati ležište nafte kriju u sebi velike opasnosti kako zbog uobičajenih asimetrija struktura, tako i zbog mogućeg postojanja diskordancija ili značajnih varijacija u debljini slojeva ispod zemljine površine.

Osim toga, mnoge poznate akumulacije nafte nalaze se u sočivima ili drugim tipovima stratigrafskih, strukturnih, tektonskih zamki ili u raznim varijacijama. Iz navedenog razloga danas se pri istraživanju nafte koristi nekoliko geofizičkih metoda kojim se mogu identifikovati geološke strukture formacija ispod zemljine površine i utvrditi uslovi koji su pogodni za akumuliranje nafte i gasa.

Uslov za primjenu ovih metoda je postojanje mjerljive varijacije u ovim strukturama. Četiri glavne geofizičke metode koje se primjenjuju pri istraživanju ugljikovodika (magnetna, gravimetrijska, seizmička i geoelektrična) usko su vezane za 4 fizičke osobine koje se mogu odrediti za zemljine površine: magnetičnost, gustina, elastičnost i električna provodljivost. Na izbor geofizičke metode obično utiču geološki uslovi, podaci koji se žele dobiti, topografski uslovi i cijena koštanja.

Ako je oblast koja se želi ispitivati vrlo velika, a dubinska geologija slabo poznata, ekonomski razlozi mogu diktirati da se prvo izvrši rekognosciranje terena primjenom jedne jeftinije metode (gravimetrija ili magnetizam) prije nego se neki dijelovi istražnog područja ne izdvoje za detaljna ispitivanja primjenom skuplje seizmičke metode.

Ovakav metodološki pristup primjenjen je pri istraživanju nafte i plina na području Sjeverne Bosne.

U narednom srednjoročju nastaviti će se regionalna i detaljna geofizička ispitivanja na području Sjeverne Bosne.

#### Seizmička ispitivanja

Od svih geofizičkih metoda, metoda reflektivnog seizmičkog profiliranja se najviše i najšire primjenjuje pri istraživanju nafte i plina. U posljednje vrijeme, reflektivna seizmička metoda je najuspješnija geofizička metoda pri istraživanju naftonosnih struktura. Koristi se u oblastima sa praktično svim tipovima geoloških struktura značajnih pri istraživanju ugljikovodika. Od izuzetne je koristi pri određivanju geoloških struktura u sedimentnim slojevima do dubine čak i preko 10.000 metara. U periodu do 2017. godine, uraditi će se oko 200 km seizmičkih profila, od čega oko 50 km regionalnog karaktera na području sjeverozapadne Bosne i oko 150 km detaljnog karakterana na izdvojenom prospektu (koji pripada Federaciji Bosne i Hercegovine) koja su u Studiji potencijalnosti područja Sjeverne Bosne određena kao područja od prvorazrednog značaja sa stanovišta pronalaženja ugljikovodika.

Sva seizmička ispitivanja obaviti će se metodom višestrukog prekrivanja (CDP-2000 % i CDP – 3000 %) a koristiti će se impulsivni izvor elastičnih talasa tj. generisanje talasa eksplozivom u bušotini.

Numerička obrada svih 200 km seizmičkih profila obaviti će se u jednom od računskih centara u inostranstvu, nakon čega će se izvršiti interpretacija seizmičkih profila i uraditi vremenske i dubinske strukturne karte.

Cilj ovih ispitivanja je da se dobije detaljnija slika o strukturnim odnosima, dubinama zalijeganja pojedinih stratigrafskih članova na pojedinim ranije definisanim strukturama, te da se tačnije odrede lokacije za istražno bušenje.

U slučaju pozitivnih rezultata bušenja (pronalaska nafte ili plina) obaviti će se na tim područjima seizmička ispitivanja visoke rezolucije u svrhu okonturivanja struktura na kojima su izbušene bušotine sa pozitivnim nalazom.

