

|  |    |   |       |   |
|--|----|---|-------|---|
| Геол. ан. Балк. пол.<br>Ann. Géol. Penins. Balk. | 59 | 2 | 23-43 | Београд, децембар 1995<br>Belgrade, Decembre 1995 |
|--|----|---|-------|---|

УДК 551.248.2(497.115)

Оригинални научни рад

## НЕОТЕКТОНСКА АКТИВНОСТ ШИРЕГ ПОДРУЧЈА "ТРАНСВЕРЗАЛЕ СКАДАР-ПЕЋ"

ОД

Милуна Маровића\* и Илије Ђоковића\*

Гранично подручје између Динарида (s.str.) и Хеленида често означавао као "трансверзала Скадар-Пећ" поседује врло интересантан склоп који је настао вишефазним обликовањима. У виду упадљиве границе између Динарида (s.str.) и Хеленида "трансверзала Скадар-Пећ" појављује се још у склопу кимријских структура. Током неотектонских обликовања приметно се и даље поставља као активан субјект у контролисању структурних односа. Анализом расположиве геолошке, геофизичке и геоморфолошке документације и података, дефинисана је неотектонска активност ширег подручја "трансверзале Скадар-Пећ", утврђени су механизми покрета, издвојен већи број неотектонских структура и раседа и дефинисана њихова кинематска својства.

**Кључне речи** неотектоника, "трансверзала Скадар-Пећ", механизми неотектонских покрета, неотектонске структуре и раседи.

### УВОД

Гранично подручје између Динарида (s.str.) и Хеленида сликовито названо као "пећки канал" и "трансверзала Скадар-Пећ" је један од најинтересантијих геолошких објеката у европским Алпидима. То је област где нагло престаје продужавање неколико динаридских и хеленидских јединица и у којој се јављају тзв. "метоксијске" пликативне структуре чије су осе избора управне на динаридске. Такође, то је и подручје промене пружања структурно-фацијалних зона које су заједничке за "спољашње" Динариде и Хелениде (Будва и Јадранско-јонске зоне). У Динаридима (s.str.) оне су оријентисане правцем СЗ-ЈИ, а у Хеленидима од ССЗ-ЈИ до С-Ј. Сагласно структурним особеностима уређени су и морфоструктурни елементи у овим теренима, односно положај и пружање планинских веиаца и морфодепресионих облика.

---

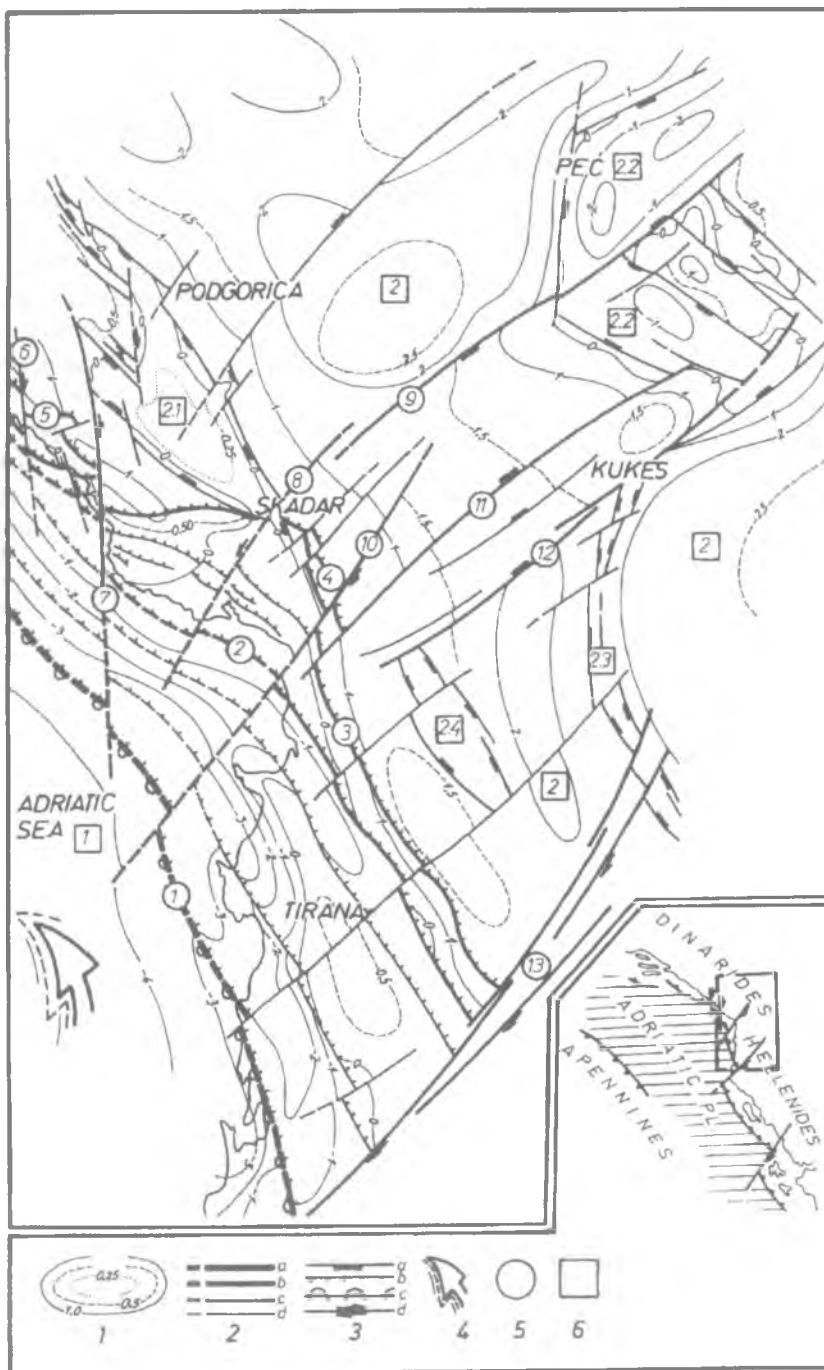
\* Институт за регионалну геологију и палеонтологију Рударско-геолошког факултета Универзитета у Београду, Каменичка 6, Београд.

Први је запазио и описао ове појаве Цвијић (1901) и целу област извао "die dinarisch-albanesische Scharung". Касније су се овим просторима бавили многи истраживачи озпачавајући га као структурну грапцу између Динарида и Хеленида наглашавајући њен палеогеографски значај (Kober, 1952; Петковић, 1958; Aubouin et Ndojaj, 1964; Видовић, 1974; Памић, 1975; Анђелковић, 1978 и др.). У новије време, многи у овим теренима виде реликт једне (палео) трансформе која је одиграла велику улогу у геолошком развоју Динарида и Хеленида (Dercourt, 1970; Aubouin et al., 1970; Димитријевић, 1974; Aubouin and Dercourt, 1975; Памић, 1975; Маровић, 1983, 1989; Gealey, 1988; Grubić and Marović, 1991. и др.).

Изнете чињенице и многи други подаци упућују да је тектонски склоп граничног подручја Динарида (s.str.) и Хеленида настао дуготрајним и вишефазним обликовањима, при чему је значајног удела имала и неотектонска активност. Најмлађим тектонским покретима не само да је финализован склон већ је уобличен и мофроструктурни плаи, односно рељеф ових простора. При томе су у доброј мери настали и квалитативно нови тектонски односи. Управо овај рад садржи резултате неотектонских истраживања која су изведена у нешто ширем граничном подручју Динарида (s.str.) и Хеленида, где је посебна пажња посвећена феноменима новоформираног склопа, његовој кинематици, динамичким особеностима и времен-

Сл. 1. Неотектонска карта ширег граничног подручја Динарида (s.str.) и Хеленида. Легенда: (1) Сумарне амплитуде вертикалних неотектонских покрета (у km), (2) Неотектонски раседи: а) зоне раседа уз границу Јадранске плоче и Динарида-Хеленида, б) најважнији раседи-гранични геотектонским јединицама крајњих "спољашњих" Динарида-Хеленида, ц) важнији лонгитудинални, попречни и дијагоналини раседи, д) остали раседи; (3) Кинематика раседа: а) са преовлађујућим гравитационим кретањима, б) са преовлађујућим реверсним кретањима, ц) реверсни раседи са флексурним завршецима и д) са преовлађујућим хоризонталним кретањима; (4) Смер хоризонталног померања Јадранске плоче; (5) Називи већих неотектонских раседа: 1) јадранска зона реверсних разлома, 2) систем реверсних раседа Јадранског Приморја, 3) навлака Будва-Цукали, 4) Мирдита навлака, 5) навлака Високог Крша, 6) Петровачки расед, 7) расед Вирпазар-Улцињ, 8) Скадарски расед, 9) расед Србица-Тропоја-Скадар, 10) расед Љеша, 11) расед Спас-Ратај, 12) раседна зона Призрен-Кукес-Блиништи, 13) сложена раседна зона Дебар-Елбасан; (6) Називи већих неотектонских јединица и структура: области у којима преовлађују спуштања 1) Јужнојадранска депресија, области у којима преовлађују општа епирогена неотектонска издизања: 2) Динаридско-хеленидски морфоструктурни низ; неотектонске депресије у области Динаридско-хеленидског морфоструктурног низа: 2.1.) Скадарско-зетска, 2.2.) Метохијска, 2.3.) ров Кукес-Дебар и 2.4.) ров Бурели.

