

## Tektogenetski procesi u Dinaridima i pojave pozitivnih geotermalnih anomalija

Milan ŠUŠNJAR

*Geološki zavod, Sachsova 2, pp. 283 YU—41000 Zagreb*

Prikazu je se strukturna građa u graničnom pojasu između Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida, na sektoru koji se proteže od rijeke Korane na istok kroz Kordun i dio sjeverozapadne Bosne. Izložena su nova gledanja na tektogenetske procese i mehanizam strukturnog oblikovanja, te veze između rasjednih sistema i postojećih termalnih vrela u ovoj regiji.

The paper deals with tectonics of the transitional area between the Inner and Outer Dinarides stretching from the river Korana to the east through Kordun and a part of the northwestern Bosnia. New ideas concerning tectogenetic processes and the mechanism of tectonic modelling are presented, as well as the relationship between the fault systems and the existing thermal springs of the investigated area.

### UVOD

Tematska geološka istraživanja usmjerena na rasvjetljavanje odnosa između tektogenetskih procesa i pojava pozitivnih geotermalnih anomalija dio su nastojanja na uvođenju i razvijanju adekvatne metodologije istražnih zahvata u rješavanju fundamentalnih problema vezanih za razvoj geotermalnih polja i prostorno rasterećivanje geotermalnog fluksa, te za rješavanje problematike pratećih manifestacija tog geotermalnog aktiviteta u Dinaridima.

Detaljna geološka istraživanja na temi »Stratigrafija evaporitnih naslaga i pratećih facijesa u području Dinarida i njihov odnos prema vulkanogeno-sedimentnim serijama«, rezultirala su novim saznanjima o prisutnom intenzivnom sažimanju i navlačenju u Prekosanju i u Podgrmeču, te o bitnim karakteristikama evolucije sedimentacionog prostora uz sjeveroistočne rubove karbonatne platforme.

U vrijeme nagovještaja svjetske energetske krize, na bazi navedenih novih spoznaja napravljen je petogodišnji (1975—1980) program geoloških istraživanja pod naslovom »Dubinski razlomi i pojave geotermalnih anomalija«. Tim programiranim istraživanjima se namjeravalo rasvjetliti prostorne i strukturne pozicije termalnih vrela Dolenske Toplice, Lešće i Gata. Polazna stajališta programiranih istraživanja bila su oslonjena na uvriježena mišljenja, da su geotermalne ano-

malije manifestirane termalnim vrelima u pravilu vezane neposredno na dubinske rasjede. Uz to i prostorni položaj spomenutih termalnih vrela davao je utisak, da su ona vezana na jednu intenzivniju dislokaciju dinarskog pružanja unutar karbonatne platforme.

Nekoliko momenata iz stečenih novih saznanja, izmjenilo je pristup u rješavanju problematike geotermalnih anomalija i zahtijevalo odgovarajuće prilagođavanje i razradu metodologije daljnjih istraživanja.

Već na samom početku realizacije programiranih istraživanja utvrđeno je da i jugozapadni obod Petrove gore predstavlja složeni strukturni sklop u kome dominiraju ljuskave strukture i navlake. Povezujući ovu strukturnu situaciju sa strukturnim odnosima u Prekosanju i u Podgrmeču došlo se do zaključka da su rubni dijelovi Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida intenzivnije poremećeni navlačnim kretanjima od nekih drugih dijelova Dinarida u kojima su prisutne i već duže vrijeme poznate navlačne strukturne jedinice. U novoj strukturnoj situaciji posebno su došli do izražaja poprečni rasjedi, koji su imali funkciju u intenziviranju navlačnih kretanja i ujedno održavali komunikacije s ishodišnim prostorima velikih navlačnih jedinica.

U toj fazi istraživanja iskristalizirala se i misao da je za rješavanje problematike geotermalnih anomalija od presudne važnosti, ne toliko statička strana i karakteristike recentnog strukturnog sklopa, koliko dinamički momenti i mehanizam tektogenetskih procesa. Novi pristup je zahtijevao preusmjerenje istraživanja na rasvjetljavanje tektogenetskih procesa širih prostora i posljedičnih pojava, među kojima su od posebnog privrednog značenja prostori komunikacija dubinskih fluida i geotermalnih ležišta.

Razrada strukturne osnove na jugozapadnom obodu Petrove gore je pokazala da termalna vrela kod Lešća, Cetingrada i Gate — leže uz poprečne rasjede duž kojih su premicani strukturni sklopovi u neogenim pokretima sažimanja i navlačenja prema jugozapadu i jugu. Shvaćanjem da mineralizacije i orudnjenja na poprečnim rasjedima koji komuniciraju s prostorom Pokuplja i Posavine, nisu ništa drugo do i fosilne geotermalne anomalije, došlo se do ideje da se tretiranjem spomenutih rasjeda na metalne mineralizacije (Pb, Zn, Cu, Sr i Ni) putem geokemijskih analiza pokuša tragati za izvornim arealima geotermalnog fluksa, odnosno geotermalnim poljima. Na ovaj način razrađen je kompleksniji pristup geološkim istraživanjima, koja su uz geotermalnu problematiku obuhvatila i metalogenetske aspekte istraživane regije.

Prezentirani strukturni odnosi i veze između postojećih termalnih vrela i rasjednih sistema istraživane regije predstavljaju početne rezultate sistematskih istraživanja geotermalne problematike. Cjelovita slika geotermalnog aktiviteta vezanog uz neogene tektonske pokrete u ovom dijelu Dinarida, dobiti će se nakon zadovoljavajućeg pokrivanja rasjednih sistema s geokemijskim analizama.

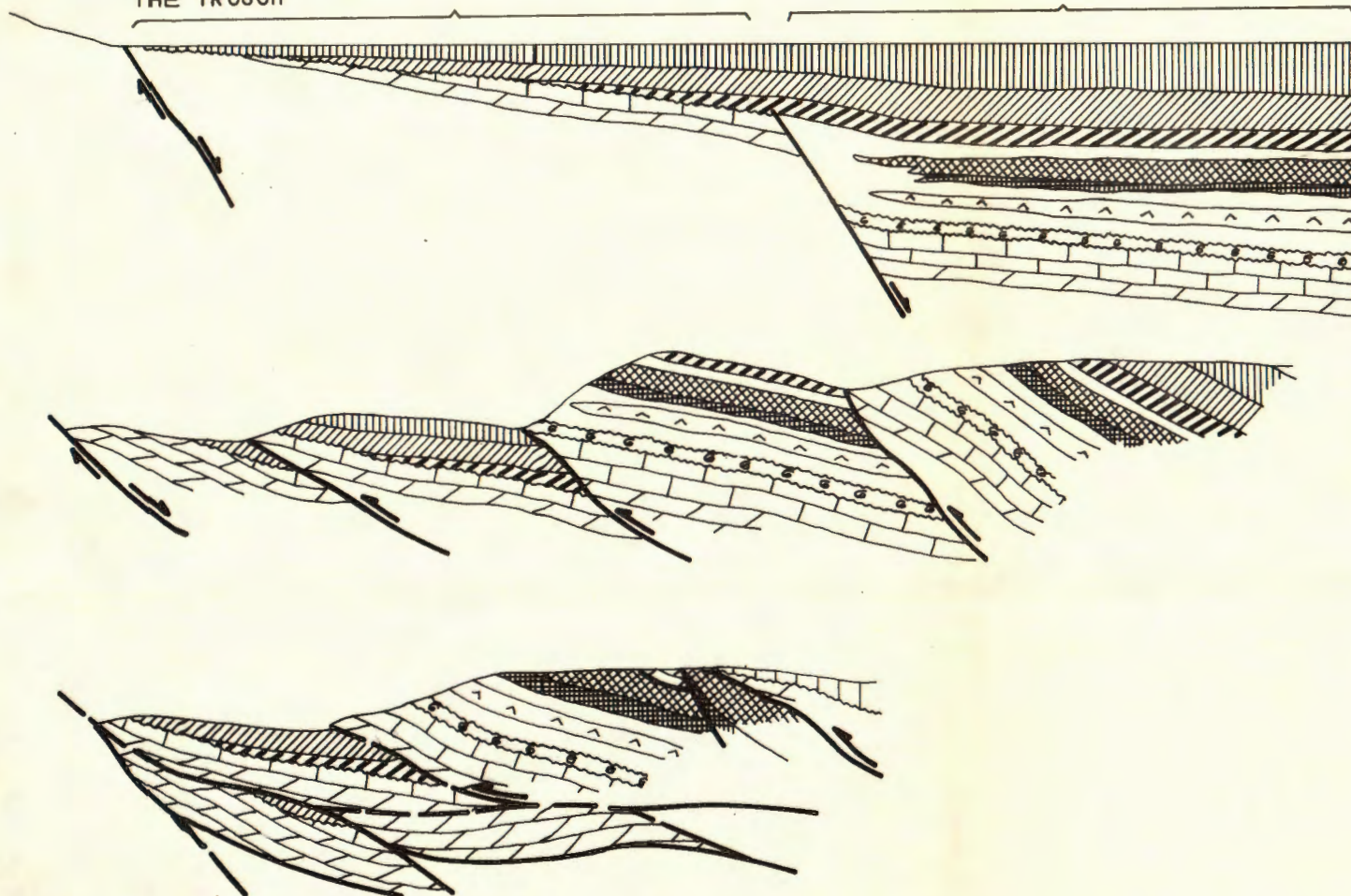
Prilikom izrade strukturne osnove i na rješavanju stratigrafske problematike učestvovali su i slijedeći geolozi Geološkog zavoda iz Zagreba: Bukovac, J., Grimani, M., Jović, B. i Sarkotić, M., te im se ovom prilikom zahvaljujem.