#### Gravimetrijsko i geomagnetno modeliranje

S obzirom da su u proteklom priodu na čitavom području Sjeverne Bosne urađena detaljna gravimetrijska i geomagnetna – aeromagnetna ispitivanja te gravimetrijska ispitivanja duž 16 seizmičkih profila, u narednom periodu predstoje radovi na formiranju baze podataka, obradi i interpretaciji ovih podataka u cilju inkorporacije ovih rezultata za kompleksnu obradu istražnog područja, odnosno za definisanje strukturno - tektonskih odnosa, debljine sedimenata i karakteristika sedimentnih bazena, te karakteristika njihove podloge, a s tim u vezi i optimalne mogućnosti za razvoj kolektora i akumulacije u njima. Naime, neophodno je obaviti digitalizaciju gravimetrijskih i geomagnetskih podataka mjerenja i izraditi detaljne karte za pojedine – potencijalne prospekte te 2 D i 3 D modeliranje II strukturne etaže i podloge.

Nakon obavljenog matematičkog modeliranja gravimetrijskih i geomagnetskih podloga uraditi će se sintetska interpretacija istražnog prostora koja će se bazirati na rezultatima svih geoloških saznanja, rezultata gravimetrije, geomagnetizma, seizmike

i bušotinskih podataka. Ovakva interpretacija istražnog područja dat će sve obuhvatnije i određenije geološke informacije, doprinjeti boljem osvjetljavanju geološko - strukturnog sklopa dubljih dijelova istražnog područja za koje seizmička metoda nije dala zadovoljavajuće rezultate, te racionalizaciji daljih istraživanja ležišta nafte i plina u dubljim horizontima Sjeverne Bosne.

#### **d) Istražno bušenje**

Istražno bušenje prihvaćeno je u geološkoj nauci kao metoda direktnog istraživanja kojom se dolazi do najtačnijih podataka. Podaci dobiveni bušenjem imaju tri najvažnije komponente i direktno određivanje strukturnih odnosa koji postoje na određenoj tački terena, tačne podatke o nabušnim slojevima i tačna mjerenja dubina i debljina nabušnih slojeva. Međutim, cijena koštanja istražnog bušenja do dubina gdje se nalaze naftonosna ležišta tako je velika da je nedopustiv rizik izvoditi ga ako se bušenje ne zasniva na pouzdanim rezultatima o postojanju pogodnih geoloških struktura.

Na osnovu podataka prikupljenih za vrijeme dosadašnjih istraživanja na području sjeverne Bosne i interpretacije rezultata stvoreni su uslovi za određivanje lokacija istražnih bušotina. Kako su u Studiji potencijalnosti na području Sjeverne Bosne izdvojena 4 prospekta na kojima je opravdano pristupiti istražnom bušenju, u predviđenom istražnom periodu od 10 godina (2014-2024) obaviti će se istražno bušenje. Broj istražnih bušotina i dinamika izvođenja zavisiće najvećim dijelom od obezbjeđenih sredstava i rezultata bušenja. Međutim, prema sadašnjoj viziji mogućnosti prikupljanja sredstava i prema realnim potrebama za bolje sagledavanje potencijalnosti izdvojenih prospekata i njihovoj veličini, planira se u narednom periodu uraditi 5 istražnih bušotina. Broj istražnih bušotina na pojedinom prospektu zavisiće od rezultata bušenja. Naime, u slučaju pronalaska ekonomski značajnih količina ugljikovodika na jednom od prospekata, broj istražnih bušotina bi se povećao na tom prospektu u svrhu okonturivanja ležišta, njegovoj razradi i privođenju eksploataciji.

Prema dosadašnjim saznanjima i iskustvima sa ovog područja, a imajući u vidu koncepciju istraživanja, dubina bušotina bila bi 2500 do 3500 metara, zavisno od lokacije, odnosno od zadatka bušotine.

U toku izrade svake istražne bušotine vršiti će se kontinuirano geološko praćenje uz pomoć terenske geološke laboratorije. Za potrebe laboratorijskih analiza (paleontološka, sedimentološka - petrografska, fizičko - hemijska svojstva fluida, geohemijska i dr.) vršiti će se jezgrovanje u interesantnim geološkim sredinama, a svakih 5 metara uzimati će se uzorci nabušnog materijala sa sita. Prije ugradnje svake tehničke kolone i kod konačne dubine obaviti će se karotažna mjerenja, mjerenja brzina i vertikalno seizmičko profiliranje, a u perspektivnim horizontima obaviti će se testiranje sloja.