Fig. 1. Neotectonic map of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides border general area. Legend: (1) Cumulative amplitude of vertical neotectonic movements (in km); (2) Neotectonic faults: (a) fault zones along Adriatic plate and the Dinarides/Hellenides boundary, (b) main faults bounding geotectonic units of extreme "outer" Dinarides/Hellenides, (c) major longitudinal, transverse and diagonal faults, (d) other faults; (3) Fault kinematics: (a) prevailing gravitational movements, (b) prevailing reverse movements, (c) reverse faults with flexural ends, and (d) prevailing horizontal movements; (4) Direction of Adriatic plate horizontal drift; (5) Names of major neotectonic faults: 1- Adriatic zone of reverse faults, 2- system of reverse faults in Adriatic littoral, 3- Budva-Cukali nappe, 4- Mirdita nappe, 5- High Karst nappe, 6- Petrovac fault, 7- Virpazar-Ulcinj fault, 8- Scutari fault, 9- Srbica-Tropoja-Scutari fault, 10- Lesh fault, 11- Spas-Rataj fault, 12- Prizren-Kukes-Blinisht fault zone, 13-Debar-Elbasan composite fault zone; (6) Names of major neotectonic units and structures: areas of prevailing subsidence: 1- South Adriatic depression; where general epirogenic neotectonic risings prevail; 2- Dinaridic-Hellenidic morphostructural series; including neotectonic depressions of (2.1) Scutari-Zeta, (2.2) Metohia, (2.3) Kukës-Debar troughs, and (2.4) Burrel trough.



ским односима деформација. У том смислу прикупљен је, анализиран и интерпретиран богат геолошки, геофизички и геоморфолошки материјал и добијени су резултати који отварају нове могућности за сагледавање геодинамичке еволуције ових терена у млађем неогену и квартару.

## КРАТАК ПРЕГЛЕД ПРЕНЕОТЕКТОНСКЕ АКТИВНОСТИ

"Трапсверзала Скадар–Пећ" у виду упадљиве границе између неколико елемената Динарида (s.str.) и Хеленида појављује се још у склопу кимријских, односно палеоалпских структура. "Метохијски набори", чије су осе пружања СИ–ЈЗ, настали су пренабпрањем кимријских пликативних структура динаридске оријентације (СЗ–ЈИ) током приближавања и колизије до тада одвојених елемената динаридског и хеленидског домепна, а приликом заузимања заједничке позиције према Вардарској зони (Ђоковић и Маровић, 1978; Маровић, 1983, 1989; Grubić and Marović, 1991). Цео поступак обликовања текао је од краја горње јуре до у најстарији палеоген. У палеогену и касније, у процесу даље латералне компресије, пекадашњи динаридски (s.str.) и хеленидски елементи, сад већ чврсто међусобно повезани, чине јединствен конвергенцијски фронт према крајњим зонама "спољашњих" Динарида и Хеленида односно према Јадранској плочи, тако да у њима нема "скретања" наборних структура у "метохијски" правац (Маровић, 1989; Grubić and Marović, 1991).

## НЕОТЕКТОНСКА АКТИВНОСТ

Током неотектонске етапе стил палеогено–доњомиоценске тектогенезе задржао се једино у оним крајњим "спољашњим" зонама Динарида и Хеленида које се иналазе у граничној области према Јадранској плочи. У осталим деловима овог простора неотектонски структурни план добио је сасвим нова морфолошка и кинематска својства (сл. 1.). Ои је у највећој мери утицао и на аранжман морфоструктурних елемената тј. на изглед и развој рељефа. При свим овим активностима, шири зона "додира" Динарида (s.str.) и Хеленида приметио се и даље поставља као активан субјект у контролисању структурних односа.

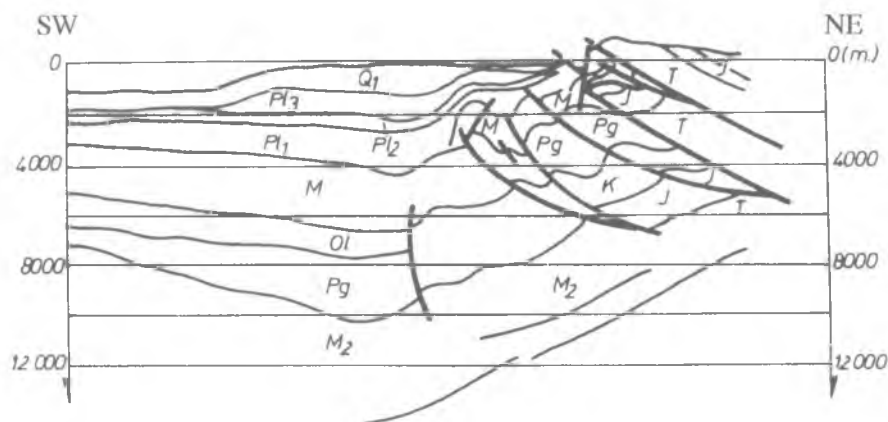
### Механизми неотектонских покрета

За настанак и развој неотектонских структура и раседа у ширем граничном подручју Динарида (s.str.) и Хеленида утицали су следећи механизми:

- латерална компресија изазвана конвергенцијским односима Јадранске плоче и Динарида–Хеленида;
- ротација хеленидског подручја у смеру кретања казальке на сату;
- изостатички процеси.

Ефекти компресије палеогено–доњомиоценског афинитета, у неотектонској етапи, највидљивије су били изражени у граничном подручју крајњих "спољашњих" зона Динарида–Хеленида према Јадранској плочи. То је и разумљиво с обзиром да је компресија изазвана перманентним померањем Јадранске плоче према север-

северозападу и северозападу и подвлачењем под динаридско–хеленидски "труп". Контакт ових двају геотектонских јединица означен је широком зоном југозападно и западно вергентних реверсних раседа, краљушти и флексура са изразито наглашеном десном хоризонталном компонентом смицања, по којима су крајње спољашње зоне Динарида–Хеленида нагураване преко јединица јадранске платформе (сл. 2). Осим тога то је у млађем неогену и квартару била и зона јаке редпде денивелације: издизања динаридско–хеленидског и спуштања јадранског домена. Овај се фронт током неотектонске етапе сукцесивно лагаио релативно премештао ка Јадранској плочи сагласно њеном напредовању према северсеверозападу и северозападу и данас представља главни извор сеизмичности у овим теренима. Гранично подручје Динарида (s.str.) и Хелепида односно "трансверзала Скадар–Пећ" не појављује се као активан учесник оваквих догађаја. Динариди (s.str.) и Хелепиди чврсто су везани још од горње креде–палеогена и током млађег палеогена, неогена и квартара својим заједничком "спољашњим" зонама чине јединствен конвергенцијски фронт према Јадранској плочи.



Сл.2. Интерпретациони геофизички профил кроз Црногорско Приморје и обалски појас Јадранског Мора (према Т. Драгашевићу, 1983).