SHEMATIZIRANI PRIKAZ POLOŽAJA LITOSTRATIGRAFSKIH JEDINICA U SEDIMENTACIONOM BAZENU  
I NAKON TEKTONSKIH POKRETA SAŽIMANJA U PODRUČJU BOS. NOVI-SVODNA

SCHEME OF THE POSITION OF LITOSTRATIGRAPHIC UNITS IN THE SEDIMENTARY BASIN AND AFTER TECTONIC  
COMPRESSIONS IN THE REGION BOS. NOVI-SVODNA

LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE PRIRUBNIH DIJELOVA TROGA  
LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS OF THE BORDER PARTS OF  
THE TROUGH

LITOSTRATIGRAFSKE JEDINICE TROGA  
LITHOSTRATIGRAPHIC UNITS OF THE TROUGH



LEGENDA:  
LEGEND:

-  NEOGEN  
NEOGENE
-  G. KREDA  
U. CRETACEOUS
-  D. KREDA  
L. CRETACEOUS
-  TITON-BERIJAS NASLAGE  
TITHONIAN-BERIAS DEPOSITS
-  MALM - serpentiniti
-  MALM - efuzivi
-  MALM - serpentinites
-  MALM - ekstruzivne stijene
-  MALM - klastiti s gipsom
-  DOGER - cefalopodni vapnenci  
DOGER-cephalopod limestones
-  LIJAS - vapnenci  
LIAS - limestones
-  LIJAS-G. TRIJAS - dolomiti
-  LIAS-U. TRIASSIC - dolomite

## STRUKTURNE KARAKTERISTIKE PROSTORA PREKOSANJA

(Bos. Novi — Svodna)

Stijenski kompleksi u geološkoj građi područja Prekosanja od Bos. Novog do Svodne, potječu iz jednog diferenciranog sedimentacionog bazena u kom su prisutni ofioliti karakteristično i bitno obilježje. Elementi diferencijacije su jasno izraženi stupnjem eroziono-sedimentacione redukcije, odnosno zastupljenošću pojedinih litostratigrafskih članova idući od Sane na sjever, to jest od rubova prema unutrašnjosti bazena.

Prisutna varredna litostratigrafska i strukturna složenost prostora Prekosanja uvjetovana je tektogenetskim procesima koji su započeli sredinom jure s remećenjem homogeniteta sedimentacionog prostora karbonatne platforme. Rasjedanja i diferencijalna kretanja razbijenih dijelova karbonatne platforme, te tim pokretima provocirana magmatska aktivnost, podržavali su diferencirani stratigrafski i facijelni razvoj gornjojurskih i krednih naslaga. Tim procesima stvorena je i bitna predispozicija za narednu postsedimentacionu fazu u kojoj se iniciraju horizontalna kretanja i započinje složeno strukturno oblikovanje ovog dijela Unutrašnjih Dinarida.

Tektogenetskim procesima u Unutrašnjim Dinaridima, stvoreni su takvi stratigrafsko-tektonski odnosi u Prekosanju, da se u neposrednom kontaktu i na uskom prostoru nalaze zbijene tektonske jedinice različite bazenske pripadnosti. Preko tektonske jedinice formirane iz prirubnih dijelova troga, u kojoj donjekredni fliš direktno transgredira na dolomitnu seriju starosti gornji trijas — infralijas, navučena je i prema jugu premaknuta serija kompletnijeg litostratigrafskog razvoja. Ovdje su sačuvani lijaski vapnenci, a pored donjokrednog fliša istaložene su i naslage titon-berijasa. Idući na zapad prema Bos. Novom, na spomenutu alohtonu jedinicu navučen je stijenski kompleks unutrašnjih dijelova troga s još kompletnijom sedimentnom sukcesijom. U ovoj navlačnoj jedinici na lijaskim vapnencima slijede crveni gomoljasti cefalopodni vapnenci dogera koji postupno prelaze u klastite s gipsom, odnosno u vulkanogeno-sedimentnu seriju ofiolitskog pojasa. Na ovu jedinicu dalje prema sjeveru naliježu dolomiti iz baze vulkanogeno-sedimentne serije (Slika 1).

Iz detaljno razrađene strukturne osnove prostora Prekosanja u kojoj se dobro ističe karakter strukturnih poremećaja, proizašao je zaključak da je ofiolitski pojas bio zahvaćen značajnim horizontalnim kretanjima prema jugu, te da mu primarne pozicije treba tražiti dalje na sjeveru u području Posavine.

Indiciranu sliku o prisutnim horizontalnim kretanjima u Unutrašnjim Dinaridima upotpunili su i rezultati gravimetrijskih ispitivanja područja Motajice. Granitna intruzija na Motajici koja je bila tretirana kao masiv, prema V. L a b a š (1975) manifestira se na gravimetrijskim kartama kao granitno tijelo bez korijena.

Novi momenti u strukturnoj građi ofiolitskog pojasa otvorili su već tada probleme mehanizma pod kojim se iniciraju horizontalna kretanja i reperkusije tih pokreta u ishodišnim prostorima navlaka.

STRUKTURNE KARAKTERISTIKE PROSTORA PODGRMEČA  
(Bos. Krupa — Lušci Palanka)

Sedimentne serije u strukturnoj građi Podgrmeča pripadaju prirubnim dijelovima karbonatne platforme, u kojima je evolucija sedimentacionog prostora od gornje jure do kraja gornje krede imala znatno drugačiji tok nego na karbonatnoj platformi. Na tom prostoru, a uporedo s trogom ofiolitskog pojasa, formira se tokom malma zaseban sedimentacioni bazen odijeljen emerzionim pojasom od karbonatne platforme. Neposredne posljedice ove diferencijacije višestruko su odražene, kako u razvoju pojedinih stratigrafskih jedinica i facijesa, tako i na paleogeografskom i paleostrukturalnom planu.

Kao posljedica ovih diferencijacija u prostorima troga su istaložene potpunije naslage malma, prezentirane debljom serijom dolomita i grebenskim vapnencima titona. Za taj dio sedimentacionog bazena vezani su i manje pojave gipsa na nekoliko lokaliteta u Podgrmeču. Ocrtni troga još jasnije obilježava razvoj krede u fliškom facijesu i u facijesu scaglia naslaga. Ovdje fliške naslage transgrediraju direktno na titonske vapnence malma.

Sedimentna sukcesija koja je razvijena uz jugozapadne i sjeveroistočne rubove troga, karakterizirana je potpunom redukcijom dogerskih i znatnim dijelom malmskih naslaga. Na jugozapadnom obodu troga od Bos. Krupa prema Lušci Palanci ovu emerzionu fazu obilježavaju pojave i ležišta boksita.

U fazi navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride prostori troga kao i njegovi rubovi pretrpjeli su velika sažimanja praćena ljuskanjem i navlačenjem. Na sjeveroistočnoj strani odvaja se u nivou donjeg trijasa mezozojski sedimentni kompleks i navlači na prostore troga. Reversnim kretanjem su zahvaćeni i jugozapadni dijelovi troga i navučeni na nekadašnji emerzioni pojas koji je odjeljivao prostore karbonatne platforme od troga.

Kroz spomenute procese sažimanja, stvoreno je u području Podgrmeča niz navlačnih jedinica različitog porijekla i sa izdiferenciranim litostratigrafskim razvojem. Navlačnim kretanjem tektonske jedinice troga preko emerzionog praga, dovedene su u neposredni kontakt jedinice ne samo različitog razvoja malma, već i krede čiste karbonatne platforme s kredom fliškog facijesa.

Pregled stratigrafsko-tektonskih odnosa u području Podgrmeča, koji su rezultirali iz detaljnih geoloških istraživanja, pokazuje da se u ovom prostoru ne radi o jednoj »dolomitnoj navlaci Une« kako je to interpretirao J. Chorowicz (1977). Uz to ni navlačni kompleksi nisu predstavljeni samo dolomitima, niti je odvajanje u navlačnim kretanjima vezano samo za dolomitnu seriju. Kod formiranja navlaka, pored odvajanja u stijenama donjeg trijasa, prisutna su i navlačenja sa odvajanjem u stijenama srednjetrojaskih klastita. Ima dosta indikacija u širem prostoru za zaključak da su horizontalna kretanja s odvajanjem u dolomitnoj seriji daleko manjeg intenziteta od ostalih primjera formiranja navlačnih tektonskih jedinica.

Razmatra li se prostor od Prekosanja do Podgrmeča u svjetlu utvrđene alohtonosti sanskog paleozoika (M. Jurić, 1971), dobiva se jedinstvena slika o procesima velikih sažimanja, koji su pod uplivom navlače-

nja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride, imali odlučujuću ulogu u formiranju recentnog strukturnog sklopa područja Podgrmeča (Slika 2). Osnovne crte u odnosima između Unutrašnjih i Vanjskih i Dinarida, kao i efekti horizontalnih kretanja i sažimanja na planu izmjene primarnih paleogeografskih pozicija markantnih litofacijelnih jedinica, predstavljaju bitne elemente za rasvjetljavanje karaktera i mehanizma tektogenetskih procesa.

Intenzitet sažimanja ispred fronte navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride u sjeverozapadnoj Bosni, te indikacije o velikim horizontalnim kretanjima stijenskih kompleksa ofiolitskog pojasa, potakli su ne samo praćenje utvrđenih strukturnih deformacija u širem prostoru, već i skrenuli pažnju na neke moguće prateće efekte indiciranih tektogenetskih procesa.

U svijetlu višestruko manifestiranog alohtonog položaja sanskog paleozoika, postavilo se je pitanje strukturnog položaja paleozoika Petrove gore i Banije. S obzirom da su sva tri spomenuta areala otvorenih naslaga paleozoika od davnine poznata kao područja značajnijih orudnjenja i mineralizacija, posebno interesantnom je postala uloga indiciranih tektogenetskih procesa na razvoj mineralizacije, kao i odnosa između rasjednih sistema, dubinske komunikativnosti i mineralnih pojava.