#### **Sarajevsko-zenički basen**

Obzirom na dokazano prisustvo ugljovodonika u oligocenskim i miocenskim sedimentima kao i mišljenja o generisanju ugljovodonika u podini basena, postoji



opravdanost da se nastave započeta geološka istraživanja nafte i plina u Sarajevsko-zeničkom basenu.

Na osnovu dosadašnjih rezultata istraživanja Sarajevsko-zeničkog basena, dalja istraživanja koja mogu biti u funkciji naftno-geoloških razmatranja a predstavljaju prioritetne zadatke su:

- Izvršiti prospekciju gornjopermskih sedimenata šireg područja basena,
- Razjasniti odnose u podini oligocenskih sedimenata, koju dijelom čine: formacije pasivne kontinentalne margine jursko-kredne starosti, permotrijaski sedimenti, paleozojski metaklastiti i anizijski krečnjaci,
- Izvršiti tektonsku i strukturnu analizu,
- Uraditi prostornu orijentaciju oligocenskih i miocenskih sedimenata,
- Geofizičkim ispitivanjima odrediti debljinu sedimenata,
- Izvršiti analizu termomineralnih voda u basenu, posebno na području Kakanj-Tičići (hemizam, gasovi, tektonika, kolektor, itd)

Naprijed navedena istraživanja bi se izvodila u periodu 2014-2024 godina, nakon čega bi se donijela konačna odluka o nastavku istraživanja nafte i gasa na ovom području.

## **7. OBRAZLOŽENJE OBIMA I VRSTE ISTRAŽIVANJA**

Iz analize ukupnih naftnogeoloških istraživanja, koja su izvršena na području Bosne i Hercegovine proizilazi da su izvedeni mnogi kvalitetni istražni radovi. Postignuti rezultati ukazuju na opravdanost nastavka daljih istraživanja nafte i plina na području Federacije Bosne i Hercegovine. Predviđjeni obim i vrsta istraživanja proizilaze iz zaključaka američke kompanije AMOCO i engleske kompanije ECL. Predviđjeni istražni radovi obuhvataju slijedeće:

1. Geološko kartiranje i snimanje stubova i profila,
2. Seizmičko snimanje duž profila.
3. Geohemijsko ispitivanje uzoraka sa površine terena i iz bušotina
4. Strukturno-tektonske analize
5. Numerička obrada seizmičkih podataka
6. Paleogeografske analize i
7. Istražno bušenje

Opis radova prikazan je u koncepciji i metodologiji istraživanja te u poglavlju organizacija i dinamika izvodjenja istražnih radova. Realizacija prikazanog obima radova, u poglavlju specifikacija i predračun radova, će zavisiti od obezbjedjenja sredstava za njihovu realizaciju.

## **8. ORGANIZACIJA I DINAMIKA IZVODJENJA ISTRAŽNIH RADOVA**

### **Dinaridi**

Prema koncepciji istraživanja i u skladu sa dosadašnjim odlukama Vlade Federacije Bosne i Hercegovine, za područje Dinarida istraživanja će vjerovatno izvoditi naftna kompanija Shell. U skladu sa Zakonom o geološkim istraživanjima, naftna kompanija koja odbije ugovor o koncesiji će imati rok za završetak istraživanja u roku od 6

godina uz mogućnost produženja još dvije godine. Iz navedenog proizilazi da će se u vremenskom periodu 2014-2023 godina utvrditi da li postoje ekonomski interesantna ležišta nafte i plina na području Dinarida.