Fig. 2. Interpretative geophysical profile through the Montenegrin littoral and the Adriatic coastal belt (after T. Dragashević, 1983).

Судећи према палеомагнетним истраживањима која су обављена у последњих десет година у области егејског острвског лука, Пелопонеза, северозападне Грчке, а у мањој мери и на подручју западне Албаније, Црногорског Приморја и Далмације (Kissel et al., 1985; Kissel and Laj, 1988; Speranza et al., 1994) терени јужно од "трансверзале Скадар–Пећ" –Хелениди су од средњег миоцена до у рецентно време били изложени двофазној ротацији у смеру кретања казаљке на сату и укушног износа  $45^{\circ}$ – $50^{\circ}$ . Терени северозападно од "трансверзале Скадар–Пећ" – Динариди (s.str.) – још од еоцена нису били захваћени неком значајнијом ротацијом (Speranza et al, 1994) или је пак она била релативно слаба и усмерена супротно кретању казаљке на сату (Marton, 1987). Поменути аутори сматрају да је "трансверзала Скадар–Пећ" имала улогу "пивот зоне" ових ротација и да је услед

такве активности у овим просторима дошло до инфлексије Динарида–Хеленида.

Ротација хеленидског подручја последица је формирања и развоја егејског острвског лука. Прва фаза ротације обављена је током средњег и делом горњег миоцена и износила је око  $25^{\circ}$  у смеру кретања казаљке на сату у југозападном и супротно кретању казаљке на сату у југоисточном делу лука. Након тога ротација је била знатно редукована, готово угашена, да би се поново активирала почетком доњег плиоцена, овог пута само у југозападном делу егејског лука приближно истог износа и у истом смеру (Kissel et al., 1985; Kissel and Laj, 1988).

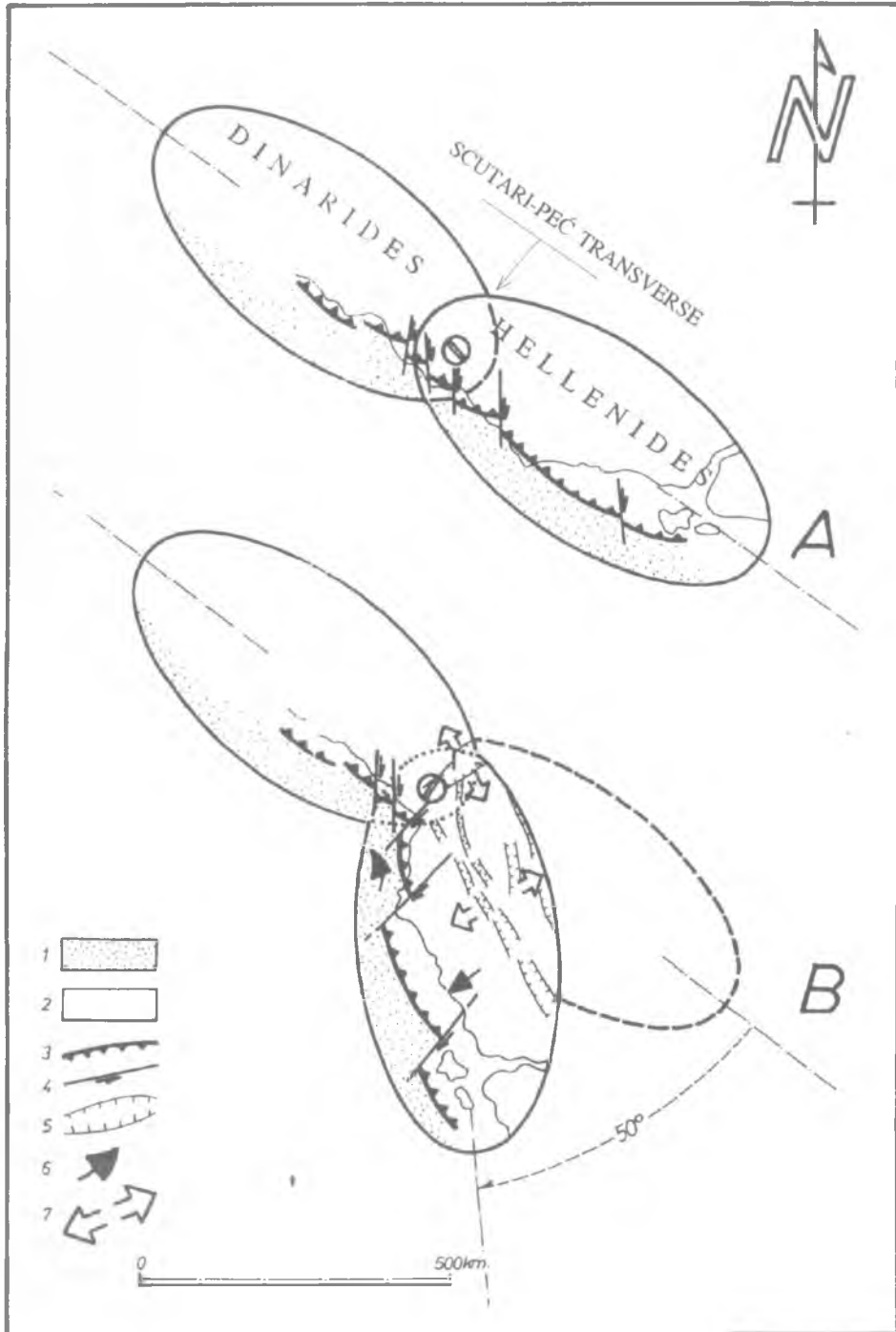
Подаци добијени палеомагнетним истраживањима конвенабилни су са геоструктурним и морфоструктурним особеностима ових простора. Тако је, на пример, као последица ротације у зони "трансверзале Скадар–Пећ" дошло до инфлексије "спољашњих" заједничких динаридско–хеленидских структурно–фацијалних зона и до промене правца пружања главних морфоструктурних елемената–планинских венаца. Услед ротације и савијања Динарида–Хеленида у области "трансверзале Скадар–Пећ", на конвексној страни савијутка у зони јачег истезања формиран је сложени метоксијски неогени ров. У њему су акумулирана два пакета слатководних седимената: доњи, средњо до горњомиоценске и горњи, плиоценске и плиоквартарне старости, што се готово идеално поклапа са двама фазама ротације и сходно томе јаче екстензије на конвексној страни динаридско–хеленидског "трупа", односно у метоксијском рову (сл. 3).

Изостатички процеси дејствовали су сукцесивно са напредовањем мезокенозојских сажимања структурно–фацијалних (формационих) садржаја Динарида и Хеленида да би нарочито дошли до изражаја током неотектонске етапе. Непосредно пред неотектонски стадијум, у највећој мери, завршено је формирање динаридско–хеленидског тектогена и при томе је на простору који он данас заузима формирана релативно дебела земљина кора (местимично и преко 45 km). Као последица таквог задебљања земљине коре дошло је до интензивирања изостатичких покрета што се одразило општим епирогеним издизањима готово читавог динаридско–хеленидског домена и формирањем истакнутих морфоструктурних низова. На подручју Јадранске плоче, нарочито у њеном јужном делу који има истањену кору (око 25 km), током неотектонске етапе одвијала су се континуирана спуштања.

Наведени механизми били су присутни током целе неотектонске етапе и при томе су дејствовали упоредо, а од начина њихових интеракцијских односа и просторног манифестовања зависили су позиција, настанак и трансформација неотектонских структура.

Сл.3. Схематски приказ Динарида–Хеленида: (А) – доњомиоценска позиција (пре ротације), (Б) – савремена позиција (после двофазне ротације). Легенда: (1) Подручје Јадранске плоче, (2) Конвергенцијски фронт крајњих "спољашњих" зона Динарида–Хеленида према Јадранској илочи, (4) Хоризонтална смицања дуж већих раседа, (5) Неогене рововске структуре, (6) Смер кретања већих геотектонских целина, (7) Правац екстензије.

Fig. 3. Schematic map of the Dinarides–Hellenides: (A) Lower Miocene position (before rotation), (B) present position (after two–stage rotation). Legend: (1) Adriatic plate; (2) Converging front of extreme "outer" Dinarides–Hellenides zones to Adriatic plate; (4) Horizontal shears along major faults; (5) Neogene trough structures; (6) Movement direction of large geotectonic units; (7) Extension direction.