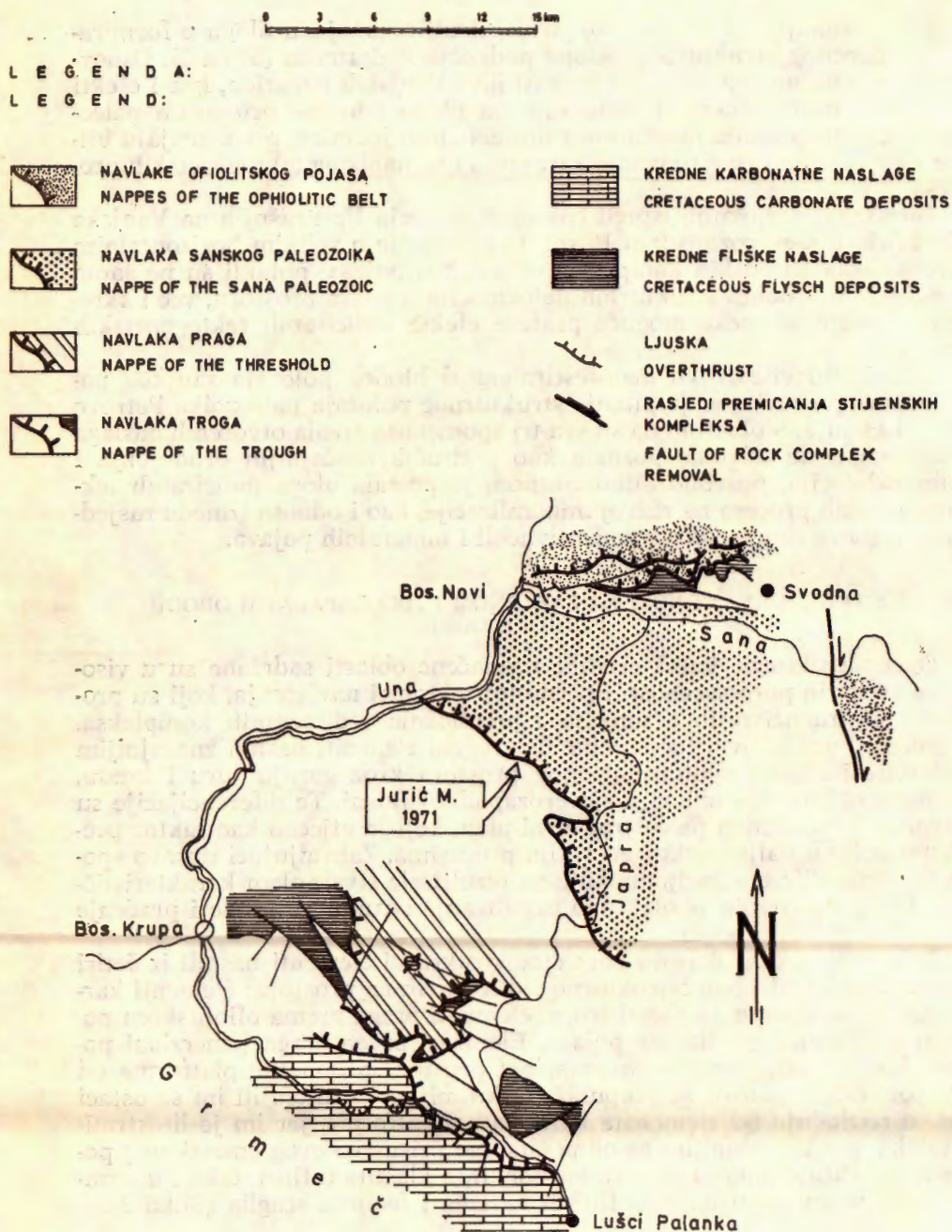
#### STRUKTURNI ODNOSI NA ZAPADNOM I JUGOZAPADNOM OBODU PETROVE GORE

Opće strukturne karakteristike naznačene oblasti sadržane su u visokom stupnju poremećenosti i prisutnoj tektonici navlačenja, koji su proizašli iz intenzivnijih sažimanja i premicanja sedimentnih kompleksa. Geološku građu ovih terena čine heterogeni elementi nastali značajnijim diferencijacijama sedimentacionog prostora kroz gornju juru i kredu, potpuno istovjetni onima u sjeverozapadnoj Bosni. Te diferencijacije su stvorile i raščlanjen paleostrukturni plan, koji je utjecao kao faktor predispozicije u daljim tektogenetskim procesima. Zahvaljujući upravo spomenutima diferencijacijama koje su rezultirale stvaranjem karakterističnih facijesa, znatno je olakšano utvrđivanje strukturne građe i praćenje tektogenetskih procesa.

Tektonski sklop Petrove gore čine strukturni elementi nastali iz četiri paleogeografski i paleostrukturno izdiferencirana prostora: elementi karbonatne platforme, elementi troga, elementi praga prema ofiolitskom pojasu i elementi ofiolitskog pojasa. Elementi prvog praga (emerzionij pojas) koji je odjeljivao sedimentacioni prostor karbonatne platforme od fliškog troga, gotovo su potpuno maskirani navlačenjem ili im se ostaci teško razlučuju od elemenata karbonatne platforme, jer im je litostratigrafska građa u dubljim nivoima ista. No prisustvo ovog emerzionog pojasa se očituje kako u sastavu karbonatnih klastita u flišu, tako i u ograničavanju rasprostranjenja fliških naslaga i facijesa scaglia (Slika 3).

#### ELEMENTI KARBONATNE PLATFORME

U strukturnoj građi zastupljene su naslage tipičnog facijesa karbonatne platforme. Visokim stupnjem dolomitizacije zahvaćeni su lijaski, dogerski, malmski i djelomično kredni vapnenci. Paleogeografske odlike su



Sl. 2. Navlačni kompleksi od doline Sane do Grmeča (sjeverozapadna Bosna)  
Fig. 2. Overlapping complexes from the Sana valley to Grmeč (northwest Bosnia)

## ELEMENTI PRAGA

Strukturnu građu ove jedinice čine naslage donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa. Uz donjotrijaske klastite i klastite srednjeg trijasa koji su ograničene moćnosti i rasprostranjenja, u strukturnoj građi prevladavaju dolomiti, a tek u istočnom dijelu pojavljuju se sporadično vapnenci. Čitav ovaj kompleks obilježava velika dubina erozionog niveliranja, zbog čega u ovim strukturnim elementima ne susrećemo mlađe sedimente od gornjeg trijasa. Položaj u strukturnom predcrtžu i smanjena debljina sedimentata u prostoru koji je u mlađem mezozoiku bio duže vremena emerzionna oblast, utjecali su bitno na odvijanje procesa strukturnog oblikovanja.

U sjeverozapadnom dijelu terena (okolica *K r n j a k a*), serija dolomita iz prostora praga dolazi u neposredan kontakt s elementima karbonatne platforme. Intenzivnim navlačnim kretanjem na ovom odsjeku, potpuno su prekriveni strukturni elementi troga, a njihovi ekvivalenti pojavljuju se na površini tek u području Žumberka. Velikim sažimanjem u direktnom sučeljavanju s karbonatnom platformom, formira se u zaleđu ljuškava struktura u kojoj se naslage donjeg trijasa navlače na srednje trijaske dolomite.

Poprečnim rasjedima *Kolaric — G. Budački i Krstinja — Tatar Varoš*, koji su pored strukturnih elemenata karbonatne platforme i troga, zahvatili i strukturne elemente praga, unešeni su novi momenti u procese sažimanja. U ovom međuprostoru procesi sažimanja su izvedeni i premicanjem čitavog strukturnog sklopa prema jugozapadu, što je omogućilo da se na površini pojave i strukturni elementi troga. Sažimanje je dijelom kompenzirano intenzivnijim kretanjem verfenskih naslaga preko navlake s dolomitom, čime je ostvaren kontakt sa strukturnim elementima troga, te stvaranjem nekoliko ljusaka unutar gornje strukturne etaže (Sl. 4).

Dalje prema jugoistoku uz intenzivnija premicanja na poprečnim lomovima, u navlačnom kontaktu sa strukturnim elementima troga nastupaju dolomiti gornjeg trijasa, na koje se u zaleđu navlače klastiti verfena.

Intenzitet navlačenja strukturnih elemenata praga na prostore troga, gdje se nalaze i kalcijско-sulfatne naslage, pokazuju lokaliteti s visokim koncentracijama sulfata u vodama uzetim za geokemijske analize (Slika 4).

## ELEMENTI OFIOLITSKOG POJASA

U prostorima koji su do sada zahvaćeni istraživanjima, građu ove jedinice čine uglavnom naslage paleozoika predstavljene grauvakama, gline-nim škriljcima i konglomeratima. Tek sjeverno od Vojnića pojavljuju se elementi dalje krovine paleozojskog kompleksa: dolomitne naslage i serpentiniti.

Paleozojska sedimentna serija nalazi se u strukturnoj poziciji tipičnog alohtonog kompleksa. Navučena je najčešće na srednetrijaske klastite kojima u bazi leže dolomiti. Sjeveroistočno od Vel. Kladuše uz frontu navlačenja otvoren je tektonski prozor, na kome ispod paleozojskih naslaga proviruju trijaski vapnenci. Alohtoni položaj paleozojske sediment-



izražene transgresivnim odnosom paleogena koji naliže na karbonatne naslage gornje i donje krede.

Od Krnjaka preko Veljuna u smjeru jugoistoka prema Korani, proteže se niz intenzivno poremećenih struktura koje svojim pružanjem prate frontu navlačnih kretanja. Strukture su predstavljene dijelovima nekadašnjih nabora, koji su u procesima daljeg sažimanja evoluirali u ljuske i razlomljene blokove. Uz rasjedni sistem uporedan s navlačnom frontom, na kojem su se odvijala sažimanja reversnim kretanjem i luskanjem, razvijen je i sistem poprečnih rasjeda kojim su presjecani i elementi karbonatne platforme, te premicani prema jugozapadu i jugu. Ovim poprečnim rasjedanjem i premicanjem sedimentnih serija, procesi sažimanja su velikim dijelom prenošeni dalje u unutrašnjost karbonatne platforme.

#### ELEMENTI TROGA

Litostratigrafski sastav predstavljen je dolomitima doger-malmske starosti kao bazom diferenciranog litološkog razvoja u kojem dominira facijes klastita. U većem dijelu troga na dolomitima slijedi kredni fliš s orbitolinama, a dalje scaglia naslage, te vapnenci i fliš paleogena. No unutar troga prisutni su i klastiti s rožnacima i gipsom. Ovaj litofacijelni član najvjerojatnije pripada prvoj i najstarijoj fazi diferencijacije sedimentacionog prostora koja je započela u malmu.

Elementi troga odsječno završavaju na sjeverozapadu uz poprečni rasjed Kolaric — G. Budački. U ovom dijelu naslage troga su intenzivno poremećene. Dolomiti iz baze navučeni su na seriju krednih klastita, formirajući ljuske na scaglia naslagama. Intenzivniju tektonizaciju sedimentnog kompleksa troga prati suženje rasprostranjenja serije fliša i scaglia naslaga.