Po sadašnjoj dinamici vođenja pregovora, očekuje se potpisivanje ugovora za dodjelu koncesije za istraživanje na području Dinarida. Nakon dodjele ugovora o koncesiji, neophodno je izvesti slijedeće radove:

a) U periodu 2015-2016 godina

- Geofizička istraživanja (aerogravimetrija, seizmika),
- Geohemijska istraživanja
- Površinska geološka istraživanja
- Izvođenje prve istražne bušotine dubine 6000-8000 m.

b) U periodu od 2017-2020 godine

- Izvođenje istražnog bušenja u cilju utvrđivanja rezervi nafte i/ili plina.

c) U periodu od 2021-2023 godine

- Razrada ležišta nafte i/ili plina

## **Sjeverna Bosna**

### **U periodu 2014-2024. godini obaviti će se slijedeći istražni radovi:**

a) Regionalna naftno – geološka istraživanja

U 2015. godini programirana analogna analiza magmatsko – sedimentnog kompleksa jure, unutar čega treba izdvojiti formacije ofiolitskog kompleksa, sedimentnu formaciju, te magmatite unutar sedimentnih tvorevina.

Tokom 2015. godine programirana je prostorna litofacijalna analiza magmatsko-sedimentne formacije krede, unutar koje treba interpretirati odnose između dubokovodnih klastično – karbonatnih sedimenta i magmatskih stijena unutar sedimentne formacije.

b) Geohemijska ispitivanja

U sklopu programiranih regionalnih geoloških ispitivanja pored analiza fizičkih svojstava stijena obaviti će se i geohemijska ispitivanja uzoraka stijena iz raznih litostratigrafskih članova.

- U 2015. godini predviđena su geohemijska ispitivanja svih sedimentnih formacija magmatsko – sedimentnog kompleksa jure, testiranja dijelova formacija sa glinovito – alevrolitskim sedimentima – cca 10 uzoraka.

Prema tome u 2015. godini obaviti će se geohemijska ispitivanja na oko 20 uzoraka stijena.

#### c) Geofizička ispitivanja

U 2015-20016 godini izvest će se na području Sjeverne Bosne seizmička refleksivna ispitivanja duž 5 profila u ukupnoj dužini od oko 255 km. Svih 255 km seizmičkih profila bit će procesirano u jednom od računskih centara u inostranstvu.

U istom periodu pristupit će se prikupljanju baze podataka o gravimetrijskim i aeromagnetskim ispitivanjima, izradi detaljnih gravimetrijskih i aeromagnetskih karata za pojedine prospekte, te 2D i 3D modeliranje II strukturne etaže. Obzirom da je ovaj posao dosta obiman ovaj posao bit će kontinuiran kroz čitav naredni istražni period.

#### d) Istražno bušenje

U 2016. godini uradit će se jedna istražna bušotina na prospektu B (područje šamačko – oraške depresije) čija je projektovana dubina 3263 metra. Lokacija ove bušotine je određena na osnovu rezultata bušotine Brvnik-1 i Obudovac-1. Analizom tih rezultata bušenja i dodatnim seizmičkim ispitivanjem, engleska kompanija ECL, je konstatovano da je bušotina Brvnik -1 locirana na rubnom dijelu zamke i da bi bušenje trebalo ponoviti na udaljenosti od 2 km u pravcu jugoistoka (sada u zoni entiteskih granica) na širem području lokaliteta Zorani.

Ova bušotina, za koju se u ovom momentu znaju zadatak i objekti bušenja ima karakter usmjerene bušotine. Naime, njen osnovni zadatak je, pored ostalog, da nabuši nekoliko objekata koji nisu vertikalno jedan ispod drugog. Do 1325 m bušotina će imati vertikalni kanal bušotine, a od 1325 do 1634 m će imati devijaciju od 5° na 100 m. Ovim bi se nabušio jedan od objekata istraživanja tzv. "flat spot" koji na seizmičkoj sekciji ukazuje na kontakt "gas – voda", na dubini od 1327 m.

Od 1634 m bušenja će se nastaviti pod devijacijom od 15,44°, cijelom dužinom, do konačne dubine od 3263 m. Na ovaj način seizmički refleks unutar kontinentalne sekvence bušio bi se od 1744 m do zacjevljenja sa 9 5/8" unutar oligomiocenskih pješčara koji su imali tragove nafte u bušotini Brvnik – 1. Sekvenca vrha fliša bi se nabušila na 2792 m, s tim da se bušenje nastavlja kroz fliš do refleksa koji označava vrh mezozoika na 3142 m, kako bi se potvrdili seizmički pikovi. Konačna (ciljna dubina) se dostiže na 3263 m (3200 prava vertikalna dubina). Horizontalna razdaljina od vertikale iznosi 475 m S – SI (0,28° N).