### Генеза и кинематика важнијих неотектонских структура и раседа

У ширем граничном подручју Динарида (s.str.) и Хеленида јасно се издвајају делови двају крупних неотектонски обликованих целина: 1) јужнојадранске депресије и 2) динаридско–хеленидског, претежно издигнутог, морфоструктурног низа (сл. 1).

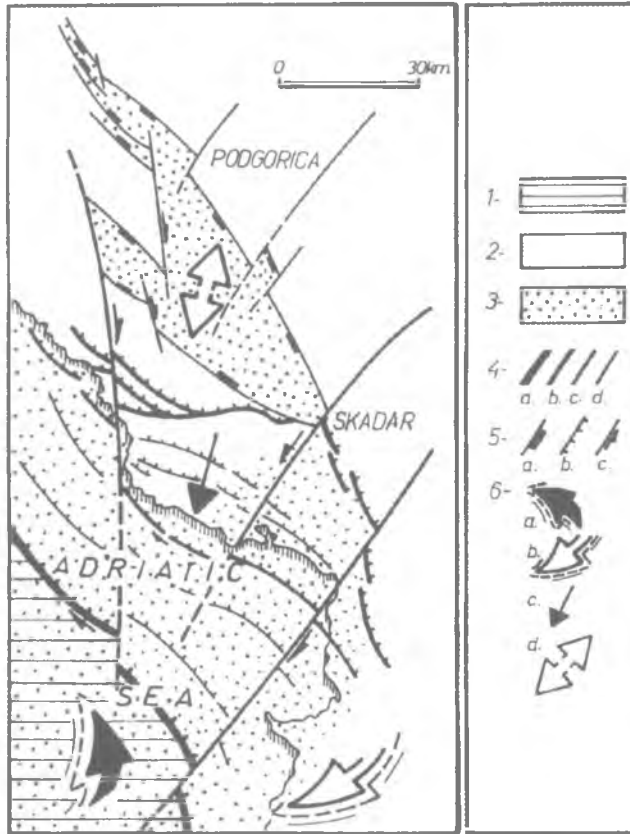
**Јужнојадранска депресија** је само једним делом обухваћена овим истраживањима. Реч је о простору који је током неотектонске етапе, уосталом као и раније, континуирано тонуо. Процењује се да укупна неотектонска спуштања износе више од 6000 метара. Управо, југозападно од "трансверзале Скадар–Пећ" се налазе највише потонули делови јужнојадранске депресије и дапаз највеће дубине Јадранског мора. Иштепитет и морфологија спуштања у вези су са изостатичким покретима изазваним релативно истањеном земљином кором у овом делу Јадранске плоче, али и са интеракцијом геоструктурних елемената и активационошћу у које су укључени: с једне стране конвергенција Јадранске плоче (уз њен северозападни драјф) и "спољашњих" Динарида–Хеленида, а са друге стране ротација хеленидског подручја у смеру кретања казале на сату. Вероватно да је током ових процеса управо ротација, која је проузроковала савијање Динарида–хеленида у области "трансверзале Скадар–Пећ", била један од најбитнијих узрочника да се у конкавном делу савијутка оном око ригидне јадранске масе, успоставе таква екстеизиона поља одговорна за формирање кружне (елиптичне) депресије и испоље најинтензивнија неотектонска спуштања.

Североисточни и источни обод јужнојадранске депресије јаче је деформисан (руптурно и шликативно) парочито у нижим етажама, сагласно релативном напредовању динаридско–хеленидског фронта према југозападу и западу, док су остали делови углавном мирне басенске конфигурације (сл. 2).

**Динаридско–хеленидски морфоструктурни низ** је сложена неотектонска јединица највишег ранга која се пружа од Алпа на северозападу па преко читавог Балканског полуострва све до крајњег Пелопонеза на југу. За њу су карактеристична општа неотектонска претежно епирогена издизања која су у неким деловима била врло великог интензитета. Издизања су последица изостатичких покрета проузрокованих задебљањем земљине коре које је уследило као последица сажимања претходних мезокенозојских структурно–фацијалних (формационих) садржаја. Поред општих епирогених издизања која су имала етапни карактер на шта упућују каскадно постављени ерозионо–денудациони нивои (површи), манифестовали су се и други процеси пре свих екстензиони, па су у поједицим фазама настали бројни депресиони структурни облици типа ровова и басена. Без обзира на полигенетски карактер и сложену грађу, динаридско–хеленидски морфоструктурни низ је у целини посматрано задржао високу хипсометријску диспонираност која је маркирана присуством истакнутих планинских венаца.

Високо издигнут (1000 до преко 2500 метара) динаридско–хеленидски свод на ширем подручју "трансверзале Скадар–Пећ" разбијен је са неколико, више или мање, спуштених структура које су испуњене неогеним наслагама. Међу њима величином се издвајају: скадарско–зетска депресија, сложена метохијска депресија и ровови Бурели и Кукес–Дебар.





Сл.4. Модел кинематске активности структура ширег подручја скадарско-зетске депресије. Легенда: (1) Јадранска плоча, (2) Динариди-Хелениди, (3) Области неотектонског спуштања, (4) Неотектонски раседи: а) зоне раседа уз границу Јадранске плоче и Динарида-Хеленида, б) најважнији раседи-гранични геотектонским јединицама крајњих "спољашњих" Динарида - Хеленида ц) регионални раседи уз граничне зоне Јадранске депресије према издигнутим морфоструктурама Динарида-Хеленида и већи попречни и дијагонални раседи, д) остали раседи, (5) Кинематика раседа: а) гравитациони, б) реверсни, ц) транскурентни, д) остали раседи, (6) Кинематика већих тектонских целина: а) смер кретања Јадранске плоче у дубљим деловима, б) смер ротације хеленидског подручја, ц) смер кретања динаридских (s.str.) блокова и пласа изнад Јадранске плоче, д) правац локалне екстензије на подручју скадарско-зетске депресије

Fig. 4. Kinematic activity model of structures in the general Scutari-Zeta depression area. Legend: (1) Adriatic plate; (2) Dinarides-Hellenides; (3) Neotectonic subsidence areas; (4) Neotectonic faults: (a) fault zones along Adriatic plate and Dinarides-Hellenides, (b) main faults bounding geotectonic units of extreme "outer" Dinarides-Hellenides, (c) regional faults along bordering zones of Adriatic depression and raised Dinaridic-Hellenidic morphostructures and major transverse and diagonal faults, (d) other faults; (5) Fault kinematics: (a) gravity, (b) reverse, (c) transcurrent; (6) Kinematics of large tectonic units: (a) direction of Adriatic plate drift at depth, (b) rotation direction of Hellenidic domain, (c) movement direction of Dinaridic (s.str.) blocks and units over Adriatic plate, (d) direction of local extension in Scutari-Zeta depression area.

**Скадарско-зетска депресија** се налази на северозападном ободу "трансверзале Скадар–Пећ". Има изглед плитког рова пружања СЗ–ЈИ спуштеног за више од 300 метара. Судећи према за сада познатим наслагама које је испуњавају, скадарско–зетска депресија формирапа је у плиоцену и тада је палеогеографски била у вези са јадранским морским акваторијумом. Међутим, врло је извесно да је могла настати и раније – у средњем и горњем миоцену – и да је била испуњена највероватније слатководним наслагама.

Истраживања су показала да би се настанак скадарско–зетске депресије могао објаснити на следећи начин:

Током кретања и подвлачења Јадрапске плоче под крајње "спољашње" динаридске зоне, непосредно иза конвергенцијског фронта ових двају крупних геотектонских јединица – на подручју Динарида почев од плиоцена (можда и раније: од средњег или горњег миоцена) па све до данас, дошло је до активирања екстензионих процеса, спуштања блокова и формирања скадарско–зетског рова. Истезања су последица транскурентног смицања динаридских пласа и блокова дуж раседа пружања С–Ј и СИ–ЈЗ и њиховог релативно бржег тектопског транспорта на југозапад преко Јадрапске плоче. Нарочито су при томе активну улогу одиграла кретања блокова дуж десног транскурентног раседа Вирпазар–Улцињ. "Отварању" скадарско–зетског рова и његовом временски променљивом и просторно делимичном повезивању са структурама и морским акваторијумом јужиојадранске депресије највероватније је допринела и ротација хеленидског домена у смеру кретања казаљке на сату (сл. 4).