Od poprečnog rasjeda Glinica — Vujaklije prema jugoistoku do rasjeda Priseka — Tatar Varoš, intenzitet sažimanja sedimentnih serija se smanjuje, iako su na zapadnom obodu prisutna navlačenja prebačenih scaglia naslaga na paleogenu seriju karbonatne platforme.

Između dva poprečna rasjeda Priseka — Tatar Varoš i Krstinja — Podcetin znatno se mijenjaju stratigrafsko strukturalni odnosi unutar troga. Uz pojačano premicanje i navlačenje sedimentnih serija troga prema jugozapadu i jugu u ovom segmentu nastupa i novi litostratigrafski član: klastiti s rožnacima i gipsom. Uporedo s ovim promjenama, umjesto donjeg trijasa na prostore troga navlače se dolomiti gornjeg trijasa.

Na istočnom bloku rasjeda Krstinja — Podcetin intenzivnije su premaknuti strukturalni elementi troga prema jugu. Ovu situaciju dalje prema istoku prati dublje zalijeganje strukturalnih elemenata troga i odsutnost ljosaka bazalnih dolomita. Iako su ovdje prisutna nabiranja u krednim klastitima i prebacivanja ove serije kao i scaglia naslaga na sačuvane paleogene naslage troga, intenzitet sažimanja dalje opada. Uz širenje troga pojavljuju se i krupniji, premda poremećeni nabori, koje tvore naslage krednog fliša, facijesa scaglia i paleogene serije.

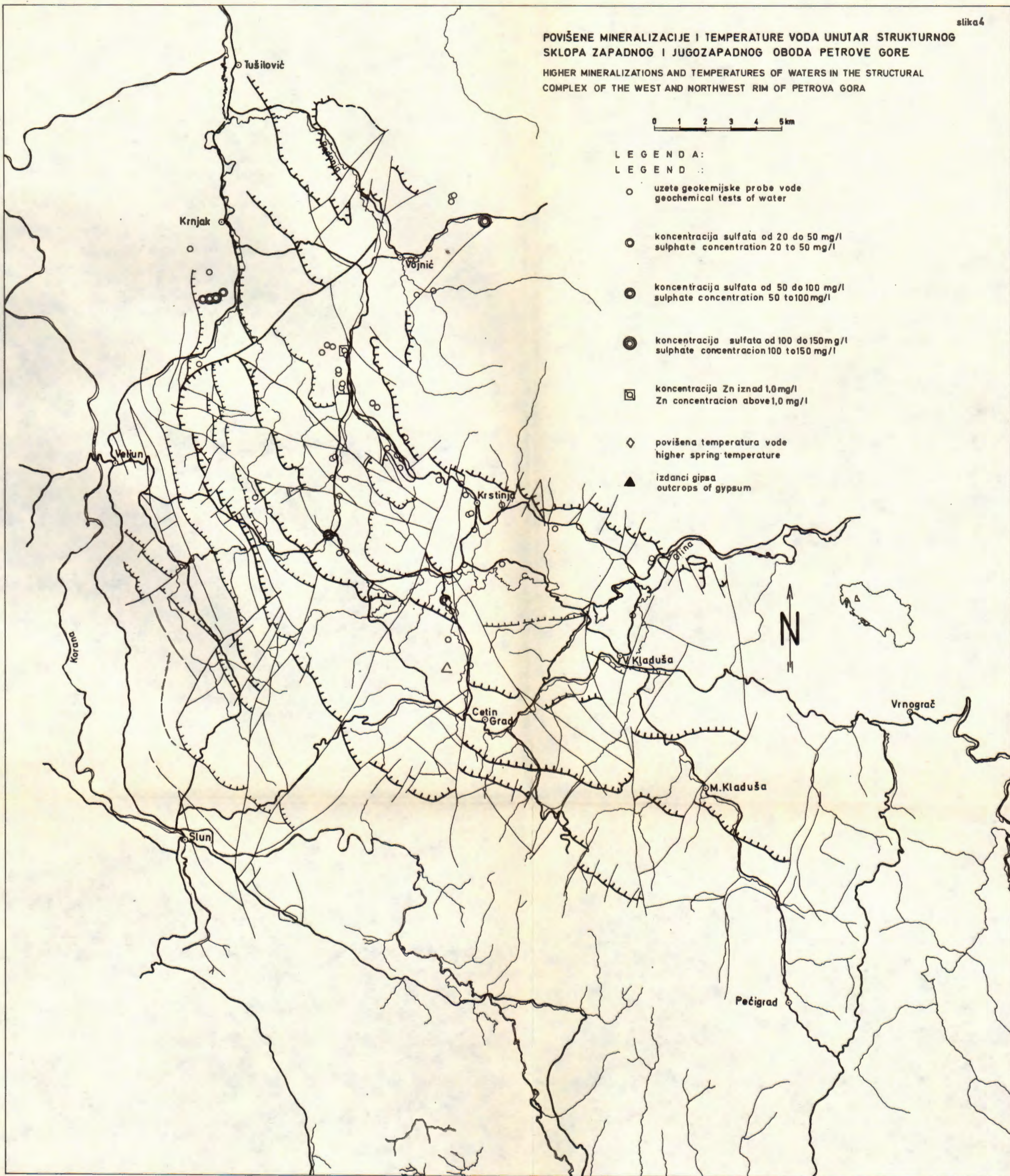
POVIŠENE MINERALIZACIJE I TEMPERATURE VODA UNUTAR STRUKTURNOG  
SKLOPA ZAPADNOG I JUGOZAPADNOG OBODA PETROVE GORE  
HIGHER MINERALIZATIONS AND TEMPERATURES OF WATERS IN THE STRUCTURAL  
COMPLEX OF THE WEST AND NORTHWEST RIM OF PETROVA GORA

0 1 2 3 4 5 km

LEGENDA:

LEGEND:

- uzete geokemijske probe vode  
geochemical tests of water
- ◉ koncentracija sulfata od 20 do 50 mg/l  
sulphate concentration 20 to 50 mg/l
- ◐ koncentracija sulfata od 50 do 100 mg/l  
sulphate concentration 50 to 100 mg/l
- ◑ koncentracija sulfata od 100 do 150 mg/l  
sulphate concentration 100 to 150 mg/l
- ◻ koncentracija Zn iznad 1,0 mg/l  
Zn concentration above 1,0 mg/l
- ◊ povišena temperatura vode  
higher spring temperature
- ▲ izdanci gipsa  
outcrops of gypsum



ne serije još je očitiji u sjeverozapadnom dijelu terena u bližoj okolici Vojnića na prostoru Loskunjske gore i doline rijeke Radonje.

Greben i viši dijelovi padina Loskunjske gore izgrađeni su od paleozojskih naslaga, koje leže na klastitima i dolomitima mezozoika. Dio doline Radonje kod Živkovića Kose predstavljaju klasičan tektonski prozor u kom se nalaze klastiti elemenata praga. U samom naselju Živkovića Kosa ispod spomenutih klastita proviruje kupola izgrađena od dolomita.

Pored ovih neposrednih indikatora alohtonosti elemenata ofiolitskog pojasa, postoji i nekoliko posrednih indicacija o veličini tektonskog transporta.

Kompleks ofiolitskog pojasa navučen je na jedinicu praga, koja i sama nosi obilježja značajnih horizontalnih kretanja i alohtonosti. Pored toga i geološka građa navlake Petrove gore, koju na širokom prostoru izgrađuju isključivo paleozojske naslage, ukazuje na značajnu dužinu tektonskog transporta. Naime, paleozojska serija intenzivno je borana i ljskana, no unatoč toga nema u odgovarajućim strukturnim pozicijama sačuvanih naslaga donjeg trijasa, što upućuje na dugotrajniju ekspoziciju erozinom niveliranju u toku procesa navlačenja.

Na planu regionalnih korelacija s ekvivalentnim strukturnim elementima Unutrašnjih Dinarida, postoje istovjetnosti u pogledu manifestacija visokog stupnja alohtonosti. Sanski paleozoik, koji na sebi nosi mezozojsku sedimentnu seriju s ofiolitima, predstavlja klasičnu navlaku (M. Jurić, 1971), ispred čijeg navlačnog fronta se nalaze tektonske ljske navučene na prostore troga s krednim flišom.

#### ISTRAŽIVANI PROSTOR OBODA PETROVE GORE UNUTAR ŠIRIH STRUKTURNIH OKVIRA

Strukturne karakteristike jugozapadnog i južnog oboda Petrove gore, samo su najmarkantniji dio strukturnog sklopa koji se je kroz tektogenetske procese donekle izdiferencirao s obzirom na intenzitet poremećaja, doseg horizontalnih kretanja i način sažimanja sedimentacionog prostora. Polazeći od bazenske i paleogeografske pripadnosti sedimentnih serija, kao ishodišta od kojih se mogu razmatrati tektonski pokreti i strukturna modeliranja, stijenski kompleksi i strukturna građa oboda Petrove gore imaju svoju logičnu i prepoznatljivu vezu dalje prema sjeverozapadu u okolici Karlovca i na Žumberku.

Geološkim istraživanjima kroz izradu Osnovne geološke karte list Zagreb (K. Šikić et al., 1978), u širem području Žumberka su utvrđena navlačenja starijih mezozojskih naslaga na mlađe sedimentne serije troga zastupljene krednim flišem i scaglia naslagama. U zaleđu tektonskih jedinica navlačnog karaktera u okolici Samobora otvorene su i naslage paleozoika.

Osnovni raspored bazenskih i strukturnih elemenata je istovjetan kao i na obodu Petrove gore. Postoje razlike u intenzitetu sažimanja i dometu navlačnih kretanja prema jugozapadu. Intenzitet sažimanja u području Žumberka je evidentno manji, što se očituje na djelomično sačuvanim

rubovima troga, te u činjenici da paleozojski kompleks kod Samobora, iako je postigao znatnu elevaciju, nije evoluirao u pravu navlačnu jedinicu.

Segment strukturnog sklopa koji pokriva prostor od donjeg toka rijeke Dobre na jugoistok do Korane (J. Bukovac, 1981) sastavljen je od tektonskih jedinica navlačnog karaktera. U navlačnoj fronti nalaze se gornjetrijaske naslage, koje na sebi nose navlaku s odvajanja u donjem trijasu. U zaleđu sjeverozapadno od Karlovca, na spomenute dvije strukturne etaže naliježu reversno naslage paleozoika. Kako je već izloženo, iste karakteristike strukturne građe susreću se dalje prema Vojnici u području Loskunjske gore.