#### **- U 2016-2017 godini obaviti će se slijedeći istražni radovi**

##### a) Regionalna naftno – geološka istraživanja

Predpostavlja se da će radovima u 2016 godini biti obuhvaćeni najveći dijelovi geoloških formacija donjih strukturnih etaža, te se za 2017. godinu programiraju istraživanja na rekonstrukciji magmatskih i metamorfnih formacija u dubljim dijelovima Sjeverne Bosne.

#### b) Geohemijska ispitivanja

Geohemijska ispitivanja su predviđena za identifikaciju matičnosti klastičnih stijena, odnosno rekonstrukciju kretanja eventualnih fluida ugljovodonika. Predviđeno je da se geohemijske analize urade na oko 30 uzoraka stijena sa površine. Pored toga uradit će se geohemijske analize na oko 40 uzoraka iz istražne bušotine.

#### c) Geofizička ispitivanja

U 2010-2017. godini izvest će se na području Sjeverne Bosne seizmička reflektivna ispitivanja duž 250 km profila, od čega oko 150 km regionalnih profila na području sjeverozapadne Bosne i oko 100 km detaljnih seizmičkih profila na prospektima izdvojenim za bušenje u cilju tačnijeg izbora lokacija bušotina.

Pored toga izvest će se i seizmička ispitivanja visoke rezolucije radi okonturivanja struktura i polja u okolini bušotina.

Tokom 2018. godine nastavit će se rad na digitalizaciji aeromagnetskih karata i formiranju baze podataka, te na strukturnom 2D i 3D gravimetrijskom i magnetometrijskom modeliranju II strukturne etaže.

Od ostalih geofizičkih radova u 2010 i 2011. godini obaviti će se karotažna mjerenja u bušotinama koje se budu izbušile u toj godini (planirano 2 bušotine) mjerenja brzina u tim bušotinama, te vertikalno seizmičko profiliranje.

#### d) Istražno bušenje

*U 2016 i 2017. godini uradit će se jedna istražna bušotina na području Orašja a druga na području Tuzlanskog basena.*

Istražna bušotina na području Orašja je bušotina Brvnik – 2 (BR-2), konačne dubine 2300 m. Dubina istražnih bušotina na području Tuzlanskog basena odredit će se nakon obavljenih detaljnih seizmičkih ispitivanja te strukturnog 2D i 3D gravimetrijskog i aeromagnetskog modeliranja na ovim prospektima.

#### **- U 2018-2019. godini obaviti će se slijedeći istražni radovi**

##### a) Regionalna naftno – geološka istraživanja

U vrijeme izrade litfacijalnih i strukturno – tektonskih analiza terena Sjeverne Bosne, često se nailazilo na neke geološke probleme koji u tom periodu nisu mogle biti riješene zbog slabog pregleda regionalne situacije prisutnih geoloških formacija. Zbog toga se za 2018. godinu programiraju istraživanja na području istočno od Tuzle prema planini Trebovac. Nakon obavljenih istraživanja na navedenim terenima potrebno je izvršiti objedinjavanje podataka za sve formacije Sjeverne Bosne uz obaveznu izradu formacijskih i strukturno – tektonskih karata, te izradu geoloških stubova i drugih grafičkih dokumenata.

#### b) Geohemijska ispitivanja

U okviru dorade litofacijalne i strukturno – tektonske analize područja predviđena su geohemijska ispitivanja klastičnih paketa kredno – paleogenskih sedimenata cca 30 uzoraka. Pored toga uradit će se geohemijska analiza oko 40 uzoraka iz istražne bušotine.

#### c) Geofizička ispitivanja

U 2018. na oko 200 km profila. Ova ispitivanja obaviti će se na izdvojenim – perspektivnim područjima u cilju okonturivanja perspektivnog područja i tačnijeg određivanja lokacija bušotina. Područje na kome će se izvesti ova istraživanja odrediti će se nakon dobivenih rezultata seizmičkih ispitivanja na pojedinim područjima i istražnog bušenja.