Спуштања терена скадарско–зетске депресије присутна су и у рецентно време и износе 2–4 mm/year. (Савезна геодетска управа, 1972) са тенденцијом напредовања према западу у област Црмичког Поља и зетске равнице. Хоризонтална смицања дуж раседа Вирпазар–Улцињ, а у мањој мери и дуж скадарске дислокације и данас су врло активна, уосталом као и читаво подручје Скадарског језера, о чему сведоче бројни јаки догођени земљотреси.

**Метохијска депресија** је смештена управо у ужој зони "трансверзале Скадар–Пећ". Изометричног је облика и сложене грађе, тј. сачињена је од неколико рововских и хорстовских структура. Раседом Србица–Тропоја–Скадар подељена је на два дела: северозападни, који је једноставне рововске грађе и спуштен више од 2000 метара, и југоисточни, изграђен од неколико наизменично поређаних рововских и хорстовских структура изразито хипсометријски децивелисаних (сл. 1).

Метохијска депресија је формирана на конвексној страни динаридско–хеленидског савијутка, тј. у оном делу где се испојила најјача екстензија. Настанак и развој метохијске депресије може се везати за процесе ротације хеленидског подручја према западу, односно за одговарајуће савијање и истезање Динарида–Хеленида у зони "трансверзале Скадар–Пећ" (сл. 3). Удаљавањем од конвексне стране савијутка дуж трансверзале према југоистоку, слабили су екстензиони процеси што је и маркирано формирањем мањих морфодепресионих структура као што су басен Бајрам Цури у близини Тропоје и неколико мањих басена још југоисточније чији су седименти у великој мери разбијени ерозијом. У обликовању и геоперисању метохијске депресије током неотектонске етапе упоредо су деловала два механизма покрета: изостатички, који су се испољавали издизањима, и ротације са пратећим екстензијама за које су везана спуштања. Током средњег и делом горњег миоцена а

затим од доњег плиоцена до у плеистоцен, ротација хеленидског подручја је била интензивнија, а самим тим и екстензија и спуштања. У једном делу горњег миоцена, а вероватно и у холоцену ротација је знатно редукована па су надвладала изостатички покрети и издизања тако да се данас делови метохијске депресије и других мањих неогених басена палазе на висинама од 500 m (Метохија) до преко 1000 метара (неки мањи басени у Албанији).

**Ровови Бурели и Кукес–Дебар** се палазе јужно од "трансверзале Скадар–Пећ", на подручју Хеленида. Дуже осе ровова паралелне су пружању хеленидских структура. Реч је о релативно илитким морфодепресионим облицима који су данас хипсометријски високо постављени у оквиру дипаридско–хеленидског морфоструктурног низа. Генетски се могу везати, уосталом као и све друге сличне рововске структуре овог дела Хеленида, за истезања виших делова земљине коре управно на правац ротације подручја јужно од "трансверзале Скадар–Пећ" (сл. 3Б). И овде су у великој мери паралелно са ротацијом и екстензијом деловали изостатички покрети тако да су ове рововске структуре током неотектонске етапе издигнуте релативно врло високо.

Основни руптурни претцртеж од значаја за неотектонску издељеност ширег подручја "трансверзале Скадар–Пећ" формирап је пренеотектонским обликовањима и представљеп системима раседа пружања: СЗ–ЈИ (ССЗ–ЈИ), СИ–ЈЗ и С–Ј.

Раседима пружања СЗ–ЈИ (ССЗ–ЈИ) дефинисан је регионални неотектонски плац, односно подела на неотектонске јединице највишег реда. Таква својства имају раседи у граничној области крајњих спољашњих зона Динарида (s.str.) и Хеленида према Јадранској плочи, односно између високо издигнутог динаридо–хеленидског низа морфоструктура и дубоко потонуле јужнојадранске депресије. Од "трансверзале Скадар–Пећ" ка северозападу, раседи овог система су пружања СЗ–ЈИ, а јужно од ње ССЗ–ЈИ. Несагласност праваца пружања последица је ротације хеленидског подручја јужно од "трансверзале Скадар–Пећ" у смеру кретања казаљке па сату. Што се тиче њихових кинематских карактеристика најчешће је реч о југозападно и западно вергентним структурама са обележјима десних реверсних раседа, при чему је десна хоризонтална компонента јако изражена. Оваква кинематика последица је интеракцијских односа Јадранске плоче и Динарида–Хеленида. За многе од раседа овог система карактеристична су гравитациона кретања и спуштања њихових југозападних и западних крила. На тај начин у доброј мери обликовап је северисточни и источни обод јужнојадранске депресије. У оба случаја: и код реверсних и код гравитационих раседа, најмлађе неогене наслагае су често само флексурно деформисане (сл. 2).

Судећи према сеизмичким манифестацијама системи раседа пружања СЗ–ЈИ (ССЗ–ЈИ) који маркирају границу Динарида–Хеленида и Јадранске плоче изузетно су активни и у рецентно време.

У осталом делу ширег подручја "трансверзале Скадар–Пећ", раседи овог система фрагментарно су укључени у формирање појединих, пре свега, неотектонских спуштених структура као што су: метохијска и скадарско–зетска депресија и ровови Бурели и Кукес–Дебар.

Раседи пружања СИ–ЈЗ и С–Ј пресецају главне неотектонске јединице и заједно са лонгитудиналним разломима ооконтуреју неотектонске структуре нижег реда, потенцирајући па тај начин блоковску грађу ових терена. Највећи број неотектон-

ских раседа оријентације СИ–ЈЗ јужно од "трансверзале Скадар–Пећ" у ствари припада систему дислокација пружања С–Ј и има иста кинематска својства (десни трапскурентни раседи). Њихова савремена позиција последица је ротације хеленидског домена тако да је почев од средњег миоцена па до данас извршена трансформација пружања: од правца С–Ј (сл. 3А) у правац СИ–ЈЗ (сл. 3Б). То су и у рецентно време врло активни раседи за које су везани бројни јаки земљотреси.

У непосредној зоми "трансверзале Скадар–Пећ" и на подручју северозападно од ње – у Динаридима – где се није осетио утицај овакве неогене ротације, раседи пружања СИ–ЈЗ заједно са дислокацијама оријентације С–Ј чиме коњуговани пар руптура настао у компресионом простору Динарида при чему је најчешће активан систем разлома пружања С–Ј (десна трапскурентна кретања). Сагласно позицији у елипсоиду деформација за палеогена и неогено–квартарна обликовања, за систем раседа пружања СИ–ЈЗ била би карактеристична лева трапскурентна смицања што су и потврдила решења механизма неких потреса у зонама скадарског и раседа Србца–Тропоја–Скадар.

### ЗАКЉУЧАК

"Трансверзала Скадар–Пећ" представља границу између Динарида (s.str.) и Хеленида и појављује се већ у кимријским структурама. Такође, са другачијим кинематским обележјима приметно се поставља као активан субјект у контролисанау структурних односа током неотектонске етапе.

Три су главна механизма одговорна за настанак и развој неотектонских феномена ширег граничног подручја Динарида (s.str.) и Хеленида. То су:

- даља латерална компресија изазвана конвергенцијом Јадранске плоче и крајњих "сиољашњих" зона Динарида–Хеленида;
- двофазна ротација хеленидског подручја у смеру кретања казаљке на сату укупног износа  $45^{\circ}$ – $50^{\circ}$ , од средњег миоцена до у рецентно време, а која је последица формирања и развоја егејског острвског лука;
- изостатички процес иницирани задебљањем земљине коре на подручју Динарида и Хеленида који су довели до јаких општих епигених издизања и формирања истакнутих планинских венаца.