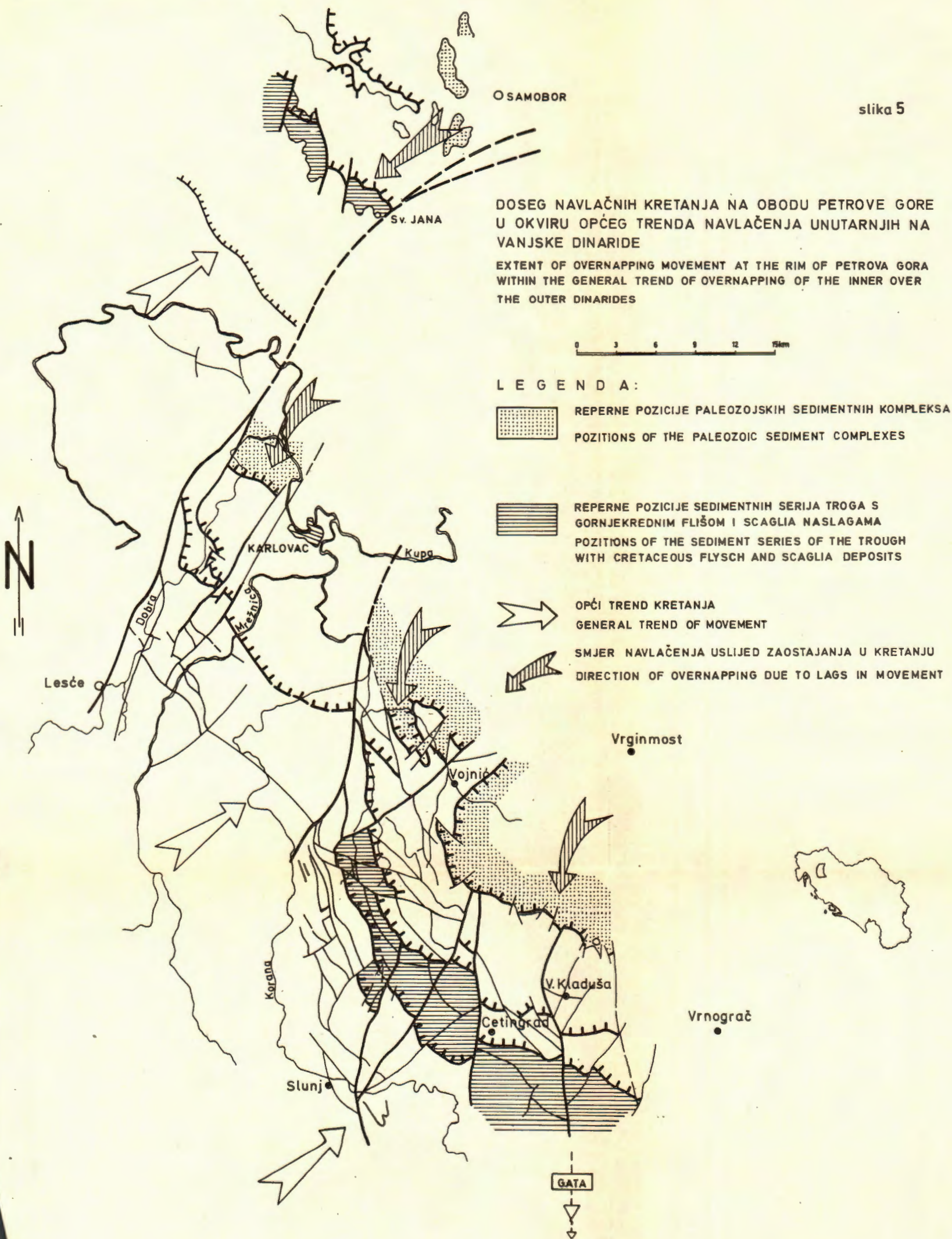
Opisani segment strukturnog sklopa predstavlja dio geološke građe Žumberka koji je rasjedom Sv. Jana — Lešće odvojen i pokrenut prema jugozapadu za cca 35—40 km. Sažimanje sedimentacionog prostora na ovom sektoru izvedeno je intenziviranjem navlačenja i potpunim prekrivanjem prostora troga te premicanjem sedimentnih serija prema jugozapadu koja su zahvatila i elemente karbonatne platforme (Slika 5).

Iz danog pregleda strukturnih odnosa na obodu Petrove gore, te u prostoru od Podgrmeča do Prekosanja, stil i intenzitet tektonskih poremećaja nastavlja se dalje kroz sjeverozapadnu Bosnu. Otvoren problem u povezivanju i kontinuiranom praćenju procesa navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride, kojem bi trebalo posvetiti naredna istraživanja, odnosi se na prostor između paleozoika Petrove gore i paleozoika Banije.

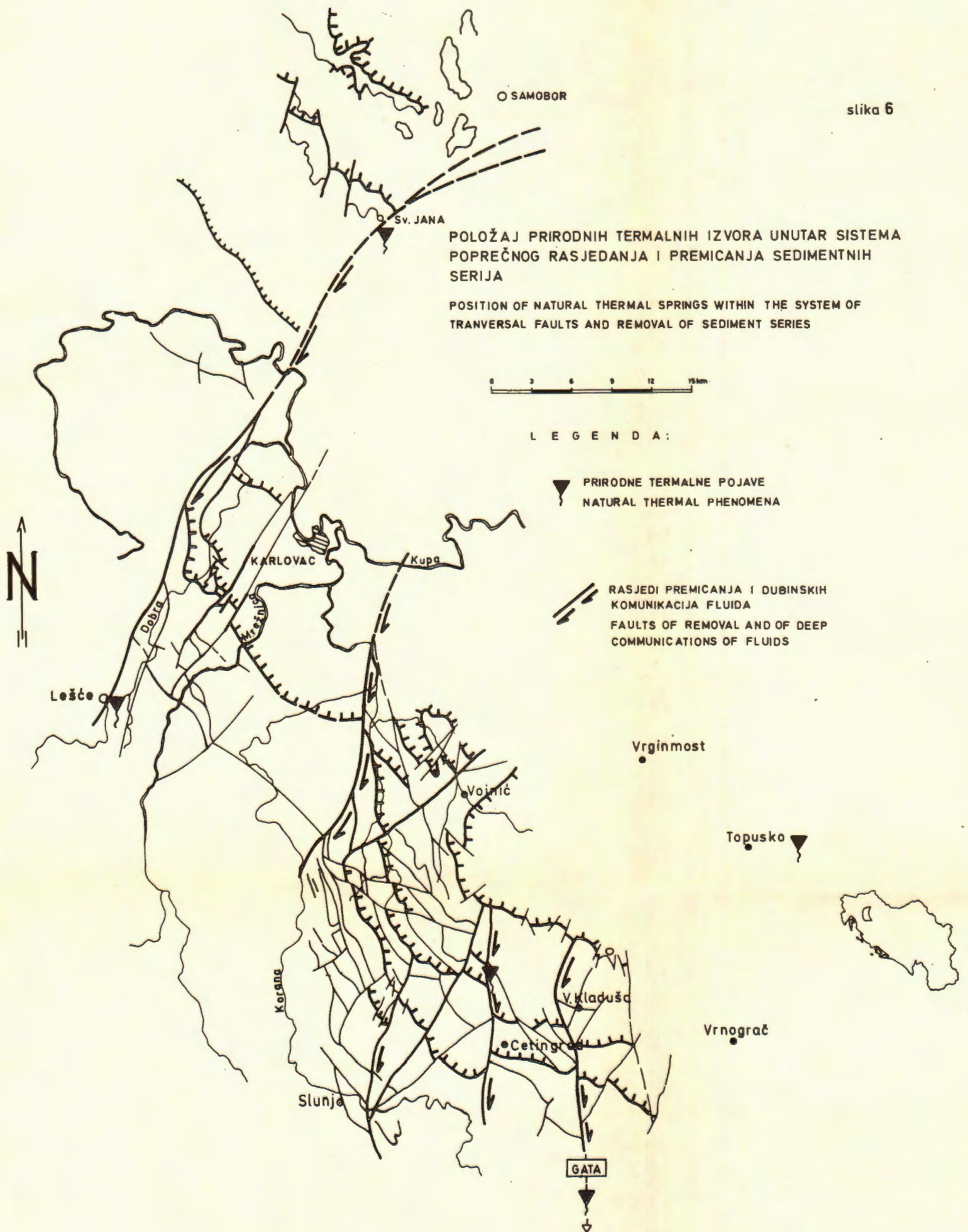
#### TEKTOGENETSKI PROCESI, RASJEDNI SISTEMI I POJAVE POZITIVNIH GEOTERMALNIH ANOMALIJA

Ključni momenti za rasvjetljavanje tektogenetskih procesa u Dinaridima nalaze se u prirodi završetka ofiolitskog pojasa Jugoslavije, u efektima bazenskih diferencijacija koje su rezultirale iz iste dinamike sedimentacionog prostora, te bile pod direktnim i indirektnim uplivom vulkanizma razvijenog u područjima iz kojih potječu Unutrašnji i Dinaridi. Upravo sa sedimentacionim prostorom ofiolitskog pojasa, u prirubnom dijelu karbonatne platforme razvijen je odvojeno bazen troga u kom su stvarani slični facijesi (evaporiti, fliške naslage i scaglia), ali bez vulkanita.

Ofiolitski pojas koji se proteže iz Azije na Balkanski poluotok odsječeno završava uz veliki lineament Balaton — Zagreb — Karlovac. Dalje na zapad u zoni velikih alpskih navlaka gubi se trag ove markantne geotektonske jedinice globalnog rasprostranjenja. Ispred navlačnog fronta kod Tolmina u dolini Soče djelomično se pojavljuju tektonski elementi pratećeg troga sa scaglia naslagama i flišem. Ofiolitski kompleks s karakterističnim facijesima jure i krede koje susrećemo u Unutrašnjim Dinaridima, pojavljuje se na svijetlu dana tek u području Ligurije. Obzirom na prije spomenute prateće elemente ofiolitskog pojasa (sedimentne serije prirubnog troga kod Tolmina), očito je da sjeverozapadni kraj ofiolitskog pojasa uz liniju Balaton — Zagreb — Karlovac ne predstavlja primarne konture rasprostranjenja ove



slika 6



značajne litofacijelne jedinice. Ona je najvjerojatnije prekrivena navlakama u prostorima intenzivnih sažimanja i navlačenja, čija se fronta može slijediti od doline Krke preko Trebnja i Idrije do Tolmina.