U isto godinu obaviti će se mjerenje brzina, vertikalno seizmičko profiliranje i karotažna mjerenja u istražnoj bušotini.

#### d) Istražno bušenje

Tokom 2017. godine predviđeno je da se izbuše 2 istražne bušotine od čega 2 na prospektu B i jedna na prospektu C (Tuzlanski bazen). Prognozne dubine ovih bušotina su oko 3500 m. Preciznija dubina, zadatak i cilj bušotina odrediti će se nakon obavljenih detaljnih seizmičkih radova i obavljenog strukturnog 2 D i 3D gravimetrijskog i aeromagnetskog modeliranja na pojedinim izdvojenim perspektivnim područjima.

#### **- U 2019-2020. godini obaviti će se slijedeći istražni radovi:**

##### a) Regionalna naftno – geološka istraživanja

Nakon izvršenih litofacijalnih i strukturno – tektonskih analiza, dobiti će se realna osnova za daljnja – naftnogeološki veoma bitna istraživanja paleogeografskih odnosa za pojedina razdoblja geološke prošlosti kao što je gornje krede i paleogena i jure. Uz navedeno izvela bi se rekonstrukcija sprudnih i prelaznih litofacijesa do turbiditnih sedimenata.

##### b) Geohemijska ispitivanja

Obzirom da se u proteklom periodu, od 2016-2017. godine, predviđa završetak regionalnih naftnogeoloških istraživanja, od geohemijskih ispitivanja planirana su samo kontrolna geohemijska ispitivanja na oko 10 uzoraka stijena sa površine.

Pored toga predviđeno je da se geohemijske analize obave na oko 40 uzoraka iz bušotina koje se planiraju izvesti u toj godini, iz raznih litostratigrafskih članova.

c) Geofizička ispitivanja

U 2017. godini obaviti će se seizmička ispitivanja visoke rezolucije (VR) radi okonturivanja struktura i polja u području pozitivnih bušotina. Predviđa se da se uradi oko 150 km seizmičkih profila visoke rezolucije.

Obzirom da se u 2019-2020. godini planira izbušiti istražne bušotine, neophodno je na tim bušotinama obaviti vertikalno seizmičko profiliranje, mjerenje brzina i kompletna karotazna mjerenja, duž čitavog kanala bušotine.

d) Istražno bušenje

U 2019. godini predviđeno je da se izbuše 3 istražne bušotine, od čega dvije na prospektu B i jedna na prospektu C. Dubine istražnih bušotina odredit će se nakon izvedenih detaljnih geofizičkih ispitivanja i dobivenih rezultata iz predhodnih bušotina.

**- U 2021-2024 godini obaviti će se slijedeći istražni radovi:**

a) Regionalna naftnogeološka istraživanja

U 1985. godini se predviđaju radovi na finalizaciji regionalnih naftnogeoloških istraživanja svih geoloških formacija Sjeverne Bosne. Programirani su radovi na objedinjavanju podataka i izradi paleogeografskih karata za karakteristična geološka razdoblja, zatim izrada profila, sedimentacijskih modela, te izrada Studije o geološkoj evoluciji drugih strukturnih etaža.

b) Geohemijska ispitivanja

Obzirom da se u 2021. godini planira izvodjenje i istražnih bušotina, geohemijska ispitivanja obaviti će se na oko 50 uzoraka jezgara iz raznih litostratigrafskih članova koje će se nabušiti na ovim bušotinama.

Pored toga u 2021 godini obaviti će se objedinjavanje svih rezultata geohemijskih ispitivanja i izrada geohemijske karte Sjeverne Bosne.

c) Geofizička ispitivanja

Od geofizičkih ispitivanja tokom 2021. godine obaviti će se seizmička ispitivanja visoke rezolucije duž 150 km profila, te vertikalno seizmičko profiliranje, mjerenje brzina i kompletna karotazna mjerenja na izvedenim bušotinama.

d) Istražno bušenje

U 2021. godini planirana je izvodjenje 3 istražne bušotine od čega dvije na prospektu B i jedna na prospektu C. Projektovana dubina ovih bušotina odredit će se na bazi rezultata predhodnih bušotina i detaljnih geofizičkih ispitivanja. Prema sadašnjim saznanjima dubina dvije bušotine na prospektu B bile bi do 2500 m, a jedne bušotine na prospektu C imala bi dubinu do 3500 m.