Наведени механизми деловали су упоредо током целе неотектонске етапе, а од начина њихове интеракције и просторног манифестовања зависили су позиција, морфологија, настанак и трансформација неотектонских структура и раседа. При томе наглашен значај имала је ротација хеленидског подручја са "трансверзалом Скадар–Пећ" као "пивот" зоном ове активности. Ротација је у великој мери контролисала и екстензионе процесе тако да су у претежно компресионим условима формирани и бројни морфодепресиони структурни облици.

|  |    |   |       |   |
|--|----|---|-------|---|
| Геол. ан. Балк. пол.<br>Ann. Géol. Penins. Balk. | 59 | 2 | 23-43 | Београд, децембар 1995<br>Belgrade, Decembre 1995 |
|--|----|---|-------|---|

UDC 551.248.2(497.115)

Original scientific paper

## NEOTECTONIC ACTIVITY OF THE SCUTARI-PEĆ GENERAL AREA

by

Milun Marović\* and Ilija Djoković

The border area of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides, often termed "Scutari-Peć Transverse", has a complex fabric resulting from a staged sculpturing. The "Scutari-Peć Transverse" has been a conspicuous boundary between the Dinarides (s.str.) and the Hellenides since it was a part of Kimmerian framework. During the neotectonic deformations, it still has had a controlling part in structural relations. Available geological, geophysical and geomorphological documents and data have been used in defining the neotectonic activity of the "Scutari-Peć Transverse" general area, establishing the mechanisms of movements, separating a number of neotectonic structures and faults, and defining their kinematic characters.

**Key words:** Neotectonics, "Scutari-Peć Transverse", mechanisms of neotectonic movements, neotectonic structures and faults.

### INTRODUCTION

The boundary area between the Dinarides (s.str.) and the Hellenides, referred to as "Peć Canal" or "Scutari-Peć Transverse", is one of the most peculiar geologic structures of the European Alpides. It is the area where several Dinaridic and Hellenidic units cease to extend and where Metohian folding features have axes perpendicular to those of Dinaridic ones. Also, this is the province where trends of structural-facial zones change the direction from that common for both Outer Dinarides and the Hellenides (Budva and Adriatic-Ionian zones). The respective trend directions are NW-SE and NNW-SSE to N-S in the Dinarides (s.str.) and the Hellenides. Congruous with the structural characters are morphostructural elements in the region, that is the positions and extents of mountain ranges and morphodepressional features.

---

\* University of Belgrade, Faculty of Mining and Geology, Institute of Regional Geology and Paleontology, Kamenička 6, Belgrade.

All this was first noted by Cvijić (1901), who named the region "die dinarisch-albanesische Scharung". The region has been studied since then by many geologists who took it for the structural boundary between the Dinarides and the Hellenides and assigned it a paleogeographical importance (Kober, 1952; Petković, 1958; Aubouin et Ndojaj, 1964; Vidović, 1974; Pamić, 1975; Andjelković, 1978; etc.). Later, many have seen this province as a relict (paleo) transform which had an important part in the geologic history of the Dinarides and the Hellenides (Dercourt, 1970; Aubouin et al., 1970; Dimitrijević, 1974; Aubouin and Dercourt, 1975; Pamić, 1975; Marović, 1983, 1989; Gealey, 1988; Grubić and Marović, 1991; and others).

The above references and many other data indicate a long history of structural deformation in the Dinarides (s.str.) / Hellenides boundary area, including a significant part of neotectonic events. The latest tectonic movements finalized the fabric and sculptured the deformation plan – the topographic features. This resulted in significant, qualitatively new tectonic relations. This paper gives the results of neotectonic investigation in the general boundary area of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides, and discusses the phenomena of the new fabric, kinematics, dynamic character, and time relations of its deformation. For this purpose, abundant geological, geophysical and geomorphological materials have been compiled, analysed and interpreted for elucidation of the geodynamic evolution of the province through the Late Neogene and the Quaternary.

## OVERVIEW OF PRE-NEOTECTONIC EVENTS

The "Scutari–Peć Transverse", as a conspicuous boundary between several components of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides, appeared in Kimmerian, or paleoalpine, structures. The Metohian folds, extending in NE–SW direction, resulted from refolding of the Kimmerian plicative structures of Dinaridic trend (NW–SE), during the approach and collision of then separate Dinaridic and Hellenidic components, while they were acquiring a common position to the Vardar Zone (Djoković and Marović, 1978; Marović, 1983, 1989; Grubić and Marović, 1991). The entire sculpturing process operated from the late Upper Jurassic to the earliest Paleogene. In the Paleogene and later, during the continued lateral compression, Dinaridic (s.str.) and Hellenidic components, well connected by then, formed a unified convergence front toward the extreme zones of the Outer Dinarides and the Hellenides, or them are not "turning" into the Metohian direction (Marović, 1989; Grubić and Marović, 1991).

## NEOTECTONIC EVENTS

Paleogene–Lower Miocene tectogenesis persisted in style through the neotectonic stage only in the extreme "outer" zones of the Dinarides and the Hellenides bordering on the Adriatic plate. The neotectonic deformation plan elsewhere in the region acquired quite new morphologic and kinematic patterns (Fig. 1). It greatly influenced the arrangement of morphostructural elements, that is the appearance and transformation of topogra-

phy. Notwithstanding all these activities, the general "contact" zone of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides remained notably active in controlling the structural relations.

### Mechanisms of neotectonic movements

The mechanisms operating in the Dinarides (s.str.) and the Hellenides boundary province that influenced the formation and deformation of neotectonic structures and faults are the following:

- lateral compression caused by converging relation of the Adriatic plate and the Dinarides-Hellenides;
- clockwise rotation of Hellenic domain;
- isostatic processes.

Compression effects of Paleogene-Lower Miocene affinity are best manifested, in the neotectonic stage, in the boundary area of the extreme outer zones of the Dinarides-Hellenides to the Adriatic plate. This is a natural result of the compression caused by permanent descent of the Adriatic plate to the north-northwest and northwest and subduction beneath the Dinaridic-Hellenic "trunk". The contact of the two geotectonic units is marked by a broad zone of southwest- and west-vergent reverse faults, overthrusts, and flexures with conspicuous dextral horizontal shear component, along which the extreme outer Dinaridic/Hellenic zones were pushed over the topmost units of the Adriatic platform (Fig. 2). Moreover, in the late Neogene and the Quaternary, this zone also was the zone of strong rheid delevelling: elevation of Dinaridic-Hellenic and depression of Adriatic domains. This front made during the neotectonic stage a slow successional relative movement to the Adriatic plate congruent with its progress to north-northwest and northwest. It is at present the main source of seismic activity in the region. The boundary province of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides, or the "Scutari-Peć Transverse", has not been an active participant in the events. The Dinarides (s.str.) and the Hellenides have been firmly linked from the Upper Cretaceous/Paleogene and through the late Paleogene, Neogene and Quaternary by the common "outer" zones into a unified front converging to the Adriatic plate.

According to paleomagnetic data of the last ten years for the Aegean insular arc, Paloponnisos, northwestern Greece, and to a lesser extent for western Albania, Montenegrin Littoral and Dalmatia (Kissel et al., 1985; Kissel and Laj, 1988; Speranza et al., 1994), the Hellenic area south of the "Scutari-Peć Transverse" was twice clockwise rotated by a total of 45 to 50 degrees. The Dinaridic (s.str.) area northwest of the "Scutari-Peć Transverse" was significantly rotated from the Eocene (Speranza et al., 1994) or the counter-clockwise rotation was relatively weak (Marton, 1987). The mentioned authors maintain that the "Scutari-Peć Transverse" had the part of a pivot zone in the rotations that resulted in the inflection of the Dinarides/Hellenides.

Rotation of the Hellenic province was a result of the Aegean insular arc's formation and transformation. The initial rotation operated during the Middle and partly Upper

Miocene, clockwise about 25 degrees in the southwestern and counter-clockwise in the southeastern parts of the arc. Then it abated, nearly ceased, and reactivated at the beginning of the Lower Pliocene, but only in the southwestern part of the Aegean arc in a similar degree and the same direction (Kissel et al., 1985; Kissel and Laj, 1988).