Analiza strukturne građe istraživanog područja i prostornih pozicija repernih sedimentnih serija (fliških naslaga sa scagliom i paleozoika) u okolici Karlovcia i na Zumberku, te analiza sinhroničnih zbivanja koja su pratila tektonske pokrete i strukturna modeliranja, pružaju već sada dovoljno konzistentnu sliku o tektogenetskim procesima i mehanizmu horizontalnih kretanja.

Prije svega, već se iz recentnog strukturnog sklopa jasno uočava da lineament Zagreb — Sv. Jana — Lešće odvaja prostore koji se uveliko razlikuju po efektima sažimanja i dosegu razvoja horizontalnih kretanja. Diferencijalna kretanja uz ovu razlomnicu dovela su do direktnih bočnih kontakata sedimentnih serija ofiolitskog pojasa s elementima unutrašnjih dijelova karbonatne platforme. Ovi odnosi su realizirani potiscima koji su na jugoistočnom krilu izazvali frontalna navlačna kretanja stijenskih kompleksa Unutrašnjih Dinarida, provocirajući procese sažimanja i premicanja sedimentnih serija. Idući prema jugoistoku poprečna rasjedanja i premicanja prenose se sve dublje u prostore karbonatne platforme, što je rezultiralo paradoksalnim efektima.

U pojasu navlačnog fronta Petrove gore, gdje su navlačna kretanja prema jugozapadu i jugu najviše napredovala, zahvaljujući premicanju čitave strukturne kompozicije, u kojoj je sve više elemenata karbonatne platforme, došlo je do pada intenziteta sažimanja putem navlačenja dijelova Unutrašnjih Dinarida na prirubne prostore karbonatne platforme. Ovakav razvoj tektogenetskih procesa uvjetovao je situaciju da se u prostorima maksimalnog dometa horizontalnih kretanja ofiolitskog kompleksa prema jugozapadu, ponovo pojave ispred navlačnog fronta dijelovi prirubnog troga koji su sjeverozapadnije prekriveni navlakama.

Pad intenziteta sažimanja uz navlačnu frontu kompenziran je negdje dalje u prostorima karbonatne platforme stvaranjem novih navlačnih jedinica. Danas se već jasnije nazire da su horizontalna kretanja unutar karbonatne platforme oslabljeni eho intenzivnijih procesa navlačenja na njenim rubovima. Ovo se očituje i po dubini navlačnih poremećaja: Dok su kod formiranja navlačnih jedinica Unutrašnjih Dinarida odvajanja izvršena na kontaktu paleozojske serije s kristalinskom pločom, u području Vanjskih Dinarida odvajanja su prenešena u više nivoe sedimentnog pokrivača — bazalne dijelove mezozoika (donji trijas).

U razmatranju pojedinih strukturnih elemenata i tektonskih jedinica navlačnog karaktera, kao i regionalnih odnosa između Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida, može se u prvi mah zaključiti da su horizontalna kretanja iz Unutrašnjih Dinarida usmjerena prema jugozapadu apsolutnog karaktera, što odgovara dosadašnjim shvatanjima i teoretskom modelu razvoja alpskog orogena na tlu Jugoslavije. Relativno gledano to i izgleda tako, a bilo bi i apsolutno u koliko se je tektogeneza Dinarida stvarno razvijala mehanizmom bilateralnog orogena. Međutim, geotektonska situacija na tlu Jugoslavije samo u nekim presjecima, kao na potezu Dubrovnik — Negotin u okolnostima kolizije istaknutih dijelova afričke ploče s mezij-skom pločom, daje ocrt bilateralnog orogena. Stanje strukturnog sklopa

iduci iz Dalmacije kroz oPšavinu u Mađarsku ne odgovara modelu bilateralnog orogena, što se očituje i u teškoćama prilikom definiranja granice Dinarida.

Ako se u razmatranju strukturnog oblikovanja Dinarida počde dalje od stanja recentnog strukturnog sklopa, rasporeda litostratigrafskih jedinica i strukturne morfologije na čemu su se do sada uglavnom temeljile tektonske reonizacije i stvarale modelske predodžbe o tektogenezi Dinarida, vergence kretanja i strukturno oblikovanje u Dinaridima imali su daleko složenije tokove i mehanizme.

Ne ulazeći ovom prilikom u ocjenu mogućnosti da se modelom »tektonike ploča« rasvjetle brojni i značajni problemi tektogeneze Dinarida, osnovni elementi sadržani u samom kretanju afričke ploče prema sjeveroistoku i sudjelovanje kod formiranja alpsko-karpatškog luka, ostaju kao činjenice izvan diskusije. U tim globalnim kretanjima, kretali su se i Dinaridi prema sjeveroistoku kao istureni dijelovi afričke ploče.

Prelazeći iz okvira globalnih razmatranja kretanja afričke ploče, na analizu konkretnog stanja strukturnog sklopa područja u kom završava ofiolitski pojas Jugoslavije, dolazi se do nekoliko važnih zaključaka:

— da je kretanje karbonatne platforme prema sjeveroistoku najdalje napredovalo u području Gorjanaca i Žumberka;

— da razlomnica Zagreb — Sv. Jana — Lešće obilježava liniju diferencijacije unutar epidermalnog dijela zemljine kore, u odnosu na mogućnosti potpunog praćenja kretanja afričke ploče prema sjeveroistoku;

— da se zbog zaostajanja u kretanju dijela sedimentnog pokrova, Unutrašnji Dinaridi navlače na karbonatnu platformu i njene prirubne dijelove, ostavljajući iza sebe ogoljeli fundament, a ispred navlačnog fronta efekte sažimanja;

— da se iduci od sjeverozapada prema jugoistoku poprečnim rasjedanjima intenziviraju zaostajanja u kretanju Unutrašnjih Dinarida, a efekti sažimanja prenose sve dalje u prostore karbonatne platforme;

— da su kroz izloženi mehanizam tektogenetskih procesa, naročito putem premicanja već formiranih strukturnih sklopova i prirubni dijelovi karbonatne platforme postigli visoki stupanj alohtonosti.

Izloženi tektogenetski procesi, inicirani specifičnim mehanizmom dekolmana, odražavaju se kako u okolnostima koje su pratile navlačna kretanja, tako i u geološkoj građi matičnih prostora navlaka. Sinhroničnost geoloških zbivanja u područjima iz kojih se formiraju navlačni elementi, čini se najbitnijim momentom koji je ispušten iz vida u dosadašnjim razmatranjima tektogeneze Dinarida.

U zapadnim predjelima faza navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride praćena je u ishodišnim prostorima stvaranjem depresija u kojima započinje sedimentacija neogena. Ova sinhronična zbivanja govore da navlačenja nisu bila inicirana sažimanjem provociranim uzdizanjem »međuvjenčane mase« kako se to do sada znalo tumačiti. U toj fazi sedimentni pokrov ishodišnih prostora navlaka doživljava rastezanja i kidanja, te se nisu ni mogli realizirati geomehanički uvjeti za kompresiju. Kod datih okolnosti nije se mogla razvijati ni tektonika gravitacionog dekolmana, jer u smjeru navlačenja nije postojao slobodan prostor. Sedimentne serije koje su zaostajale u kretanju jednostavno i bez potiska su se navlačile na nadolazeće elemente karbonatne platforme.



O indiciranom specifičnom mehanizmu dekolmanskog navlačenja i o evakuaciji doneogenih sedimentnih serija tim procesima, govore i paradoksalne situacije koje susrećemo u geološkoj građi područja Posavine i Podravine, pa i prostora Mađarske. Poznato je da su subsidentna kretanja u nekom prostoru generalno usmjerena i na smanjivanje sedimentacije i erozione redukcije, a da izdizanja rezultiraju obrnutim efektima. Nerijetko se susreću situacije, počev od Zagrebačke gore, Psnja, Papuka, Motajice, do mađarskih prostora (Meček, Bakonji), da izdizani dijelovi imaju kompletniji sedimentni pokrov, od prostora u neposrednom susjedstvu koji su tonuli za vrijeme navlačenja i gdje neogeni sedimenti leže direktno na fundamentu.

U razmatranom mehanizmu tektonskog otkrivanja fundamenta, može se naći odgovor na pitanje: Zašto u situacijama direktne transgresije neogena na kristalin često izostaju utjecaji tako velikog hijatusa na razvoj facijesa? Po velikom vremenskom rasponu hijatusa, očekivalo bi se da je fundament bio u emerziji kroz značajniji vremenski interval i da je kao areal distribucije imao zapaženu ulogu u razvoju facijesa adekvatnog petrografskog sastava. Ta očekivanja najčešće se ne potvrđuju. Transgresija neogena na kristalinik može započeti i grubim klastitima karbonatnog sastava ili vulkanogenosedimentne serije. Navedene situacije su logične, jer u slučaju izloženih dekolmanskih kretanja kristalin i nije mogao biti areal distribucije. Prostori otvaranja kristalina su depresije u kojima slijedi sedimentacija a ne erozija.

Slične situacije, ali većeg prostornog obima, prepoznatljive su i u odnosima između bitnih karakteristika geologije Tirenskog mora i geološke građe njegovog susjedstva — prostora Kalabrije. Neogena sedimentna serija u oblasti samog Tirenskog mora, leži direktno na kristalinu. Moglo bi se zaključiti da u tim prostorima nije ni taložen do neogeni sedimentni pokrov. Uz obalu Tirenskog mora na sjeverozapadu Kalabrije, ofiolitski kompleks navlači se prema istoku (L. Ogniben, 1973), što dovoljno jasno govori da su ofiolitski i drugi prisutni navlačni kompleksi evakuirani iz oblasti Tirenskog mora sličnim ili istim mehanizmom dekolmanskih kretanja. Ovdje valja napomenuti da je upravo oblast Tirenskog mora, jedna od najizraženijih oblasti na evropskom kontinentu po prisutnim visokim geotermalnim anomalijama.