## **9. ZAŠTITA OKOLIŠA**

Izvođenje istražnih radova, po ovom programu, će se vršiti u skladu sa Zakonom o zaštiti okoliša, Zakonu o vodama, Zakonu o poljoprivrednom zemljištu, Zakonu o geološkim istraživanjima, Zakonu o rudarstvu i dr. Za svaki konkretni zahvat u prostoru (kao što je bušenje) neophodno je dobiti urbanističku saglasnost od Federalnog ministarstva prostornog uređenja.

## 10. ZAKLJUČAK

1. U 2014 godine, Federalni zavod za geologiju je na osnovu dostupnih podataka o naftnogeološkim istraživanjima do 1991 godine, uradio Program istraživanja nafte, kondenzata i prirodnih plinova na području Federacije Bosne i Hercegovine za period 2014-2023 godina.

2. U programu su prikazani rezultati naftnogeoloških istraživanja do kojih je došla američka kompanija AMOCO u periodu 1989-1991 godina (podaci se nalaze u Energoinvestu iz Sarajeva), podaci Federalnog zavoda za geologiju, zaključci engleske kompanije ECL koji su prezentirani u studiji »Procjena regionalnih istraživanja Sjeverne Bosne« kao i podaci iz objavljenih radova i knjiga a koji sadrže podatke od značaja za naftnogeološka istraživanja.

3. Programom je dat historijski pregled istraživanja nafte i plina, rezultati istražnog bušenja (naziv bušotine, period bušenja, dubina i pojave nafte i plina u bušotina) i podaci o pojavama bitumena za područje cijele Bosne i Hercegovine.

4. U cilju tumačenja bitnih podataka o geološkoj gradnji istražnog prostora dati su podaci o geotektonskom položaju područja Bosne i Hercegovine, podaci o glavnim paleogeografskim i strukturnim jedinicima te navlačnim i rasjednim strukturama.

5. Na osnovu rezultata istraživanja o potencijalu rezervoar, pokrovnih i matičnih stijena, dobijenih istražnim bušenjem, interpretacijom litologije, hronostratigrafije, i seizmike na području Federacije Bosne i Hercegovine postoje perspektivni prostori za istraživanja nafte i plina u Sjevernoj Bosni (područje Orašja, Odžaka i Tuzlanskog basena), Srednjoj Bosni (Sarajevsko-zenički basen), Jugozapadnoj i Južnoj Bosni i Hercegovini (područje Velika Kladuša-Glamoč-Drežnica-Stolac-Neum).

Navedeni istražni prostori s izdvojeni tako da se uklapaju u dva odvojena projekta istraživanja nafte i plina: 1. Projekt Dinaridi (Velika Kladuša-Glamoč-Drežnica-Stolac-Neum i Sarajevsko-zenički basen) i 2) Projekt Sjeverna Bosna. Za svako istražno područje dat je prikaz stratigrafije, kolektorskih, matičnih i zaštitnih stijena te struktura.

6. Konceptija istraživanja nafte i plina će se zasnivati na dodjeli koncesije za istraživanju u skladu sa Zakonom o istraživanju nafte i plina na području Federacije Bosne i Hercegovine.



## LITERATURA

Behlilović, S., 1964, Geology of the Čabulja Mt. in Herzegovina (in Bosnian), Geološki glasnik, 4. 1-80. Sarajevo

Čičić, S. & Milojević, R. 1977a, Terrestrial and limnic formations of Bosnia and Herzegovina (in Bosnian).-In: Čičić, S. (ed.) Geology of Bosnia and Herzegovina, Cenozoic periods, 107-118, Sarajevo

Ercegovac, M. Et al., 2000. The kerogen maturity and hydrocarbon generation in the tertiary sediments of the Šamac-Orašje depression (Pannonian Basin),

Čičić, S. i dr. 1986. Projekcija dugoročnog razvoja geoloških istraživanja u Bosni i Hercegovini od 1986-2000. 1-351, Sarajevo. Proceedings of the international symposium Geology and metalogeny of the Dinarides and the Vardar Zone, 483-489, Banja Luka.