The obtained paleomagnetic data are convenient with the geostructural and morphostructural features of the province. Thus, for example, the results of rotation in the "Scutari-Peć Transverse" zone are the inflection of the "outer" common Dinaridic-Hellenidic structural-facial zones and the changed trend direction of the main morphostructural elements - mountain ranges. Because the Dinarides-Hellenides rotated and bent in the "Scutari-Peć Transverse" zone, a composite, Metohian trough formed on the convex bend side in the zone of stronger extension. The trough contains two groups of freshwater sediments: lower, Middle to Upper Miocene, and upper, Pliocene and Plio-Quaternary which are ideally congruent with the two stages of rotation and consequently greatly extension on the convex side of the Dinaridic-Hellenidic "trunk", in the Metohian trough (Fig. 3).

A succession of isostatic processes operated with the progress of Meso-Cenozoic contractions of structural-facial (formational) features of the Dinarides and the Hellenides to culminate during the neotectonic stage. The formation of the Dinaridic-Hellenidic tectogene, where the crust was relatively thick (locally over 45 km), neared its end before the neotectonic stage. A consequence of such a crustal thickness was the intensification of isostatic movements, general epeirogenic rising of the almost entire Dinaridic-Hellenidic domain, and formation of prominent morphostructural features. Where the crust thinned (about 25 km), particularly in the southern part of the Adriatic plate, the neotectonic stage was marked by a continuous subsidence.

The mentioned mechanisms acted through the neotectonic stage and on their interactions and manifestations depended the position, origin, and transformation of neotectonic structures.

### **Genesis and kinematics of major neotectonic structures and faults**

Clearly distinguishable in the general boundary area of the Dinarides (s.str.) and the Hellenides are parts of two large neotectonically sculptured entities: (1) South Adriatic depression and (2) Dinaridic-Hellenidic, dominantly elevated, morphostructural series (Fig. 1).

**South-Adriatic depression** has been only partly investigated. It is an area which continuously subsided during the neotectonic stage, and before it. The total subsidence is estimated at more than 6000 metres. The lowest part of the South Adriatic depression, and the greatest present depth of the Adriatic Sea, is southwest of the "Scutari-Peć Transverse". The intensity and morphology of the subsidence are associated with isostatic movements caused by the relatively thin Earth's crust in this part of the Adriatic plate, and with the interactions of geostructural elements and the activity involving: convergence



of the Adriatic plate (along its northwestern drive) and the "outer" Dinarides–Hellenides, on one hand, and clockwise rotation of Hellenic domain, on the other. I could have been rotation, among the operating processes, which caused bending of the Dinarides–Hellenides in the "Scutari–Peć Transverse" area, that largely contributed to the development of extension fields in the concave part of the bend along the rigid Adriatic mass, responsible for the formation of the circular (elliptical) depression.

The northeastern and eastern margins of the South Adriatic depression are more deformed (ruptured and folded), especially at lower levels, congruent with the relative southwest- and west-ward progress of the Dinaridic–Hellenic front, whereas its other parts have dominantly low basinal configuration (Fig. 2).

**Dinaridic–Hellenic morphostructural series** is a large composite neotectonic unit which is extending from the Alps in the northwest across entire Balkan peninsula to the extreme Peloponnisos in the south. The unit is characterized by general neotectonic, dominantly epeirogenic, risings which were quite intensive in places. The risings were caused by isostatic movements resulting from compression of the earlier Meso–Kenozoic structural–facial (formational) units. Besides the general epeirogenic risings, which occurred in stages as indicated by cascaded erosional–denudation levels, other processes also operated, primarily extension which resulted in a numerosity of depressional features of the trough and basin types. Although polygenetic in character and complex in structure, the Dinaridic–Hellenic morphostructural series generally has preserved the high hypsometric disposition marked by the presence of prominent mountain ranges.

The highly elevated (from 1000 to 25000 metres or more) Dinaridic–Hellenic arch in the general area of "Scutari–Peć Transverse" has been broken by several more or less subsided features which are filled with Neogene deposits. The largest of these features are: Scutari–Zeta depression, complex Metohian depression, and Burrel and Kukes–Debar troughs.

**Scutari–Zeta depression** is situated northwest of the "Scutari–Peć Transverse". It looks like a shallow trough extending NW–SE that subsided more than 300 metres. According to the known deposits filling it, the Scutari–Zeta depression was formed in the Pliocene, when it communicated with the Adriatic Sea aquatorium. However, it certainly could have been formed earlier, in the Middle and Upper Miocene, and quite likely filled with freshwater deposits.

Investigations have indicated that the formation of Scutari–Zeta depression can be explained as follows:

During the movement and subduction of Adriatic plate beneath the extreme "outer" Dinaridic zones, directly behind the converging front of the two large geotectonic units, extensional processes have operated in the Dinaridic province from the Pliocene (or earlier, from the Middle or Upper Miocene) to the present time, including block downthrows and formation of the Scutari–Zeta trough. The extensions have resulted from transcurrent shears of Dinaridic units and blocks along the N–S and NE–SW faults and their relatively fast southwestward tectonic transport over the Adriatic plate. A particularly active

part had the blocks that moved along the Virpazar–Ulcinj dextral transcurrent fault. The clockwise rotation of Hellenic domain probably contributed to the "opening" of Scutari–Zeta trough and its temporally variable and spatially partial connection with the structures and marine aquatorium of the South Adriatic depression (Fig. 4).

Subsidence in the Scutari–Zeta depression continues in the Recent time at a rate of 4–6 mm/year (Federal Geodetic Survey, 1972) with a trend of westward progress to Crmničko Polje and Zeta plain. Horizontal shears are still active along the Virpazar–Ulcinj fault, and in a lesser extent along the Scutari dislocation, same as the entire Scutari Lake area, where earthquakes have been numerous.

**Metohian depression** is situated in the "Scutari–Peć Transverse" proper. Its shape is isometric and the framework complex, composed of several trough and horst structures. The Srbica–Tropoja–Scutari fault is dividing the depression in two parts: northwestern, consisting of a trough that subsided more than 2000 metres, and southeastern, composed of several alternately arranged troughs and horsts much delevelled hypsometrically (Fig. 1).

Metohian depression formed on the convex side of the Dinaridic–Hellenic bend, where extension was the strongest. The origin and evolution of Metohian depression can be associated with westward rotation of Hellenic domain, or the respective bending and extension of the Dinarides–Hellenides in the "Scutari–Peć Transverse" zone (Fig. 3). Extensional processes weakened with the distance from the convex bend side southward along the Transverse, which is marked by formation of minor morphostructural features, such as Bajram Curi basin near Tropoja and several small basins farther southeast with deposits much broken by erosion. The sculpturing and generation of Metohian depression in neotectonic stage was paralleled by two movement mechanisms: isostatic, expressed in risings, and rotational involving extensions and associated subsidence. The rotation of Hellenic domain, and consequently elevations and depressions, was intensive during the Middle and partly Upper Miocene and from the Lower Pliocene into the Pleistocene. In an Upper Miocene episode, and probably in the Holocene, the rotation was much reduced and overpowered by isostatic movements and risings. As a consequence, parts of Metohian depression and some smaller Neogene basins are at present situated at altitudes from 500 m (Metohia) to over 1000 m (some small basins in Albania).

**Burrel and Kukës-Debar troughs** are situated south of the "Scutari–Peć Transverse" in the Hellenic domain. The longer trough axes are parallel with the Hellenic structure trends. These troughs are relatively shallow morphodepressions, at present highly positioned in the Dinaridic–Hellenic morphostructural series. Genetically, the troughs can be associated, like any other similar feature in this Hellenic domain, with the extension of the upper crust at a right angle to the rotation of the area south of "Scutari–Peć Transverse" (Fig. 3B). There also, the rotation and extension were paralleled with isostatic movements which elevated relatively high the troughs in the neotectonic stage.

The basic fractural prepattern of importance for the neotectonic dissection of the

general "Scutari–Peć Transverse" area was formed by preneotectonic sculpturing and is represented by faults of strike trends: NW–SE (NNW–SSE), NE–SW, and N–S.