Prisutnost specifičnog mehanizma dekolmanskih kretanja u dijelu Dinarida koji pokriva prostore Posavine i Podravine od višestrukog je značaja, ne samo za samu genezu geotermalnih anomalija, već i za praktične aspekte, kao što su prostorni opseg i tip pojave, te termički kapaciteti i dubina zalijeganja anomalija.

Otklanjanjem do neogenog sedimentnog pokrova iznad dubinskih komunikacija i vulkanskih aktivnosti, postignuto je nekoliko pozitivnih efekata za razvoj pozitivnih geotermalnih anomalija. Među prvim treba spomenuti smanjenje dubine zalijeganja fundamenta. Pokrivanjem spomenutih komunikacija neogenim sedimentima, koje generalno karakterizira velika impermeabilnost, a niska termička konduktivnost, stekle su se značajne predispozicije za razvoj pravih i šire rasprostranjenih geotermalnih polja viših termičkih kapaciteta.

Po izloženim tektogenetskim predispozicijama prostori Posavine i Podravine imaju znatne prednosti u perspektivnosti pronalazanja i šireg

uvođenja geotermalnih energetske resursa u eksploataciju, od nekih drugih dijelova Jugoslavije u kojima također postoje prirodni termalni izvori. Riječ je o regijama u kojima su dominirali procesi sažimanja iznad puteva vulkanske aktivnosti i gdje su geotermalne anomalije vezane za rasjedne sisteme koji direktno komuniciraju s površinom. U datim okolnostima nisu se ni mogla formirati geotermalna polja većih zapasa, te će geotermalne anomalije pripadati uglavnom rasjednom tipu s ograničenim i lokalnim značenjem kao energetske izvori.

Kad se razmatraju odnosi između rasjednih sistema i pojava geotermalnih izvora, postignuta kontrola regionalnih geoloških parametara i spoznaja o tektonogenetskim procesima kroz dosadašnja istraživanja, donijeli su nove momente značajne, kako za tretman pojedinih dislokacija s obzirom na intenzitet i prostornu poziciju, tako i za porijeklo i mjesto geotermalnih pojava u postojećim rasjednim sistemima.

Prema tektonskim skicama D. Šikića (1964), J. Chorowicza (1977) i nekih drugih autora, istraživani prostor bi presjecala dubinska dislokacija Karlovac — Split. Po Šikiću poremećaj bi se nastavljao u Gorjance i izlazio kod Krškog, a Chorowicz ga produžava do Beča dajući mu značaj transformnog rasjeda aktiviranog u gornjem paleozoiku. S obzirom na poplavu brojnih tektonskih skica i reonizacija Dinarida, ovdje valja istaknuti da se ponovo javlja nesklad između egzistirajuće strukturne građe na terenima i tektonskih predodžbi dobivenih analizom geoloških osnova najgrubljeg pregleda, koje su već pretrpjele bitne izmjene i u kojima su ostali značajni problemi za rješavanje.

Po dosadašnjim rezultatima strukturnih istraživanja, češće spominjana dubinska dislokacija Karlovac — Split uopće ne postoji na istraživanom prostoru. Dojmovi koji se dobiju iz grubog pregleda rasporeda litostratigrafskih jedinica, ne odnose se na jednu dislokaciju, već na sistem rasjedanja bitno drugačiji po orijentaciji, intenzitetu, vremenu nastanka i funkciji u tektonogenetskim procesima.

Granična dislokacija Zagreb — Sv. Jana — Lešće (orijentacije NE — SW), na kojoj završava ofiolitski pojas, nestaje na karbonatnoj platformi utapajući se u jednu izraženiju reversnu dislokaciju dinarskog pružanja. Iste manifestacije ima cijeli rasjedni sistem kojim su pri navlačenju Unutrašnjih na Vanjske Dinaride premicani stijenski kompleksi. Po učešću litostratigrafskih jedinica u strukturnom oblikovanju, te posljedicama tektonogenetskih procesa na planu stratigrafskog razvoja šire regije, tektonska gibanja bitna za karakter recentnog strukturnog sklopa nastupila su nakon taloženja eocenskog fliša.

Iako se, obzirom na regionalan karakter problematike, radi o relativno malom prostoru koji je do sada zahvaćen istraživanjima, već se jasno naziru zakonomjernosti u položaju geotermalnih anomalija u odnosu na postojeće rasjedne sisteme. Termalni izvori Lešće i Gata kod Bihaća, te termalna pojava kod Cetinja vezani su na poprečne dislokacije duž kojih su izvršena intenzivnija premicanja stijenskih kompleksa (Slika 6).

Očitovan položaj geotermalnih anomalija čini se u novoj strukturnoj slici potpuno logičan. Rasjedni sistemi luskanja i navlačenja su prije svega prostori sažimanja i zatvaranja gdje se otežavaju komuniciranja

dubinskih fluida s površinom. S druge strane u prostorima karbonatne platforme, s inače zadebljalim sedimentnim pokrivačem, reversni poremećaji su vezani za gornje nivoe (donji trijas) debele impermeabilne serije koja pokriva fundament.

Vežanost geotermalnih anomalija za rasjedne sisteme koji brazde iz Posavine i Pokuplja prema jugozapadu i jugu na karbonatnu platformu, ukazuje ne samo na porijeklo geotermalnih anomalija na karbonatnoj platformi, već i na položaj matičnih geotermalnih polja s kojim komuniciraju, što je od prvorazrednog značaja za usmjeravanje daljih istraživanja u području geotermalne problematike.

Neke od karakteristika geotermalnih vrela karbonatne platforme, među kojima se ističu relativno niski termički kapaciteti i niska mineralizacija — posebno na elementima teških metala i prostorne pozicije unutar rasjednih sistema koji komuniciraju s panonskim bazenom, zavrđuju posebnu pažnju i sa aspekta problematike metaličnih mineralizacija u SR Hrvatskoj.

Iskustva stečena s ležišta barita u Eritreji, gdje baritno orudnjenje locirano na rasjedu završava termalnim vrelom, pokazuju da termalni izvor migrira napredovanjem procesa energetskog rasterećenja i sekundarne precipitacije na izlaznim točkama i to u smislu sve većeg udaljavanja od dovodnog kanala. Ova pojava je u punom skladu sa zakonomjernošću procesnog toka energetskog rasterećenja visokomineraliziranih fluida. U prvoj fazi migracije fluida su orijentirane na najkraće (vertikalne) puteve energetskog rasterećenja. U zonama naglijeg pada energetskih stanja (podpovršinski prostori na rasjednim zonama) vrši se intenzivna precipitacija kojom se zatvaraju najkraći izlazni putevi. Napredovanjem procesa sekundarne precipitacije, migracioni putevi termalnih voda se sve više produžuju, a izlazni punktovi na površinu sve se više udaljuju od matičnog kanala, što ima za posljedicu pad mineralizacije i termičkih kapaciteta termomineralnih voda.

#### SAZETAK

U rasvjetljavanju tektogenetskih procesa i geneze pozitivnih geotermalnih anomalija u Hrvatskoj od bitne su važnosti prostorni položaj i strukturna građa li tofacijelno izdiferenciranih sedimentnih kompleksa graničnog pojasa između Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida.

Riječ je o sedimentnim serijama ofiolitskog pojasa Unutrašnjih Dinarida čiji je razvoj obilježen višefaznim vulkanizmom i o sedimentnim serijama troga koji prati ofiolitski pojas prostirući se u prirubnom dijelu karbonatne platforme. Lokacija istražnih objekata posebno je interesantna jer u tim prostorima završava ofiolitski pojas Jugoslavije, jedna od najmarkantnijih geotektonskih jedinica globalnog rasprostranjenja.

Geološka istraživanja graničnog pojasa između Unutrašnjih i Vanjskih Dinarida na sektoru koji se proteže sjeverozapadnom Bosnom i Kordonom, dala su niz novih detalja o stratigrafsko-tektonskim odnosima značajnim za definiranje strukturne građe i tektogenetskih procesa u širim prostorima Dinarida. U toj novoj slici tektogenetskih procesa dobivaju određeni mjesto geneza i pojave pozitivnih geotermalnih anomalija.

Osnovne strukturne karakteristike naznačene oblasti zahvaćene geološkim istraživanjem sadržane su u visokom stupnju poremećenosti izazvane navlačenjem Unutrašnjih na Vanjske Dinaride i pratećim efektima: sažimanjem, poprečnim rasjedanjem i premicanjem stijenskih kompleksa. U prisutnoj strukturnoj građi posebno dobro se ističe alohtoni položaj paleozojskih naslaga Petrove gore s manifestacijama dugog tektonskog transporta.

Analizirana sinhronična zbivanja u širem prostoru pokazuju da je navlačenje Unutrašnjih na Vanjske Dinaride bilo praćeno u ishodišnim prostorima navlaka subsidentnim kretanjem i razvijanjem neogenog sedimentacijskog bazena Panona. U datim okolnostima navlačenja nisu mogla biti incirana kompresijom prostora. Niz elemenata u dubinskoj geološkoj građi Panonskog bazena i na njegovim rubovima ukazuju na specifičan mehanizam dekolmanskog kretanja, koja imaju dosta sličnosti s geološkom evolucijom oblasti **Tirenskog mora**.

Mehanizam dekolmanskog kretanja i navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride, kao posljedica zaostajanja sedimentnog pokrova u praćenju kretanja ploče prema sjeveroistoku, razotkrio je fundament s tragovima vulkanizma i dubinske komunikativnosti. Ovim tektogenetskim procesima stvorene su bitne predispozicije za pojavu šire rasprostranjenih plitkih pozitivnih geotermalnih anomalija unutar Panonskog bazena. Navedeni zaključak potkrepljuju i lokacije prirodnih termalnih izvora na istraživanom terenu. Svi oni leže na rasjedima intenzivnijih premicanja sedimentnih kompleksa u procesima navlačenja Unutrašnjih na Vanjske Dinaride i koji komuniciraju s prostorom Panonskog bazena.