Gaćeša, N. i dr. 2000. Petroleum potential of the Republic of Srpska, Proceedings of the international symposium Geology and metalogeny of the Dinarides and the Vardar Zone, 471-482, Banja Luka.

Golo, B. i dr., 1988. Sinteza geološke i naftnogeološke dokumentacije-osnove za dalja programiranja naftnogeoloških istraživanja u Bosni i Hercegovini, 1-233, FSD Federalnog zavoda za geologiju Sarajevo.

Hrvatović, H. Tari, V. 2004. Dinarides, still unexplored opportunities II AAPG European Region Conference with GSA I AAPG (ur.). Prag. AAPG European Region Conference with GSA, 1-5.

Hrvatović, H., Pamić, J., 2005. Principal thrust-nappe structures of the Dinarides, Acta Geologica Hungarica, V. 48/2, Budapest.

Hrvatović, H. Geological guidebook through Bosnia and Herzegovina, 1-172, Monograph of Herald Geological, volume 28. Sarajevo.

Miladinović, M., 1979-80. Problemi istraživanja nafte u Sjevernoj Bosni, Geološki glasnik 24-24, 177-196, Sarajevo.

Jelaska, V., 1978. Senonian-Paleogene flysch of the Mt. Trebovac area (north Bosnia): stratigraphy and sedimentology (in Croatian). Geol. Vjesnik, 30, 95-118, Zagreb.

Olujčić, J. 1978, Occurrences and genesis of Mesozoic flysches of Bosnia and Herzegovina (in Serbian), Unpubl. Report, Geological Survey of B&H., 210 p. Sarajevo.

Papeš, J. 1985, Geologija Jugozapadne Bosne, posebno izdanje Geološkog glasnika, knjiga IXI. 1-198. Sarajevo.

Soklić, I. 1964, Origin and structures of the Tuzla basin. Geološki glasnik Sarajevo

Soklić, I. 1982, Stratigraphy and age salt formations in Tuzla.(in Croatian), Radovi ANUBiH, Odj. teh. Nauka, 7, 135-151.

Soklić, I. 1986. Tektonsko-strukturni oblici Tuzlanskog basena i Majevice, ANUBiH, Radovi LXXIX, odjeljene tehničkih nauka, knjiga 10, 1-55. Sarajevo

Vrabac, S. 1999, Facial and biostratigraphic characteristics Badenian and Sarmatian North Bosnia, Monography (in Bosnian), Tuzla, 107 p.

Vujnović, L. 1985. Izvještaj o regionalnim naftno-geološkim istraživanjima Srednje Bosne – Sarajevsko-zenički basen- tokom 1984/85, FSD Federalnog za voda za geologiju Sarajevo.

Vujnović, L. 1991. Program istraživanja nafte i plina na području Bosne i Hercegovine, Energonafta Bosanski Brod, FSD Federalnog zavoda za geologiju.

### **Korištena dokumentacija AMOCO-a**

1. RESULTS OF THE 1990-1991 SEIZMIC PROGRAM AND GEOPHYSICAL EVALUATIONS IN BOSNIA – HERZEGOVINA – APPENDIX I
2. RESULTS OF THE 1990-1991 SEIZMIC PROGRAM AND GEOPHYSICAL EVALUATIONS IN BOSNIA – HERZEGOVINA – APPENDIX II, III, IV AND V
3. RESULTS OF THE TECHNICAL EVALUATION CONDUCTED DURING THE TESTING PERIOD IN THE CONTRACT AREA OF BOSNIA – HERZEGOVINA – APPENDIX B I C
4. ANALYSIS OF EVAPORITE SAMPLES – APPENDIX A
5. ENCLOSURES (1-79)

Broj:  
Sarajevo:21.11.2014.

direktor  
Prof.dr. Hazim Hrvatović