Faults with NW–SE (NNW–SSE) strike direction define the new regional deformation plan, that is the division into the largest neotectonic units. These are faults in the boundary province of the extreme outer Dinaridic (s.str.) and the Hellenidic zones and the Adriatic plate, between the highly elevated Dinaridic–Hellenidic series of morphostructures and deeply sunk South Adriatic depression. Faults of this system have NW–SE trend north–west from and NNW–SSE south of the "Scutari–Peć Transverse". The incongruity of strike directions is a consequence of the Hellenidic domain's clockwise rotation south of the "Scutari–Peć Transverse". As to their kinematic nature, these are mostly southwest– and westward–vergent structures with characteristics of dextral reverse faults, and well marked dextral horizontal component. This kinematics resulted from the interactional relations of the Adriatic plate and the Dinarides–Hellenides. Many of this system faults are characterized by gravitational movements and downthrow of their southwestern and western limbs. This is mainly how the northeastern and eastern margins of the South Adriatic depression were sculptured. In either case of reverse or normal faults, the newest Neogene deposits have been deformed only by flexuring (Fig. 2).

Seismic manifestations indicate a high Recent activity of the systems of NW–SE (NNW–SSE) faults which mark the boundary of the Dinarides–Hellenides and the Adriatic plate.

Faults of this system, in the rest of the general "Scutari–Peć Transverse" area, are fragmentary involved in the formation of some, primarily newly down–thrown, structures, such as: Metohian and Scutari–Zeta depressions and Burrel and Kukes–Debar troughs.

Faults of NE–SW and N–S trends intersect main neotectonic units and together with longitudinal fractures contour the smaller neotectonic structures, thus adding to the block pattern of the province. Most of NE–SW neotectonic faults south of the "Scutari–Peć Transverse" are actually part of a dislocation system of N–S trend, with the same kinematic character (dextral transcurrent faults). Their present position resulted from the rotation of the Hellenidic domain; since the Middle Miocene to the present time the strike direction changed from N–S (Fig. 3A) to NE–SW (Fig. 3B). These faults are very active in the Recent, and generate numerous strong earthquakes.

In the proper "Scutari–Peć Transverse" area and southwest from it, in the Dinarides, where Neogene rotation had not any effect, the NE–SW faults and N–S dislocations form a conjugate pair of fractures generated in the compression domain of the Dinarides, with the highest activity of the fault system in N–S trend direction (dextral transcurrent movements). Congruent with the position in the ellipsoid of deformation for Paleogene and Neogene–Quaternary sculpturing, sinistral transcurrent shears should be characteristic for the NE–SW system of faults, which was corroborated by some seismic mechanism solutions in the zones of Scutari and Srbica–Tropoja–Scutari faults.

## CONCLUSION

The "Scutari–Peć Transverse" is the boundary between the Dinarides (s.str.) and the Hellenides that appeared as early as in Kimmerian structures. Also, with different kinematic character, it had a notably active part in controlling the structural relations through the neotectonic stage.

Three principal mechanisms were responsible for the origin and transformation of neotectonic phenomena in the general Dinarides (s.str.) and the Hellenides, viz.:

– Farther lateral compression caused by the convergence of the Adriatic plate and extreme "outer" zones of the Dinarides–Hellenides;

– Two-stage clockwise rotation of Hellenidic domain for a total of 45–50 degrees, from the Miocene to the Recent, a consequence of the formation and history of the Aegean isular arc;

– Isostatic processes initiated by Earth's crust thickening in the Dinarides and the Hellenides, which led to general strong epeirogenic risings and formation of prominent mountain ranges.

The above mechanisms parallelly acted throughout the neotectonic stage, and on their interactions and spatial manifestations depended the position, morphology, origin and transformation of neotectonic structures and faults. The rotation of Hellenidic domain with the "Scutari–Peć Transverse" as a pivot had an important part in the events. It also largely controlled the extensional processes, which prevailed in forming the numerosity of morphodepressional features.

## ЛИТЕРАТУРА – REFERENCES

- Анђелковић М. (=Andjelković), 1978: Тектоника Динарида Србије – Изд. Сав. администрација, 1–205, Београд.
- Aubouin J., Blanchet R., Cadet P., Charvet J., Chorowicz J., Cousin M. et Rampoux J. P., 1970: Essai sur la géologie des Dinarides.– Bull. Soc. géol. France, 7, XII, 1060–1093, Paris.
- Aubouin J. et Dercourt J., 1975: Les transversales dinariques dérivent-elles de paléofailles transformantes? C. R.– Acad. Sci., D, t. 281, 347–350, Paris.
- Aubouin J. et Ndojaj I., 1964: Regard sur la géologie de l'Albanie et sa place dans la géologie des Dinarides, Bull. Soc. géol. France, 7, VI, 593–624, Paris.
- Cvijić J., 1901: Die dinarisch-albanesische Scharung, Sitzungsber – Keis. Akad. Wiss. Wien, Math. nat. Cl., Bd. CX, Abth. I, 437–478, Wien.
- Dercourt J., 1970: L'expansion océanique actuelle et fossile: ses implications géotectoniques.– Bull. Soc. géol. France, 7, XII, 261–317, Paris.
- Димитријевић М. Д. (=Dimitrijević), 1974: Динариди: један модел на основама "нове глобалне тектонике".– Металогенија и крај геот. раз. Југосл., Изд. РГФ, 119–151, Београд.
- Dragašević T., 1983: Oil geologic exploration in the Montenegro offshore in Yugoslavia – Nafta, 34 (7–8), 397–404, Zagreb.
- Ђоковић Ј. и Маровић М. (=Djoković and Marović), 1978: Структурне карактеристике подручја горњег Ибра (од Доњег Бесника до Рибарића).– Геол. ан. Балк. пол., кн. 42, 303–314, Београд.

- Gealey W. K., 1988: Plate tectonic evolution of the Mediterranean-Middle-East region, *Tectonophysics*, 155, 285-306, Elsevier, Amsterdam.
- Grubić A. and Marović M., 1991: Tectonic features and genesis of the Scutari-Peć Transverse in the Mokra Gora Area, Yugoslavia.- *Géologie Méditerranéenne*, It.18, n.3, 163-170, Marseille.
- Карта реценти́них вертикалних померања земљине коре СФР Југославије, 1972 – Изд. Савезна геодетска управа, Београд.
- Kissel C., Laj K. and Müller C., 1985: Tertiary geodynamical evolution of northwestern Greece: paleomagnetic results.- *Earth and Plan. Sci. Lett.* 72, 190-204, Elsevier, Amsterdam.
- Kissel C. and Laj C., 1988: The Tertiary geodynamical evolution of the Aegean arc: a paleomagnetic reconstruction.- *Tectonophysics*, 146, 183-201, Elsevier, Amsterdam.
- Kober L., 1952: Leitlinien der Tektonik Jugoslawiens.- *Posebna izd. SAN*, 189, *Geol. inst.*, knj. 3, 1-81, Beograd.
- Маровић М. (=Marović), 1983: Структурни склоп и последице тектонских покрета у теренима Мокре горе и Жљеба.- *Геол. ан. Балк.пол.*, књ. 47, 49-160, Београд.
- Маровић М. (=Marović), 1989: Полифазно обликовање у теренима Мокре Горе и Жљеба: прилог познавању кинематике "трансверзале Скадар-Пeћ" – *Геолошки гласник*, књ. XIII, 113-123, За-вод за геолошка истраживања Црне Горе, Титоград.
- Marton E., 1987: Paleomagnetism and tectonics in the Mediterranean region – *J. Geodyn.*, 7, 33-57, Elsevier, Amsterdam.
- Pamić J., 1975: Velike poprečne frakture (transformni rasedi?) u unutrašnjim Dinaridima.- *II Znanst. skup. JAZU, ser. A.* 126-135, Zagreb.
- Petković K. V., 1958: Neue Erkenntnisse über den Bau der Dinariden *Jahrbuch.*- *Geol. Bundesanst.* Bd. 101, H. 1, 1-24, Wien.
- Vidović M., 1974: Geologija terena između gornjih tokova Tare i Lima sa osvrtom na dinarsko-helen-ski sutok.- *Arhiv za rudarstvo* 5, br. 12, 1-107, Tuzla.
- Speranza F., Kissel C., Islami I., Laj C., Milićević V., Hyseni A. and Surmont J., 1994: Tertiary geodynamical evolution of the external Dinaro-Albanides: role of the Scutari-Peć Transverse zone.- *Paleomagnetism in the Mediterranean Region*, 28-29. September 1994 (abstract), London.