*Primljeno: 8. 6. 1981.*

#### LITERATURA

- Bukovac, J. (1981): Tektonski odnosi u području između Ogulinske Dobre, Korane i Kupe. Magistarski rad. Sveučilište u Zagrebu.
- Chorowicz, J. (1977): Etude geologique des Dinarides le long de la structure transversale Split—Karlovac (Yougoslavie). Societe geologique du nord, 328 str., Villeneuve D'Ascq.
- Jurić, M. (1971): Geologija područja sanskog paleozoika u sjeverozapadnoj Bosni. *Geološki glasnik. Posebno izdanje, knjiga XI*, 146 str., Sarajevo.
- Ogniben, L. (1973): Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni. *Geologica romana*, 12, 243—585, Roma.
- Šikić, D. (1964): Horizontalna kretanja u Dinaridima. Zbornik radova 25 god. Rud. odj. Tehnol. fak. Sveuč. Zagreb (1939—1964), 129—143, Zagreb.
- Šikić, K., Basch, O. & Šimunić, A. (1978): Osnovna geološka karta SFRJ 1:100 000 list Zagreb L 38—80. Inst. geol. istraž. Zagreb, 1972, Savezni geol. zavod, Beograd 1978.
- Šušnjar, M. (1976): Stratigrafija evaporitnih naslaga i pratećih facijesa u području Dinarida i njihov odnos prema vulkanogeno-sedimentnim serijama. Geološki zavod Zagreb, Fond str. dok. 5910.
- Laboš, V. (1975): Građa Motajice prema gravimetrijskim ispitivanjima. *Nafta*, 26/7—8, 399—404, Zagreb.

## Tectonic processes in the Dinarides and the appearance of positive geothermal anomalies

*M. Sušnjar*

In clarifying tectogenic processes and the genesis of positive geothermal anomalies in Croatia, the space arrangement and the structural composition of the lithofacially differentiated sediment complexes of the border belt between the Inner and Outer Dinarides are of greatest importance.

The subjects of the study are the sediment series of the ophiolitic belt of the Inner Dinarides, whose development is characterized by multi-stage volcanic features and the sediment series of the through neighbouring on an ophiolitic belt which is situated at the edge parts of the carbonate platform. The location of the phenomena under examination is especially interesting because the ophiolitic belt of Yugoslavia ends in these places and is one of the most remarkable lithofacial units of a global range.

Geological investigations of the border belt between the Inner and the Outer Dinarides at the section spreading over Northwest Bosnia and Kordun have given numerous new details on stratigraphic-tectonic relations significant for the determination of the structural composition and tectogenic processes in the greater Dinarides. The new picture of tectogenic processes ascribes a better defined role to the origin and appearance of positive geothermal anomalies.

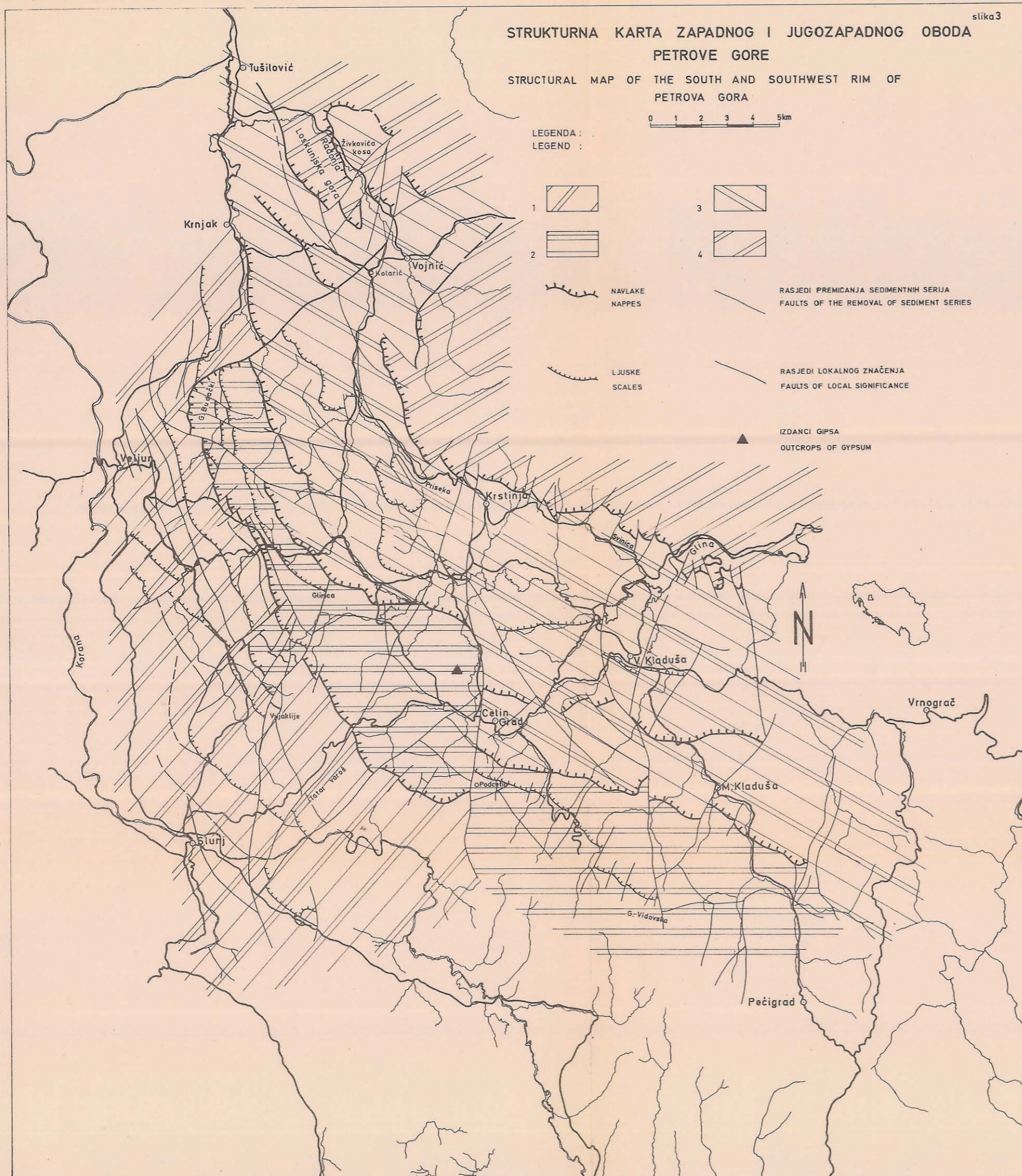
The main structural features of the region studied involve a high degree of disruption caused by the overthrusting of the Inner over the Outer Dinarides and accompanying phenomena: compression, transform faults and displacement of rock complexes.

The structure clearly reveals the allochthonic position of the Paleozoic deposits of Petrova Gora with marks of long tectonic transport.

The synchronic events analyzed in a wider space show that the overthrusting of the Outer Dinarides by the Inner Dinarides was accompanied in the places of the origin of overthrusting by subsident movement and by the development of the neogenic Pannonian sedimentation Basin. Under the circumstances, overthrusting could not have been initiated by the compression of the sedimentation space.

A series of elements in the deep geological structure of the Pannonian Basin and at its rims suggest a specific mechanism of décollement movements, which are quite similar to the geologic evolution of the Tyrennian Sea region.

The mechanism of décollement movement and overthrusting of the Outer Dinarides by the Inner Dinarides, as a consequence of the lagging of the sediment cover in following the plate northwards, has uncovered the basement with traces of volcanism and deep communication. Those tectogenic processes formed at the basic predisposition for the formation of rather wide ranging positive shallow geothermal anomalies within the Pannonian Basin. This conclusion is supported by localities of natural thermal springs in the region investigated. They are all situated at faults of more intensive displacements of sediment complexes in the overthrusting of the Outer Dinarides by the Inner Dinarides the faults being in communication with the area of the Pannonian Basin.



Legenda strukturne karte zapadnog i jugozapadnog oboda Petrove gore  
Legend of structural map of the south and southwest rim of Petrova gora

1. Elementi karbonatne platforme  
Intenzivno poremećene strukture nabora s povijanjem koje prati navlačna kretanja i premicanja prema jugozapadu. Litostratigrafska građa — karbonatne naslage gornjeg trijasa, lijasa, dogera, malma i krede, te karbonatne naslage i klastiti paleogena.
1. Elements of the carbonate platform  
Intensive displacements of the folds bendings which follow thrusting movement and removal towards the southwest. Lithostratigraphic composition — carbonate deposits of the Upper Triassic, Lias, Dogger, Malm, and Cretaceous, and carbonates and clastics of the Paleogene.
2. Elementi troga  
Strukture intenzivnog istezanja, nabiranja i prebacivanja sedimentnih serija s tendencijom izraženijih navlačenja na prostore karbonatne platforme. Litostratigrafska građa — dolomiti i vapnenci dogera, evaporitna serija, kredni fliš, scaglia naslage i paleogeni fliš.
2. Elements of the trough  
Structures of intensive tension, folding and removal of sediment series with the trend of pronounced thrusting on areas of carbonate platform. Lithostratigraphic composition — dolomites and limestones of the Dogger, evaporite series, Cretaceous flysch, scaglia deposits and Paleogene flysch.
3. Elementi praga  
Navlaka s internom ljuskavom strukturom blokova. Navlačenja usmjerena na prostore troga. Odvajanje u procesu navlačenja u dva nivoa — u nivou donjeg i u nivou gornjeg trijasa. Litostratigrafska građa — naslage donjeg, srednjeg i gornjeg trijasa.
3. Elements of the threshold  
Nappe with inner scaly structure of blocks. Thrusting directed towards the spaces of the trough. Separation in the process of thrusting at two levels: on the level of the Lower and the level of the Upper Triassic. Lithostratigraphic composition — deposits of the Lower, Middle and Upper Triassic.
4. Elementi ofiolitskog pojasa  
Intenzivno boran navlačni kompleks velikog tektonskog transporta. Odvajanje kod navlačenja u bazalnim dijelovima gornjeg paleozoika. Prednji dio navlake izgrađuju naslage paleozoika, a u zaleđu nastupaju mezozojske sedimentne serije i ofioliti.
4. Elements of ophiolitic belt  
Intensely folded thrusting complex of substantial tectonic transport. Separation in the thrusting in the basal parts of the Upper Paleozoic. Front part of the nappe is built from Paleozoic deposits, and in the background Mesozoic sediment series and ophiolites appear.